

Polish Academy of Sciences
University of Engineering and Economics in Rzeszów

MOTROL

**COMMISSION OF MOTORIZATION AND ENERGETICS
IN AGRICULTURE**

AN INTERNATIONAL JOURNAL
ON OPERATION OF FARM AND AGRI-FOOD INDUSTRY MACHINERY

Vol. 15, No 2

LUBLIN – RZESZÓW 2013

Editor-in-Chief: Eugeniusz Krasowski
Assistant Editor: Jerzy Grudziński

Associate Editors

1. Agricultural machinery: *Valeriy Dubrovin*, Kiev, *Mariusz Szymanek*, Lublin
2. Machinery of agri-food industry: *Leszek Mościcki*, Lublin
3. Energetics: *Ilia Nikolenko*, Simferopol, *Janusz Wojdalski*, Warszawa
4. Land management, urban planning, architecture and geodesy: *Karol Noga*, Kraków, *Roman Kadaj*, Rzeszów, *Michał Proksa*, Rzeszów, *Lech Lichołaj*, Rzeszów
5. Mathematical, statistics: *Andrzej Kornacki*, Lublin, *Rostisław Bun*, Lviv

Editorial Board

Dariusz Andrejko, Lublin, Poland	Janusz Mysłowski, Szczecin, Poland
Andrzej Baliński, Kraków, Poland	Ignacy Niedziółka, Lublin, Poland
Volodymyr Bulgakow, Kiev, Ukraine	Paweł Nosko, Lugansk, Ukraine
Zbigniew Burski, Lublin, Poland	Gennadij Oborski, Odessa, Ukraine
Karol Cupiał, Częstochowa, Poland	Yurij Osenin, Lugansk, Ukraine
Aleksander Dashchenko, Odessa, Ukraine	Vjacheslav Shebanin, Mykolayiv, Ukraine
Kazimierz Dreszer, Lublin, Poland	Józef Sawa, Lublin, Poland
Valeriy Dyadychev, Lugansk, Ukraine	Iwan Rohowski, Kiev, Ukraine
Dariusz Dziki, Lublin, Poland	Sergiy Pastushenko, Mykolayiv, Ukraine
Stepan Epoyan, Kharkiv, Ukraine	Povilas A. Sirvydas, Kaunas, Lithuania
Sergiy Fedorkin, Simferopol, Ukraine	Wołodymyr Snitynskiy, Lviv, Ukraine
Jan Gliński, Lublin, Poland	Jerzy Sobczak, Kraków, Poland
Dimitriy Goncharenko, Kharkiv, Ukraine	Stanisław Sosnowski, Rzeszów, Poland
Aleksandr Hołubenko, Lugansk, Ukraine	Ludvikas Spokas, Kaunas, Lithuania
L.P.B.M. Jonssen, Groningen, Holland	Jarosław Stryczek, Wrocław, Poland
Stepan Kovalyshyn, Lviv, Ukraine	Aleksander Sydorchuk, Kiev, Ukraine
Józef Kowalczyk, Lublin, Poland	Wojciech Tanaś, Lublin, Poland
Elżbieta Kusińska, Lublin, Poland	Viktor Tarasenko, Simferopol, Ukraine
Andrzej Kusz, Lublin, Poland	Giorgiy F. Tayanowski, Minsk, Belarus
Janusz Laskowski, Lublin, Poland	Leonid Tishchenko, Kharkiv, Ukraine
Nikołaj Lubomirski, Simferopol, Ukraine	Henryk Tylicki, Bydgoszcz, Poland
Kazimierz Lejda, Rzeszów, Poland	Denis Viesturs, Ulbrok, Latvia
Dmytro Melnychuk, Kiev, Ukraine	Dmytro Voytiuk, Kiev, Ukraine
Jerzy Merkiś, Poznań, Poland	Anatoliy Yakovenko, Odessa, Ukraine
Ryszard Michalski, Olsztyn, Poland	Oleg Zaitsev, Simferopol, Ukraine
Aleksander Morozov, Simferopol, Ukraine	Tadeusz Złoto, Częstochowa, Poland
	Marian Panasiewicz, Lublin, Poland

All the scientific articles positive evaluations by independent reviewers

Lingusitic consultant: Larisa Vakhonina, Oleg Plakhtyr

Typeset: Hanna Krasowska-Kołodziej, Natalia Stepanowa

Cover design: Hanna Krasowska-Kołodziej

Photo on the cover: Janusz Laskowski

Editorial Office address: Commission of Motorization and Energetics in Agriculture
Wielkopolska Str. 62, 20-725 Lublin, Poland

e-mail: eugeniusz.krasowski@up.lublin.pl

ISSN 1730-8658

© Copyright by Polish Academy of Sciences 2013

© Copyright by University of Engineering and Economics in Rzeszów 2013

In co-operation with Mykolayiv National Agrarian University 2013

Edition 200 + 16 egz.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОДСОЛНЕЧНИКА НА ЮГЕ УКРАИНЫ

Валерий Гавриш

*Николаевский национальный аграрный университет
54020, г. Николаев, ул. Парижской коммуны, 9*

Valeriy Havrysh

*Nikolaev National Agrarian University
54020, Nikolaev, st. Paris Commune, 9*

Аннотация. Выполнен анализ энергетической эффективности производства подсолнечника в условиях юга Украины на богарных и орошаемых землях. Определена структура затрат энергетических ресурсов за технологическими операциями и видами расходов.

Ключевые слова: урожайность, эффективность, энергетические ресурсы, подсолнечник

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

На эффективность производства продукции растениеводства существенно влияют затраты энергии. Поэтому можно утверждать, что эффективность производства определяется как способность производить максимум продукции с минимальным расходом материальных ресурсов, в том числе энергетических [1].

Эффективное использование энергетических ресурсов в сельском хозяйстве есть одна из основных требований устойчивого сельскохозяйственного производства. Это обеспечивает экономию финансовых средств, ископаемых ресурсов, сохранения и сокращения загрязнения окружающей среды. Для повышения энергетической эффективности нужно стремиться увеличить урожайность или уменьшить затраты энергетических ресурсов без уменьшения объемов урожая [2, 13]. Поэтому повышение эффективности использования ресурсов в сельском хозяйстве остается актуальной и требует проведения исследований относительно сельскохозяйственных культур в отдельных странах и их регионах, в том числе в Украине.

Основными масличными культурами, которые выращиваются в Украине является рапс, соя и подсолнечник [16]. Валовой сбор рапса за последние два года находится на уровне 1,4 млн тонн при средней урожайности

примерно 17 ц/га [3]. Объемы производства подсолнечника значительно больше. Так, указанный показатель в 2011 году составил 8,7 млн тонн. Для сравнения, в странах Европейского Союза собрано 8,3 млн тонн. В структуре мирового производства подсолнечника в 2012/2013 МГ, Украина (26%) уступает только России (27%). Далее идут ЕС-27 (19%), Аргентина (9%), Китай (6%) и другие (16%) [17]. По урожайности, то она последние 4 года не опускалась ниже 15 ц/га и в среднем не ниже обще мировой уровень [4]. Урожайность в некоторых странах мира составляет, ц/га: США - 15; Канада - 14; Австралия - 24,9; ФРГ - 24,8; Франция - 22,9.

Производство подсолнечника стимулируются высокими ценами на указанную культуру. Так, по состоянию на август 2012 года, на Роттердамской бирже цена за базисом поставки CIF составляла USD629/т. В Украине средняя цена превысила 4000 грн/т или 494 долларов США за т.

Таким образом, целесообразно рассмотреть энергетическую эффективность производства подсолнечника, как одной из основных экспортных культур.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

В исследованиях часто используют коэффициент энергетической эффективности технологии, который является отношением энергетической ценности урожая в совокупных энергетических затрат [5, 6, 7]. Это важный показатель, хотя высшая энергетическая эффективность не всегда означает лучшие экономические показатели. При выполнении энергетического анализа нужно учитывать и экологические аспекты. Указанный подход был использован учеными для определения эффективности использования энергетических ресурсов при производстве ряда сельскохозяйственных культур [8-10].

Нужно определить не только количественные показатели использования энергетических ресурсов, но связать их с индексами, которые широко используются. На этом отмечают и ведущие ученые в данном направлении [11]. Однако указанные исследования выполнены на достаточном уровне для современных условий хозяйствования в Украине.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Данное исследование фокусируется на анализе энергетической эффективности производства подсолнечника в условиях юга Украины.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Для проведения исследований была использована стандартная методика для проведения энергетического анализа выращивания сельскохозяйственных культур. При определении энергетических затрат технологии выращивания учитывались прямые, косвенные и инвестиционные затраты энергетических ресурсов. Энергетическая ценность полученной продукции осуществлялась с учетом как основной, так и дополнительной части урожая.

Определялись следующие показатели эффективности использования энергетических ресурсов [12]:

- коэффициент энергетической эффективности технологии

$$K_{em} = E_u/E_m = (\alpha_o U_o + \alpha_d U_d)/E_m, \quad (1)$$

где: α_o , α_d – энергетический эквивалент соответственно основной и дополнительной продукции, МДж/кг;

U_o , U_d – урожайность соответственно основной и дополнительной продукции, кг/га;

E_m – суммарные расходы энергии по технологии, МДж/га;

- удельный выход основной части урожая на единицу энергии

$$EP = \frac{U_o}{E_m}, \text{ кг/МДж}, \quad (2)$$

- удельная энергоёмкость основной части урожая

$$SE = \frac{E_m}{U_o}, \text{ МДж/кг}. \quad (3)$$

По нашему мнению, формулы (2) и (3) требуют уточнения в случае использования

дополнительной части урожая в качестве товарной продукции. Поэтому предлагается их запись в следующем виде:

- удельный выход основной части урожая на единицу энергии

$$EP = \frac{U_o}{E_m K}, \text{ кг/МДж}; \quad (4)$$

- удельная энергоёмкость основной части урожая

$$SE = \frac{E_m K}{U_o}, \text{ МДж/кг}, \quad (5)$$

где: K – доля полных энергетических расходов по технологии на производство основной продукции.

Энергия, затраченная на выполнение технологических операций может быть получена из различных источников: возобновляемых и невозобновляемых. К возобновляемым источникам энергии (ВИЭ) относится вода на орошение, человеческий труд, семена, органические удобрения, биотоплива и т.д. Невозобновляемые источники энергии (ПДЭ) состоят из машин, оборудования, моторного топлива, электроэнергии, минеральных удобрений, средств защиты растений и др.

Результаты анализа энергетической эффективности производства подсолнечника в условиях юга Украины показали следующее. По интенсивной технологии производства указанной культуры для достижения урожайности 22 ц/га расходуется 12224 МДж/га. В этих условиях энергетическая ценность урожая (основной и рядомной продукции) составляет 38060 МДж/га. Структура энергозатрат приведена на рис. 1. Как видим, наибольшая составляющая (47%) – это косвенные расходы. Это связано, в первую очередь, с использованием минеральных удобрений.

Если выращивать подсолнечник на зрелых землях, то структура энергозатрат несколько изменится. Увеличиваются прямые и инвестиционные (за счет расходов на уход за посевами) энергетические затраты (рис. 1 и 2). Суммарные затраты энергии возрастают до 14886 МДж/га.

Структура энергозатрат за технологическими операциями (без учета минеральных удобрений) приведена на рис. 2. Очевидно, что наиболее энергоёмкая операция – это сбор урожая. А при выращивании подсолне-

чника на орошаемых землях увеличиваются расходы на уход за посевами, преимущественно, за счет затрат на орошение.

тических затрат на производство основной продукции находится в пределах от 25 до 50 %.

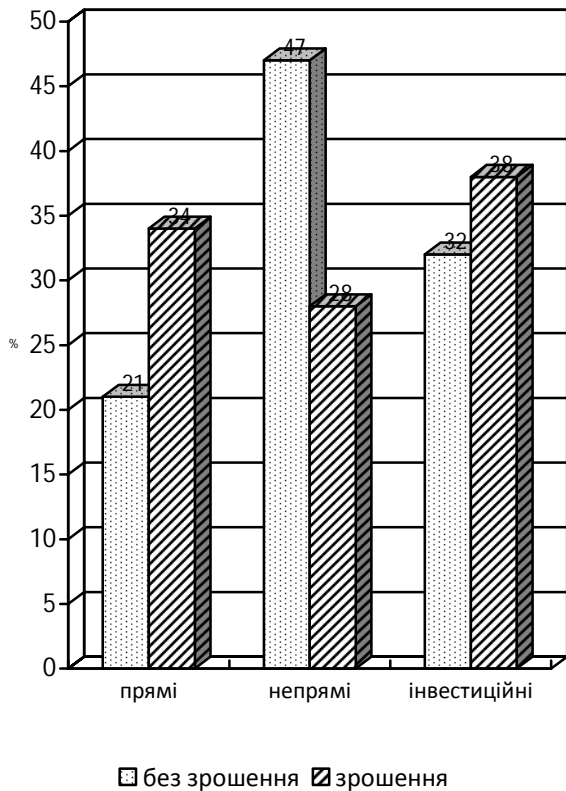


Рис. 1. Структура расходов энергетических ресурсов
Fig. 1. Structure of energy resources using

Основные показатели эффективности использования энергетических ресурсов при выращивании подсолнечника приведены в таблице.

Данные, приведенные в таблице соответствуют технологическим картам и средним погодным условиям. В действительности наблюдаются явления, которые негативно влияют на энергетическую и экономическую эффективность производства подсолнечника. К ним можно отнести недостаток осадков, несоблюдение технологических требований к количеству внесения минеральных удобрений, сроков выполнения технологических операций и т.д. Это приводит к тому, что показатели энергетической эффективности выращивания подсолнечника в реальных условиях хозяйствования ухудшаются до следующих значений: коэффициент энергетической эффективности $K_e = 2,96$; полные энергозатраты - 9557 МДж/га; удельные расходы энергии - 6,43 МДж/кг. Доля полных энерге-

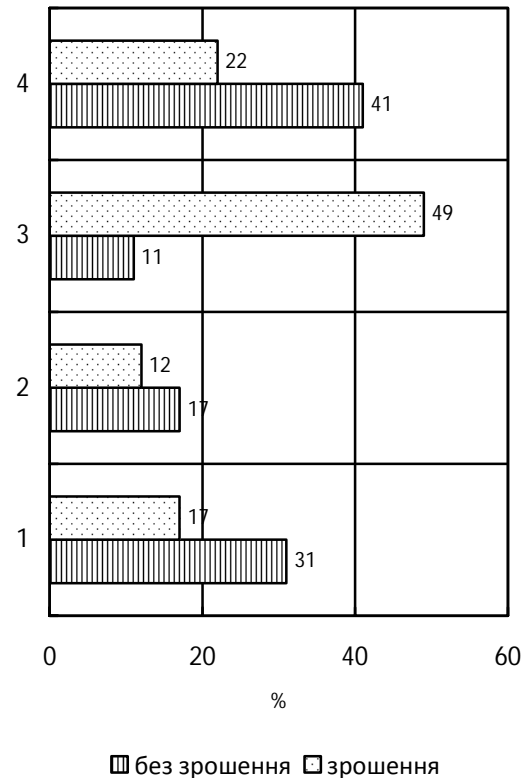


Рис. 2. Структура прямых и инвестиционных энергозатрат за технологическими операциями:

1 - основное возделывание почвы; 2 - передпосевная обработка почвы; 3 - уход за посевами; 4 - уборки урожая

Fig. 2. Structure of direct and investment energy use for technology operations:

1-main tillage; 2 – before sowing tillage; 3 – treatment of crops; 4 – harvesting

Основные показатели эффективности использования энергетических ресурсов при выращивании подсолнечника приведены в таблице.

Данные, приведенные в таблице соответствуют технологическим картам и средним погодным условиям. В действительности наблюдаются явления, которые негативно влияют на энергетическую и экономическую эффективность производства подсолнечника. К ним можно отнести недостаток осадков, несоблюдение технологических требований к количеству внесения минеральных удобрений, сроков выполнения технологических операций и т.д. Это приводит к тому, что по-

казатели энергетической эффективности выращивания подсолнечника в реальных условиях хозяйствования ухудшаются до следующих значений: коэффициент энергетической эффективности $K_e = 2,96$; полные энергозатраты - 9557 МДж/га; удельные расходы энергии - 6,43 МДж/кг. Доля полных энергетических затрат на производство основной продукции находится в пределах от 25 до 50 %.

Таблица. Показатели энергетической эффективности выращивания подсолнечника
Table. Indexes of energy efficiency of sunflower growing

Показатели	При по- ливе	Без по- лива
Коэффициент энергетической эффективности	4,33	3,36
Удельный выход основной части урожая, кг/МДж	0,2015	0,176
Удельная энергоёмкость основной часть урожая, МДж/кг	4,96	5,67
Часть возобновляемой энергии, %	10,35	0,086
Часть невозобновляемой энергии, %	89,68	99,914
Суммарная энергоёмкость технологии, МДж/га	14886	12266

Для сравнения, энергозатраты технологий выращивания подсолнечника за рубежом (юг Европы) составляют 10500 МДж/га. Это меньше чем в Украине, но и обеспечивают на орошаемых землях меньший уровень урожайности - примерно 16 ц/га [14]. Удельные затраты энергии в большинстве стран Азии и юга Европы составляют 5,90 МДж/кг [15].

Как показывают проведенные исследования, доля возобновляемых источников энергии в производстве подсолнечника в Украине довольно высока, что указывает на то, что производство этой культуры зависит, преимущественно, от ископаемых видов энергетических ресурсов. Для уменьшения энергоёмкости и себестоимости производства по-

дсолнечника возможны два основных пути: первый, внедрение энергосберегающих технологий; второй, использования альтернативных, более дешевых источников энергии. Что касается первого направления, то согласно существующих исследований, технология выращивания подсолнечника нуждается использования глубокой вспашки [18]. Второй - это использование в качестве моторного топлива природного газа, биогаза и других видов биотоплива [19 - 21]. Работы в этом направлении проводятся во многих странах мира, в том числе и в Украине. Однако на сегодняшний день в нашем государстве использования биотоплива пока незначительное.

ВЫВОДЫ

Исследования показали, что производство подсолнечника зависит, преимущественно, от ископаемых энергетических ресурсов. Поэтому нужно внедрять ресурсозащадящую технологию и замещать ископаемые энергетические ресурсы восстановительного. Это может быть использование биотоплив, альтернативных источников энергии, например, органических удобрений с растительных остатков. Это может обеспечить повышение плодородия почв, снизить потребность в минеральных удобрениях и уменьшить негативное влияние на окружающую среду

В дальнейшем целесообразно провести исследования влияния различных статей энергетических затрат на показатели энергетической и экономической эффективности выращивания подсолнечника.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Sherman H. 1988. Service organization productivity management / H.D.Sherman // The Society of Management Accountants of Canada. — 345–346.
2. Singh G. 2004. Optimization of energy inputs for wheat crop in Punjab / G. Singh, S. Singh, J. Singh // Energy Conversion and Management. — # 45. — 453–465.
3. Roslinnictvo Ukraïni. 2011 rik, statis-tichnij zbirnik 2012. / Za red. N.S. Vlasenko. — K.,— 108.
4. Maslak O. 2012. Na cherzi – pizni kulturi / O. Maslak // Propozitsiya. — №9. — 24–29.

5. Unakitan, G. An analysis of energy use efficiency of canola production in Turkey. 2010. / G.Unakitan, H.Hurma, F.Yilmaz // *Energy*. — #35. — 3623–3627.
6. Metodicheskiye rekomendatsii po toplivoenergeticheskoy otsenke selskokhozyaystvennoy tekhniki, tekhnologicheskikh protsessov i tekhnology v rasteniyevodstve 1989. / [Tokarev V., Bratushkov V., Nikiforov A. i dr.]. — M.: VIM— 59.
7. Medvedovsky O. 1988. Yenergetichny analiz intensivnikh tekhnologiy v silskogospodarskomu virobnitstvi / Medvedovsky O., Ivanenko P. — K. : Urozhay,— 205.
8. Jianbo L. 2006. Energy balance and economic benefits of two agroforestry systems in northern and southern China / L.Jianbo // *Agriculture, Ecosystems & Environment*. — #116. — 255–262.
9. Kizilaslan H. 2009. Input-output energy analysis of cherries production in Tokat Province of Turkey / H.Kizilaslan // *Applied Energy*. — #86. — 1354–1358.
10. Meul M. 2007. Energy use efficiency of specialized dairy, arable and pig farms in Flanders / M.Meul, F.Nevens, D.Reheul, G.Hofman // *Agriculture, Ecosystems & Environment*. — #119. — 135–144.
11. Topp C.F 2007. Estimating resource use efficiencies in organic agriculture: a review of budgeting approaches used/ C.Topp, E.Stockdale, C.Watson, R.Rees// *Journal of the Science of Food and Agriculture*. — #87. — 2782–2790.
12. Rafiee S. 2010. Modeling and sensitivity analysis of energy inputs for apple production in Iran / S.Rafiee, S.H. Mousavi Avval, A.Mohammadi // *Energy*. — #35. — 3301–3306.
13. Kitani O. 1999. CIGR handbook of agricultural engineering, Volume 5: Energy and biomass engineering / O.Kitani. — St Joseph, MI : ASAE Publications,— 231.
14. Kallivroussis L. 2002. The energy balance of sunflower production for biodiesel in Greece / L.Kallivroussis, A.Natsis, G.Papadakis // *Bio-systems Engineering*. — #81. — 347–354.
15. Khan S. 2009. Pathways to reduce the environmental footprints of water and energy inputs in food production/ S.Khan, M.Khan, M.Hanjra, J.Mu // *Food Policy*. — #34. — 141–149.
16. Maslak O. 2013. Yak zminilasya struktura vrozhaiv v Ukraïni?/ O.Maslak // *Agromarket*. — — Berezen. — 10.
17. Maslak O. 2013. Dokhodni kulturi/ O.Maslak// *The Ukrainian Farmer*. — Lyuty. — 16-17.
18. Zaslavska O. 2012. Pributok vid bagatovektornosti/ O.Zaslavska// *Agromarket*. — — Veresen. — 16.
19. Wcisło G. 2005. Determination of rapeseed oils combustion heat in calorimeter bomb and an assesment of the heat value / Grzegorz Wcisło // *TEKA*. — Tom 5. — 233-239.
20. Szmigielski M. 2012. Effect of fried dishes assortment on chosen properties of post-frying soybean oils as raw material for production of engine biofuels / Marek Szmigielski, Wiesław Piekarski, Barbara Maniak, Dariusz Andrejko, Grzegorz Zając, Andrzej Masłowski, Agnieszka Sagan, Beata Biernacka // *TEKA*. — Tom XII. — 237-244.
21. Cupial K. 2011. Duel-fuel feeding of diesel engine with generator gas and liquid fuel / Karol Cupial, Adam Duzynski, Michal Gruca// *TEKA*. — Tom XI. — 48-64.

ENERGY EFFICIENCY OF SUNFLOWER PRODUCTION IN THE SOUTH OF UKRAINE

Summary. Energy efficiency of sunflower production (irrigated and not irrigated soil) in condition of the south of Ukraine has been analyzed. The structure of energy resource using in according to technological operation has been determined.

Key words: yield, efficiency, energy resource, sunflower.

ОПТИМАЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ (X_1, X_2, X_3, X_4) ПЛАНЕТАРНОЙ МАШИНЫ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ СЕМЯНИКОВ БАКЛАЖАНОВ ПРИ ЛАБОРАТОРНЫХ ИСПЫТАНИЯХ

Константин Думенко, Дмитрий Бабенко, Екатерина Шевченко

Николаевский национальный аграрный университет

54020, г. Николаев, ул. Парижской коммуны, 9

Konstantin Dumenko, Dmitriy Babenko, Ekateryna Shevchenko

Nikolaev National Agrarian University

54020, Nikolaev, st. Paris Commune, 9

Аннотация. В статье проанализирована проблема доработки семенного материала из семенников баклажанов, сложившейся в условиях Юга Украины. Исследование основных проблем и недостатков устаревшего оборудования по выделению семян и пути его совершенствования. Предложена новая планетарная машина для измельчения семенников баклажанов и проведен ряд экспериментальных исследований. Приведены оптимальные технологические показатели машины для измельчения семенников баклажанов.

Ключевые слова: мацерированный семенник, семенной материал, планетарная машина, план эксперимента, двухмерные сечения поверхностей отклика, уравнения регрессии.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Юг Украины является наиболее благоприятным и наиболее приспособленным регионом для выращивания баклажанов. Но внедрение интенсивного производства баклажанов невозможно, ведь в начале развития этой отрасли сразу возникла острая проблема доработки семенного материала из семенников баклажана.

Вопрос получения семян баклажанов исследовался еще в 80-х и 90-х годах прошлого века. Известное оборудование, которое использовалось до сих пор является устаревшим, и не дает возможность получать качественный семенной материал.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

С 2000 года появляются публикации и работы, посвященные исследованию механизации выделения семян овоще-бахчевых

культур (Думенко К.Н.), огурцов и дыни (Пастушенко С.И., Огиенко Н.Н.) Но выделением семян баклажанов механизированным путем до сих пор никто не занимался. Ведь семенник баклажана является достаточно сложным по своему строению, поэтому процесс выделения требует индивидуального подхода и использования отличной технологии, которая будет учитывать его физико-технологические свойства и биологические особенности строения плода.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Целью исследования является проблематика выделения семян из мацерированных семенников баклажанов, теоретические исследования связаны с обоснованием выбора машины для измельчения семенников баклажанов.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Выращиванием овоще-бахчевой продукции в основном занимаются четыре области Украины (Одесская, Николаевская, Херсонская и АР Крым) и обеспечить их качественным семенным материалом в достаточном количестве собственного производства просто невозможно (Рис.1).

На базе проблемной научно-исследовательской лаборатории конструирования энергоэффективной сельскохозяйственной техники и технологий факультета механизации сельского хозяйства Николаевского НАУ в 2010 году начато исследование. Исследовался сорт «Дикси». Учеными факультета разработаны планетарную машину для измельчения семенников баклажанов, на которую получено положительное решение на выдачу декларационного патента Украины.

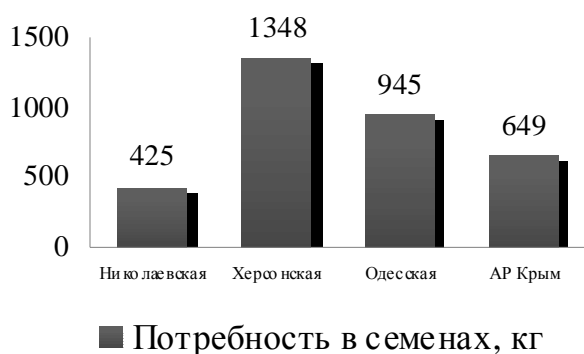


Рис. 1. Сводные средние статистические данные потребности в качественном семенном материале юга Украины

Fig. 1. Summary of average statistics need for quality seed south Ukraine

Машина состоит из корпуса 1 с загрузочной горловины 2. Внутри корпуса установлен пустотелый ротор 10 вокруг которого вращаются два противоположно расположенных пустотелых бича 11 с ножевыми пластинами 4. В загрузочной горловине находится система водоснабжения 5 с форсунками, которые под давлением впрыскивают воду в машину. Наличие этой воды дает возможность вымывать семена с мацерированных семенников баклажана.

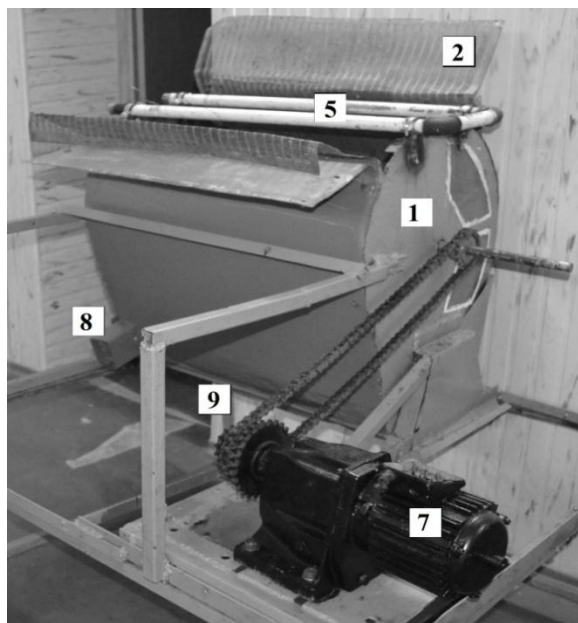


Рис.2. Планетарная машина для измельчения семенников баклажанов (общий вид)

Fig. 2. Planetary Machine for crushing seed eggplant (general view)

Пустотелый ротор приводится во вращение мотор-редуктором 7. Удаление перетер-

тых частей плодов с плодоножкой осуществляется через выгрузную горловину 8, а выделенные семена с водой через решето 9 (рис.2).

Лабораторные испытания были проведены в течение 2010 - 2012 лет, с целью получения данных о работоспособности исследуемой машины.

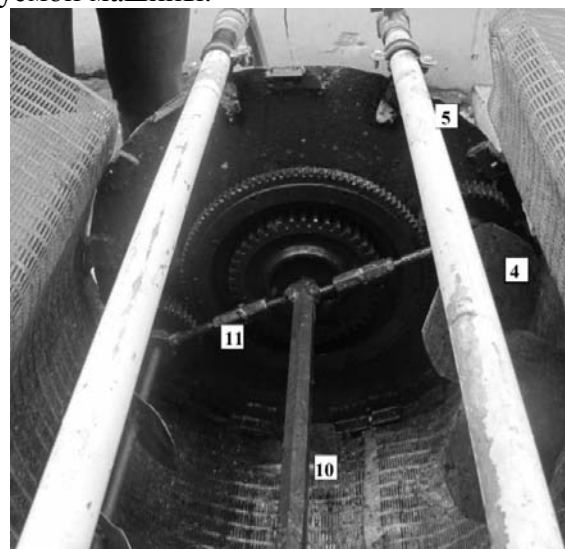


Рис.3. Планетарная машина для измельчения семенников баклажанов (вид сверху)

Fig. 3. Planetary Machine for crushing seed eggplant (top view)

Опыты проводились с помощью методики проведения эксперимента в сельскохозяйственном машиностроении.

Для проведения эксперимента было взято 5-ти факторный, 3-х уровневый план Хартли с трехкратной повторяемостью опыта в каждом из 27 запланированных экспериментов.

Согласно плану эксперимента была проведена оценка зависимости показателей качества выполнения технологического процесса, которые в наибольшей степени влияют на качество работы машины, среди которых: влажность мацерированного семенников (X_1), скорость движения бичей (X_2), угол наклона лопатки бича (X_3), величина подачи массы семенников на переработку (X_4) и зазор бич-решета (X_5).

После статистической обработки экспериментальных данных на ПЭВМ полученные математические модели для засоренности (ЗС) и потерь (ПС) семя, которые описывают технологический процесс выделения семян на разработанной машине имеют вид:

$$\begin{aligned}
ЗС &= 7,750 - 1,014 \cdot X_1 - 0,130 \cdot X_2 + 0,002 \cdot X_3 + 0,219 \cdot X_4 + 0,133 \cdot X_5 - 0,4 \cdot X_1 \cdot X_2 + \\
&+ 0,433 \cdot X_1 \cdot X_3 + 0,246 \cdot X_1 \cdot X_4 - 0,171 \cdot X_1 \cdot X_5 + 0,633 \cdot X_2 \cdot X_3 - 0,413 \cdot X_2 \cdot X_4 + \\
&+ 1,063 \cdot X_2 \cdot X_5 + 0,596 \cdot X_3 \cdot X_4 + 1,013 \cdot X_3 \cdot X_5 + 0,567 \cdot X_4 \cdot X_5 + 0,057 \cdot X_1^2 - \\
&- 1,660 \cdot X_2^2 - 0,676 \cdot X_3^2 - 0,676 \cdot X_4^2 + 2,840 \cdot X_5^2; \\
ПС &= 4,746 + 1,466 \cdot X_1 + 0,732 \cdot X_2 + 1,364 \cdot X_3 + 1,077 \cdot X_4 - 1,711 \cdot X_5 + 0,342 \cdot X_1 \cdot X_2 + \\
&+ 1,308 \cdot X_1 \cdot X_3 + 0,521 \cdot X_1 \cdot X_4 - 0,196 \cdot X_1 \cdot X_5 - 0,846 \cdot X_2 \cdot X_3 - 1,233 \cdot X_2 \cdot X_4 + \\
&+ 0,417 \cdot X_2 \cdot X_5 + 0,575 \cdot X_3 \cdot X_4 - 1,333 \cdot X_3 \cdot X_5 + 0,913 \cdot X_4 \cdot X_5 + 0,378 \cdot X_1^2 + \\
&+ 1,012 \cdot X_2^2 + 1,095 \cdot X_3^2 + 1,095 \cdot X_4^2 + 1,145 \cdot X_5^2;
\end{aligned}$$

Сравнение результатов проводилось по факторам:

а) влажность мацерированного семян (X_1) и скорость движения бичей (X_2) (Рис. 4.а);

б) угол наклона лопатки бича (X_3) и величина подачи массы семенников на переработку (X_4) (Рис. 4.б).

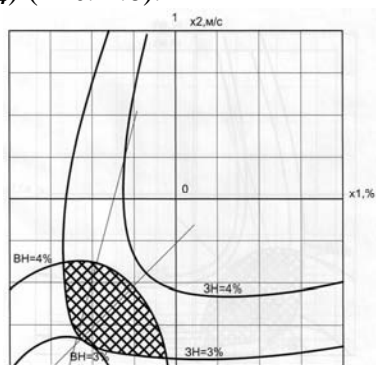
именно: повышение качества одного из показателей оптимизации приводит к ухудшению другого показателя и наоборот.

ВЫВОДЫ

Анализ графических зависимостей двухмерных сечений поверхностей отклика полученных вследствие лабораторных испытаний новой планетарной машины для измельчения семенников баклажанов позволяет сделать следующие выводы, что оптимальными технологическими параметрами новой машины являются: влажность мацерированных семян $X_1 = 23...36\%$; скорость движения бичей, которая находится в пределах $X_2 = 3,2...3,7$ м/с; угол наклона лопатки бича $X_3 = 17^0...22^0$ (град.); величина подачи массы семенников на переработку $X_4 = 0,58...0,76$ кг/с; зазор бич-решето $X_5 = 4,7...7,5$ мм. При таких значениях факторов, критерии оптимизации находятся в диапазонах: засоренность семян $ЗС = 6...6,5\%$; потери семян $ПС = 4...5\%$.

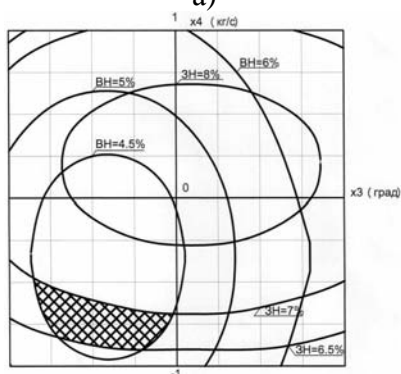
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Anisimov I. 1987. Mashiny i potochnye linii dlja proizvodstva semjan ovoshhebahchevyh kultur : monografija / I. Anisimov. – Kishinev : Shtiinca, – 300.
2. Karataev E. 1990. Nastol'naja kniga ovoshhevoda : spravochnik / E. Karataev, B. Rusanov, A. Beshanov, V. Kotov, L. Nechaeva, V. Bol'shunov, G. Osipova. – Moskva: VO Agropromizdat. – 287.
3. Glebova E. 1978. Ovoshhevodstvo i plodovodstvo / E. Glebova, A. Voronina, N. Kalashnikova, A. Zhelobaeva, I. Gan, N. Bogdanova. – L.: Kolos. – 448.
4. Mel'nikov S. 1980. Planirovanie jeksperimenta v issledovanijah sel'skohozjajstvennyh processov / S. V. Mel'nikov, V. R. Aleshkin, P. M. Roshhin. – Leningrad : Kolos. – 167.
5. Dumenko K. 2007. Obruntuvannja tehnologichnogo procesu ta parametriv robochih



$$\begin{aligned}
ЗН-4,68 &= 0,078x_1^2 - 1,68x_2^2 \\
ВН-3,32 &= 1,06x_1^2 + 0,34x_2^2 \\
X_3, X_4, X_5 &= 0
\end{aligned}$$

а)



$$\begin{aligned}
ЗН-7,77 &= -0,38x_3^2 - 0,97x_4^2 \\
ВН-4,2 &= 1,38x_3^2 + 0,81x_4^2 \\
X_1, X_2, X_5 &= 0
\end{aligned}$$

б)

Рис. 4. Двумерные сечения поверхностей отклика

Fig. 4. Two-dimensional intersections of surfaces

Исследование канонических уравнений методом двухмерных сечений поверхностей отклика позволили получить такие графики зависимости, на которых видно, что решение этой задачи относится к компромиссным, а

- organiv mashini dlja vidilennja nasinnja solodkogo ta gostrogo percju: avtoref. dis. na zdobuttja nauk. stupenja kand. tehn. nauk / K. M. Dumenko. – Kiiv.– 20.
6. Ogienko M. 2012. Obgruntuvannja tehnologichnogo procesu i parametriv kompleksu mashin dlja dorobki nasinnevoi masi ovochebashtannih kul'tur / M. Ogienko. – K. : NUBIPU.– 21.
7. Pastushenko A. 2012. Obgruntuvannja tehnologichnogo procesu, parametriv ta rezhimiv roboti mashini dlja vidilennja nasinnja ogirka i dini / A. Pastushenko. – Melitopol' : TDATU.– 21.
8. Medvedev V. 1985. Mehanizacija proizvodstva semjan ovoshhnyh i bahchevyh kul'tur/ V. Medvedev, A. Durakov. – M. : Agropromizdat. — 239.
9. Anisimov I. 1985. Konstruktivnye i rezhimnye parametry vydelitelja semjan tomatov/ I. Anisimov. – Traktory i sel'hozmashiny, № 2. — 29-34.
10. Linija dlja vydelenija, promyvki i sushki semjan tomatov LSB-10. Tehniceskoe opisanie i instrukcija po jekspluatacii. NF GSKB po mashinam dlja ovoshhevodstva. – 1981.
11. Mojka plodov pomidorov MPP – 1,5A. Rukovodstvo po sborke i jekspluatacii. – Kiev, 1980.
12. Vydelitel' smesej iz tomatov VST – 1,5. Tehniceskoe opisanie i instrukcija po jekspluatacii. NF GSKB po mashinam dlja ovoshhevodstva, 1980.
13. Pontrjagin L. 1976. Matematicheskaja teorijam optimal'nyh processov / [L. Pontrjagin, V. Boltjanskij i dr.]. – M. : Nauka.– 392.
14. S. Pastushenko. 2007. Engineering of obtaining pepper seed / S. Pastushenko, K. Dumenko // TEKA. COMMISSION OF MOTORIZATION AND POWER INDUSTRY IN AGRICULTURE. Volume VII: Lublin. – 336.
15. A. Boyko. 2011. Research on reliability of subsystems of grain harvesting combine / A. Boyko, K. Dumenko // TEKA. COMMISSION OF MOTORIZATION AND POWER INDUSTRY IN AGRICULTURE AND THE VOLODYMYR DAHL EAST-UKRAINIAN NATIONAL UNIVERSITY OF LUGANSK. Volume XIC : Lublin.– 405.
16. Pastushenko S. 2008. Problematika mehanizirovannogo processa poluchenija semjan perca dlja potrebnostej juzhnyh regionov Ukrainy / S. Pastushenko, K. Dumenko, G. Ivanov, D. Babenko // MOTROL. MOTORYZACJA I ENERGETYKA ROLNICTWA. — Tom 10 B. 272.
17. Dumenko K. 2010. Analiz osnovnih faktoriv nedostatn'oï nadijnosti vitchiznjanoi zernozbiral'noi tehniki / K. Dumenko // MOTROL. MOTORYZACJA I ENERGETYKA ROLNICTWA. — Tom 12 A. 236.
18. Pat. 69460 Ukraina, MPK (2012.01) A23N 4/00. Linija dlja vidilennja nasinnja tomativ ta baklazhaniv. 2011/ K. M. Dumenko, K. S. Shevchenko, Ć. Ju. Bezuglij.; vlasnik Dumenko K. - № 4, 13284; data podannja zajavki 11.11.2011: opublikovano 25.04.2012, Bjul. № 8.
19. Akt vprovadzhennja u virobnictvo naukovo-tehnichnih rozrobok i peredovogo dosvidu v umovah ZSAT «Dobrobut» Brats'kogo rajonu Mikolaïvs'koï oblasti vid 19.09.2012. – 1.
20. Akt vprovadzhennja u virobnictvo naukovo-tehnichnih rozrobok i peredovogo dosvidu v umovah TOV «Zlagoda» Domaniv'skogo rajonu Mikolaïvs'koï oblasti vid 22.10.2012. – 1.

**OPTIMAL TECHNOLOGICAL
PARAMETERS (X_1, X_2, X_3, X_4)
PLANETARY MACHINES FOR
CRUSHING SEED EGGPLANT IN
LABORATORY TRIALS**

Summary. The paper analyzes the problem of handling seed eggplant seed that has developed in Southern Ukraine. Investigation of the main problems and shortcomings of equipment for the provision of seeds and ways to improve it. A new planetary machine for crushing seed eggplant and a number of experimental studies. Shows the optimal technological parameters of the machine for crushing seed eggplant.

Key words: macerated seed, seed, planetary machine, the plan of the experiment, the surfaces are two-dimensional sections, the regression equation.

ВОЛНИСТОСТЬ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ОБКАТЫВАНИИ ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ РОЛИКАМИ

Борис Бутаков, Виталий Артюх

Николаевский национальный аграрный университет

54020, г. Николаев, ул. Парижской коммуны, 9

Boris Butakov, Vitaliy Artyukh

Mykolayiv National Agrarian University

54020, Nikolaev, st. Paris Commune, 9

Аннотация. Сформулирована и экспериментально обоснована причина появления волнистости на поверхности при обкатывании торообразными роликами – колебание усилия обкатывания из-за наличия больших сил трения скольжения в механизме нагружения ролика.

Ключевые слова: обкатывание роликами, волнистость, пластическая деформация, сила трения, роликовый узел.

ВВЕДЕНИЕ

Основной причиной появления волнистости некоторые исследователи считают наличие торцевого биения ролика, приводящее к переменной подаче обкатывания [1 – 8].

Несмотря на существенное влияние, которое продольная подача вносит в процесс деформации поверхностного слоя, влияние обкатывания на изменение исходной шероховатости при этом остается таким же, как при обкатывании без подачи.

Это проверено экспериментально и остается справедливым при равенстве количества проходов без подачи приведенному количеству проходов i ролика с подачей, определяющееся в зависимости от ширины контактной канавки $2a_0$, подачи s и количества продольных проходов ролика $i_{\text{прод}}$.

$$i = \frac{2a_0}{s} i_{\text{прод}}. \quad (1)$$

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

При обкатывании с продольной подачей ролика формируется новый микропрофиль поверхности, который накладывается на деформированную исходную шероховатость.

Обкатанная поверхность сохраняет винтовой след подачи ролика. Высота вновь созданных при этом неровностей на участке стабильного процесса может быть рассчитана геометрически:

$$R''_z = r_p - \frac{\sqrt{4r_p^2 - s^2}}{2}, \quad (2)$$

где: R''_z – высота неровностей, мм;

r_p – радиус кривизны ролика, мм;

s – подача ролика, мм/об.

Шаг этих неровностей равняется подаче ролика (рис. 1). Опытная проверка связи шероховатости с подачей ролика показывает, что зависимость (2) хорошо соблюдается при относительно больших подачах.

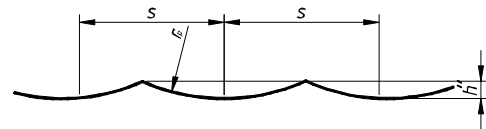


Рис 1. Профиль неровностей при обкатывании роликом

Fig.1. Type of burries at a rolling roller

При подачах больше 0,78 мм/об высота неровностей совпадает с расчетной; при меньших подачах высота сохраняется в пределах 0,28 - 0,35 мкм и от подачи не зависит. В этом случае на обкатанной поверхности образуется волна с шагом, отличным от подачи.

В этом случае высота волн не выходит из пределов 7-го класса шероховатости. В других случаях волнистость при обкатывании может быть значительно глубокой. При малой шероховатости поверхности в пределах одного шага волны (0,18 мкм) сама волна с шагом 2,5 мм имеет высоту 0,16 мкм.

Высота волны при обкатывании уменьшается с увеличением профильного радиуса ролика или с уменьшением усилия, то есть с уменьшением угла вдавливания ролика, и не зависит от подачи и скорости обкатывания.

Рассмотрим этот процесс подробнее. Автор работы [1] считает что по мере вращения детали ролик вращается и подается (рис. 2, а), при этом углу поворота ролика ψ соответствует угол поворота детали $\psi D_p/D_0$ и подача ролика на величину, определяющаяся следующим выражением:

$$S_\psi = s \frac{\psi}{2\pi} \cdot \frac{D_p}{D_0}, \quad (3)$$

где: s – подача ролика на один оборот детали, мм.

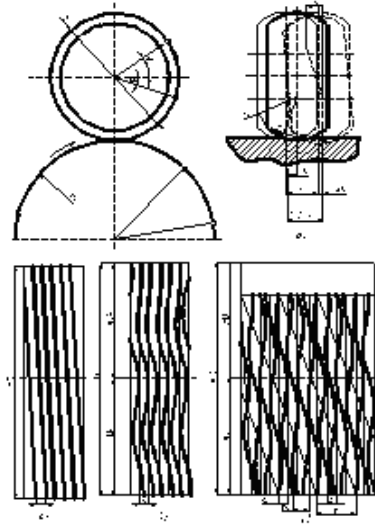


Рис. 2. Образование волнистости поверхности при обкатывании: a – изменение подачи при осевом биении ролика, b – развертка поверхности вала, обкатанного роликом, не имеющим осевого биения, c – развертка поверхности вала, обкатанного роликом с осевым биением при кратных диаметрах детали и ролика, d – развертка поверхности вала, обкатанного роликом при некрatных диаметрах детали и ролика

Fig. 2. Washboarding surface at a rolling-off: and is a change of serve at to axial beating of roller, is an involute of surface of billow, obkatannogo a roller, not having the axial beating, in – an involute of surface of billow, obkatannogo a roller with the osevim beating at the multiple diameters of detail and roller, gramme, is an involute of surface of billow, obkatannogo a roller at the not multiple diameters of detail and roller

Развернем поверхность детали на плоскость. В случае идеальной схемы контактная канавка постоянного профиля шириной $2a$ расположится на обкатанной поверхности в виде параллельных прямых с постоянным шагом, ровным подаче (рис. 2, б). Для реальной детали и ролика схема может существенно измениться.

Рабочая поверхность ролика из-за погрешности изготовления и установки может иметь некоторое осевое и радиальное биение (рис. 2, а). След ролика на развертке обрабатываемой поверхности становится криволинейным.

В результате биения изменяется фактическая подача ролика:

$$s_{\text{факт}} = s + \Delta s. \quad (4)$$

Искажение подачи при рассматривании двух смежных следов ролика будет равняться:

$$\begin{aligned} \Delta s &= \frac{\delta}{2} \sin \left(\psi_0 + \psi + 2\pi \frac{D_o}{D_p} \right) - \frac{\delta}{2} \sin(\psi_0 + \psi) = \\ &= \delta \cos \left(\psi_0 + \psi + \pi \frac{D_o}{D_p} \right) \cdot \sin \pi \frac{D_o}{D_p}. \end{aligned} \quad (5)$$

В случае кратности диаметров детали и ролика $\sin \pi D_o / D_p$, а следовательно, и Δs равняются нулю, то есть подача остается постоянной, несмотря на биение ролика (рис. 2, в).

В общем случае Δs является переменной величиной, зависящей в каждой точке поверхности от угла поворота ролика ψ . Найдем значение угла ψ , что отвечает наибольшему и наименьшему приращению подачи. Для этого приравняем к нулю производную функции $\Delta s = f(\psi)$:

$$\Delta s' = -\delta \sin \pi \frac{D_o}{D_p} \cdot \sin \left(\psi_0 + \psi + \pi \frac{D_o}{D_p} \right) = 0. \quad (6)$$

Последнее равенство удовлетворяется при:

$$\psi_0 + \psi + \pi \frac{D_o}{D_p} = \pm \pi n,$$

где: $n = 0; 1; 2; 3; \dots$

Отсюда :

$$\psi = \pi \left(\pm n - \frac{D_o}{D_p} \right) - \psi_0. \quad (7)$$

Подставив найденное значение угла в равенство (5), найдем экспериментальные значения приращения подачи:

$$\Delta s_{\text{min}}^{\text{max}} = \pm \delta \sin \pi \frac{D_o}{D_p}. \quad (8)$$

Из формулы (5) видно, что полный цикл изменения Δs завершается за каждый оборот ролика. При вращении детали участки, обкатанные с одинаковой фактической подачей, смещаются по ее поверхности, как в осевом, так и в круговом направлениях. При этом участки, обкатанные с уменьшенной против номинала подачей, деформируются сильнее и образуют впадину, а обкатанные с увеличенной фактической подачей и менее деформированные – гребень волны. Сливаясь в процессе обкатывания одинаково деформированные участки создают многозаходную винтовую поверхность с определенным шагом – шагом волны (рис. 2, г)

При обкатывании деталей цилиндрическими роликами на их поверхности получа-

ют прямоугольный отпечаток, если оси ролика и детали параллельны. В этом случае длина отпечатка на цилиндрической детали определяется длиной ролика или длиной образующей цилиндрической поверхности, ширина отпечатка зависит от приведенной кривизны ролика и детали в плоскости качения ролика. Если оси ролика и детали в осевом их пересечении наклонены под небольшим углом, или вместо цилиндрического ролика применен конический, то на детали получают каплевидный отпечаток, ширина которого уменьшается до нуля в направлении обкатанной поверхности. При этом получают задний угол вдавливания ролика в деталь φ_a (рис. 3) равным $25'-30'$ при обкатывании сталей, $40'-1^\circ$ - при обкатывании закаленных сталей и $1^\circ 30'$ - при обкатывании чугунов [1, 2, 9].

При таких значениях угла φ_a обеспечивается интенсивная деформация микронеровностей и поверхностного слоя, волнистость на обкатанной поверхности отсутствует. Такой процесс применяют при обкатывании валов и розкатывании цилиндрических отверстий в крупносерийном и массовом производствах.

Каплевидный отпечаток может быть получен и при применении самоустанавливающегося цилиндрического ролика. С помощью силы подачи, возникающей в процессе обкатывания, ролик за счет поворота самоустанавливающейся головки на угол $20'-30'$ обеспечивает получение каплевидного отпечатка [10 – 15].

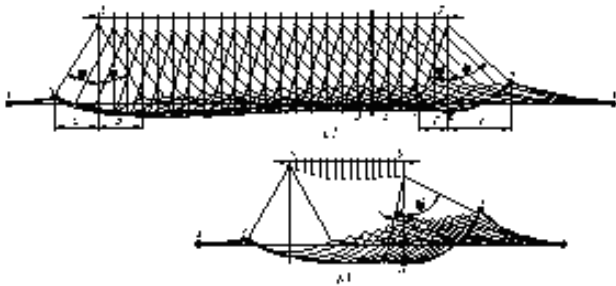


Рис. 3. Схема последовательного деформирования поверхности деталей при обкатывании торообразным роликом с продольной подачей S : a – при нормальном процессе; b – процесс деформации не стабилизировался

Fig. 3. Chart of successive deformation of surface of details at a rolling a roobraznym roller with the longitudinal serve of S : and – at a normal process; b – the process of deformation was not stabilized

В том случае, когда оси цилиндрического ролика и детали перекрещиваются, на ней возникает эллиптический отпечаток. Такой же отпечаток может быть получен при обкатывании деталей бочкообразными, сферическими или торообразными роликами.

Во время обкатывания роликом отпечаток превращается в пластично деформированную канавку, которая при обработке цилиндрических поверхностей с подачей представляет собой винтовую линию. Так как ширина канавки в несколько раз превышает подачу, то при последующих оборотах детали ролик прокатывается по уже деформированной поверхности, несколько расширяя и углубляя канавку.

Геометрические размеры заходной впадины для некоторых обрабатываемых материалов приведены в табл.1.

При нормальном процессе обкатывания торообразным роликом после некоторого числа оборотов детали углубление канавки прекращается (Рис. 3, a). Ролик соприкасается с каждой точкой поверхности $2a/s$ раз. Перед роликом возникает волна деформированного металла, а расширение контактной канавки приводит к возрастанию контакта, что обуславливает постепенное снижение глубины канавки при последующих оборотах детали и на участке CD процесс обкатывания стабилизируется. Волна металла перед роликом GHI намного больше волны EFG за ним. На всем участке обкатывания до его стабилизации в точке D изменяется угол вдавливания ролика φ_a .

Процесс поверхностного деформирования зависит от силы обкатывания, размеров и профиля ролика, размеров обрабатываемой поверхности, механических свойств обкатываемого металла и числа $2a/s$. При некоторых сочетаниях указанных факторов стабилизация процесса может и не наступить.

Например, на рис. 3, b интенсивный рост волны металла перед роликом продолжается до тех пор, пока гребень волны не начнет разрушаться. Участок поверхности ниже остальной обкатанной поверхности. Имеется соотношение [1] для расчета ширины впадины в начале обкатанной поверхности:

$$L_b = 1,27 \sqrt{\frac{P}{HB}}, \quad (9)$$

где: P – усилие обкатывания, H .

Таблица 1 Геометрические размеры заходной впадины в начале обкатываемого участка [1, 16 – 19]

Table 1. Geometrical sizes of inlet cavity at the beginning of rolling area [1, 16 – 19]

Материал	НВ	D_d , мм	D_p , мм	r_p , мм	P , Н	S , мм/об	t_k , мм	Ширина заходной впадины, мм	
								экспериментальная	расчетная
АЛ5	84	114	50	54	6000	0,61	0,04	12	10,8
				16		0,43	0,08		
				5,5		0,3	0,18		
Сталь 20	131	115	50	54	8400	1,04	0,02	9,3	10
				5,5		0,3	0,18		
Ст5	180	300	105	3	15000	0,3	0,3	12	11,5
Сталь 50	196	235	105	10	60000	0,5	0,7	Поверхность разрушилась	
				12			0,5		
				10			0,45	20	22
								22	22
Сталь 34ХНЗМ	270	500	105	10	59500	0,5	0,4	18	18

При больших углах φ_a вдавливания ролика на обкатанной поверхности детали появляется волнистость с шагом, отличным от величины подачи ролика.

Для предотвращения появления волнистости при чистовом обкатывании рекомендуют принимать угол вдавливания значением 2 - 3° (что, однако, ограничивает шероховатость обкатанной поверхности величиной $40 < R_z < 80$ мкм, а для уменьшения волнистости – использовать ролики с точным рабочим профилем и чаще их перешлифовывать. При упрочняющем обкатывании тонкий поверхностный слой для исключения волнистости поверхности сошлифовывают или стачивают, это существенно уменьшает эффективность упрочнения. Заметим, что силы трения в опорах, суммируясь с рабочим усилием пружинящего элемента обкатного устройства, влияют на величину усилия P ; при наличии же радиального биения ролика эти силы трения в процессе обкатывания становятся переменными по величине и направлению.

С целью проверки данных представлений с помощью универсального динамометра УДМ конструкции ВНИИ нами были измерены составляющие усилия P при обкатывании торообразным роликом вала из наиболее распространенной конструкционной стали

40 (200 НВ) диаметром 100 мм на токарном станке с помощью разработанного и изготовленного на кафедре “Транспортных технологий и технического сервиса” Николаевского НАУ устройства рычажного типа со стабилизацией рабочего усилия обкатывания, показанного на рис. 4 [20].

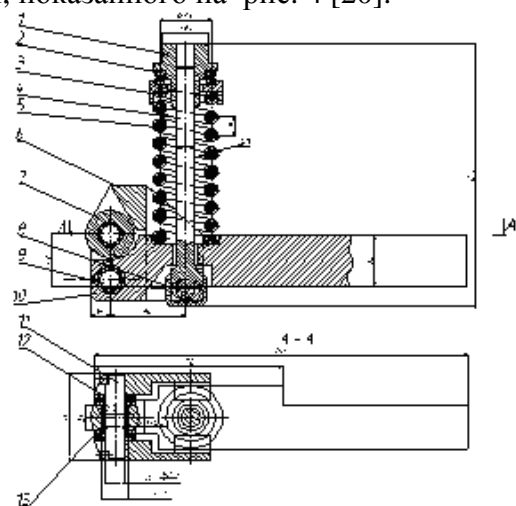


Рис. 4. Конструктивная схема устройства для обкатывания деталей торообразным роликом со стабилизацией рабочего усилия обкатывания

Fig. 4 Device for rolling of details by a toroidal roller with stabilization of effort of rolling

Принцип работы устройства заключается в следующем: ролик 7 установлен с помощью

подшипников 12, 13 на оси 11. Усилие пружины 5 через тягу 4, ось 8 и рычаг 6 передается на ролик 7 и передается на обкатываемую деталь. Рычаг 6 установлен на оси 9 с помощью игольчатого и упорных подшипников, и легко перемещается вокруг корпуса 10

Общий вид устройства для обкатывания роликом со стабилизацией рабочего усилия обкатывания представлен на рис. 5.



Рис. 5. Общий вид устройства для обкатывания деталей торообразным роликом со стабилизацией рабочего усилия обкатывания

Жесткость рычажно-пружинного механизма составляет 0,745 кН/мм. Усилие пружины (P_{np}) определяется величиной ее сжатия (f_{np}) в миллиметрах и рассчитывается по зависимости:

$$P_{np} = j_{np} \times f_{np}, \quad (10)$$

где: j_{np} – жесткость пружины, $j_{np} = 0,472$ кН/мм.

Усилие P обкатывания на ролике в кН определяют по зависимости:

$$P = P_{np} \times 60/38 = f_{np} \times 0,472 \times 60 / 38 = 0,745 f_{np}, \quad (11)$$

где: 60 и 38 величины плеч усилия пружины и усилия на ролике соответственно в миллиметрах.

На рис. 6 показана схема действия составляющих усилия обкатывания на деталь

На рис. 7 показана осциллограмма составляющих усилия P , полученная при установке роликового узла на опорах скольжения, т.е. применительно к конструкции устройств, используемых на заводах для упрочняющего или чистового обкатывания стальных деталей.

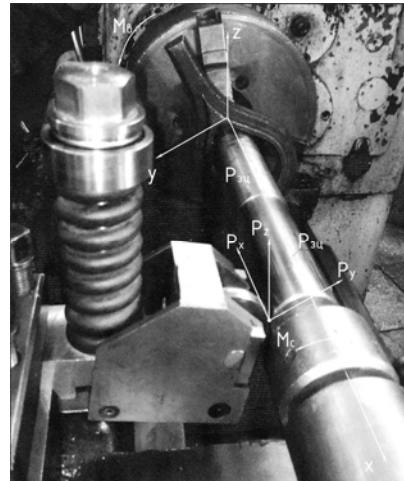


Рис. 6. Составляющие усилия обкатывания на деталь: P_x – касательное усилие качения ролика; P_y – номинальное усилие поджатия ролика к детали; P_z – усилие подачи; P_{zc} – нагрузка от задней бабки в осевом направлении

Fig. 6 Constituents of effort of rolling on a detail: P_x is tangent effort of wobbling of roller; P_y is nominal effort of screwing of roller to the detail; P_z is effort of serve; P_{zc} is loading from a back grandmother in axial direction

Номинальное значение усилия поджима ролика к детали, $P_{yn} = 5$ кН, а соотношение: $P_{xn} : P_{yn} : P_{zn} = 0,15 : 5 : 1,5$. Сила P_x в процессе обкатывания остается практически постоянной, а силы P_y и P_z с каждым оборотом ролика периодически изменяются; амплитуда колебания силы P_y составляет $\Delta P_y = 0,45$, а сила P_z (в направлении подачи) изменяется менее заметно. При установке роликового узла на подшипниках качения, как показали измерения, $\Delta P_y < 0,03 P_{yn}$, а колебания сил P_x и P_y практически не обнаружены.

Коэффициент трения в подшипниках скольжения составляет $f_c = 0,05 \div 0,1$, а в подшипниках качения $f_k = 0,003 \div 0,008$, поэтому стабилизация силы P при установке роликового узла на подшипниках качения достигается существенным уменьшением сил трения в опорах. Силы трения в опорах, складываясь с рабочим усилием пружинящего элемента обкатного устройства, влияют на величину усилия P обкатывания; при наличии же радиального биения ролика силы трения в процессе обкатывания становятся переменными по величине и направлению. Это позволило предположить, что основной причиной появления волнистости является

наличие колебания усилия P обкатывания при каждом обороте ролика в результате его радиального биения.

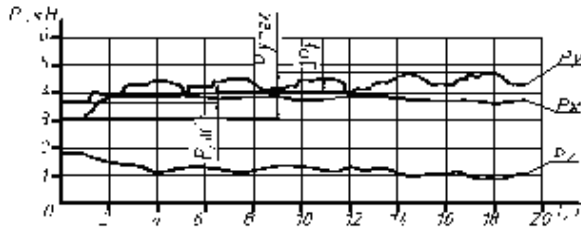


Рис.7. Осциллограмма составляющих усилия обкатывания P при установке роликового узла на опорах скольжения

Fig. 4 Oscillogram of constituents of effort of rolling-off of R during setting of roller knot on supports of sliding

Рассчитаем шаг волны S_w при некратных отношениях D_d/D_p . Точками на развертке следа ролика при качении его по детали отмечены места максимального значения усилия P (рис. 8).

Точки, сдвигаясь по поверхности детали, образуют винтовые линии с шагом S_w , превосходящим величину S подачи ролика. Вдоль этих линий деформация металла поверхностного слоя детали получается большей, чем в промежутках между ними, чем и определяется появление волнистости.

Из подобия треугольников ABC и A_1B_1C получим:

$$S_w = D_p S / (D_p N - D_d), \quad (12)$$

где: $N = D_d/D_p + 1$ (здесь D_d/D_p - целая часть отношения). Данное выражение справедливо для случая, исключающего проскальзывание ролика по детали при их взаимном вращении, при наличии скольжения фактический шаг волны может значительно отличаться от расчетного. Разворотом оси ролика вокруг перпендикуляра к поверхности контакта в ту или другую сторону можно изменить степень проскальзывания ролика и тем самым повлиять на величину S_w .

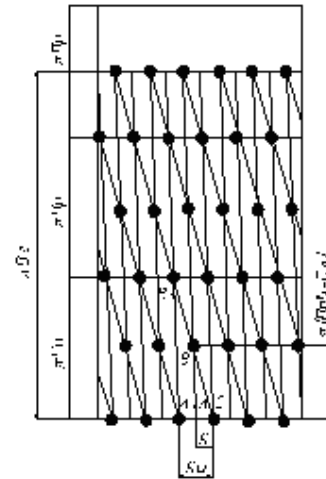


Рис. 8. Схема расчета шага S_w волны при обкатывании роликами
Fig. 8. Chart of computation of step of the S_w wave at rolling by rollers

Стабилизируя с помощью установки роликового узла на подшипниках качения усилие P можно исключить появление волнистости при больших углах вдавливания, которые свойственны даже упрочняющему обкатыванию. При этом удастся получить шероховатость поверхности $R_a = 0,08 - 0,32$ мкм при исходной $R_z = 80 - 160$ мкм, и кроме того, совместить чистовое и упрочняющее обкатывание.

Представленные на рис. 9 профилограммы поверхности вала из наиболее мягкой из всех конструкционных сталей, 20, HB 140 (при обкатывании этой стали имеет место максимальная волнистость обработанной поверхности) до обкатывания и после при $P_{ун} = 5$ кН, $S = 0.2$ мм/об детали, $D_d = 117$ мм, $D_p = 60$ мм, свидетельствуют об эффективности установки роликового узла на подшипниках качения.

На кривой (рис. 9. в.) видна волнистость на обкатанной поверхности с шагом $S_w = 3,9$ мм, что соответствует значению S_w , рассчитанному по формуле (12).

Эффективность обкатывания может быть повышена также за счет применения роликов малого диаметра (бочкообразных и цилиндрических), что полностью исключает появление волнистости и при трении скольжения роликового узла в устройстве в следствии малости угла φ_a .

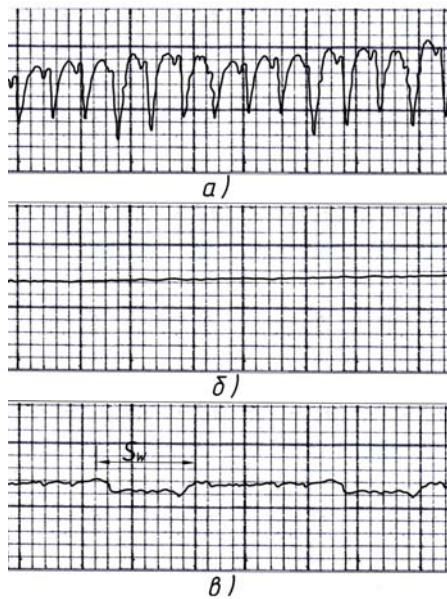


Рис 9. Профилотграммы поверхности вала из стали 20: а – до обкатывания $R_z = 100$ мк; б – после обкатывания при установке роликового узла на подшипниках качения ($R_a = 0,08 - 0,16$ мкм); в – после обкатывания при установке роликового узла на опорах скольжения

Fig. 9. Profilogrammy of surface of billow from steel 20: а – to the rolling-off of $R_z = 100$ мк; б – after a rolling-off during setting of roller knot on bearings of wobbling ($R_a = 0,08 - 0,16$ мкм); в – after a rolling-off during setting of roller knot on supports

ВЫВОД

Разработан и исследован способ стабилизации усилия обкатывания при установлении роликового узла на опорах качения, что позволяет устранить появление волнистости обкатыванием торообразными роликами при больших средних углах вдавливания роликов ($\varphi \leq 5^\circ$) и совместить упрочняющее и чистовое обкатывание.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Braslavskij V. 1975. Tehnologija obkatki krupnyh detalej rolíkami / V. M. Braslavskij. 2-e izd. – M.: Mashinostroenie. – 160.
2. Azarevich G. 1963. Chistovaja obrabotka cilindricheskikh poverhnostej plasticheskim deformirovaniem / G. Azarevich G. Bershtejn - M.: ONTI NII Traktorsel'-hozmasha. - 43.
3. Braslavskij V. 1989. Obkatka detalej rolíkami kak sredstvo povyshenija izno-sostojkosti / V. Braslavskij, V. Topychkanov. Pr-vo krupnyh mashin, NIITJaZhMASH Uralmashzczoda. — Вып. XIX. — 136 — 144.

4. Braslavskij V. 1975. Tehnologija obkatki krupnyh detalej rolíkami / Braslavskij V. M. - M.: Mashinostroenie. - 160.
5. Odincov L. 1987. Uprochnenie i ot-delka detalej poverhtnosnym plasticheskim deformirovaniem / L. Odincov – M.: Mashinostroenie. – 160.
6. Ryzhov Je. 1971. Povysenie izno-sojtkosti soedinenij tehnologicheskimi metodami obrabotki/ Ryzhov Je., Braslavskij V., Topychkanov V. Nauch. – teh. sb. Brjan. in – ta transport. Mashinostroenija. – №2. — 47 — 51.
7. Ryzhov Je. 1972. Vlijanie usilija obkatyvanija na geometriju nerovnostej / Ryzhov Je., Braslavskij V., Topychkanov V. Nauch. – teh. sb. Brjan. in – ta transport. Ma-shinostroenija. – №2. — 47 — 51
8. Ryzhov Je. 1979. Tehnologicheskoe obe-spechenie jekspluatacionnyh svojstv detalej mashin / Ryzhov Je., Suslov A., Fedorov V. – L.: Mashinostroenie. – 176.
9. Braslavskij V. 1985. Povysenie iznosostojkosti vintovyh par obkatyvaniem rolíkami / V. Braslavskij, B. Butakov, J. Shilkov. Tehnologija, organizacija i mehanizacija mehanosborochnogo proizvodstva. — M.: NIIformTJaZhMASH, — 15 — 17.
10. Shnejder J. 1982. Jekspluatacionnye svojstva detalej s reguljarnym mikro-rel'efom / Shnejder J. – L.: Mashinostroenie. – 248.
11. Konovalov E. 1968. Chistovaja i uprochnjajushhaja rotacionnaja obrabotka poverhnostej/ Konovalov E., Sidorenko V. – Minsk: Vyshejsj. shk., – 364.
12. Kudrjavcev I. 1984. Novye sposoby poverhnostnogo plasticheskogo deformirovaniya / I. Kudrjavcev, R. Grudskaja. Mashinostroitel', № 7, 28-29.
13. Fridman J. 1987. Mehanicheskie svojstva metallov / J. Fridman — M.: Mashinostroenie. — 556.
14. Popov A. 2010. Novaja teorija kontaktnoj prochnosti uprugogo szhatyh tel / Motrol, Motoryzacija I energetyka rolnictwa. – Lublin - Tom12A. - 223 – 232.
15. Mamarin V. 2010. Vlijaniya oval'nosti poverhnosti shipa na harakteristiki profiliovannyh podshipnikov / Motrol, Motoryzacija I energetyka rolnictwa. – Lublin. - Tom12A. 31 – 36.
16. Babej J. 1995. Poverhnostnoe uprochnenie metallov/ J. Babej, B. Butakov, V. Sysoev - K.: Naukova dumka. – 256.

17. Papshev D. 1983. Otdelchno-uprochnjajushhaja obrabotka poverhnostnym plasticheskim deformirovanijem / D. Papshev – M.: Mashinostroenie. – 152.
18. Kudrjavcev I. 1951. Vnutrennie na-prjazhenija kak rezerv prochnosti v mashino-stroenii / Kudrjavcev I. – M.: Mashgiz. – 278.
19. Shkol'nik L., Shahov V. 1964. Tehnologija i prisposoblenija dlja uprochnenija i otdelki detalej nakatyvanijem. – M.: Mashinostroenie. – 184.
20. Pat. 71119 Ukraïna, MPK V24V 39/00. Pristrii dlja zmicnjujučogo ta chistovogo obkatuvannja poverhon' til obertannja zi stabilizacieju robočogo zusillja / B. Butakov, V. Artjuh; zajavnik i vlasnik Butakov B. – № u201112463; zajavl. 24.10.2011; opubl. 10.07.2012, Bjul. №13.

WAVINESS OF SURFACE AT ROLLING-OFF OF BODIES OF ROTATION ROLLERS

Summary. Formulated and reason appearance of waviness is experimentally grounded at a rolling toroobraznymi rollers is oscillation of effort of rolling from the presence of large forces of sliding friction in the mechanism of loading of roller.

Key words: rolling, waviness, flowage, force of friction, roller knot, rollers

ОСОБЕННОСТИ МЕТОДИКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ ПРОЦЕССОВ ПОЛУЧЕНИЯ СЕМЕННОГО МАТЕРИАЛА ОГУРЦА И ДЫНИ

Сергей Пастушенко

*Черноморский государственный университет имени Петра Могилы
54003, Украина, г. Николаев, ул. 68 десантников, 10*

Андрей Пастушенко

*Николаевский национальный аграрный университет
54020, г. Николаев, ул. Парижской коммуны, 9*

Sergey Pastushenko

*Petro Mohyla Black Sea State University
54003, Ukraine, Nikolaev, st. 68 paratroopers, 10*

Andrej Pastushenko

*Nikolaev National Agrarian University
54020, Nikolaev, st. Paris Commune, 9*

Аннотация. Приведены особенности методического подхода к проведению экспериментальных исследований рабочих процессов выделения семян огурца и дыни с целью проверки, и при необходимости корректировки теоретических положений, рассуждений и выводов. При проведении исследований использованы план Хартли для пяти факторного трехуровневого плана по количеству опытов, равному 27, который при решении проблем, связанных с техническими объектами сельскохозяйственного производства, ранее не применялся. Основными критериями оптимизации, по которым проведена оценка качества выполнения технологического процесса, избраны потери семян и чистота семян.

Ключевые слова: семена, коэффициент регрессии, показатель качества, оптимизация технологического процесса, достоверность результатов опыта.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Для получения высококачественных семян овощебахчевых культур в технологическом комплексе по их выделению должно быть задействовано оборудование, которое может обеспечить требуемое качество конечной продукции. Состояние существующего и отсутствие современного оборудования для механизированного процесса получения семян овощебахчевых культур в Украине, является одной из важных проблем [1], по таким показателям как потери, качество и засоренность семян, затраты труда, металлоемкость, энергосберегаемость и дру-

гие, и свидетельствует, что его уровень не соответствует требованиям современного производства. В связи с этим семеноводство остается одной из наименее механизированных отраслей. Поэтому исследования, направленные на создание нового оборудования для выделения семян огурца и дыни, которое позволяет повысить качество продукции и гарантировать ее соответствие агротехническим требованиям, минимизировать потери семян и повысить экономическую эффективность технологического процесса, являются актуальными и имеют важное народно-хозяйственное значение.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Планирование эксперимента, обработка экспериментальных данных достаточно хорошо и полно освещены в специальной литературе [2]. Методики проведения исследований машин в области семеноводства овощебахчевых культур, которые были описаны ранее, на данный момент не соответствуют современным требованиям [3]. Это создало сложную ситуацию в отрасли, поскольку производство использует новые продуктивные сорта овощебахчевых культур, исследования физико-механических свойств которых не проводится, что в свою очередь затрудняет их использование в технологических процессах, сформированных с целью получения и доработки [4] семян механизированным путем.

ПОСТАНОВКА ЗАДАНИЯ

Создание современного оборудования, которое обеспечит внедрение новых технологий производства качественного семенного материала овощебахчевых культур, требует не только теоретического обоснования процесса его получения, а и обязательного проведения экспериментальных исследований с целью подтверждения теоретических предпосылок. Решение проблемы качественного проведения экспериментальных исследований требует разработки новой методики испытаний, которая минимизирует необходимость проведения опытов в полевых условиях и дает возможность получить достаточное количество нужной информации для создания теоретических основ, с помощью которых описанный математически процесс, будет адекватным результатам лабораторных и производственных испытаний. При этом из значительного ряда переменных возможных факторов, которые могут использоваться для определения критериев оптимизации, оставляются те, которые будут существенно влиять на поставленную задачу.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Экспериментальные исследования проводились в два этапа. На первом этапе определяли механико-технологические свойства семенных плодов огурца и дыни и их семян. На втором этапе исследовался технологический процесс выделения семян на экспериментальной установке давяльно-сепарирующего типа в лабораторных и полевых условиях. При проектировании машины для выделения семян, исследовались [5, 6] отдельные свойства плодов и семян различных сортов дыни и огурца, которые в наибольшей степени влияют на ход и качество выполнения технологического процесса. А именно:

- для семенных плодов – форма, размер, масса, коэффициент трения-скольжения фрагментов корки, коэффициент объемной деформации, удельное сопротивление раздавливанию;

- для семян – форма, размер, абсолютная и объемная масса, плотность семян и прочность оболочки, влажность, коэффициент внутреннего трения и трения скольжения.

Лабораторные исследования проводились с целью:

- определение основных геометрических и массовых параметров и механико-технологических свойств семенных плодов и семян дыни и огурца;

- проверки приемлемости предложенного механизма разрушения семенников и выделения семян;

- исследования влияния режимов работы и конструктивных особенностей разработанной машины на качественные показатели технологического процесса выделения семян;

- сравнения теоретических и экспериментальных результатов исследований.

В процессе лабораторных исследований использовалась полномасштабная модель машины для выделения семян дыни и огурца [7, 8], рабочим телом для которой были натуральные семенные плоды этих культур.

Институтом южного овощеводства и бахчеводства Национальной академии аграрных наук Украины (НААНУ) рекомендованы для районирования в южном регионе Украины такие сорта: огурцов – Нежинский 12, Донской 175, Парад, Конкурент и Харьковский; дыни – Колхозница, Украинка, Подарок. В связи с этим исследования проводились применительно к этой сортовой группе.

Перед началом экспериментальных исследований необходимо по возможности выбрать все факторы, влияющие на процесс выделения семян и указать границы их варьирования. Метод психологического эксперимента сводили к тому, что исследователям, предлагалось расположить факторы, влияющие на показатели объекта в порядке убывания величины значимости или влияния на критерий оптимизации. То есть, необходимо было проранжировать k возможных факторов, приписав им порядковые номера (ранги) 1, 2, 3... k .

На первом этапе статистической обработки результатов психологического эксперимента (опроса) подсчитывали коэффициент конкордации W .

Значение коэффициента конкордации могло изменяться в интервале от 0 до 1. Увеличение его значения, констатировало большую согласованность мнений специалистов.

После определения коэффициента конкордации оценивали его значимость по критерию Пирсона (критерий χ^2 – распределения уровня значимости). Случай, когда значение критерия Пирсона оказалось большим чем таб-

личное ($\chi^2_{розр} > \chi^2_{табл}$), свидетельствовал о том, что согласованность мнений исследователей не была случайной, а избранные факторы являются весомыми.

С целью сокращения объема экспериментальных исследований, уменьшения числа переналадок лабораторной установки, числа ее рабочих органов, а также получения объективно необходимой информации о зависимости величин чистоты и потерь семян от одновременного изменения нескольких механико-технологических режимов, использовали D-оптимальное планирование Хартли второго порядка для пяти независимых факторов.

Основными критериями оптимизации, по которым проводили оценку качества выполнения технологического процесса, были выбраны: потери семян (ВН) и чистота семян (ЧН). Их значения должны удовлетворять следующим агротехническим требованиям:

- величина потерь семян не должна превышать 5%;
- чистота семян после обработки не должно быть меньше 96%.

Для каждого лабораторного опыта отбирали 25 – 30 кг семенных плодов огурца и дыни, которые взвешивались. Значение отобранной навески заносили в журнал лабораторно-полевых наблюдений. Величину потерь и чистоту семян определяли на заключительном этапе каждого из экспериментов.

Для определения потерь семян взвешивали массу семян m_H , которые прошли сквозь решетную деку машины и массу семян $m_{ВН}$, которая была удалена вместе с коркой в отходы и осталась на решетке. Потери семян рассчитывались по формуле:

$$ВН = \frac{m_{ВН}}{m_{ВН} + m_H} \cdot 100\% . \quad (1)$$

При определении чистоты семян в зоне выхода подрешетного продукта из общего количества выделенной массы отбирали примеси. После этого проводили взвешивание и определение отдельно массы семян и примесей. Чистоту семян определяли по формуле:

$$ЧН = \frac{m_H}{m_D + m_H} \cdot 100\% . \quad (2)$$

После проведения опытов и определения основных показателей качества выполнения технологического процесса, конечной целью

экспериментальных исследований является решение компромиссной задачи, при которой на экспериментальное значение одного из критериев оптимизации возможно наложение ограничений на стороны другого. Для оптимизации технологического процесса необходимо использовать математические модели, описывающие выбранные критерии оптимизации, и устанавливающие их оптимальное соотношение. Эта задача относится к задачам нелинейного программирования [9] и может быть представлена в виде:

$$\begin{cases} ВН = B_0 + \sum_{i=1}^n B_i X_i + \sum_{i<j}^n B_{ij} X_i X_j + \sum_{i=1}^n B_{ij} X_i^2; \\ ЧН = B'_0 + \sum_{i=1}^n B'_i X_i + \sum_{i<j}^n B'_{ij} X_i X_j + \sum_{i=1}^n B'_{ij} X_i^2; \end{cases} \quad (3)$$

при $ВН \leq 5\%$; $ЧН \rightarrow 100\%$;

где: n – количество независимых факторов;

$B_0 \dots B'_{ij}$ – теоретические оценки коэффициентов математической модели.

Для определения доверительных интервалов коэффициентов полученных полиномов (3) [10, 11], использовали условие:

теоретичні оцінки коефіцієнтів математичної моделі:

$$|B| > \Delta B , \quad (4)$$

где: ΔB – доверительный интервал значимости коэффициента. Если условие (4) выполнялось, то коэффициент B признавался значимым и использовался в уравнениях математической модели (3). В противном случае коэффициент в уравнениях регрессии не учитывали.

План Хартли для пяти факторного трехуровневого плана с количеством опытов, равным 27 при решении проблем, связанных с техническими объектами сельскохозяйственного производства ранее не применялся [12]. Поэтому сущность методики экспериментального исследования и статистической обработки полученных результатов для такого случая следующая. Проведение эксперимента требует повторности опыта в каждой строчке плана, что в свою очередь определяется условиями допустимой погрешностями опыта. Она в свою очередь выбирается от практической необходимости. В нашем случае три повторности составляли опыт.

После получения экспериментальных показателей выполнение их анализа возможно лишь при соблюдении двух условий:

1. Дисперсии, обусловленные погрешностями опытов для всех серий измерений должны быть однородными (главное условие).

2. Измерения или серия измерений должны рассматриваться как случайные выборки из генеральной совокупности, которые подчиняются нормальному закону распределения (второстепенное условие).

Для проверки однородности (равнозначности) в сельскохозяйственных экспериментах используется критерий Кохрена. Условие однородности опыта предполагает примерно одинаковое влияние ошибок и случайных погрешностей. Иначе говоря, дисперсии параллельных опытов в точках плана должны быть сопоставимы между собой. Критерий Кохрена применяется, если повторность опытов в каждой строчке плана одинаковая и представляет собой отношение максимальной дисперсии к сумме всех дисперсий:

$$G_{ОП} = \sigma_{i_{\max}}^2 / \sum_1^N \sigma_i^2, \quad (5)$$

где: $\sigma_{i_{\max}}^2$ – наибольшая дисперсия в строке плана;

$\sum_1^N \sigma_i^2$ – сумма дисперсий всех строк плана.

Полученное значение сравнивается с табличным, и если $G_{ОП} < G_{Табл.}$, то дисперсии однородны. Соответственно, можно проводить анализ экспериментальных данных.

После определения однородности дисперсий, для составления уравнений регрессии необходимо установить коэффициенты регрессии. При их определении с помощью компьютерных программ целесообразно использовать стандартные формулы в скалярной форме. Так для всех квази D-оптимальных планов коэффициенты находятся по формулам:

$$\left. \begin{aligned} B_0 &= \lambda_1 \sum_u Y_u - \lambda_2 \sum_i \sum_u X_{iu}^2 Y_u; \\ B_{ii} &= \lambda_1 \sum_u Y_u + \lambda_3 \sum_u X_{iu}^2 Y_u - \lambda_4 \sum_i \sum_u X_{iu}^2 Y_u; \\ B_i &= \lambda_5 \sum_u X_{iu} Y_u; \\ B_{ij} &= \lambda_6 \sum_u X_{iu} X_{ju} Y_u. \end{aligned} \right\} (6)$$

В литературе [13, 14] более подробно описано значение каждой из величин, входящих в состав формул для определения коэффициентов регрессии.

После определения коэффициентов регрессии проверяется адекватность полученной модели факторов, гипотезе адекватности линейного приближения и проводится статистическая обработка результатов.

Общая методика оценки адекватности любого эксперимента заключается в следующем. Остаточная сумма квадратов (SS_R) при проведении повторяющихся опытов, может быть разложена на две суммы – сумму квадратов (SS_{LF}), которая определяет неадекватность результатов эксперимента и сумму квадратов (SS_Y), которая связана с дисперсией, которая характеризуется погрешностью опыта, т.е. $SS_R = SS_{LF} + SS_Y$.

Для проверки адекватности определяется F-критерий Фишера:

$$F = \frac{S_{LF}^2}{S_Y^2} = \frac{SS_{LF}}{f_{LF}} : \frac{SS_Y}{f_Y}, \quad (7)$$

где: f_{LF} и f_Y – соответственно числа степеней свободы, соответствующие суммам SS_{LF} и SS_Y , полученное расчетное значение которых, как и при расчете критерия Кохрена также сравниваются с табличным.

Эксплуатационно-технологические испытания [15] проводились с целью проверки эффективности применения разработанной нами давяльно-сепарирующей машины для выделения семян огурца и дыни, которая была выполнена как отдельный независимый узел технологического оборудования и устанавливалась на производственную площадку рядом с серийной машиной ИБК-5А. Обе машины работали в стационарном режиме.

В процессе экспериментальных исследований выполнялись следующие требования:

- условия проведения эксперимента идентичные и постоянные на весь период исследования;
- опыты проводились в условиях, типичных для данного участка хозяйства;
- подача плодов на переработку поддерживалась равномерно;
- отбор проб осуществлялся в соответствии с установленным режимом работы.

Сравнительные испытания проводились при выделении семян из плодов дыни «Колхозница 749/753» и «Украинка» и огурцов «Конкурент» и «Нежинский».

Программа и методы исследования были разработаны в соответствии с требованиями ГОСТ 70.10.8-84 [16]. Для проведения опыта

дыни и огурцы отбирали в трех точках вороха, а затем оценивали их биологическую спелость. Достоверность выбранных режимов и параметров устанавливали путем отбора и анализа не менее 3-х проб.

Показатели качества определяли при постоянной непрерывной работе машины. Отбор проб проводили на выходе конечных продуктов. Опыт проводили с трехкратной повторяемостью по установленному режиму с партиями плодов в 100 кг каждая.

Качество полученной продукции проверяли визуальным и биологическим методами [17].

Качественные показатели выполнения технологического процесса выделения семян огурца и дыни, которые характеризуют чистоту полученной продукции, и потери семян рассчитывали по формулам (1) и (2).

Правильность регулировок и выбранных режимов проверялись тремя исследованиями. Обработку проб осуществляли вручную с использованием приборов, указанных в ГОСТ 70.10.8.84. [16].

ВЫВОДЫ

Особенность экспериментальных исследований рабочих процессов выделения семенного материала огурца и дыни состоит в том, что механизированный технологический процесс получения семян, прежде всего, зависит от параметров и режимов работы машины давяльно-сепарирующего типа. В свою очередь, научное обоснование таких параметров и режимов работы невозможно без детального изучения механико-технологических свойств семенной рабочей массы и особенностей операций, связанных с разрушением семенников и сепарацией семенного, растительного материала.

В связи с этим, программой и методикой экспериментальных исследований предусмотрено два этапа. Они включали в себя объединенные общей целью, отдельные исследования, выполнение которых обеспечивало проверку и, при необходимости, корректировку теоретических положений, соображений и выводов по повышению эффективности производственного процесса выделения семян огурца и дыни за счет обоснования параметров и режимов работы новой машины.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Pastushenko S. 2007. Problem of mechanization process of extracting the seeds of cucurbit crops in south of Ukraine / S. Pastushenko, K. Dumenko, A. Pastushenko // Sbornik prednasek Vyzkumny ustav zemedelske techniky "Zemedelska technika a biomasa 2007, №4. – Praha. – 134–137.
2. Anisimov I. 1987. Mashiny i potochnye linii dlja proizvodstva semjan ovoshhebahchevyh kul'tur / I. Anisimov. – Kishinev: Shtiinca. – 292.
3. Pastushenko S. 2008. Metodika provedennja viprobuvan' mashin dlja dorobki nasinnevoi tehnologichnoi masi ovochebashtannih kul'tur / S. I. Pastushenko, O. A. Gorbenko, M. M. Ogienko // Prognozuvannja ta viprobuvannja tehniki i tehnologij dlja sil'skogospodars'kogo virobnictva : zb. nauk. prac' UkrNDI. – Doslidnic'ke. – Vip. 11 (25). – 349–356.
4. Pastushenko S. 2009. Research on influencing of cavitation process on cleaning vegetables and melon cultures seeds by hydro-pneumatic separator / S. Pastushenko, Shh. Tanas, N. Ogiyenko // Teka: Copyright by Commission of Motorization and Posher Industry in Agriculture Polish Academy of Sciences Branch in Lublin. – Lublin. – Vol. IX. – 223-234.
4. Dubrovin V. 2008. Doslidzhennja mehaniko-tehnologichnih vlastivostej nasinnevih plodiv ovochebashtannih kul'tur / V. Dubrovin, A. Pastushenko // Naukovij visnik Nacional'nogo agrarnogo universitetu. – Kiiv: NAU. – Vip. 125. – 277-285.
5. Pastushenko S. 2010. Osoblivosti doslidzhen' mehaniko-tehnologichnih vlastivostej nasinnja ogirka ta dini / S. Pastushenko, M. Ogienko, A. Pastushenko // MOTROL : Motorization and Posher Industry in Agriculture. – Lublin, Poland. – Vol. 12A. – P. 196-201.
6. Pat. № 29671 U Ukraina, MPK A23N 15/00. Mashina dlja vidilennja nasinnja ogirka ta dini / Pastushenko S., Dumenko K., Pastushenko A. – zajavl. 27.08.2007; opubl. 25.01.2008. Bjul. №2.
7. Pastushenko A. 2010. Mashina daval'nogo tipa dlja vydelenija semjan ovoshhebahchevyh kul'tur v Ukraine/ A. Pastushenko// Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoi konferencii Respublikanskogo unitarnogo predprijatija «Nauchno-prakticheskij centr NAN Belarusi po mehanizacii sel'skogo hozjajstva». – Minsk : RUP NPC NAN Belarusi. –117-121.

8. Pereverzev E. 1998. Matematicheskaja model' obrabotki rezul'tatov jeksperimental'nogo oprosa na osnove interval'nogo analiza i nechetkih chisel / E. Pereverzev, V. Poshivalov, J. Daniev // Pridniprovs'kij naukovij visnik, ekonomika. – №58 (125).
9. Mitropol'skij A. 1971. Tehnika statisticheskikh vchislenij / A. Mitropol'skij. – M. : Nauka. – 576.
10. Obrabotki rezul'tatov jeksperimental'nyh issledovanij. – K.: izd. Ukrainskoj Akademii s.-h. nauk, 1959. – 62.
11. Kovalev M. 1994. Issledovanija sel'skohozjajstvennoj tehniki i obrabotka opytnyh dannyh / M. Kovalev, G. Hajlis. – M.: Kolos. – 169.
12. Dolgov I. 1967. Matematicheskie metody v zemledel'cheskoj mehanike / I. Dolgov, G. Vasil'ev. – M.: Mashinostroenie. – 365.
13. Mel'nikov S. 1980. Planirovanie jeksperimenta v issledovanijah sel'skohozjajstvennyh processov / S. Mel'nikov, V. Aleshkin, P. Roshhin. – L.: Kolos. – 212.
14. Pastushenko A. 2010. Virobnichi viprobuvannya eksperimental'nogo zrazka mashin u skladi liniï z vidilennja nasinnja ogirka i dini / A. S. Pastushenko // Naukovij visnik Nac. universitetu bioresursiv i prirodokoristuv. Ukraïni. – Kiïv: NUBiP Ukraïni. – Vip. 144. Ch. 4. – 178-185.
15. Ispytanija sel'skohozjajstvennoj tehniki. Liniï i mashiny dlja poluchenija semjan ovoshhnyh i bahchevyh kul'tur. Programma i metody ispytanij: GOST 70.10.84. – M. : Goskomsel'hoztehnika SSSR, 1985. – 56.
16. Net'osov V. 1998. Eksperimental'ni doslidzhennja fiziko-mehanichnih vlastivostej nasinnja bashtannih kul'tur / V. Net'osov, O. Gol'dshmidt. – Mikolaïv: Visnik agrarnoi nauki Prichornomor'ja, Vip. 5. – 99–103.

ously used. The main optimization criteria, which conducted evaluation of quality of the process, were chosen the loss of seeds and seed purity.

Key words: seeds, regression coefficient, an indicator of quality, optimization of the process, the reliability of the results of the experiment.

FEATURES OF EXPERIMENTAL RESEARCH METHODOLOGY OF MECHANIZED PROCESSES OF CUCUMBER AND MELON SEED OBTAINING

Summary. Listed features of methodical approach of holding experimental researches of cucumber and melon seed obtaining workflows to check and if necessary correct theoretical assumptions, arguments and conclusions. In the research was used plan Hartley for five three-level factorial plan with the number of experiments equal to 27, which in resolving problems associated with technical objects agricultural production, not previ-

РАСЧЕТ ПРОЧНОСТИ СТЕРЖНЕВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ОБЛАСТИ ОГРАНИЧЕННЫХ ПЛАСТИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ

Елена Цепурит

Николаевский национальный аграрный университет

54020, г. Николаев, ул. Парижской коммуны, 9

Elena Cepurit

Nikolaev National Agrarian University

54020, Nikolaev, st. Paris Commune, 9

Аннотация. В статье рассмотрена методика расчета прочности сечений стержневых элементов моно- и бистальных конструкций в области пластических деформаций при действии различных комбинаций внешних усилий, в том числе, при действии повторно-переменного нагружения.

Ключевые слова: деформированная схема, ограниченные пластические деформации.

ВВЕДЕНИЕ

Целью данного исследования является теоретическое и экспериментальное обоснование расчета прочности сжато-согнутых и растянуто-согнутых стальных стержней с учетом деформированной схемы по критерию ограниченных пластических деформаций, а также разработка для использования в практике проектирования методики расчета стержневых элементов моно- и бистальных конструкций при действии различных комбинаций внешних усилий, в том числе при действии повторно-переменного нагружения.

Как указано в работе [6] одним из эффективных средств решения проблемы удешевления строительных конструкций является более обоснованное нормирование расчетных параметров для обеспечения их долговечности и надежности. Применение данной методики при проектировании металлических конструкций показало возможность экономии материала за счет использования при расчете прочности нижеизложенного критерия.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

В качестве предельного состояния по прочности принято ограничение интенсивности пластических деформаций нормированным предельным значением $\varepsilon_{ip,lim} = 0,002$. Величина предельной пластической деформации принята в соответствии со следующим утверждением: пластические составляющие деформации, не превышающие 0,002, не влияют за-

метно на ударную вязкость и не ухудшают свойства стойкости стали; незначительная величина пластической составляющей деформации обеспечивает возможность приспособляемости конструкций при подвижных и переменных нагружениях, а также дает повышение стойкости, которое приближается к повышению при пластическом шарнире [1]. Приняты обычные допущения, используемые при расчете стальных конструкций за пределом упругости, а именно: деформационная теория пластичности, энергетическое условие текучести, гипотеза плоских сечений, сохранение за пределом текучести распределения касательных напряжений, полученных при расчете в пределах упругости; толщины листов, из которых формируется сечение элементов конструкции, не учитываются.

Для расчетов принята идеализированная диаграмма Прандтля. Действительная диаграмма $\sigma - \varepsilon$ имеет криволинейную часть между пределом упругости и пределом текучести [3]. В случае учета деформированной схемы при расчете прочности сжато-изогнутых и растянуто-изогнутых стальных стержней нет необходимости нелинейной аппроксимации в пластической зоне, поскольку идеализированная диаграмма Прандтля позволяет с достаточной степенью точности найти корректирующие коэффициенты к формулам упругопластического расчета прочности, которые получены без учета деформированной схемы [4]. Таким образом, зависимость напряжений от деформаций определяется по формулам:

$$\sigma = \begin{cases} E\varepsilon, & 0 \leq \varepsilon \leq \varepsilon_T \\ \sigma_T, & \varepsilon_T \leq \varepsilon \leq \varepsilon_{lim} \end{cases},$$

где:

$$\varepsilon_{lim} = \sigma_T / E + \varepsilon_{lim} = \varepsilon_T + \varepsilon_{lim},$$

σ_T - предел текучести, равный расчетному сопротивлению R_y .

Идеализированная диаграмма напряжений-деформаций достаточно пригодна для расчета балок, причем благодаря самоукреплению материала достигается превышение на 5-8% предельного нагружения над его теоретическим значением.

Рассматриваются стальные и бистальные стержни, имеющие симметричные и асимметричные двутавровые сечения. На стержень совместно действуют продольная (сжимающая или растягивающая) сила и изгибающий момент. Предельная сила в пределах и за пределами упругости приложена в центре тяжести сечения.

Для расчета предложено метод последовательных приближений, согласно которому на каждом шаге итерационного процесса строится эпюра напряженно-деформированного состояния сечений, находящихся в зоне развития пластических деформаций, а также нахождения предельной величины усилий в наиболее нагруженном сечении, в котором развиваются деформации $\varepsilon_{ip,lim}$. Первую из вышеуказанных задач будем называть прямой, вторую соответственно обратной задачей упругопластического расчета сечений.

При решении прямой задачи проводилась классификация возможных видов эпюр напряженно-деформированного состояния сечения, а также строились эпюры остаточных напряжений, соответствующие полной разгрузке сечения, с учетом теоремы про упругий характер разгрузки. Рассмотрены характерные случаи остаточного напряженно-деформированного состояния сечения при действии различных комбинаций внешних усилий и последующей разгрузке. Для расчета использовались геометрические характеристики сечения, а также расчетные сопротивления стенки и полок.

При исследовании прочности стержневых элементов применялась методика учета физической и геометрической нелинейности, а также методы аппроксимации при нахождении аналитических зависимостей, характеризующих величину прогибов в соответствии с точкой приложения поперечной силы.

Практическая методика расчета прочности моно-и бистальных стержней реализует принцип сохранения традиционного вида формул, используемых в упругой стадии работы, с

дополнением системой корректирующих коэффициентов, соответствующих взаимодействию различных комбинаций изгибающего момента и продольной силы.

Основными типами рассматриваемых сечений являются двутавровые симметричные и асимметричные, в которых могут быть продольные ребра на стенке, служащие для обеспечения местной устойчивости.

При решении обратной задачи рассматривались характерные случаи напряженно-деформированного состояния сечения, которые отличаются текучестью или упругой работой поясов и частей стенки возле поясов сечения. Строились эпюры нормальных напряжений для следующих основных случаев работы асимметричного сечения в упругопластической области под действием изгибающего момента и сжимающей продольной силы при условии, что в верхней полке напряжения от продольной силы и изгибающего момента имеют один знак: 1) предельная пластическая деформация достигается в крайних волокнах верхней части стенки и в верхней полке по всей ее ширине, нижняя часть стенки и нижняя полка работают упруго на растяжение; 2) верхняя и нижняя части сечения работают на сжатие, в верхней части сечения достигается предельная пластическая деформация; 3) текучесть развивается в верхней и нижней частях сечения, при этом предельная пластическая деформация достигается только в верхней части стенки и в верхней полке по всей ее ширине, верхняя часть сечения работает на сжатие, нижняя – на растяжение.

Используя уравнение:

$$M = \int_A \sigma_x y dx, \text{ которое дает величину}$$

внутреннего момента можно найти величину предельного изгибающего момента по соответствующей эпюре нормальных напряжений.

Введем обозначения:

A_1, A_2 - площади поясных листов, A_3 - площадь стенки, h - высота сечения, α - относительное расстояние от нижней полки до нейтральной линии, α_1 - относительная величина пластической области.

Для первого случая работы моностального сечения была получена формула:

$$M_{lim} = \left| -A_1 R_w h - \alpha_1 A_2 R_w \left(1 - \frac{\alpha_1}{2} \right) - \right.$$

$$-\frac{1}{2}(1-\alpha-\alpha_1)A_2R_w\left(\alpha+\frac{2}{3}(1-\alpha-\alpha_1)\right)h+\frac{1}{2}\alpha A_2\sigma_H\frac{1}{3}\alpha h|+Nh_H,$$

где:

$h_H = (A_1h + A_2h/2)/(A_1 + A_2 + A_3)$ - расстояние от нижней полки до центра тяжести сечения.

Аналогично по эпюрам напряженно-деформированного состояния, соответствующим другим случаям работы сечения, определяются формулы для нахождения предельного изгибающего момента в наиболее нагруженном сечении стержня.

Для решения вопроса о приспособляемости сечения при разгрузке и последующем нагружении строились эпюры остаточных напряжений как суммарные с эпюрами, соответствующими упругой полной и частичной разгрузке.

При решении прямой задачи по известному значению изгибающего момента M и продольного усилия N находится значение ε_{ip} пластической деформации i -го сечения. При этом имеется в виду, что $M_S < M < M_{lim}$, где M_S - наибольший изгибающий момент в пределах упругости, M_{lim} - изгибающий момент, соответствующий развитию предельной величины пластической деформации $\varepsilon_{ip,lim}$. Для реализации поставленной цели использован итерационный метод, который обеспечивает сходимость процесса. Суть метода заключается в следующем. На первом шаге итерационного процесса предполагается, что величина $\varepsilon_{ip}^{(1)} = \varepsilon_{ip,lim} / 2$ является известной и решается обратная задача, по ней находится изгибающий момент M_{ip} , который на каждом шаге последовательных приближений сравнивается с заданным моментом M . В случае, если $M > M_{ip}$, величина пластической деформации в последующей итерации изменяется в сторону увеличения, если же $M < M_{ip}$ - то в сторону уменьшения.

Рассматривался вопрос о построении линий взаимодействия изгибающего момента и продольной силы в области ограниченных пластических деформаций, а также при повторно-переменных нагружениях.

В общем случае переменные нагружения относятся к классу сложных нагружений, когда в процессе деформирования происходит определенный поворот относительно дефор-

мируемой части главных осей напряжений и деформаций, и изменяются отношения их главных девиаторных компонентов, иными словами, направляющие тензоры напряжений и деформаций изменяются в процессе нагружений. Однако, следующие обстоятельства [2] оправдывают предлагаемую в работе методику получения линий взаимодействия усилий при исследовании переменных нагружений:

Рассматриваются лишь малые пластические деформации и только пропорциональные нагружения, которые обеспечивают простое предшествующие нагружение.

Результаты теории малых упругопластических деформаций, основанной на конечных соотношениях напряжения и деформаций, согласуются с экспериментами и при нагружениях, близких к простому, что и осуществляется в ряде случаев переменного нагружения.

Выполнение теоремы о приспособляемости сечения позволяет получить предельную линию взаимодействия усилий.

Область взаимодействия продольной силы N и изгибающего момента M , которые обеспечивают приспособляемость сечения, строится согласно неравенствам:

$N_{lim}^S \leq N \leq N_{lim}^R$, $0 \leq M \leq M_{lim}$, где N_{lim}^S , N_{lim}^R предельная сжимающая и предельная растягивающая продольные силы, M_{lim} - предельный изгибающий момент.

Как наиболее типичный рассматривался случай, когда на первом этапе нагружения заданная величина пластической деформации достигается в верхних волокнах наиболее нагруженного сечения и вызвана действием сжимающей продольной силой и изгибающим моментом.

При расчете для первого этапа нагружения значения предельной сжимающей силы и изгибающего момента находились непосредственно по геометрическим характеристикам сечения, а также расчетным сопротивлениям материала полок и стенки сечения, при этом рассматривались отдельно как стальные, так и бистальные двутавры. При нахождении предельного значения M_{lim} для бистальных сечений дополнительно рассматривались следующие случаи напряженно-деформированного состояния сечения: 1) за пределом упругости работают только части стенки, которые прилегают к обоим поясам, в

центральной части стенки сохраняется упругое ядро, в упругой области работают оба пояса сечения; 2) случай односторонней текучести стенки сечения, за пределом упругости работает часть стенки возле меньшей полки.

Таким образом, основное отличие при расчете прочности бистальных стержней от моностальных состоит в определении напряженно-деформированного состояния сечений: для бистальных стержней возможны пять случаев напряженно-деформированного состояния сечений, для моностальных – три; развитие предельной пластической деформации для бистальных стержнем достигается в верхней и нижней частях стенки, для моностальных также в верхней или нижней полках.

Для симметричных сечений действительны все результаты, полученные для асимметричных сечений, потому отдельно симметричные сечения не рассматриваются. При действии только изгибающего момента без продольной силы нейтральная линия располагается в середине высоты стенки и не смещается при развитии пластических деформаций, в асимметричных сечениях нейтральная линия не совпадает с центром тяжести и, кроме того, изменяет свое положение при различных величинах пластических деформаций. При одновременном действии изгибающего момента и продольной силы как симметричные, так и несимметричные сечения работают таким образом, что нейтральные линии не совпадают с центрами тяжести сечения и смещаются при изменении величины действующих усилий.

В отличие от области взаимодействия продольной силы и изгибающего момента, которая обеспечивает упругую работу и имеет линейный вид, область взаимодействия в предположении достижения предельной пластической деформации имеет криволинейную форму. Значения M_{lim} определялись по эпюрам напряженно-деформированного состояния сечения, которые строились для значений продольной силы N , где $N/N_{lim} = 0; \pm 0,1; \pm 0,2; \dots; \pm 0,9$. При приложении на втором и последующих этапах нагружения заданной сжимающей (растягивающей) силы N_k и изгибающего момента M_k для приспособляемости сечения необходимо, чтобы в соответствии со статической теоремой о приспособляемости суммарные напря-

жения в волокнах сечения не превышали разности между расчетным сопротивлением и остаточными напряжениями, поэтому для определения значений предельных внешних усилий предварительно были построены эпюры остаточных напряжений согласно методике, изложенной в работе.

В случае приложения повторных усилий проверку на выполнение условий статической теоремы о приспособляемости необходимо произвести относительно верхних и нижних волокон сечения, а также областей, в которых при первом нагружении достигались максимальные напряжения. В связи с этим максимальное значение предельного изгибающего момента, к которому приспособится сечение при повторном нагружении и заданном значении продольной силы определялось с использованием итерационного алгоритма. На первом этапе приближенное значение искомого момента находилось по условию равенства суммарных напряжений в верхних волокнах стенки расчетному сопротивлению. По найденному изгибающему моменту M_k определяются суммарные напряжения в точках сечения, и в случае превышения расчетного сопротивления уменьшение значения момента осуществляется методом деления отрезка пополам, то есть имеет место уменьшение изгибающего момента на величину $M_k / 2^k$, где: k - номер шага итерационного алгоритма, или при наличии запаса увеличение на эту величину.

ВЫВОДЫ

Вышеизложенная методика построения эпюр напряженно-деформированного состояния сечений использовалась для исследования приспособляемости сечений на первом и последующих циклах нагружения. В результате получены результаты, которые показывают формирование неизменного поля остаточных напряжений на 3-4 этапах нагружения. Таким образом, область взаимодействия изгибающего момента и продольной силы, обеспечивающая приспособляемость сечений, остается неизменной для всех дальнейших циклов нагружения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. V. Shebanin 2008. Metodika opredelenija progibov i razgranichenija oblasti rascheta na prochnost' i zhestkost' sterzhnej pri izgibe s prodol'noj siloj s uchetom deformirovannoj shemy v oblasti ogranichennyh plasticheskikh deformacij// N. Veremeenko, I. Khilko //Motrol, 10B, 230-245.
2. Burkovskij I. 1987. Metodika rascheta prochnosti stal'nyh sterzhnej s uchetom deformirovannoj shemy // Veremeenko N., Lutchenko S., Chernov N., Shebanin V. - Informacionnyj listok o nauchno tehničeskome dostizhenii №87 - 1256. - M.: VIMI.
3. Shebanin V. 1993. Prochnost' izgibaemyh stal'nyh sterzhnevych konstrukcij pri uchte fizicheskoj i geometricheskoj nelinejnosti v oblasti ogranichennyh plasticheskikh deformacij. Doktorskaja dissertacija. –Odessa.
4. Shebanin V. 1999. Teoretiko-eksperimental'ne doslidszhennja roboti bistalevih sterzhniv simetrichnogo pererizu pri povtorno-zminnih navantazhennjah za mezheju pruzhnosti // Shebanin V., Bogza V., Cepurit O./ Metalevi konstrukcii. - T. 2.- № 1. - 39-43.
5. Cepurit O. 1999. Pristosuvannja monostalevih sterzhniv simetrichnogo pererizu pri povtorno-zminnih navantazhennjah v oblasti obmezhenih plastichnih deformacij // Visnik agrarnoi nauki Prichornomor'ja. - Vip 1(6). - Mikolaiv: MDAA - 162-166.
6. V. Shebanin. 2012. Raschet verojatnosti otkazov konstruktivnogo jelementa sborno-razbornyh legkih metallicheskih konstrukcij // V. Shebanin, V .Bogza, S. Bogdanov - Motrol,14-№ 2 -164-167.
7. Rekomendacii po raschetu jelementov stal'nyh konstrukcij na prochnost' po kriteriju predel'nyh plasticheskikh deformacij. 1980. – M.: CNIiproektstal'konstrukcija, 3–13.
8. Rekomendacii po raschetu stal'nyh konstrukcii na prochnost' po kriterijam ogranichennyh plasticheskikh deformacij. 1985. – 2-e izd. – M.: CNIIProektstal#konstrukcija im. N.P. Mel'nikova. – 48.
9. Streleckij N. 1956. Materialy k kursu stroitel'nyh konstrukcij. Rabota stali v stroitel'nyh konstrukcijah. – M.: Gosstrojizdat. – V.1. – 152–161.
10. Streleckij N. 1975. Izbrannye trudy: Sb. statej pod red. E.I. Belenja. – M.: Strojizdat. – S. 242–256.
11. Shebanin V. 2000. Matematichna model' rozrahunku proginiv sterzhniv v oblasti obmezhenih plastichnih deformacij pri skladnomu opori. Ukraïns'ka asociacija po metalevim konstrukcijam. // Shebanin V., Bogza V., Hil'ko I. -Metalevi konstrukcii. Tom 1, № 1.– 45-48.
12. Shherbina N. 1978. Opredelenie progibov v stal'nyh balkah pri podvizhnyh nagruzkah v oblasti malyh plasticheskikh deformacij. - Izvestie vuzov. Stroitel'stvo i arhitektura. № 4. 14–19.
13. Chernov N. 1985. Raschet stal'nyh izgibaemyh konstrukcij sposobom posledovatel'nogo vozobnovlenija ogranichennyh plasticheskikh deformacij. – Izvestija vuzov. Stroitel'stvo i arhitektura, N 9. 17–21.
14. ISO 6897: 1984. Guidelines for the evaluation of the response of occupants of fixed structures, especially buildings and off-shore structures, to low-frequency horizontal motion (0,063 to 1 Hz), – International Organization of Standardizing, Geneva, Swi.
15. ISO ST 2394: 1994. General Principles on Reliability for Structures. – 50 p.
16. Cichon Czeslaw. 1984. Large displacements in plane analysis of elastic-plastic frames //Comput. And Struct. – 19. – №5-6. – 737-745.
17. Griffiths D. 1988. An iterative method for plastic analysis of frame //Comput. And Struct. – v. 30. – №6. – 1347-1354.
18. Scholz H. 1984. A rational method to allow for overall stability in low rise plastically designed steel away frames //Civ. Eng. S. Afr. – v. 26. – № 6. – 279-281, 283-285, 287.

THE CALCULATION OF STEEL CON- STRUCTIONS BAR ELEMENTS SOLID- NESS IN THE PART OF PLASTIC DE- FORMATION LIMITATION

Summary. In the article there is a description of calculation methods of bar's selection solidness of one- and twosteel elements in the part of under pressure plastic deformation with different combinations of outward efforts with operation of repeated-variable loading.

Key words: Shem of deformation, limited plastic deformation.

ВАРЬИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ ПАССИВНО РЕЗЕРВИРУЕМОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ПОВРЕЖДЕННОМ ОСНОВНОМ И ИСПРАВНОМ ДУБЛИРУЮЩЕМ ЭЛЕМЕНТАХ

Анатолий Бойко

*Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины
03041, Украина, г. Киев, ул. Героев Оборона, 15*

Александр Бондаренко

*Николаевский национальный аграрный университет
54020, г. Николаев, ул. Парижской коммуны, 9*

Василий Савченко

*Житомирский национальный агроэкологический университет
10008, г. Житомир, Старый бульвар, 7*

Anatoliy Boyko

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
03041, Ukraine, Kyiv, str. Heroes of Oborony, 15*

Olexander Bondarenko

*Nikolaev National Agrarian University
54020, Nikolaev, st. Paris Commune, 9*

Vasily Savchenko

*Zhytomyr National Agroecological University
10008, Zhytomyr, Old Boulevard 7*

Аннотация. В статье приведены результаты теоретических исследований для комплексной оценки общего положения и тенденций изменений надежной работы сельскохозяйственных машин. Построена стохастическая модель состояний и переходов подсистем при пассивном резервировании.

Ключевые слова: пассивное резервирование, граф состояний, интенсивность отказов, интенсивность возобновлений.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Нагруженное резервирование как конструктивный способ повышения надежности не нашло на сегодня еще достаточного использования в механических технических системах. Больше всего примеров его эффективного приложения можно видеть в радиоэлектронике, компьютерной технике, электротехнике, системах автоматики [6-8]. Еще больше примеров активного резервирования предоставляет живая природа в биологических системах, где проблема надежности превращаются в эволюционные проблемы выживания и развития того или другого вида.

Нагруженное резервирование являет собой один из самых эффективных способов повышения надежности систем [5, 12]. Однако его приложение предусматривает вве-

дение в конструкцию структурно избыточных элементов. Эти элементы, как правило, не являются крайне необходимыми для выполнения системой определенных для нее функций и вводятся в конструкцию, в первую очередь, для обеспечения необходимого уровня надежности, а иногда и для предоставления системе дополнительных возможностей и качеств при выполнении основных операций назначения [13, 16].

Таким образом, без преувеличений можно утверждать, что для достижения необходимого уровня надежности технических систем, особенно сложных, следует больше внимания уделить структурным средствам резервирования, среди которых важное место занимают нагруженные активные в виде параллельных соединений элементов.

Проблема эффективного использования нагруженного резервирования приобретает особенное значение и актуальности при анализе отказов техники в реальных условиях ее использования. Определение динамики изменения показателей надежности в зависимости от состояния базы технического обслуживания машин является важным в нынешней ситуации, которая сложилась при механизации сельскохозяйственного производства.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Некоторые проблемы определения функции готовности подсистем сельскохозяйственной техники в условиях старения и развития базы технического обслуживания посвящены исследованию [9, 10, 14, 15], где построен соответствующий граф и стохастическая математическая модель состояний и переходов для систем "машина – техническое обслуживание". Но в данном исследовании вовсе не уделено внимания ненагруженному (холодному) резервированию с целью обеспечения необходимого уровня надежности существующего современного парка сельскохозяйственных машин.

ПОСТАНОВКА ЗАДАНИЯ

Цель работы – проведение теоретических исследований, которые посвящены комплексной оценке общего положения и тенденциям изменений, направленных на обеспечение надежной работы сельскохозяйственной техники.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Важную роль при эксплуатации системы с ненагруженным пассивным резервированием играет второе работоспособное состояние "10" [1-3]. Оно характеризуется отказом основного элемента и включением в работу резервного, который и обеспечивает работоспособность системы. Количественной оценкой надежности такой системы в этом состоянии могут быть вероятность нахождения системы в нем $P_{10}(t)$ и средняя наработка за этот период t_{10} . Определение указанных параметров необходимо для оценки влияния принятого метода резервирования на общую надежность системы [11, 17].

Вероятность нахождения системы в состоянии "10" в отражениях Лапласа записывается следующим отношением:

$$\varphi_{10}(S) = \frac{\Delta_{10}}{\Delta}. \quad (1)$$

Знаменатель отношения Δ как основная матрица решена раньше в работе [2]. Определитель числителя находится путем подстановки столбца свободных расширенной матрицы членов в столбец при неизвестной $\varphi_{10}(S)$. Тогда имеем:

$$\Delta_{10} = \begin{vmatrix} S + \lambda_{00} & 0 & 1 & 0 & 1 \\ -\lambda_{00} & S + \lambda_{0'0} & 0 & 0 & 0 \\ S & S & S & S & S \\ 0 & 0 & 0 & S + \lambda_{00} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -\lambda_{10} & S + \mu_{11} \end{vmatrix}.$$

Полученная матрица является матрицей пятого ранга и для ее решения необходимо провести действия на понижение ранга.

После соответствующих математических превращений и сокращений в разложении по степеням неизвестной в конечном виде запишем значение определителя матрицы:

$$\Delta_{10} = 2S^3(\lambda_{10} + \lambda_{00} - \lambda_{0'0}) + S^2(\lambda_{0'0}\lambda_{10'} + \lambda_{00}\mu_{11} + 2\lambda_{00}\lambda_{10'} + \lambda_{00}\lambda_{0'0} - \lambda_{0'0}\mu_{11} - \lambda_{0'0}\lambda_{10'}) + S(\lambda_{00}\lambda_{10'}\mu_{11} + \lambda_{00}\lambda_{10'}\mu_{11} - \lambda_{0'0}\lambda_{10'}\mu_{11}). \quad (2)$$

Как и для состояния "00", [2] функцию вероятности второго работоспособного состояния системы "10" с целью дальнейшего выполнения обратных превращений Лапласа можно записать в виде эквивалентной формы простой суммой:

$$\varphi_{K_2}(S) = \frac{A_{10}}{S - S_1} + \frac{B_{10}}{S - S_2} + \frac{C_{10}}{S - S_3} + \frac{D_{10}}{S - S_4} + \frac{E_{10}}{S - S_5},$$

где: A_{10} , B_{10} , C_{10} , D_{10} и E_{10} – введенные неизвестны постоянные величины которые необходимо определить для обратного превращения Лапласа;

$S_1 - S_5$ – корни правой части уравнения (4) [2].

Выполнив превращения алгебраизма, и расписав по степеням неизвестной имеем:

$$\varphi_{10}(S) = \frac{1}{S^3(S - S_4)(S - S_5)} [S^4(A_{10} + B_{10} + C_{10} + D_{10} + E_{10}) + S^3(A_{10}S_5 + A_{10}S_4 + B_{10}S_5 - B_{10}S_4 + C_{10}S_5 - C_{10}S_4 + D_{10}S_5 - E_{10}S_4 - S^2S_4S_5(A_{10} + B_{10} + C_{10}))]. \quad (3)$$

Сравнивая выражение для $\varphi_{10}(S)$, куда входят определители Δ_{10} и Δ , с полученным выражением (3) можно утверждать, что при равенстве знаменателей эквивалентность величин числителей достигается при условии равенства коэффициентов при одинаковых степенях неизвестной. На основании этого составлена дополнительная система уравнений с помощью которой можно определить величины постоянных A_{10} , B_{10} , C_{10} , D_{10} и E_{10} [4].

Учитывая, что при $S_1 = S_2 = S_3 = 0$ целесообразно ввести замену $A_{10} + B_{10} + C_{10} =$

\mathcal{K}_{10} и тогда достаточную для решения задачи систему можно представить следующим образом:

$$\begin{cases} \mathcal{K}_{10} + D_{10} + E_{10} = 0; \\ S_5(\mathcal{K}_{10} + D_{10}) - S_4(\mathcal{K}_{10} + E_{10}) = \lambda_{10} + \lambda_{00} - \lambda_{0'0}; \\ -S_4S_5\mathcal{K}_{10} = \lambda_{0'0}\lambda_{10'} + \lambda_{00}\mu_{11} + 2\lambda_{0'0}\lambda_{10'} + \\ + \lambda_{00}\lambda_{0'0} - \lambda_{0'0}\mu_{11} + \lambda_{0'0}\lambda_{10'}. \end{cases}$$

Из первого уравнения системы находим:

$$\mathcal{K}_{10} = -(D_{10} + E_{10}). \quad (4)$$

Подставив в третье уравнение имеем:

$$S_4S_5(D_{10} + E_{10}) = \lambda_{0'0}\lambda_{10'} + \lambda_{00}\mu_{11} + 2\lambda_{0'0}\lambda_{10'} + \\ + \lambda_{00}\lambda_{0'0} - \lambda_{0'0}\mu_{11} + \lambda_{0'0}\lambda_{10'}.$$

Откуда:

$$D_{10} = \frac{\lambda_{0'0}\lambda_{10'} + \lambda_{00}\mu_{11} + 2\lambda_{00}\lambda_{10'}}{S_4S_5} + \\ + \frac{\lambda_{00}\lambda_{0'0} - \lambda_{0'0}\mu_{11} + \lambda_{0'0}\lambda_{10'}}{S_4S_5} - E_{10}. \quad (5)$$

Из второго уравнения системы получим:

$$S_5\mathcal{K}_{10} + S_5D_{10} - S_4\mathcal{K}_{10} - S_4E_{10} = \\ = \lambda_{10} + \lambda_{00} - \lambda_{0'0}.$$

Откуда после превращений и сокращений имеем:

$$0 = \lambda_{10} + \lambda_{00} + \lambda_{0'0} - D_{10}S_4 + E_{10}S_5.$$

Подставляя значение D_{10} из (5) получим постоянную E_{10} :

$$E_{10} = 1/S_5^2 (\lambda_{0'0}\lambda_{10'} + \lambda_{00}\mu_{11} + 2\lambda_{0'0}\lambda_{10'} + \\ + \lambda_{00}\lambda_{0'0} - \lambda_{0'0}\mu_{11} + \lambda_{0'0}\lambda_{10'}) - \\ - 1/S_5 (\lambda_{10} + \lambda_{00} - \lambda_{0'0}). \quad (6)$$

Обратной подстановкой E_{10} в (5) получим значение D_{10} :

$$D_{10} = 1/S_5 (\lambda_{0'0}\lambda_{10'} + \lambda_{00}\mu_{11} + 2\lambda_{0'0}\lambda_{10'} + \\ + \lambda_{00}\lambda_{0'0} - \lambda_{0'0}\mu_{11} + \lambda_{0'0}\lambda_{10'}) \times \\ \times ((1/S_4) - (1/S_5)) + 1/S_5 (\lambda_{10} + \lambda_{00} - \lambda_{0'0}). \quad (7)$$

Подставляя постоянные E_{10} и D_{10} в (4), приведя члены уравнения после упрощений имеем:

$$\mathcal{K}_{10} = \frac{1}{S_4S_5} (\lambda_{0'0}\mu_{11} + \lambda_{0'0}\lambda_{10'} - \lambda_{0'0}\lambda_{10'} - \\ - \lambda_{00}\mu_{11} - 2\lambda_{0'0}\lambda_{10'} + \lambda_{00}\lambda_{0'0}).$$

Таким образом определены все постоянные величины для выполнения операции перехода по Лапласу от образа к оригиналу для функции вероятности $\varphi_{10(s)} \leftrightarrow P_{10}(t)$.

Выполняя правила превращений для работоспособного состояния "10", когда основной элемент конструкции отказал, а его

место занял дублирующий, вероятность безотказной работы системы представляется выражением:

$$P_{10}(t) = A_{10} \exp(-S_1t) + B_{10} \exp(-S_2t) + \\ + C_{10} \exp(-S_3t) + B_{10} \exp(-S_4t) + E_{10} \exp(-S_5t).$$

С учетом замен сокращенно можно записать:

$$P_{10}(t) = \mathcal{K}_{10} + D_{10} \exp(-S_4t) + E_{10} \exp(-S_5t). \quad (8)$$

Полученная формула вероятности имеет три составляющие. Ее анализ показывает, что при времени $t = 0$, вероятность $P_{10}(t)$ также равен нулю. Это согласуется с начальным условием работы исследуемых дублированной системы. С учетом возможных знаков при введенных постоянных величинах, структуре полученного уравнения (8) и сложности в определении знаков сопряженных корней S_4 и S_5 , анализ уравнения (8) может нести только качественный характер. Качественно, что изменение вероятности $P_{10}(t)$ имеет двойную экспоненциальную зависимость, при $t \rightarrow \infty$, $P_{10}(t \rightarrow \infty) = \mathcal{K}_{10}$. График такой зависимости изменения вероятности работоспособного состояния $P_{10}(t)$ при включении в работу резервного элемента и исключены основного представлено на рис. 1.

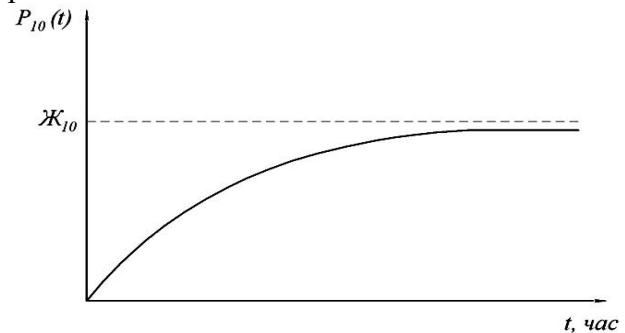


Рис. 1. Зависимость вероятности перехода системы во второе работоспособное состояние $P_{10}(t)$ со временем ее эксплуатации

Fig. 1. The dependence of the transition probability of the system shall operate in the second state $P_{10}(t)$ with time of exploitation

Полученная финишная вероятность нахождения системы во втором работоспособном состоянии является асимптотой функции $P_{10}(t)$ а ее значение, которое равняется \mathcal{K}_{10} наблюдается при устоявшемся режиме эксплуатации системы и является важным параметром ее безотказной работы.

Кроме того вероятность работоспособного состояния $P_{10}(t)$ пассивно резервируемой системы характеризует запас возможностей выполнять функции по назначению невзирая на отказ основного элемента, или также указывает на расширение срока эксплуатации при дополнительном регулировании (натяжении, уменьшении зазору и тому подобное). Под запасом в продолжении работы деталей, узлов и машин в целом следует понимать и возможность перетачивания рабочих органов при затупленные или переворачивание рабочего элемента на новую (не изношенную) грань и так далее.

В этом плане важное значение приобретает показатель надежности пассивно резервируемой системы, связанный с ее долговечностью. Таким показателем, который оценивает продолжение срока эксплуатации за счет введения в систему избыточности в виде резерва может быть среднее время нахождения системы во втором работоспособном состоянии t_{10} .

Предметно к проводимому исследованию можно записать, что среднее время нахождения системы во втором работоспособном состоянии равняется:

$$t_{10} = \int_{t_1}^{t_2} P_{10}(t) dt. \quad (9)$$

Интервал времени $t_2 - t_1$ на котором определяется средняя наработка на отказ должен принадлежать периоду работы системы когда ее начальная приработка завершилась и начался этап работы с естественным присутствием постепенного накопления повреждений (старение). Тогда запишем:

$$t_{10}(t) = \int_{t_1}^{t_2} [\mathcal{K}_{10} + D_{10} \exp(-S_4 t) + E_{10} \exp(-S_5 t)] dt.$$

Представленное выражение распишем в виде соответствующей суммы интегралов:

$$t_{10}(t) = \mathcal{K}_{10} \int_{t_1}^{t_2} dt + D_{10} \int_{t_1}^{t_2} \exp(-S_4 t) dt + E_{10} \int_{t_1}^{t_2} \exp(-S_5 t) dt.$$

Откуда имеем:

$$t_{10} = \mathcal{K}_{10} t \Big|_{t_1}^{t_2} + D_{10} \left(-\frac{1}{S_4} \right) e^{-S_4 t} \Big|_{t_1}^{t_2} + E_{10} \left(-\frac{1}{S_5} \right) e^{-S_5 t} \Big|_{t_1}^{t_2}. \quad (10)$$

Анализ зависимости изменения среднего времени нахождения системы во втором работоспособном состоянии усложнен отсутствием данных о λ, μ – характеристики переходов системы. Однако предыдущий качественный анализ полученного результата возможен путем дифференциации вклада каждой из трех составляющих уравнения (10) в общий баланс среднего времени t_{10} . С учетом условий изложенных при анализе вероятности $P_{10}(t)$, для постоянных величин и корней уравнений, графически наиболее вероятные изменения в составляющих и общая сумма времени t_{10} представлены на рис. 2.

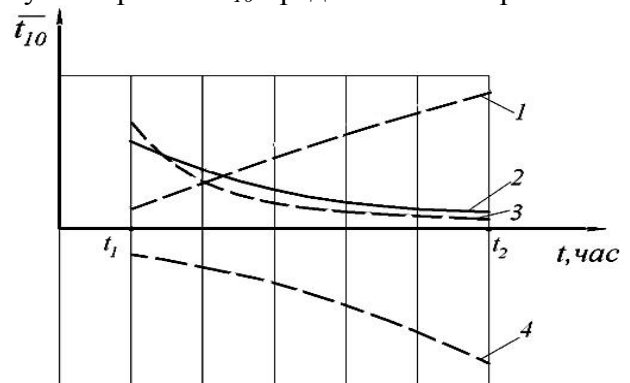


Рис. 2. Зависимость влияния времени эксплуатации пассивно дублированной системы на среднюю наработку ее во втором работоспособном состоянии:

- 1 – первая составляющая уравнения (10);
- 2 – среднее время нахождения системы в состоянии "10";
- 3 – вторая составляющая уравнения (10);
- 4 – третья составляющая уравнения (10)

Fig. 2. Dependence of the effects of time exploitation system passively duplicated on the average operating time it shall operate in the second state:

- 1 – first constituent equation (10);
- 2 – average time of finding the system in a state of "10";
- 3 – the second constituent of equation (10);
- 4 – the third constituent of equation (10)

ВЫВОДЫ

Анализ полученной зависимости (10) и построенных графиков показывает, что среднее время пребывания системы во втором работоспособном состоянии "10" во многом зависит от соотношений λ, μ – характеристик, которые входят в значение постоянных величин \mathcal{K}_{10}, B_{10} и E_{10} . Учитывая, что физически, согласно постановки задания исследования, система постепенно стареет. Ре-

зультирующий график (кривая 2) правомерно отображает этот процесс, показывая, что по мере увеличения общего времени эксплуатации системы, средняя наработка ее во втором работоспособном состоянии постепенно уменьшается.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Boyko A., Bondarenko O., Savchenko V. 2013. Matematichna formalizatsiya opisu staniv i perehodiv pasivno rezervovanih tehnicnih sistem // Visnik HNTUSG im. P. Vasilenko: Resursozberigayuchi tehnologii, materiali ta obladnannya y remontnomu virobnitstvi. – Harkiv – V. № 133. – 216-220.
2. Boyko A., Dumenko K. 2010. Doslidzhennya funktsii gotovnosti mehanichnih sistem pri nakopichuvanni poshkodzen // Problemi obchislyvalnoï mehaniki i mitsnosti konstruktsiy: zbirnik naukovih prats DNU. – Dnipropetrovsk: Nauka i osvita – Vip. 14. – 72-78.
3. Bondarenko O. 2012. Kompleksna otsinka vikoristannya pasivnogo rezervuvannya v doslidzhennyah nadiynosti kukurudzozbirnalnoï tehniki // Silskogospodarski mashini: Zb. nauk. st. – Vip. 22. – Lutsk: Red.-vid. viddil LNTU. – 9-17.
4. Butenin N., Lusch J., Merkin D.R. 1985. Kurs teoreticheskoy mehaniki // M.: Nauka. – 272.
5. Voytyuk V., Demko A., Nadtochiy O., Demko S. 2003. Determination of resource recovery units // Motrol, – Motorization and energetics in agriculture. – Lublin. Tom 6. – 273-280.
6. Voytyuk V., A. Demko, Demko S. 2005. yVplyv ystroktiv yekspluatatsiyi yna ymodel yzminy ypratsezdatsnosti yzernozybalnyh ykombayniv // yTehnika yAPK. - № 8. – 14-18.
7. Gulyaev S. 1983. Otsenka nadezhnosti kulturtehniceskikh mashin // Voprosy osvoeniya zakustarenykh i kamenistyh zemel. – Elgava. – 68-74.
8. Dumenko K. 2010. Analysis of the main factors of insufficient reliability of domestic harvesting machines // Motrol, – Motorization and power industry in agriculture. – Lublin. Tom 12A. – 108-117.
9. Dumenko K., Shevchenko, K., 2012. Simulation of the reliability of combine harvesters // Motrol, – Motorization and energetics in agriculture. – Lublin. Tom 14, No 2. – 41-44.
10. Kirtbaya J. 1982. Rezervy v ispolzovanii mashinno-traktornogo parka // M.: Kolos. – 245.
11. Krasnichenko A. 1961. Spravochnik konstruktora selskohozyaystvennykh mashin // M.: Gosudarstvennoe nauchno-tehnicheskoe izdatelstvo mashinostroitelnoy literatury. – 860.
12. Nekiporenko V. 1977. Strukturny analiz sistem (effektivnost i nadezhnost) // M.: Sovetskoe radio – 214.
13. Pogorily L., Koval S. 2003. Zernozbiralna tehnika: problemi, alternativi, prognoz // Tehnika APK. – № 7. – 4-7.
14. Skorohodov A. 1988. Analiz ekspluatatsionnoy nadezhnosti agregatov i tehnologicheskikh kompleksov // M. – 136.
15. Spirin I. 2003. Rezervirovanie v upravlenii hozyaystvennymi sistemami // M.: Akademkniga – 199.
16. Tihonenko O. 2008. Zabezpechenist silskogo gospodarstva zernozbiralnoyu tehnikoyu yak zaporuka effektivnosti zernovogo gospodarstva // Ekonomika APK. – № 7. – 36-41.
17. Ushakov I. 2008. Kurs teorii nadezhnosti sistem // M.: Drofa. – 239.

VARIATION CHANGES OF RELIABILITY OF PASSIVE RESERVATION SYSTEM IS DAMAGED BASIC AND SERVICEABLE DUPLICATING ELEMENTS

Summary. The paper presents the results of theoretical studies for comprehensive assessment of the general status and trends reliable operation of agricultural machinery. Built stochastic model states and transitions subsystems during passive reserving.

Key words: passive reserving, graph states, failure intensity, the intensity of restorations.

РАЗРАБОТКА И ЛАБОРАТОРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ МАШИНЫ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ СЕМЕННИКОВ ТЫКВЫ

Константин Думенко, Дмитрий Бабенко, Ирина Павлюченко

Николаевский национальный аграрный университет

54020, г. Николаев, ул. Парижской коммуны, 9

Konstantin Dumenko, Dmitriy Babenko, Irina Pavlyuchenko

Nikolaev National Agrarian University

54020, Nikolaev, st. Paris Commune, 9

Аннотация. В статье приведено проблему выделения семян из семенника тыквы с целью получения посевного материала. Представлено разработанную машину транспортерного типа для измельчения семенников тыквы, описано конструкцию и принцип ее действия. Изложено результаты лабораторных исследований машины. По результатам получено графические изображения двумерных сечений поверхностей отклика, как зависимостей засоренности семян и потерь от изменения трех факторов. Определены основные параметрические характеристики при выделении семян машиной транспортерного типа.

Ключевые слова: семенник, раздавливание, транспортер, обжatie, эксперимент, факторы, поверхности отклика, засоренность семян, потери семян.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

На сегодняшний день на территории Украины, из всех отраслей агропромышленного комплекса, семеноводство овоще-бахчевых культур остается наименее механизированным. В хозяйствах юга Украины, которые нуждаются в семенах тыквы, на производство 1 кг семян в среднем расходуется 10...12 человеко-часов. Уровень механизации остается низким из-за отсутствия специальной техники в трудоемких процессах выделения и доработки семян.

Семеноводческие хозяйства вынуждены приспособлять для выделения семян машины, которые не предназначены для этих целей или использовать морально и физически устаревшее оборудование [1, 2, 3]. Таким образом, используется технологическое оборудование выпущенное еще заводами в советское время. Такое

оборудование является устаревшим и имеет низкий технический уровень. Кроме этого существующее оборудование имеет ряд эксплуатационных недостатков:

- Низкую технологическую надежность;
- Сложность переналадки машин при переходе от переработки одной культуры к другой;
- Низкую коррозионную стойкость металлоконструкций машин;
- Малую годовую загрузку оборудования линий [1, 2, 7, 8].

За рубежом, в настоящее время очень производительной машиной для уборки семян бахчевых культур на семена следует считать комбайн для уборки тыквы-выдильтедь семян. Данный комбайн является мобильным и позволяет осуществлять выделение семян непосредственно во время уборки урожая. Поскольку, на сегодня выращивания тыквы все больше направлено не на хозяйственные цели, а на использование его в медицине, то изменяются требования к выделению семян и последующей их доработки. Главным отличием получения семян тыквы для медицинских целей являются условия:

- Выделение семян отдельного сорта;
- Неотделимость процесса выделения, промывки, сушки и фасовки семян для сохранения максимального количества природных полезных веществ.

Это вызывает необходимость выделения семян тыквы не в полевых условиях, а неотъемлемо от дальнейших процессов обработки [8].

Научно-прикладной задачей производства семян овощей для Украины является создание высокопроизводительного оборудования, которое по своему техническому уровню соответствовало бы современным требованиям и позволило обеспечить юг

Украины семенами собственного производства.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

На сегодня разработано стационарную «Машину для выделения семян дыни и огурца» [12, 14], которая обеспечивает интенсивное выделение семян плодов дыни и огурца способом раздавливания с одновременной подачей воды под давлением через форсунки, что позволяет уменьшить затраты рабочего времени при получении семян плодов овоще-бахчевых культур, и обеспечивает сепарацию семян от измельченной массы и снижает травмирование семян.

Известная машина недостаточно качественно обеспечивает отделение семян от раздавленной массы учитывая размеры и высокую твердость корки семенника тыквы, исключает измельчение, а так же дальнейшее прохождение плодовой массы и выделения семян.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Подытожив все выше приведенное можно сделать вывод о необходимости обновления исследований в направлении механизации процесса получения семян овоще-бахчевых культур, проведение теоретического и экспериментального обоснования процесса разработки конструкции машины, с помощью которой предоставлялась бы возможность предварительного измельчения семенника тыквы и частичного отделения семян от корки плода в не полевых условиях.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

На основе результатов теоретических исследований проблемной научно-исследовательской лабораторией конструирования энергоэффективной сельскохозяйственной техники и технологий Николаевского НАУ создано новую машину (рис. 1а, б) для измельчения семенника тыквы [4]. Она имеет два транспортера установленные в корпусе под углом относительно друг к другу и движущееся с разными скоростями, в соответствии с рисунком 1б. Машина состоит из корпуса 1, который имеет загрузочную горловину 2 и

выгрузную горловину 5 (рис. 1б). Под загрузочной горловиной 2 находится ведущий транспортер 4 с прямолинейными шлицами 15. Над рабочей поверхностью под углом устанавливается дробильный транспортер 3, который имеет волнистые шлицы 16. Для регулировки угла наклона дробильного транспортера 3 к ведущему транспортеру 4 используется регулирующее устройство 20.

Двигатель 6 передает крутящий момент через муфту 7, редуктор 8, шестерню 18 цепную передачу 9 шестерни 11 дробильного транспортера 3 (рис. 1а). Редуктор 8 дает возможность изменять частоту вращения (скорость движения) шестерни 14. С последней, с помощью цепной передачи 10, крутящий момент передается через шестерню 12 на редуктор 17 и через цепную передачу 19 на шестерню 13 ведущего транспортера 4.

Машина работает следующим образом. Плоды попадают через загрузочную горловину 2 на ведущий транспортер 4. Благодаря шлицам 15 на поверхности ведущего транспортера 4 плоды, двигаясь к выгрузной горловине 5 попадают в зону измельчения, где за счет относительного смещения в зазоре между шлицами 16 дробильного транспортера 3 и шлицами 15 ведущего транспортера 4 происходит измельчение семенных плодов. В дальнейшем измельченная масса попадает в выгрузную горловину 5 и подается на дальнейшую доработку.

Применение машины позволяет уменьшить затраты рабочего времени при выделении семян из семенников тыквы и частично отделять семена от корки плода. Машина характеризуется безударным характером работы, исключает шум, а также уменьшает вероятность образования мелкой фракции, что оказывает существенное значение при дальнейшей сепарации. При работе отсутствуют ударные нагрузки. Может использоваться для переработки плодов, семенники которых имеют различные физико-механические свойства.

В течение 2011-2013 годов были проведены лабораторные испытания машины с целью получения опытных данных о ее работоспособности. Опыты

проводились с использованием теории планирования эксперимента. После отвержения маловлиятельных факторов и ранжирования факторов, имевших большую

значимость, было выбрано 3-х факторный, 3-х уровневый план Бокса-Бенкина второго порядка для проведения эксперимента [9].

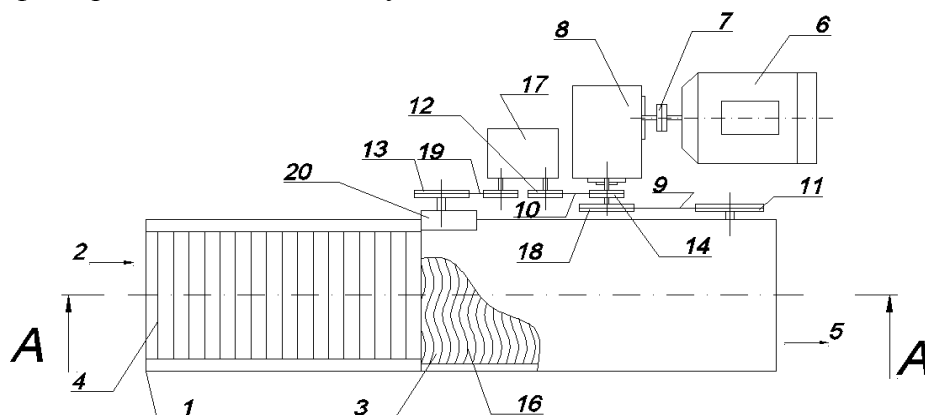


Рис. 1а. Машина транспортерного типа для измельчения семенников тыквы
Fig. 1a. Conveyor for shredding pumpkin

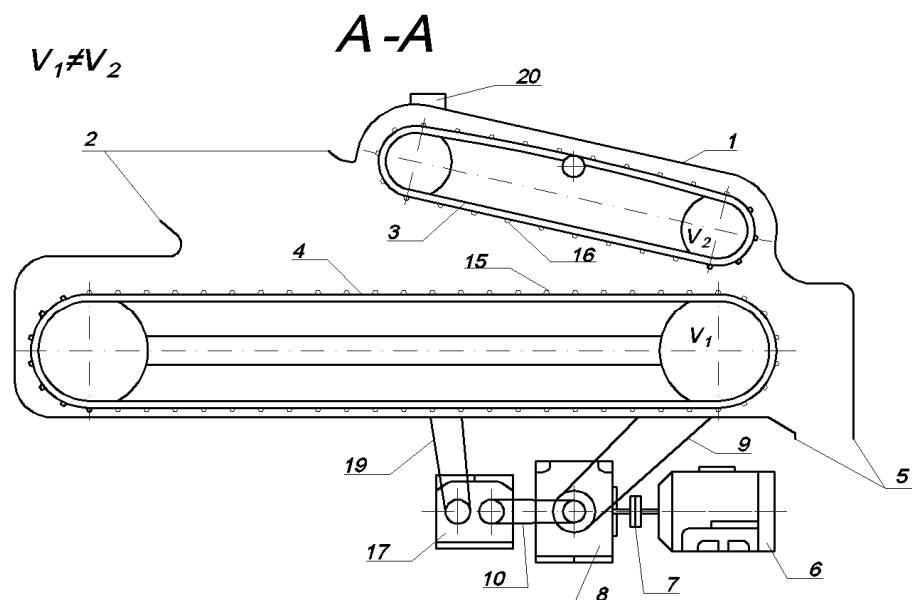


Рис. 1б. Машина транспортерного типа для измельчения семенников тыквы
Fig. 1b. Conveyor for shredding pumpkin

Согласно плану эксперимента была проведена оценка зависимости показателей качества выполнения технологического процесса, которые в наибольшей степени влияют на качество работы машины, среди которых:

- Величина зазора на выходе между лентами транспортеров, мм (X1);
- Разность скоростей движения транспортеров, м / с (X2);
- Масса подачи семенников на переработку, кг / с (X3).

После статической обработки экспериментальных данных на ПЭВМ,

получены математические модели для засоренности (ЗС) и потерь (ПС) семян, которые описывают технологический процесс выделения семян на разработанной машине имеют вид:

$$ЗС = 5,1942 - 1,1862 \cdot X_1 + 1,091 \cdot X_2 + 0,9226 \cdot X_3 + 2,6833 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,0417 \cdot X_1 \cdot X_3 + 2,75 \cdot X_2 \cdot X_3 + 0,113 \cdot X_1^2 - 0,0599 \cdot X_2^2 - 0,4411 \cdot X_3^2 ;$$

$$ПС = 6,6988 + 1,5498 \cdot X_1 - 1,4986 \cdot X_2 + 1,4058 \cdot X_3 + 4,1292 \cdot X_1 \cdot X_2 + 3,5 \cdot X_1 \cdot X_3 + 0,85 \cdot X_2 \cdot X_3 + 0,4631 \cdot X_1^2 + 0,0902 \cdot X_2^2 - 0,5723 \cdot X_3^2 ;$$

После статической обработки анализ полученных уравнений регрессии проводили с закодированными величинами факторов. Дальнейший анализ приведен в виде двухмерных сечений поверхностей отклика,

как зависимостей засоренности семян и их потерь от трех факторов. Графические изображения поверхностей отклика при выделении семян машиной транспортерного типа приведены на рис. 2а, б.

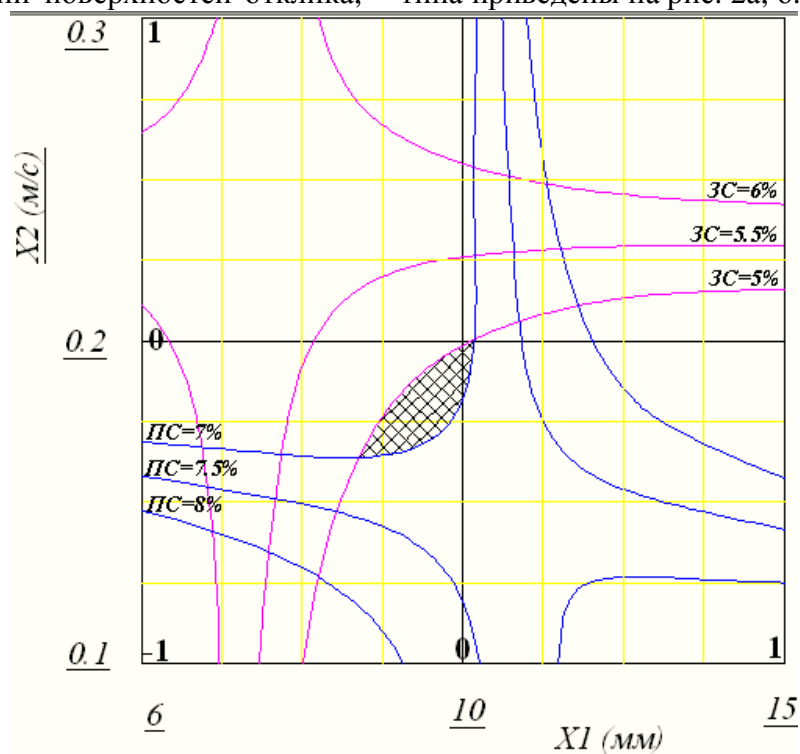


Рис. 2а. Двухмерные сечения поверхностей отклика (при $X_3=0$)
Fig. 2a. Two-measured crossings of surfaces of reaction ($X_3=0$)

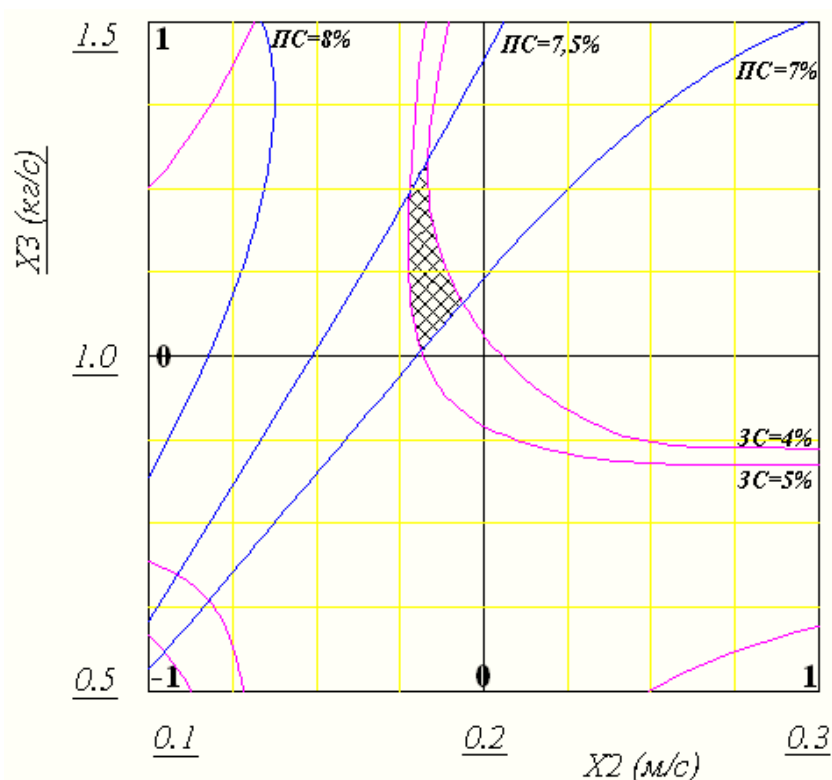


Рис. 2б. Двухмерные сечения поверхностей отклика (при $X_1=0$)
Fig. 2a. Two-measured crossings of surfaces of reaction ($X_1=0$)

ВЫВОДЫ

Разработана машина транспортерного типа для измельчения семенников тыквы. Применение предложенной машины позволяет уменьшить затраты рабочего времени при выделении семян из семенников тыквы и частично отделять семена от корки плода. Машина характеризуется безударным характером работы, исключает шум, а также уменьшает вероятность образования мелкой фракции, что существенно влияет на дальнейшую сепарацию. При работе отсутствуют ударные нагрузки. Может использоваться для переработки плодов, семенники которых имеют различные физико-механические свойства. Работает без отрыва от дальнейшего процесса выделения семян, их промывки, сушки, фасовки или холодного отжима на масло, что значительно повышает качество обработки и позволяет максимально сохранить природные полезные вещества.

По результатам экспериментальных исследований определены рациональные конструктивно-технологические параметры и проведена оценка эффективности использования разработанной машины транспортерного типа, которая является структурной составляющей экспериментальной линии, которая предлагается для выполнения технологического процесса получения семян тыквы.

Полученные результаты позволяют утверждать, что оптимальными технологическими параметрами новой машины являются:

- Величина зазора на выходе между лентами транспортера, которая находится в средней части вариационной зоны эксперимента, т.е. $X_1 = 9 \dots 10$ мм;

- Разность скоростей движения транспортеров $X_2 = 0,18 \dots 0,2$ м / с;

- Масса подачи семенников на переработку $X_3 = 1,0 \dots 1,25$ кг / с.

Их оптимальное сочетание формирует качество выполнения технологического процесса выделения семян на машине транспортерного типа в показателях:

- Потери семян ПС = 7 ... 7,5%;

- Засоренность семян ЗС = 4 ... 5%.

Результаты лабораторных испытаний доказали адекватность проведенного математического моделирования, что позволяет рекомендовать разработанные модели для использования при проектировании технических средств отрасли механизации выделения семян.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Anisimov I. 1987. *Machyny i potochnye linii dlay proizvodstva semyan ovochebahchevykh kultur* / I. Anisimov. – Kishinev: Shtiintsa, – 92.
2. Vasilenko P. 1996. *Vvedenie v zemledelcheskuyu mehaniku* / P. Vasilenko. – K.: Silgosposvita, – 252.
3. Visnyk Kharkivskogo NTUSG im. P. Vasilenko «Suchasni napramky tehnologiy ta mehanizacii procesiv pererobnyh i harchovyh vyrobnytstv» / Kharkiv: 2007. – Vyp. 58. – 75-82.
4. Dumenko K. 2012. *Rozrobka mashyny transporterного typu dlay podribnennya nasinnykiv garbuza* / K. Dumenko, I. Pavlyuchenko, P. Polyanskiy ta in. // Praci TDATU, vyp. №12. – T2. - Melitopol'. – 104-108.
5. Dumenko K. 2010. *Analiz osnovnykh faktoriv nedostatnoyi nadiynosti vitchyznaynoi zernozbyral'noi tehniky* / K. Dumenko // MOTROL. MOTORYZACJA I ENERGETYKA ROLNICTWA. — Tom 12 A. 236.
6. Karataeyv E. 1990. *Nastol'naya kniga ovoschevoda: spravochnik* / E. Karataeyv, B. Rusanov, A. Beshanov ta in. – Moskva: VO Agropromizdat. – 287.
7. Limar A. 2007. *Bashtannictvo v Ukraine* / A. Limar. – Mykolaiv : MDAU. – 260.
8. Medvedev V. 1985. *Mehanizaciya proizvodstva semyan ovoschnyh i bakhchevykh kultur* / V. Medvedev, A. Durakov – M.: Agropromizdat. – 239.
9. Mel'nikov S. 1980. *Planirovanie eksperimenta v issledovaniyah sel'sko-khozyaystvennyh processov* / S. Mel'nikov, V. Aleshkin, P. Roschin – Leningrad: Kolos. – 160.
10. *Mekhanizirovannaya uborka ovoschey za rubezhom. Obzornaya informaciya*. – M. : CNIITE i traktorsel'mash, 1982.

11. Ovcharov P. 1984. Razrabotka tekhnologicheskogo processa vydelitelya semyan tykvennykh cultur i obosnovanie parametrov ego otdelyayuschego aparata : avtoref. dis. na soisk. uchenoy stepeni kand. tekhn. nauk / P. Ovcharov. – Volgograd. – 24.
12. Ogienko M. 2012. Obgruntuvannya technologichnogo procesu i parametriv kompleksu machin dlya dorobky nasinnevoi masy ovochebashtannih cultur / M. Ogienko. – K. : NUBIPU. – 21.
13. Patent № 29522 Ukraine / Machina dlya vydilennya nasinnya dyni ta ogirka / S. Pastushenko, K. Dumenko, A. Pastushenko – MPK A23N 15/00; Zayavl. 27.08.2007 ; Opubl. 25.01.2008, Byul. №1. – 4.
14. Patent №34921 Ukraine / Liniya dlya vydilennya nasinnya ovoche-bashtannykh cultur / S. Pastushenko, K. Dumenko, M. Ogienko ta in. – MPK A23N 15/00; Zayavl. 04.04.2008 ; Opubl. 26.08.2008, Byul. №16. –4.
15. Pastushenko A. 2012. Obgruntuvannya technologichnogo procesu, parametriv ta rezhimiv roboty machiny dlya vydilennya nasinnya ogirka ta dyni / A. Pastushenko. – Melitopol' : TDATU. – 21.
16. Pastushenko S. 2007. Technologichna liniya dlya otrymannya nasinnya ovoche-bashtannykh cultur / S. Pastushenko, K. Dumenko // MOTROL, 9A.
17. Pontryagin L. 1976. Matematicheskaya teoriya optimal'nykh processov / L. Pontryagin, V. Boltyanskiy i dr. – M.: Nauka. – 392.
18. S. Pastushenko K. 2007. Dumenko Engineering of obtaining vegetable pepper seed. TEKA. Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture Polish Academy of Sciences Branch in Lublin – Lublin. – Vol. VII, – 163–174.

parametric specifications in the allocation of conveyor seeds.

Key words: seed, crushing, conveyor, compression, experiment, factors, surfaces of reaction, grade seed, seed loss.

DEVELOPMENT AND LABORATORY TESTING MACHINES FOR CRUSHING PUMPKIN

Summary. Allocation problem are the seeds of a pumpkin. Presented designed conveyor for crushing pumpkin, describes the structure and principle of its work. The results of laboratory machines. According to the results obtained two-measured crossings of surfaces of reaction as dependencies debris seeds and losses from changes in the three factors, indentified key

INFORMATION TECHNOLOGY OF DETERMINATION OF DESCRIPTIONS OF OPTIMUM POLINOMIAL PROGNOSIS ALGORITHM OF THE STATE OF TECHNICAL SYSTEMS

Igor Atamanyuk

*Nikolaev National Agrarian University
54020, Nikolaev, st. Paris Commune, 9*

Yuriy Kondratenko

*Petro Mohyla Black Sea State University
54003, Ukraine, Nikolaev, st. 68 paratroopers, 10*

Ігор Атаманюк

*Николаевский национальный аграрный университет
54020, г. Николаев, ул. Парижской коммуны, 9*

Юрій Кондратенко

*Черноморский государственный университет имени Петра Могилы
54003, Украина, г. Николаев, ул. 68 десантников, 10*

Annotation. In-process for a decision task of prognostication of casual sequence of change of the state of the technical system information technology of determination of optimum values of interval of aftereffect and order of nonlinear connection of the probed casual sequence is proposed. The algorithm of extrapolation and technology calculate its optimum performance are based on nonlinear canonical decomposition.

Key words: random sequence prediction algorithm, an optimal performance.

Introduction

The increase in production scale, technical complexity of systems, tasks they undertake responsibility inevitably leads to a tightening of requirements for the reliability of the technical systems. Of particular interest is the problem of individual forecasting and reliability. It makes it possible not only to estimate the reliability of each individual instance of products, but also in the presence of advanced diagnostic software to move from service on time and resource planning for the actual operating condition. Therefore, development of methods for predicting the technical condition and exploring the use of existing algorithms is an important and urgent task.

Statement of the problem

We assume that the state of some of the technical object exhaustively determined by the scalar parameter X , the change of values is a discrete number of points $t_i, i = \overline{1, I}$ describes a

random sequence $\{X\} = X(i), i = \overline{1, I}$. The most versatile in terms of constraints on the sequence of the random, a prediction algorithm [1-10] on the basis of the canonical decomposition [11-12]:

$$m_x^{(\mu, l)}(h, i) = \begin{cases} M[X^h(i)], \mu = 0 \\ m_x^{(\mu, l-1)}(h, i) + (x^l(\mu) - m_x^{(\mu, l-1)}(l, \mu)) \times \\ \times \beta_{h\mu}^{(l)}(i), l \neq 1 \\ m_x^{(\mu-1, N)}(h, i) + (x^l(\mu) - m_x^{(\mu-1, N)}(l, \mu)) \times \\ \times \beta_{h\mu}^{(l)}(i), l = 1. \end{cases} \quad (1)$$

The algorithm parameters are determined from:

$$\beta_{hv}^{(\lambda)}(i) = \frac{M[W_v^{(\lambda)}(X^h(i) - M[X^h(i)])]}{M[\{W_v^{(\lambda)}\}^2]} = \frac{1}{D_\lambda(v)}(M[X^\lambda(v)X^h(i)] - M[X^\lambda(v)]M[X^h(i)] - \sum_{\mu=1}^{v-1} \sum_{j=1}^N D_j(\mu) \times \beta_{\lambda\mu}^{(j)}(v)\beta_{h\mu}^{(j)}(i) - \sum_{j=1}^{\lambda-1} D_j(v)\beta_{\lambda v}^{(j)}(v)\beta_{hv}^{(j)}(i), \lambda = \overline{1, h}, v = \overline{1, i}, h = \overline{1, N}, i = \overline{1, I}; D_\lambda(v) = M\left[\left(\overset{0}{X}(v)\right)^{2\lambda}\right] - \sum_{\mu=1}^{v-1} \sum_{j=1}^N D_j(\mu) \times \{\beta_{\lambda\mu}^{(j)}(v)\}^2 - \sum_{j=1}^{\lambda-1} D_j(v)\{\beta_{\lambda v}^{(j)}(v)\}^2, v = \overline{1, I}.$$

where: $W_i^{(\lambda)}$ - the random coefficients of the canonical decomposition, $D_\lambda(\nu)$ - the dispersion of random coefficients, $\beta_{lv}^{(\lambda)}(i)$ - coordinate functions.

$m_x^{(\mu,l)}(h,i) = M[X^h(i) / x^\nu(j), j = \overline{1, \mu-1}; \nu = \overline{1, N}; x^\nu(\mu), \nu = \overline{1, l}]$ for $h = 1, l = N, \mu = k$ are an optimal unbiased estimate of the future value $x(i), i = \overline{k+1, I}$, provided that the determination of this evaluation $x^\nu(j), \nu = \overline{1, N}, j = \overline{1, k}$, the values, that is, the measurement results of a random sequence $\{X\}$ in the points $t_j, j = \overline{1, k}$ are assumed to be known.

The only requirement for the application of the algorithm (1) is a finite sequence of random dispersion predicted that, as a rule, always performed in practice. However, the use of canonical decomposition has obvious features - the formation of decomposition is necessary to use such values of its parameters: the duration of the aftereffect I , actually existing in random order, and the order stochastic correlation N under which extrapolation (1) achieved the most complete account of the stochastic properties of the random sequence. Determination of optimum performance is the goal of operation.

MAIN

Accounting mechanism aftereffect and stochastic estimation due to the canonical decomposition laid coordinate functions [1]:

$$\begin{aligned} \beta_{lv}^{(\lambda)}(i) &= \frac{M \left[W_v^{(\lambda)} \left(X(i) - M[X(i)] \right) \right]}{D_\lambda(\nu)} = \\ &= \frac{M \left[W_v^{(\lambda)} \overset{\circ}{X}(i) \right]}{D_\lambda(\nu)}, \quad i > \nu, \end{aligned} \quad (2)$$

which by definition reflect the degree of stochastic correlation between coefficients $W_v^{(\lambda)}$ and a random sequence $X(i), i > \nu$. Thus, it can be assumed that the impact of factors $W_v^{(\lambda)}$ in the cross section t_ν for the following values $i_{k_\nu} > \nu$ of the random sequence is complete, if, from some for fairly arbitrary $\beta_{lv}^{(\lambda)}(i) \equiv 0$. Accordingly, the after-effect k_ν is determined by the interval with:

$$k_\nu = i_{k_\nu} - \nu. \quad (3)$$

In this situation the formation of the elements of the canonical decomposition is performed on the final sample volume L . Therefore, the definition k_ν reduces to the solution of the following problem. According to the sample estimates of the values of the coordinate function $\beta_{lv}^{(\lambda)(L)}(i), \lambda = \overline{1, N}, i = \overline{\nu, I}$. Is required to determine the value $i_{k_\nu}, \nu < i_{k_\nu}$, at which a given degree of confidence in the identity $\beta_{lv}^{(\lambda)}(i) \equiv 0, i > \nu$.

Linearization mechanism inherent in the model (1) allows us to reduce the task of assessing and determining the order of the aftereffect of nonlinear random sequence to the analysis of a linear relationship between $W_v^{(\lambda)}$ and $X(i), \nu < i$, the standard quantitative characteristic of which is the normalized correlation coefficient:

$$r^{(\lambda)}(\nu, i) = \frac{M \left[W_v^{(\lambda)} \overset{\circ}{X}(i) \right]}{\sqrt{D_\lambda(\nu)} \sqrt{D_x(i)}}, \quad \lambda = \overline{1, N}, \quad (4)$$

$$\nu = \overline{1, I}, \quad i = \overline{\nu, I}.$$

With regard to (2), the last expression is the final form:

$$r^{(\lambda)}(\nu, i) = \frac{\sqrt{D_\lambda(\nu)} \beta_{lv}^{(\lambda)}(i)}{\sqrt{D_x(i)}}, \quad i > \nu. \quad (5)$$

where the correlation coefficient is expressed in terms of the elements of the canonical decomposition.

Since all of these evaluation items were obtained in the processing source statistics, their use in the formula (5) provides an estimate $r^{(\lambda)(L)}(\nu, i)$ of the normalized correlation coefficient for any ν, λ and i . Using this information, the task set is assessing the significance of correlation coefficient $W_v^{(\lambda)}$ with i section of the random sequence can be formulated as the problem of testing statistical hypotheses:

$$r^{(\lambda)}(\nu, i) = 0$$

against the alternative $r^{(\lambda)}(\nu, i) \neq 0$.

As shown in [1], the random variable:

$$\frac{1}{2} \ln \left[\frac{1 + r^{(\lambda)(L)}(\nu, i)}{1 - r^{(\lambda)(L)}(\nu, i)} \right]$$

should be regarded as normally distributed, with mean:

$$m = \frac{1}{2} \ln \left[\frac{1+r^{(\lambda)}(v,i)}{1-r^{(\lambda)}(v,i)} \right] + \frac{r^{(\lambda)}(v,i)}{2(L-1)}$$

and variance $D = \frac{1}{L-3}$, so that the quantity:

$$a^{(\lambda)}(v,i) = \sqrt{L-3} \left\{ \frac{1}{2} \ln \left[\frac{1+r^{(\lambda)(L)}(v,i)}{1-r^{(\lambda)(L)}(v,i)} \right] - \left(\frac{1}{2} \ln \left[\frac{1+r^{(\lambda)}(v,i)}{1-r^{(\lambda)}(v,i)} \right] + \frac{r^{(\lambda)}(v,i)}{2(L-1)} \right) \right\}$$

has a standard normal distribution (0,1).

Thus, data should be considered compatible with the hypothetical value $r^{(\lambda)}(v,i)$ of the level of significance α if:

$$\frac{1}{2} \ln \left[\frac{1+r^{(\lambda)}(v,i)}{1-r^{(\lambda)}(v,i)} \right] + \frac{r^{(\lambda)}(v,i)}{2(L-1)}$$

is within:

$$\frac{1}{2} \ln \left[\frac{1+r^{(\lambda)(L)}(v,i)}{1-r^{(\lambda)(L)}(v,i)} \right] \pm \frac{z_\alpha}{\sqrt{L-3}}$$

where z_α - value of the standard normal deviate corresponding to the confidence level α . In other cases, a hypothetical value $r^{(\lambda)}(v,i)$ should be rejected.

Given that a check of the correlation coefficient equal to zero ($r^{(\lambda)}(v,i) = 0$) random variable $a^{(\lambda)}(v,i)$ takes the form:

$$a^{(\lambda)}(v,i) = \frac{\sqrt{L-3}}{2} \ln \left[\frac{1+r^{(\lambda)(L)}(v,i)}{1-r^{(\lambda)(L)}(v,i)} \right] \quad (6)$$

and the hypothesis (6) is taken if the condition:

$$-z_\alpha < a^{(\lambda)}(v,i) < z_\alpha \quad (7)$$

The hypothesis (6) is checked repeatedly with the increasing parameter λ to a threshold value $N^{(v,i)}$ at which the condition (7) is true ($N^{(v,i)}$ - highest order nonlinear relation between the cross sections t_v and t_i). After this interval is increased ($i = i+1$) and how to search for higher-order nonlinearity is repeated for the new interval.

If, for some i_{k_v} of the field $i > v$ and an arbitrary λ (usually sufficient checks at $\lambda = 1$: nonlinear relationships fade faster linear) will be

fair to say $r^{(\lambda)}(v,i) = 0, i > i_{k_v}^{(\lambda)}$, this means that the interval of sampling point t_v for aftereffects root $i_{k_v} - v$ and all $i > i_{k_v}$ the value of the coordinate function $\beta_{1v}^{(\lambda)}(i)$ must be made zero.

Checking the aftereffect for all sampling points $t_v, v = \overline{I, I^*}$, which study the random sequence $\{X\}$ allows to create settings N and I for extrapolation algorithm (1):

$$I = \max_v (i_{k_v} - v),$$

$$N = \max_{v,i} N^{(v,i)}.$$

CONCLUSIONS

Thus, on the basis of expressions (8) and (9) solved the problem of determining the optimal values of the aftereffect interval I and the order N of the nonlinear coupling, which allows for maximum accuracy of extrapolation forecast future values of the parameter of the technical object using the algorithm (1).

REFERENCES

1. Oppenheim E. 1980. Digital processing of speech signals / E. Oppenheim. – Moscow: Mir. – 323.
2. Kolmogorov A. 1941. Interpolation and extrapolation of stationary random sequences / A. Kolmogorov // Izv. USSR Academy of Sciences. – Ser. Math. – 3–14.
3. Wiener Y. 1949. The interpolation, extrapolation and smoothing of stationary time series / Wiener Y. – N.Y.: J. Wiley. – 341.
4. Kalman R. 1961. New Results in Linear Filtering and Prediction / R. Kalman, R. Bucy // Journal of Basic Engineering. – № 83. – 95–108.
5. Ivakhnenko A. 1991. Begin inductive theory of the uneven recognition and forecastings of the casual processes and event / A. Ivakhnenko. – Kiev: Institute of the cybernetics AN Ukraines. – 348.
6. Ivakhnenko A. 1975. Long-term forecasting and management complex system A. Ivakhnenko. – Kiev: Tehnika. – 389.
7. Box J. 1974. Time series analysis, forecasting and management / J. Box, G. Jenkins. Moscow: Mir. – 230.

8. Ivakhnenko A. 1971. Prediction of random processes / A. Ivakhnenko, V. Lapa. – Kiev: Naukova Dumka.– 421.
9. Pugachev V. 1962. The theory of random functions and its prominence / V. Pugachev. – Moscow: Fizmatgiz.– 751.
10. Kudritsky V. Predicting the reliability of radio devices / V. Kudritsky. – Kiev: Tehnika, 1982. – 217 p.
11. Atamanyuk I. 2001 Implementation algorithm of nonlinear random sequence based on its canonical decomposition I. Atamanyuk // Electronic simulation. №5. – 38–46.
12. Atamanyuk I. 2012. The algorithm of optimal polynomial extrapolation of random processes / I. Atamanyuk, V. Kondratenko, O. Kozlov, Y. Kondratenko // Lecture Notes in Business Information Processing.– 115 LNBP. – 78–87.
13. Atamanyuk I. 2012. Polynomial algorithm for predicting the reliability of stochastic technical objects on the basis of the apparatus of canonical expansions / I. Atamanyuk, Y. Kondratenko, // Motrol. Motorization and power industry in agriculture. – No2. – 77–83.
14. Jones G. 1977. Polynomial perception of exponential growth / G. Jones // Perception & Psychophysics. – №21.– 197–198.
15. Vakhonina L. 2011. The solution of the problem of flexural vibrations of a thin elastic circular inclusion in an infinite body/ L. Vakhonina // Motrol: Motorization and power industry in agriculture. – Volume 13 A. – 76–82.
16. Butakov B. 2008. A method of rolling-off rolls of steel parts to increase their contact strength/ B. Butakov, D. Marchenko // MOTROL. Motrol. Motorization and power industry in agriculture. – Vol. 10B. – 15–28.
17. Timmers H. 1977. Inverse statistics and misperception of exponential growth / H. Timmers, W. Wagenaar // Perception & Psychophysics. – №21.– 558–562.
18. Algorithm of extrapolation of nonlinear casual process on the base of its canonical decomposition: Proceedings of the First International Workshop Critical Infrastructure Safety and Security (CrISS-DESSERT'11). 11–13 May 2011, Kirovograd. / Edited by V.Kharchenko, T.Tagarev, Publ. by National Aerospace University named after N.E.Zhukovsky “KhAI”, Volume 2, – 308–314.
19. Kalman R. 1960. A new approach to linear filtering and prediction problems / R.E. Kalman // Basic Engg. — v. 82 (Series D). – 35– 45.
20. Parzen E. 1962. On the estimation of probability density function and the mode / E. Parzen // Ann. Math. Stat. – V.33. - 1065–1076.

ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ОПТИМАЛЬНОГО ПОЛИНОМИАЛЬНОЙ АЛГОРИТМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Аннотация. В работе для решения задачи прогнозирования случайной последовательности изменения состояния технической системы предложена информационная технология определения оптимальных значений интервала последствия и порядка нелинейного связи случайной последовательности, исследуется. В основу алгоритма экстраполяции и технологии вычисления его оптимальных характеристик положено нелинейное каноническое разложение.

Ключевые слова: случайная последовательность, алгоритм прогноза, оптимальные характеристики.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ СМЕСИТЕЛЯ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОРМОВ

Руслан Кисилев, Кузьма Матвеев, Петр Лузан, Сергей Лещенко

Кировоградский национальный технический университет

25006, г. Кировоград, пр. Университетский, 8

Ruslan Kisilev, Kuzma Matveev, Peter Luzan, Sergey Leschenko

Kirovograd National Technical University

25006 Kirovograd, University Ave, 8

Аннотация. В статье приведены экспериментальные исследования усовершенствованного лопастного смесителя приготовления полноценных кормовых смесей для крупного рогатого скота. Определено влияние конструктивных параметров и режимов работы смесителя на качество приготовления кормовой смеси.

Экспериментально установлена область рациональных значений, при которых обеспечивается повышение качества работы исследуемого смесителя и оптимальные энергетические затраты на привод мешалки. Получены графические зависимости влияния геометрических и кинематических параметров на однородность смешивания кормов и энергетических затрат на привод мешалки.

Ключевые слова: смеситель кормов, корма, лопасть, мешалка, однородность смеси

В современных условиях развития сельскохозяйственного производства большое значение имеет повышение эффективности производства продукции животноводства [1, 2, 5, 17]. Высокая стоимость кормов в структуре общих затрат (50...65%), низкое их качество и несбалансированность кормления приводит к снижению продуктивности животных [1, 18].

Проведенные исследования показали, что приготовление полноценных кормовых смесей и сбалансированное кормление животных позволяют получать надой высококачественного молока 5000...6000 кг. Установлено, что при невыполнении зоотехнических требований к подготовке кормов и приготовлению смесей, потери увеличиваются в 6...7 раз, а продуктивность животных снижается в 1,5...2 раза [15, 20].

Обобщенный анализ традиционных технических средств для приготовления кормовых смесей для крупного рогатого скота показал, что существующие смесители не

обеспечивают необходимое качество приготовления влажных кормовых смесей и имеют ряд общих конструктивных недостатков [3, 7, 13, 14]. Конструкции мобильных смесителей превышают нормативы по удельной металлоемкости в 1,5...2 раза, а затраты энергии на привод рабочих органов в 3...4 раза [4, 14, 19].

Для решения поставленных задач предложена конструкция комбинированного двухсекционного ленточно-лопастного смесителя [12], испытания которого подтвердили высокую эффективность смешивания кормов и надежность технологического процесса [3, 4, 10].

Целью проведения данных исследований предусматривалось изучение закономерностей влияния геометрических и кинематических параметров на качество приготовления кормовых смесей.

Решение поставленной проблемы базировалось на анализе расчетной модели функционирования смесителя на всех стадиях его работы от загрузки компонентов до получения и выгрузки готовой кормовой смеси (рис. 1).

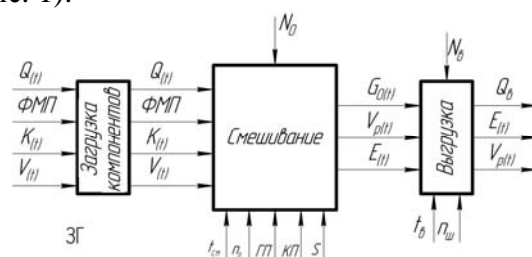


Рис. 1. Расчетная модель функционирования смесителя

Fig. 1. The estimated model of the mixer

Наиболее существенное влияние на процесс и качество приготовления кормовых смесей, а также затраты энергии оказывают: удельная подача, физико-механические характеристики компонентов, состояние сырья, неравномерность дозирования компонентов

кормовой смеси, геометрические и кинематические параметры мешалки, а также время смешивания.

На основе проведенного теоретического анализа и предварительных поисковых экспериментальных исследований [3, 4, 10] определены наиболее влияющие факторы на процесс смешивания и затраты мощности на приготовление кормов: кинематические параметры ($KП$) - частота вращения вала мешалки n ; геометрические параметры ($ГП$) - ширина b и высота h лопасти -; угол ее наклона к оси вала α ; шаг размещения лопастей S ; продолжительность смешивания кормов t .

Для исследования влияния основных факторов на целевую функцию, обоснования рациональных значений параметров второй ступени смесителя и комплексной их оценки в процессе смесеобразования разработана экспериментальная установка (рис. 2).

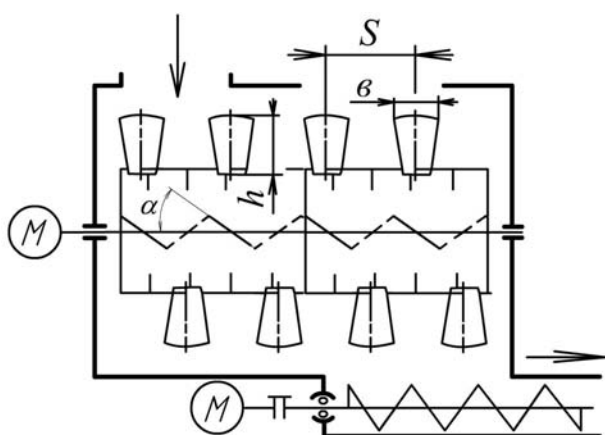


Рис. 2. Технологическая схема смесителя кормов

Fig. 2. Technological scheme of feed mixer

Предложенный смеситель второй ступени мешалки состоит из корпуса с загрузочной горловиной и выгрузным шнеком. Плоские лопасти с соответствующим шагом жестко установлены на опорах вдоль смесителя, которые снизу оборудованы радиальными пальцами для разрыхления монолита смеси в корпусе смесителя. Лопасти установлены с правым и левым углом наклона их рабочей поверхности к оси вала.

Оценку работы смесителя осуществляли проверкой качества выполнения процесса

смешивания V_n и затратами мощности на привод мешалки N .

Степень смешивания кормов контролировали анализом отобранных проб. Качество кормов определяли коэффициентом неоднородности V_n по стандартной методике [6, 7, 8, 9, 11, 16] путем распределения контрольного компонента по завершению процесса в 10 пробах, отобранных пробоотборником, по формуле:

$$V_n = \frac{S}{\bar{x}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где S - среднеквадратическое отклонение контрольного компонента по результатам опыта; \bar{x} - среднее арифметическое значение контрольного компонента всех проб.

Фракционный состав составляющих кормов смеси отвечал стандартным требованиям для кормления дойной группы коров. На основании принятого рациона для дойных коров (табл. 1) соотношение компонентов по массе в исследованиях составляло: силос - 32,5%, сенаж - 26,6%, солома - 29,5%, концентраты - 5,4% и корнеплоды - 6%.

Исследования проводились при одновременном изменении факторов в соответствии с разработанной трехуровневой рандомизированной план-матрицей полнофакторного эксперимента ПФЭ $3^{**}(4-1)$ Бокса-Бенкена [4].

Функцию отклика (параметр оптимизации показателей) определяли экспериментальным путем с использованием зависимостей $V_n = f(b, \alpha, n, t)$ и $N = f(b, \alpha, n, t)$ в виде аппроксимирующей математической модели полного квадратного полинома по общепринятой методике.

Исследования проводились при одновременном изменении четырех факторов в пределах параметрических ограничений при постоянных конструктивно-технологических параметрах h и S .

Планирование экспериментальных исследований, определение значимости факторов и других вычислений выполняли с помощью пакета прикладных программ Stat Soft STATISTICA 6.5.

Анализ полученных графических зависимостей влияющих факторов на процесс смешивания кормовых смесей и энергетические затраты на привод смесителя (рис. 4-6)

позволили установить рациональные их значения.

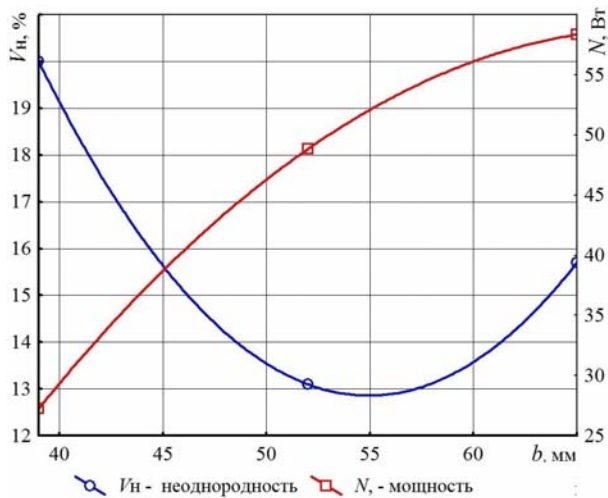


Рис. 3. Влияние ширины лопасти на неоднородность смешивания кормовой смеси и затраты энергии на привод мешалки
 Fig. 3. The influence of the width of the blade to the heterogeneity of the mixing of the feed mixture and the cost of energy to drive the mixer

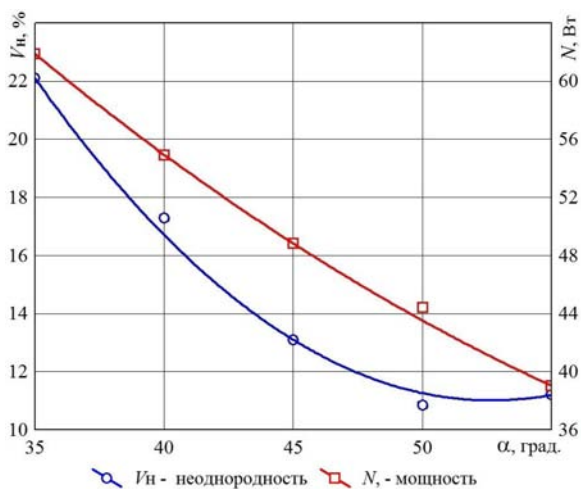


Рис. 4. Влияние угла наклона лопасти на неоднородность смешивания кормовой смеси и затраты энергии на привод мешалки
 Fig. 4. The influence of the angle on the blade heterogeneity mixing the feed mixture and the cost of energy to drive the mixer

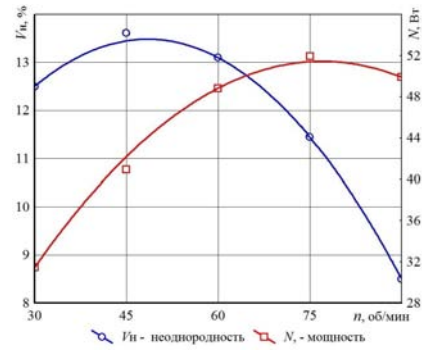


Рис. 5. Влияние частоты вращения вала на неоднородность смешивания кормовой смеси и затраты энергии на привод мешалки
 Fig. 5. Influence of shaft speed on the heterogeneity of the mixing of the feed mixture and the cost of energy to drive the mixer

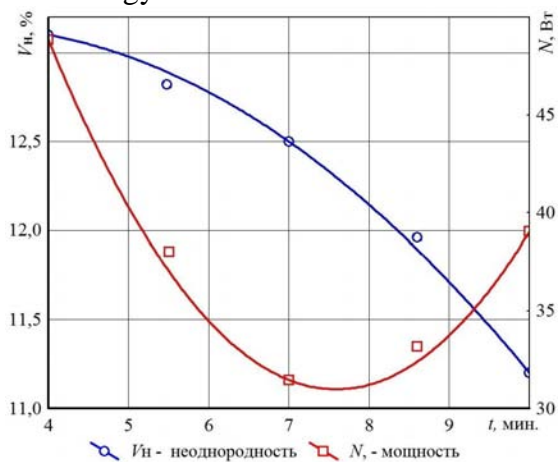


Рис. 6. Влияние продолжительности смешивания на неоднородность смешивания кормовой смеси и затраты энергии на привод мешалки
 Fig. 6. Effect of mixing on the heterogeneity of the mixing of the feed mixture and the cost of energy to drive the mixer

Анализ результатов исследований показал, что принятые основные факторы, их взаимосвязь и влияние на целевую функцию имеют существенные статистические значимые эффекты.

На основе этого анализа было установлено, что наиболее рациональная величина ширины лопасти составляет $v = (0,4...0,45)R_d$, где R_d - расстояние от оси вала мешалки до края лопасти. Для обеспечения максимального эффекта смешивания кормов при оптимальных затратах энергии частота вращения вала мешалки не должна превышать $n = 80...90$ об/мин. При этих значениях параметров рациональная продолжительность времени смешивания кормов составляет $t = 6...8$ мин.

Таблица 1. Физико-механические характеристики свойств компонентов кормов и смеси
Table 1. Physical and mechanical characteristics of the properties of feed ingredients and mix

Наименование кормов	Влажность, %	Насынная плотность, кг/м ³	Коэффициент псевдоразрыхления	Средний размер частиц, мм	Коэффициент трения		Угол естественного откоса, град.
					внешнего (по стали)	внутреннего	
1	2	3	4	5	6	7	8
Концентраты	7,11	780	0,049	1,3	0,23-0,40	0,38-0,7	23-41
Сенаж	61,4	235	0,456	12,8	0,40-0,55	0,52-0,82	40
Силос	71	496	0,597	59,9	0,35-0,51	0,5-0,8	50
Солома	13,2	100	0,362	13,9	0,35-0,48	0,45-0,56	41
Кормовая свекла	84	675	0,037	10,2	0,31-0,55	0,5-0,8	40
Кормовая смесь	71	370	-	17	0,51-0,75	0,61-0,8	47

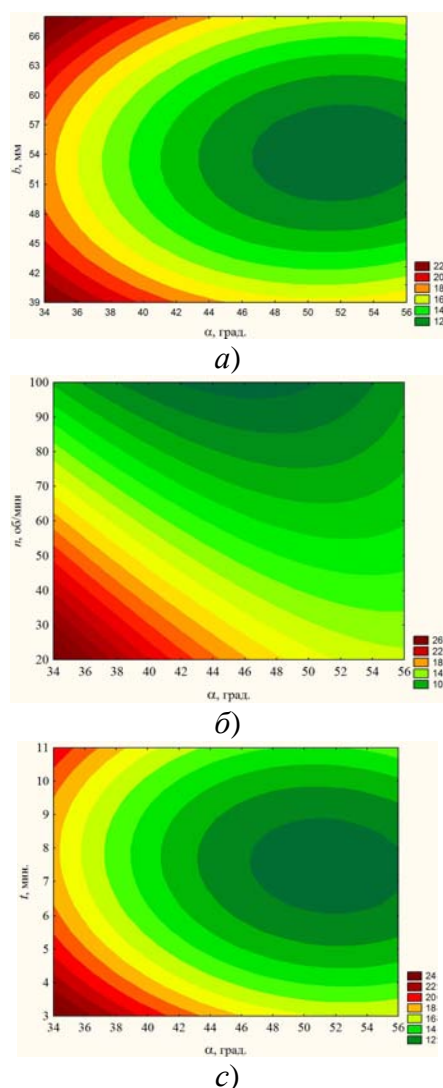


Рис. 6. Взаимное влияние угла наклона лопасти и а) ее ширины; б) частоты вращения вала мешалки; в) времени на эффект смешивания кормов

Fig. 6. Mutual influence of the blade angle and а) the width and б) speed agitator shaft, and с) the effect of time on feed mixing

Взаимный анализ влияния угла наклона лопасти (рис. 6) дал возможность установить его рациональные значения, которые находятся в пределах $\alpha = 45...50^\circ$.

На основании проведенных экспериментальных исследований предложенной конструкции смесителя определена область рациональных значений угла наклона лопасти, ее ширины, частоты вращения вала смесителя и времени смешивания, при которых обеспечивается максимальное качество приготовления кормовой смеси при минимальных энергетических затратах.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Bogdanov G. 1976. Kormlenie sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh / G.A. Bogdanov. – М.: Kolos. – 432.
2. Bojarskij L. 1976. Proizvodstvo i ispol'zovanie polnoracionnyh kormovyh smesej / L.G. Bojarskij [i dr.].– М.: Kolos.– 200.
3. Kisil'ov R., Matveev K., Luzan P. 2011. Analiz konstruktivno-tehnologichnih i kinematichnih parametrov zmishuvachiv kormiv dlja VRH // Konstrujuvannja, virobniectvo ta ekspluatacija s.-g. mashin. Vip. 41.- Ch.2.- Kirovograd: KNTU.- 167 – 173.
4. Kisil'ov R., Matveev K., Luzan P., Leshhenko S.M. 2012. Rezul'tati ekperimental'nih doslidzen' prigotuvannja povnocinnoi kormosumishi dlja VRH vdoskonalenim lopatevim zmishuvachem kormiv // Naukovij visnik LNAU, Vip. 41.- Lugans'k: LNAU.- 119–127.

5. Kulik M., Himich V., Siroshtan V. 1987. Energogberigajuchi tehnologii zagotivli ta vikoristannja kormiv.– K.: Urozhaj.–160.
6. Kukta G., Gubko V. 1973. Metodika opredelenija tehnologicheskikh, jekspluatacionnyh i jekonomicheskikh pokazatelej mashin i oborudovanija dlja prigotovlenija kormov.– K.: UNIIMJeSH.– 146.
7. Kukta G. 1978. Tehnologija pererabotki i prigotovlenija kormov / G. Kukta. – M. : Kolos. – 240.
8. Kukta G. 1985. Metodika opredelenija neravnomernosti smeshivanija kormov / G. Kukta // Mehanizacija i jelektifikacija sel'skogo hozjajstva.– №1.– 44–46.
9. Kukta G., Golosov A. 1971. Optimal'naja prodolzhitel'nost' smeshivanija kombikormov / G. Kukta, A. Golosov // Mehanizacija i jelektifikacija sel'skogo hozjajstva.– №11.– 12–14.
10. Matveev K., Luzan P., Kisil'ov R. 2011. Obgruntuvannja parametriv lopatej kombinovanogo strichkovo–lopatevogo zmishuvacha kormiv // Sil's'kogospodars'ki mashini: Zb. nauk. st., Vip. 21., T. 1. Luc'k: LNTU.– 279–288.
11. Mashiny i oborudovanie dlja prigotovlenija kormov. Programma i metodika ispytanj. OST. 70.19.2 – 83.– M.: V/O goskomsel'hoztehnika SSSR, 1984.
12. Matveev K., Lipkan A., Luzan P., Kisil'ov R. 2011. Pat. 63424 Ukraïna, MPK A23 N17/00. Kombinovanij strichkovo-lopatevij zmishuvach kormiv (Ukraïna); zajavnik ta patentovlasnik Kirovograds'kij nacional'nij tehničnij universitet. – №201102704; zajavl. 09.03.11; opubl. 10.10.11, Bjul. №19.
13. Revenko S., Braginec' M., Rebenko V. 2009. Mashini ta obladnannja dlja tvarinnictva.– K.: Kondor.– 730.
14. Reznik E. Aljab'ev E. 1983. Mehanizacija prigotovlenija kormov na zhivotnovodcheskih fermah i kompleksah / E. Reznik, E. Aljab'ev. Obzorn. inform. VNIITJeISH.– M.: VNIITJeISH.– 60.
15. Sorokina N. 1979. Kormlenie molochnyh korov na krupnyh fermah i kompleksah. - M.: VMINTEI sel'hoz VASHNIL.– 60.
16. Tipovaja metodika opredelenija kachestva smeshivanija kormov M29.055–87. Jekspress – informacija. Vyp. 11. – M.: Agro NIITEIITO, 1987. - 12.
17. Shackij V. 2012. Dinamichnost' plotnosti i kachestva kormovoj smesi dlja krupnogo rogatogo skota / V. Shackij // Naukovij visnik TDATU.– Vip. 2.– Tom 2.– Melitopol': TDATU.– 3-19.
18. Shpaar D., Zaharchenko A. 2009. Kormovye kul'tury, proizvodstvo, uborka, konservirovanie i ispol'zovanie grubych kormov. Uchebno-praktičeskoe rukovodstvo v dvuh tomah.– M. : IDOO «DLV AGRO – Delo». - 784.
19. Zagoni G., Karlos J. 1976. Vontatott takar mäny keverö kiosztö K. Akademiai Kiadó, Budapest. MGI Godollo. - 40.
20. Hofman L. 1971. Fütterungsnormen nach dem DDR - Futterlewertungs System / L. Hofmann // Tierzucht, №2. - 55–57.

STUDY THE INFLUENCE OF PARAMETERS ON THE MIXING QUALITY FODDER

Summary. The paper presents experimental research improved blade mixer full preparation of feed mixtures for cattle. The influence of design parameters and operating modes of the mixer to the quality of the preparation of the feed mixture. An experimental set of rational values of the area, which provide for improvement of the quality of the test tap and optimal power consumption for agitator drive. We obtain a graph of the influence of geometric and kinematic parameters of the homogeneity of mixing of feed and energy costs on the agitator drive.

Key words: feed mixer, feed, blade, mixer, blend uniformity.

РАСЧЕТ ПРОЧНОСТИ И УСТОЙЧИВОСТИ КОЛОННЫ МОРСКОЙ ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ПО ПРАВИЛАМ DNV

Владимир Ухо

*Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова
54025, г. Николаев, просп. Героев Сталинграда, 9*

Vladimir Ukho

*National University of Shipbuilding named after admiral Makarov
54025, Nikolaev, ave. Heroes of Stalingrad, 9*

Аннотация. В статье выполнен расчет на прочность и устойчивость колонны морской ветроэнергетической установки (ВЭУ), как замкнутой кольцевой системы, в соответствии с действующими на нее нагрузками. Выбраны типоразмеры основных конструктивных элементов колонны. Выполнен сравнительный анализ колонн различных конструктивных типов по массовым и геометрическим показателям.

Ключевые слова: прочность, устойчивость, конструктивные элементы, массовые и геометрические характеристики.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

При выборе материала и конструкции колонны морской ВЭУ определяющим фактором является то, что современный морской ветропарк состоит из большого числа отдельных ветроэнергетических установок [5]. Их число может составлять от двадцати до нескольких сотен. В связи с этим, изготовление составных частей установки должно осуществляться не только в короткие сроки, но и с минимальными материальными и трудовыми затратами. С этой целью колонна ВЭУ должна изготавливаться по модульной системе, то есть унифицированной, с максимальным применением автоматического и роботизированного труда.

В настоящее время наиболее подходящим материалом по физико-механическим характеристикам, а также пригодности к автоматизированному изготовлению с высоким качеством выходящей продукции является сталь. Конструкция колонны ВЭУ сплошной круговой формы (цилиндрической либо конической) дает возможность не только уменьшить нагрузки от набегающих потоков, но и обезопасить обслуживающий персонал, силовые линии передачи выработан-

ной энергии, внутреннее насыщение колонны и др [6].

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Для определения толщины обшивки колонны и формы ее изменение по высоте в [14] рекомендуется использовать эмпирическое отношение:

$$\frac{D}{t} \approx 200,$$

где: D – наружный диаметр колонны, мм;
 t – толщина обшивки колонны, мм.

Данная пропорция не соответствует действительным распределениям внешних нагрузок на колонну и внутренним усилиям, которые они вызывают, и обеспечивает прочность колонны с ощутимым запасом, что в свою очередь приводит к увеличению ее металлоемкости и общей стоимости.

Классификационным обществом DNV, разработан ряд стандартов, посвященных проектированию морских ВЭУ. Одним из таких стандартов является [14], в котором приведены расчетные формулы для определения толщин обшивки и подкрепляющего набора колонны ВЭУ.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Целью работы является расчет геометрических характеристик колонны морской ВЭУ (глакостенной и с подкрепляющими ребрами жесткости) в соответствии с действующими нагрузками с последующей проверкой прочности и устойчивости.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

В качестве опорной колонны морской ВЭУ принята цилиндрическо-коническая конструкция высотой 80 м, диаметром 4,3 м у основания и 3,0 м у вершины [7].

В соответствии с [14] минимальная толщина обшивки колонны определяется по формуле:

$$t_{\min} = \frac{14,3t_0}{\sqrt{f_{yd}}},$$

где $t_0=7$ мм – для основных конструктивных элементов;

$t_0=5$ мм – для вспомогательных конструктивных элементов;

f_{yd} – приведенный предел текучести, Н/мм²;

$$f_{yd} = \frac{f_y}{\gamma_M};$$

f_y – минимальный предел текучести материала; $f_y = 235$ Н/мм²

$$\gamma_M=1,1;$$

тогда: $f_{yd} = \frac{235}{1,1} = 213,64$ Н/мм²,

$$t_{\min} = \frac{14,3 \cdot 7}{\sqrt{213,64}} = 6,85 \text{ мм.}$$

В выполненных расчетах колонна разбита по высоте на 4 равных секции по 20 м каждая []. При рассмотрении колонны в виде замкнутой кольцевой системы расчетная схема может быть представлена в [3]. Такая схема также может применяться при расчетах трубопроводов, сосудов высокого давления, силосных башнях и других подобных системах. Как показано в [3], эпюра изгибающих

моментов и перерезывающих сил по сечению будет носить знакопеременный характер, но наибольшее влияние, при рассмотрении половины сечения, они будут оказывать на пролете в $0,64 \cdot d$, где d – диаметр колонны, м (рис.1). В таком случае опорный контур пластины будут составлять: длинна секции – как большая сторона, $0,64 \cdot d$ – меньшая сторона.

Толщина обшивки гладкостенной колонны ВЭУ, на которую действует боковое давление ветра, должна быть не меньше:

$$t = \frac{15,8k_a k_r s \sqrt{p_d}}{\sqrt{\sigma_{pd1} k_{pp}}},$$

где: k_a – поправочный коэффициент для соотношения сторон пластины; $k_a=(1,1-0,25s/l)^2$; при $s/l=0,4$ $k_{a \max}=1,0$; при $s/l=1$ $k_{a \min}=0,72$;

k_r – поправочный коэффициент для кривизны перпендикулярной р.ж.;

$$k_r=1-0,5s/r_c;$$

r_c – радиус кривизны, м;

s – расстояние между р.ж., или опорный контур пластины, расположенный вдоль обшивки, м; $s=0,64d$;

l – длина пролета пластины, м; принято $l=20$ м, по размеру одной секции башни; тогда поправочный коэффициент для опорного сечения $k_a=(1,1-0,25s/l)^2=(1,1-0,25 \cdot 0,64 \cdot 4,3/20)^2=1,14$; принято $k_a=1,0$ для всех сечений.

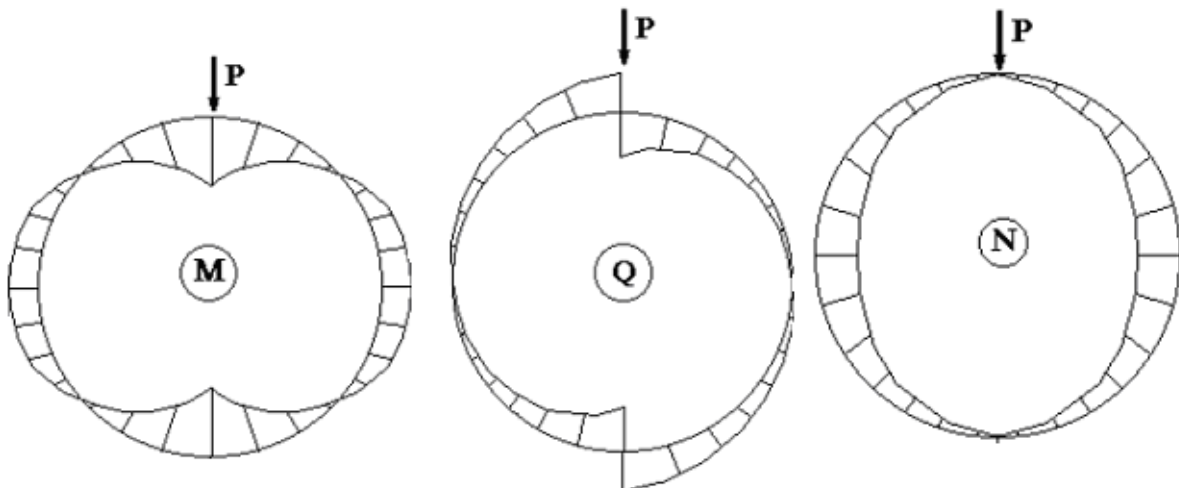


Рис. 1. Эпюры распределения нагрузок: M – изгибающие моменты; Q – перерезывающие силы; N – продольные усилия

Fig 1. Diagram of the load distribution: M – bending moments; Q – shear forces; N – longitudinal forces

Поскольку в любом сечении колонны радиус кривизны r_c и опорный контур пластины s будут зависеть от диаметра колонны, то и коэффициент k_r по высоте не будет меняться и определяется как $k_r=1-0,5 \cdot 0,64 \cdot 4,3/2,15=0,36$;

p_d – расчетное давление, кПа, вычисленное в соответствии с [4];

$\sigma_{pd1} = 1,3(f_{yd} - \sigma_{jd})$ – расчетные изгибающие напряжения, но не больше чем $f_{yd} = 213,64$, Н/мм²;

$\sigma_{jd} = \sqrt{\sigma_{xd}^2 + \sigma_{yd}^2 - \sigma_{xd} \cdot \sigma_{yd} + 3\tau_d^2}$ – приведенное расчетное напряжение для пластины; где σ_{xd} и σ_{yd} – нормальные напряжения вдоль осей x и y соответственно;

τ_d – касательные напряжения в плоскости x - y

k_{pp} – параметры фиксации пластины; $k_{pp}=1,0$ для подкрепленных кромок; $k_{pp}=0,5$ для опертых краев.

С целью увеличения запаса прочности в качестве приведенного напряжения σ_{pd1} принята расчетная прочность $f_{yd} = 213,64$ Н/мм². Результаты расчетов толщин обшивки колонны приведены в табл.1.

Учитывая стандартный размер и толщину листового проката, применяемого в судостроении [10], с целью уменьшения количества сварных швов и следовательно трудоемкости изготовления всей колонны [9], для изготовления башни принято использовать листовую прокат в соответствии с ОСТ 5.9075-84 [2] размером 14000x3000 и рассчитанной толщиной. Размеры и толщина принятых пластин схематически показана на рис. 2.

При рассмотрении конструкции в виде листовой обшивки с подкрепляющими ребрами жесткости [12], колонна так же как и в случае с гладкостенной конструкцией разделена по высоте на четыре равных секции по 20 м каждая. В качестве продольных подкрепляющих р.ж. выбраны несимметричные полособульбы по ГОСТ 21937-76 [1] в количестве 18 штук по всей окружности колонны. Угол между двумя соседними ребрами жесткости будет составлять $\alpha=360/18=20$ град. В таком случае шпация между р.ж. будет меняться по всей высоте колонны и в каждом сечении будет определяться как

Таблица 1. Расчет толщины обшивки гладкостенной колонны
Table 1. The shell thickness calculations for smooth tower

Высота колонны, м	Давление ветра p_d , кПа	k_a	r_c , м	s , м	k_r	σ_{pd1} , Н/мм ²	k_{pp}	t , мм
0	524,27	1,0	2,15	2,750	0,36	213,64	1,0	24,29
10	630,40	1,0	2,069	2,650	0,36	213,64	1,0	25,68
20	679,73	1,0	1,988	2,544	0,36	213,64	1,0	25,60
30	726,56	1,0	1,906	2,440	0,36	213,64	1,0	25,40
40	765,88	1,0	1,825	2,336	0,36	213,64	1,0	24,97
50	804,06	1,0	1,744	2,232	0,36	213,64	1,0	24,45
60	834,47	1,0	1,663	2,128	0,36	213,64	1,0	23,75
70	864,46	1,0	1,581	2,024	0,36	213,64	1,0	23,00
80	894,01	1,0	1,50	1,920	0,36	213,64	1,0	22,18

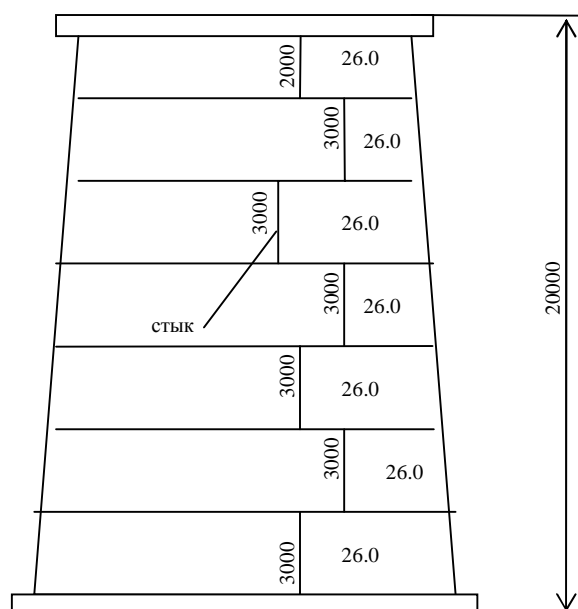


Рис.2. Схема расположения стыков и распределение толщин по высоте колонны
Fig. 2. The scheme of butts situation and thickness distribution on the height of the tower

$$s = \frac{\alpha}{57,3} \cdot r = 0,349 \cdot r,$$

где: α – угол между соседними р.ж., град;

r – радиус колонны в выбранном сечении, м.

Опорный контур пластины будут составлять: длина секции $l=20$ м – как большая сторона; расстояния между соседними р.ж. – меньшая сторона [11].

Поскольку расчетные формулы по определению толщины обшивки такие же как и для гладкостенной колонны, то в работе представлены только результаты расчетов (табл.2).

Момент сопротивления сечения Z_s продольных ребер жесткости, подвергающихся боковому давлению, должен быть не меньше чем:

$$Z_s = \frac{l^2 \cdot s \cdot p_d}{k_m \cdot \sigma_{pd2} \cdot k_{ps}} \cdot 10^6 \text{ мм}^3, \text{ но больше чем } 15 \cdot 10^3 \text{ мм}^3,$$

где l – пролет ребер жесткости, м; $l=20$ м;

s – шпация, м;

p_d – расчетное давление, кПа;

k_m – фактор изгибающего момента, определяется по табл. G1 [15] и принят в расчетах $k_m=12$;

σ_{pd2} – расчетные изгибающие напряжения, Н/мм², принято $\sigma_{pd2}=213,64$;

k_{ps} – параметр фиксации для р.ж.; $k_{ps}=1,0$ если хотя бы один конец р.ж. жестко заделан; $k_{ps}=0,9$ если оба конца свободно оперты.

Расчет параметров продольных р.ж. представлен в табл.3.

В качестве продольных ребер жесткости по всей высоте колонны может быть применен несимметричный полособульб 18б с геометрическими характеристиками по [1]. Размеры и толщина принятых пластин и набора схематически показана на рис. 3.

Для расчета на прочность и устойчивость колонна ВЭУ представляется в виде непризматической балки [13], жестко защемленной с одной стороны (со стороны монтажного фланца) и свободной с другой. При расчетах используются стандартные формулы при сложном изгибе стержней. Расчет на прочность и устойчивость, выполненный в MathCAD, подтвердил что принятые толщина и момент сопротивления р.ж. удовлетворяют требованиям прочности и устойчивости при действии внешних ветровых нагрузок на колонну. Сопоставление геометрических характеристик колонн представлено в табл. 4.

Таблица 2. Расчет толщины обшивки колонны с подкрепляющими р.ж.
Table 2. The shell thickness calculations for tower with stiffeners

Высота, м	Давление ветра p_d , кПа	l , м	s , м	k_a	r_c , м	k_r	σ_{pd1} , Н/мм ²	k_{pp}	t , мм
0	524,27	20,0	0,750	1,0	2,15	0,826	213,64	1,0	15,33
10	630,40	20,0	0,722	1,0	2,069	0,826	213,64	1,0	16,18
20	679,73	20,0	0,694	1,0	1,988	0,826	213,64	1,0	16,15
30	726,56	20,0	0,665	1,0	1,906	0,826	213,64	1,0	16,00
40	765,88	20,0	0,637	1,0	1,825	0,826	213,64	1,0	15,74
50	804,06	20,0	0,609	1,0	1,744	0,826	213,64	1,0	15,42
60	834,47	20,0	0,580	1,0	1,663	0,826	213,64	1,0	14,96
70	864,46	20,0	0,552	1,0	1,581	0,826	213,64	1,0	14,50
80	894,01	20,0	0,524	1,0	1,50	0,826	213,64	1,0	14,00

Таблица 3. Расчет момента сопротивления продольных р.ж. колонны
Table 3. The resistance moment calculations for longitudinal stiffeners

Высота, м	Давление ветра p_d , кПа	l , м	s , м	k_m	k_{ps}	σ_{pd2} , Н/мм ²	$Z_s \cdot 10^6$, мм ³	№ профиля
0	524,27	20,0	0,750	12	1,0	213,64	61,35	18а
10	630,40	20,0	0,722	12	1,0	213,64	71,02	18б
20	679,73	20,0	0,694	12	1,0	213,64	73,60	18б
30	726,56	20,0	0,665	12	1,0	213,64	75,39	18б
40	765,88	20,0	0,637	12	1,0	213,64	76,12	18б
50	804,06	20,0	0,609	12	1,0	213,64	76,40	18б
60	834,47	20,0	0,580	12	1,0	213,64	75,52	18б
70	864,46	20,0	0,552	12	1,0	213,64	74,45	18б
80	894,01	20,0	0,524	12	1,0	213,64	73,09	18б

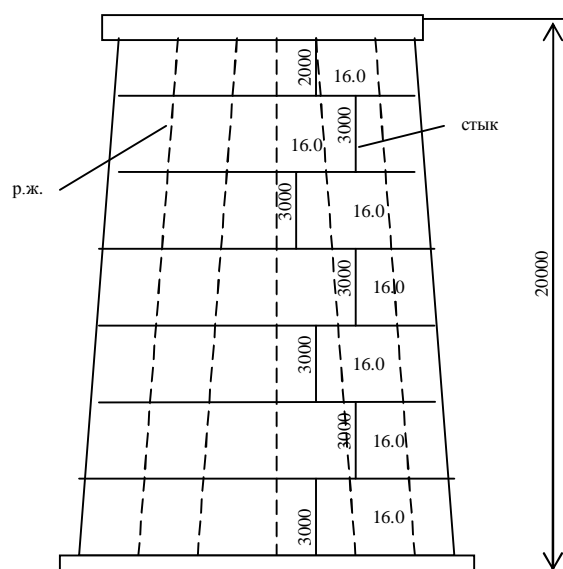


Рис.3. Схема расположения стыков и распределение толщин по высоте колонны с р.ж.
Fig. 3. The scheme of butts situation and thickness distribution on the height of the tower with stiffeners

Таблица 4. Сопоставление геометрических характеристик колонн

Table 4. Comparative of geometrical characteristics of the towers

Сечение колонны, м	Площадь сечения, м ²		Момент инерции сечения, м ⁴		Вес колонны, т	
	Гладкостен.	С набором	Гладкостен.	С набором	Гладкостен.	С набором
0	0,349	0,262	0,797	0,590	159,6	127,6
10	0,323	0,246	0,683	0,512	133,2	107,7
20	0,298	0,230	0,582	0,442	108,8	89,0
30	0,274	0,216	0,492	0,380	86,4	71,5
40	0,251	0,201	0,414	0,325	65,7	55,1
50	0,230	0,188	0,345	0,276	46,9	39,8
60	0,209	0,175	0,285	0,233	30,0	25,6
70	0,187	0,163	0,233	0,195	14,1	12,3
80	0,17	0,151	0,189	0,162	0	0

ВЫВОДЫ

Рассчитанные по правилам DNV конструктивные элементы колонны морской ВЭУ отвечают условиям прочности и стойкости непрямоугольного стержня, испытывающего сложный изгиб. При этом, колонна с подкрепляющими продольными ребрами жесткости на 32 тонны легче чем гладкостенная колонна, что составляет 20,0 % от её массы, что в свою очередь облегчает подъемные, транспортные и монтажные операции.

БИЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. GOST 21937-76. Polosobul'b gorjachekatanyj nesimmetrichnyj dlja sudostroenija. Sortiment. – Vzamen GOST 5353-52 v chasti polosobul'bovyh nesimmetrichnyh pro-filej; Vved. 01.01.78. – M.: Izd-vo standartov, 1976. – 6.
2. OST 5.9075-84. Prokat listovoj gorjachekatanyj. Sortiment. – Vzamen GOST 8597-57 v chasti listov shirinoj 500 mm i bolee, GOST 3680-57 i GOST 8075-56 v chasti gorjachekatanyh listov, GOST 5681-57; Vved. 01.01.76. – M.: Izd-vo standartov, 1974. – 17.
3. Smirnov M. 2003. Stroitel'naja mehanika. Raschet arok i kol'cevnyh sistem. / Smirnov M.S., Evdokimov B.M. // SPb. – 36.
4. SNiP 2.01.07-85. Nagruzki i voz-dejstvija. – Vzamen SNiP II-6-74: Vved. 01.01.87. – M.: Izd-vo standartov, 2003. – 58.
5. Ukho, V. 2010. Analiz konstrukcij opornyh kolonn razlichnyh tipov dlja morskikh vetrojenergeticheskikh ustanovok. / V.S.Uho // Zb. nauch. trudov NUK №5. – Nikolaev: NUK. – 27-34.
6. Ukho V. 2013. Opredelenie velichiny i haraktera vneshnih nagruzok na kolonnu morskoy

vetrojenergeticheskoy ustanovki / Uho V.S. // El. vidannja Visnik NUK. – Nikolaev: NUK. – №2.

7. Ukho V. 2010. Sovremennoe sostojanie VJeU i problema izgotovlenija kolonn dlja nih. / V. S. Uho // Innovacii v sudnobuduvanni ta okeaoehnici: materiali Pershoi mizhnar. nauk.-tehn. konf., prisvjachenoj 90-richchju NUK. – Mikolaiv: NUK.

8. Ukho V., Rashkovskij A. 2012. Raschet fundamenta gravitacionnogo tipa morskoy VJeU na stojkost' i sdvig po morskomu gruntu // Zhurnal «Rybnoe hozjajstvo Ukrainy». – Kerch': KGMTU. – №6(83). – 34-41

9. Galkin V. 1983. Spravochnik po sborochno-svarochnoj osnastke cehev verfi / V. Galkin. – L.: Sudostroenie. – 304.

10. Mackevich V. 1980. Osnovy tehnologii sudostroenija / V. Mackevich, J. Ganov, V. Dobrolenskij, V. Kravchenko, V. Lejzerman, V. Naumov, E. Nikitin; [pod. obshh. red.] V.D. Mackevicha. – L.: Sudostroenie. – 177.

11. Elkinton C. 2006. Offshore Wind Farm Layout Optimization (OWFLO) Project: an Introduction / C. Elkinton, J. Manwell, J. McGowan // University of Massachusetts. – 11.

12. Zaaijer M. 2003. Comparison of monopile, tripod, suction bucket and gravity base design for a 6 MW turbine / In Proceedings of OWEMES, ENEA, Italy, April

13. Postnov V. 1987. Stroitel'naja mehanika korablja i teorija uprugost: V 2 t. / V. Postnov, D. Rostovcev, V.P. Suslov, Ju.P. Kochanov / T. 2. Izgib i ustojchivost' sterzhnej, sterzhnevnyh sistem, plastin i oblocek. – L.: Sudostroenie. – 416.

14. DNV-OS-C101. DESIGN OF OFFSHORE STEEL STRUCTURES, GENERAL (LRFD METHOD). – October 2008. – Det Norske Veritas. – 49.

15. DNV-OS-J101. DESIGN OF OFFSHORE WIND TURBINE STRUCTURES. – October 2007. – Det Norske Veritas. – 142.

**STRENGTH AND STABILITY
CALCULATIONS OF OFFSHORE WIND
TOWER ACCORDING TO RULES OF
DNV**

Summary. The calculations of strength and stability of wind turbine tower according to actual loads have been made. The dimensions of main structure elements have been chosen. The comparative analysis of different tower types by weight and geometrical characteristics has been made.

Key words: strength, stability, structure elements, weight and geometrical characteristics.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПУТЕЙ И ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕХНИКИ В ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВАХ

Николай Грипачевский

Николаевский национальный аграрный университет

54020, г. Николаев, ул. Парижской коммуны, 9

Nicholay Hripachevskyy

Nikolaev National Agrarian University

54020, Nikolaev, st. Paris Commune, 9

Аннотация. Приведенный анализ состояния использования фермерской техники, показывает, что потребность в технике при условии оснащения каждого фермерского хозяйства всем комплексом машин и механизмов, удовлетворенная лишь на 33,7%, а оснащенность отдельных фермерских хозяйств основными видами машин превышает нормативные значения для больших хозяйств почти в 4 раза. Установлено, что общее использование техники позволяет в 3,5 раза сократить время выполнения подготовительно-заключительных работ в сравнении с индивидуальным ее использованием, при этом часть времени основной работы агрегатов увеличивается в два раза.

Ключевые слова: фермерские хозяйства, эффективность эксплуатации.

ВВЕДЕНИЕ

Развитие фермерского движения в Украине в начале 2000 года возжелало проведение специальных научных разработок, направленных на исследование эффективных методов использования производственно-технического потенциала фермерских формирований. Известно, что до 85% от всех капитальных затрат в фермерских хозяйствах приходится на приобретение техники только за счет валовой выручки. Это не дает возможности обеспечить их необходимой техникой.

Индивидуальное использование фермерской техники предопределяет вконец низкую эффективность ее эксплуатации. Сейчас в Украине в фермерских хозяйствах проводится лишь половина необходимых технологических операций, причем в агротехнический срок выполняется только треть объемов полевых механизированных работ от числа тех, что выполняются вообще.

Одним из главных путей решения этих вопросов является применения общего использования разных видов мобильной тех-

ники. Это позволит в 2-3 раза увеличить производительность комплекса машин при выполнении полевых механизированных работ, сократить сроки их выполнения, увеличить в 1,5 - 2,0 раза в сезонную загрузку техники. Поэтому повышение эффективности эксплуатации комплекса машин за счет уменьшения их простоев, общим использованием тракторной и автомобильной техники фермерскими хозяйствами, обоснования их оптимальной энергообеспеченности и рационального уровня концентрации формирований фермеров является актуальным и своевременным вопросом для сельского хозяйства Украины.

МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

При информационно-аналитическом исследовании состояния сельскохозяйственных фермерских формирований использовали фактические данные по Николаевской области. С целью проверки теоретических положений экспериментальные исследования проводились методом хронометражных наблюдений за существующими отраслевыми методиками на протяжении четырех лет на выполнении основных полевых механизированных работ (дискование МТЗ-82+БДТ-3,0, пахота Т-150+ПЛН-5-35, боронование Т-150+БЗС-1,0, культивация Т-150+КПС-4, посев МТЗ-80+СЗ-3,6, прикатывание МТЗ-80+ЗККШ-6, подбор валков СК-5 «Нива») в фермерских хозяйствах Николаевского района.

Путем хронометража измерялась структура затрат времени МТА на протяжении времени в условиях индивидуального и общего использования техники согласно расширенной нами классификации суточного времени работы агрегатов, которое позволило определить составные совокупного коэффициента использования комплекса машин

на основных полевых механизированных работах [1].

Тяговое усилие транспортно-энергетического средства замерялось тяговым динамометром ДПУ-2 с границей измерений 2,0 - 20,0 кН и ценой деления шкалы 0,2 кН, скорость движения через путь 100 м и время его прохождения, а давление колес автомобиля на почву - согласно методики полевых опытов.

Для фермерских участков неправильной формы с нетрадиционными способами движения МТА измерялась средняя длина гона движения агрегатов измерительным колесом, скорость движения агрегатов, производительность МТА и затрата топлива на 1 га фермерского участка.

При проведении экспериментальных исследований применялся математический метод планирования эксперимента. Теоретические исследования проведены методом аналитически-детерминированного моделирования [2].

Необходимый комплекс машин определялся согласно методики обобщающих критериев (по производительности МТА, затрате топлива, приведенным затратам и энергозатратам на 1 га фермерского участка).

Результаты экспериментальных исследований обработаны методами математической статистики с использованием ЭВМ.

Установлено, что 62,2% земельных наделов фермерских формирований области имеют площадь от 25 до 45 га, а средняя площадь надела составляет 35 га.

Только 5,2% земельных участков располагаются от места постоянного базирования техники фермерских хозяйств на расстоянии не более 430 м. Другие участки изъяты от производственных баз обследованных фермерских хозяйств на расстоянии от 1 до 15 км. На основании результатов обработки наблюдательных писем, фотографий рабочего времени 15 фермеров, которые работают в условиях только своего конкретного хозяйства и 23 фермеров, которые работают в условиях кооперации, в разные периоды сельскохозяйственных работ на протяжении трех лет было выявлено их использование времени времени (рис. 1).

Процентное соотношение затрат суточного времени использования техники при индивидуальной и общей работе МТА на операциях дискования, пахота, боронование,

культивация, посев, прикатывание и собирание зерновых показывает, что часть времени работы МТА (рис. 2) при них индивидуальном использовании составляет в среднем 26,3%.

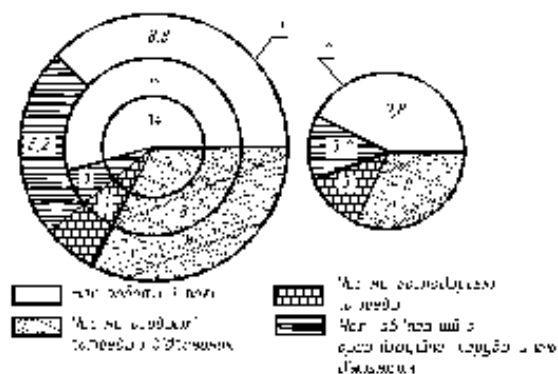


Рис. 1. Распределение суточной занятости фермера в период весенней посевной: 1 - при совместном использовании техники тремя фермерами; 2 - при работе в одиночку
Fig. 1. Distribution of daily employment enzyme mayor during spring planting: 1 - when using compatible technology three farmers; 2 - when working alone

При выполнении работ совместно этот показатель повышается в 1,8 раза и составляет 52,9%, причем на культивации и прикатывании он выше 57% и минимальный на снятие зерновых - 40,5%.

При общем использовании техники время холостых переездов МТА уменьшился от 29,1 до 15,2%, а время простоев по техническим причинам от 22,9% до 12,5% [3 - 8].

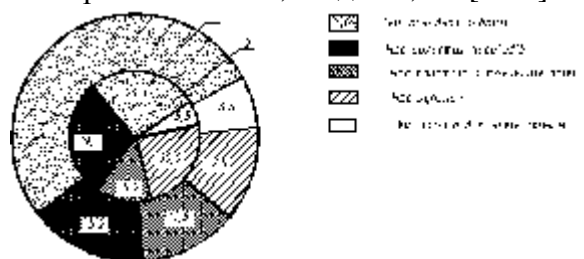


Рис. 2. Среднее процентное соотношение затрат суточного времени использования техники на семи операциях: 1 - при совместном ее использовании; 2 - при индивидуальном
Fig. 2. Average percentage cost of daily time use of technology in seven operations: 1 - compatible with using it; 2 - when an individual

Таким образом, при общем использовании техники в фермерских хозяйствах в 1,3

раза возрастает абсолютная величина среднесуточной занятости фермеров на выполнении непосредственно полевых механизированных работ, а в структуре суточного рабочего времени фермера часть основной работы возрастает почти в два раза [9].

Из графика продолжительности основной работы МТА (T_1) от совокупного коэффициента использования техники (K_c) при выполнении основных технологических операций (рис. 3) видно, что чем больший совокупный коэффициент, то есть меньшие разные потери суточного времени, тем эффективнее используется время основной работы (дискование, пахота, культивация), тем больший объем работы может выполнить агрегат за меньшее время основной работы [10 - 12].

Коэффициент использования суточной продолжительности МТА увеличивается от 0,26 при индивидуальном пользовании техникой до 0,53 при ее общем использовании.

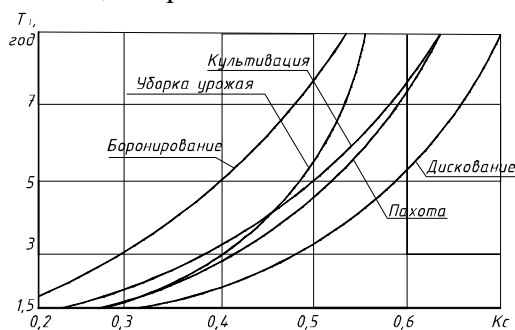


Рис. 3. Зависимость времени основной работы МТА (T_1) от совокупного коэффициента использования их суточной занятости (K_c)

Fig. 3. Dependence of time primary work AIT (T_1) of the total utilization of their daily employment (K_c)

При общем использовании техники обязательно применяется потоково-цикловой метод выполнения полевых работ, то есть работы проводятся в 1,5 - 3 изменения несколькими фермерами [16 - 19].

Если использовать автомобиль на посевах или культивации, то тяги на второй передаче уже недостаточно, а на первой передаче автомобиль в основном используется только для движения из места, или преодоления кратковременных перегрузок. Поэтому

применение конструкции устройства для повышения тяговых возможностей автомобиля даст возможность использовать автомобиль как на посевах, так и на предпосевной культивации.

Число фермерских хозяйств, которые могут быть объединены для работы комплекса машин на одной операции, колеблется от 2,8 на пахоте до 15,7 на прикатывании.

На уровень концентрации фермерских хозяйств значительно влияет расстояние от базы фермера к земельному участку. Приведенные результаты при условии, что расстояние от базы фермерского хозяйства к земельному участку составляет значение, которое более всего часто встречается - 7 км, а расстояние между участками при кооперации в использовании техники не превышает 500 метров [13 - 16].

На основе наших исследований для фермерских хозяйств, которые доминируют на юге Украины (30...50 га), оптимальной маркой энергетического средства рекомендуется трактор тягового класса 1,4 т, с мощностью двигателя 75...100 л.с. с комплектом сельскохозяйственных машин.

Организация средств производства предполагает эффективное их использование. За счет которых же факторов можно улучшить использование техники? К таким факторам можно отнести:

- увеличение изготовления на трактор за счет ликвидации простоев, повышение коэффициента сменяемости работы техники. Работа в два изменения дает возможность поднять сезонное изготовление минимум на 25 - 30 %, что позволяет имеющимся парком машин выполнить больший объем работ и сократить сроки их проведения;
- своевременное и качественное проведение ремонта;
- организацию хранения техники;
- подготовку квалифицированных кадров;
- наиболее полное использование мощностей тракторов путем отбора необходимых машин и орудий.

Нерациональное использование, частый простой, слабая загруженность машин и оборудования приводят к тому, что хозяйства вынуждены, чтобы справиться со всем объемом работ, приобретать лишнюю технику, которая ложится большим бременем на экономику жи-

вотноводства и удорожает себестоимость продукции [17 - 19].

Основные пути повышения эффективности использования машин и оборудования на фермах такие:

а) устранение причин, которые вызывает простой;

б) увеличение времени эксплуатации на протяжении рабочего дня;

в) полное использование производственной мощности и производительности;

г) самая большая загруженность работой в течение года.

Для оценки использования техники в животноводстве применяются следующие показатели:

- коэффициент использования машин, которое выражает уровень их эксплуатации по времени на протяжении рабочего дня, что и определяется как отношения чистого времени работы машины на протяжении рабочего дня к фактической продолжительности рабочего дня на ферме. Рядом с коэффициентом использования машин можно применять показатель, который отбивает простой их на протяжении изменения, который определяется как отношения общего времени простоев машины на протяжении рабочего дня или изменения в фактическую продолжительность рабочего дня;

- коэффициент экстенсивной загрузки, которая выражает уровень использования техники по времени в течение года. Этот показатель зависит как от качества конструкции машины, ее эксплуатационной надежности, так и от уровня технического обслуживания и степени соответствия данной машины принятой на ферме технологии, а рассчитывается он отношением фактического числа машино-дней, отработанных чем год к общему количеству машино-дней пребывания этой машины в хозяйстве в течение года;

- коэффициент интенсивной загрузки машин, обусловленный как отношения фактического поголовья, которое обслуживается машиной, или количества выполненной работы к нормативной величине поголовья, которое обслуживается машиной, скота или его технической производительности;

- коэффициент интегральной (полной) загрузки машин, обусловленный как произведение коэффициентов экстенсивной и интенсив-

ной загрузки. Коэффициент интегральной загрузки является обобщающим показателем эффективности использования техники в животноводстве, которые объединяют в себе показатели использования и по времени и по производительности.

ВЫВОДЫ

Фактическая производительность МТА в условиях соседской взаимопомощи за один час работы на протяжении времени составляет на дисковании 135%, на пахоте 189%, при сплошной культивации - 212%, на севе - 129%, на бороновании - 133%, и на подборании валков зерновых культур - 234% от соответствующего значения производительности при единоличном использовании агрегатов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Doroshenko L. 2004. Paralel'nij metod vikonannja pol'ovih robit fermers'kih formuvan' / L.V. Doroshenko, A.M. Jakovenko // Agrarnij visnik Prichornomor'ja: 36. nauk, prac'. – Odesa.– № 24. – 33-37.
2. Doroshenko L. 2002. Osoblivosti metodiki fotohronometrazhnih sposterezhen' za vikoristannjam mashinno-traktornih agregativ u fermers'kih gospodarstvah / L.V. Doroshenko // Agrarnij visnik Prichornomor'ja: 36. nauk, prac'. – Odesa.– №19. – 28-33.
3. Rakul O. 2011. Analitichnij ogljad problem mehanizovanogo zbirannja kukurudzi v Ukraïni / O. Rakul // MOTROL. Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture Polish Academy of Sciences Branch of Lublin Ropczyce School of Engineering and Management. – Lublin,– Tom 13A. – 60–66.
4. Kichak I. 2011. Skladovi zabezpechennja sil's'kogospodars'kih pidpriemstv tehničnimi zasobami virobництва / I. Kichak, V. Gavrish, A. Kulik // MOTROL. Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture Polish Academy of Sciences Branch of Lublin Ropczyce School of Engineering and Management. – Lublin,– Tom 13A. – 153–159.
5. Dorofeeva H. 1999. Organizacionno jekonomiche problemu sozdanija i funkcionirovanija MTS: Opyt i perspektivy / H. Dorofeeva, O. Zhukova // Vserossijskij NII jekonomiki sel'skogo hozjajstva. - M, - 47.
6. Kormakov L. 2000. Metodicheskie osnovy organizacionnogo proektirovanija mashinno-

- tehnologicheskikh stancij / L. Kormakov, O. Rogozhina // Jekonomika sel'skogo hozjajstva i pererabatyvajushhih predpriyatij. - №1. - 22-23.
7. Kormakov L. 2000. Mashinnotehnologicheskie stancii v sisteme agropromyshlennogo proizvodstva / Kormakov L. // Problemy i reshenija. - M.: GUL «Agropromizdat». - 12-62.
8. Kuvshinov A. 1999. Voprosy organizacionno-jekonomicheskogo mehanizma sozdaniya i funkcionirovaniya mashinno-tehnologicheskikh stancij v sisteme APK / A. Kuvshinov. - M. - 70.
9. Kuz'min V. 1997. Mashinnotehnologicheskie stancii v sel'skom hozjajstve: Obzor informacii / V. Kuz'min // NII informacija i tehnorejekonomicheskie issledovanija po inzhenerno tehnicheskomu obespecheniju agropromyshlennogo kompleksa (Informagroteh). - M. - 59.
10. Kuz'min V. 1995. Sozdanie predpriyatij po vypolneniju mehanizirovannyh rabot i uslug v sel'skom hozjajstve / V. Kuz'min, A. Korol'kova, S. Sazonova. - M.: Informagroteh. - 60.
11. Mevsha A. 1997. Opyt sozdaniya mezhhozjajstvennyh MTS na kooperativnoj osnove / A.L. Mevsha, V.I. Sheklanov // Tehnika i oborudovanie dlja sela. - №4-5. - 43-46.
12. Metodika opredelenija jekonomicheskoi jeffektivnosti tehnologij i sel'skohozjajstvennoj tehniki. Normativno spravocnyj material. - Moskva, 1998. - Ch 2.
13. Mihlin V. 1998. Minimizacija izderzhek na edinicu raboty mashinno-traktornogo agregata / V. Mihlin, I. Savin // Vestnik RASHN. - №3. - 71-73.
14. Morozov N. 1998. Tehnicheskij servis v zhivotnovodstve: postroenie i funkcionirovanie podrazdelenija MTS / N. Morozov, V. Zhirnov, P. Bobrov // Traktory i sel'skohozjajstvennye mashiny. - №4. - 9-12.
15. Mehanizacija i jelektrifikacija sel'skogo hozjajstva. - 1999. - №4. - 4-7.
16. Podgorbunskih P. 1998. Razvitie form obsluzhivaniya sel'skih tovaroproizvoditelej v sfere ispol'zovanija tehniki / P.E. Podgorbunskih, V.F. Islamutdinov // Vozrozhdenie sela faktor ukreplenija jekonomiki. - Orenburg. - 306-311.
17. Sazonov S. 1999. Rekomendacii po mezhfermerskoj kooperacii i ispol'zovaniju sel'skohozjajstvennoj tehniki/ S. Sazonov, O. Popova, D. Sazonova, A. Glotov // AKKOR. - M. - 46.
18. Senin P. 2000. Povyshenie nadezhnosti i jeffektivnosti ne obezlichenogo remonta / P. Senin // Traktory i sel'skohozjajstvennye mashiny. - №4. - 36-38.
19. Surzhikov B. 1998. Razvitie sistemy mashinno-tehnologicheskikh stancij / B. Surzhikov // Tehnika i oborudovanie dlja sela. - №4. - 27-30.

STUDY WAYS AND INCREASE USE TECHNOLOGY ON FARMS

Summary. The analysis of the use of farm machinery shows that demand for technology equipment provided each farm all complex machinery, satisfied only by 33.7% and the equipment of individual farms main types of machines exceeds the standard value for large farms almost 4 times. Established that sharing technology can reduce 3.5 times the performance of preparatory and final work performance in comparison with the individual using it, while the proportion of time the basic work units increases twice.

Key words: farms, operational efficiency.

РАСЧЕТ И ВЫБОР ПЕРЕХОДНЫХ ПОСАДОК

Геннадий Иванов, Павел Полянский

*Николаевский национальный аграрный университет
54020, г. Николаев, ул. Парижской коммуны, 9*

Gennadiy Ivanov, Pavlo Polyansky

*National Agrarian University
54020, Nikolaev, st. Paris Commune, 9*

Аннотация. Расчет и выбор переходных посадок имеет важное значение для неподвижных, но разъемных соединений и для более точного центрированной деталей. Характер посадок определяется вероятностью появления в них натягов и зазоров.

Расчеты вероятности натягов и зазоров основываются на нормальном распределении размеров деталей при изготовлении. Распределение натягов и зазоров в этом случае также подчиняется нормальному закону, а вероятность их появления определяется с помощью интегральной функции вероятности. При вероятностном расчете определяют среднее значение и рассеивание зазора или натяга. Как при настройке, так и при обработке деталей наладчик и станочник придерживаются ближе до безопасных границ. Для отверстия это наименьший, а для вала – наибольший предельные размеры. Вследствие чего возникает некоторая асимметрия распределения отклонений размеров.

Ключевые слова: переходные посадки, зазор, натяжение, среднее значение зазора (натяжения), вероятно рассеяния, наибольшие и наименьшие возможные зазоры и натяжения, функция Лапласа, средние квадратические отклонения, предельные и вероятные зазоры, допуск посадки.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Расчет и выбор переходных посадок имеет важное значение для неподвижных, но разъемных соединений и для более точного центрирования деталей.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Некоторые примеры расчета переходных посадок приведены в работах [1-5].

ПОСТАНОВКА ЗАДАНИЯ

В переходных посадках чаще всего нужно определить вероятность появления соеди-

нений зазором и вероятность появления соединений с натягом. Здесь могут быть два предельных случая. Первый, когда в переходной посадке, и второй, когда $|S_{p \max}| < |N_{p \max}|$.

В первом случае определяют вероятность появления соединений с натягом $P(N)$. Вероятность появления соединений с зазором в этом случае: $P(S) = 1 - P(N)$.

Во втором случае определяют вероятность появления соединений с зазором $P(S)$. Вероятность появления соединений с натягом: $P(N) = 1 - P(S)$.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Переходные посадки предназначены для неподвижных, но разъемных соединений и для более точного центрирования деталей. Они обеспечивают как зазоры, так и натяг, но значения зазоров или натягу относительно малые. Недвижимость соединения в переходных посадках достигается дополнительным креплением (шпонками, штифтами, винтами и тому подобное).

Выбор переходных посадок осуществляется за расчетом или за рекомендациями стандарта (по аналогии).

Для компенсации погрешностей (расположение и формы поверхности соединенных деталей, смятие поверхностей, сноса деталей – увеличивают радиальное биение, что определяет точность центрирования), а также создания запаса точности наибольший допустимый зазор в соединении определяют за формулой:

$$S_{\max} = F_r / K, \quad (1)$$

где: S_{\max} – наибольший допустимый зазор, мкм; F_r – радиальное биение, мкм; K – коэффициент запаса точности.

Условие выбора посадки: $S_{\max.ст} \leq S_{\max}$.

Характер посадок определяется вероятностью создания у них натягу и зазоров. Расчеты вероятности натягу и зазоров обосновывается на нормальном распределении размеров дета-

лей во время изготовления (возобновление). Распределение натягу и зазоров в этом случае также подчиненный нормальному закону, а вероятность их создания определяется с помощью интегральной функции вероятности. При вероятностном расчете определяют среднее значение и рассеивание зазору или натягу.

Как за налаживание, так и за обработки деталей наладчик и станочник держатся ближе к безопасным границам. Для отверстия это более малый, а для вала – более большой предельные размеры. Вследствие этого возникает некоторая асимметрия распределения отклонений размеров.

Среднее значение зазору (натяжение):

$$S_{cep}(N_{cep}) = e_{cep} + 0,1(TD + Td) - E_{cep}. \quad (2)$$

Вероятное рассеивание (индекс p в обозначении зазору-натягу):

$$t_{\Sigma p} = (1/K_{\Sigma})\sqrt{TD^2 + Td^2}. \quad (3)$$

В формулах (2), (3): E_{cep} и e_{cep} – средние отклонения размеров отверстия и вала; K_{Σ} – коэффициент относительного рассеивания зазору-натягу; как правило, тогда:

$$t_{\Sigma p} = \sqrt{TD^2 + Td^2}. \quad (4)$$

Наибольшие и наименьшие вероятные зазоры и натяги:

в посадках с зазором:

$$S_{p \max} = S_{cep} + 0,5t_{\Sigma p}; S_{p \min} = S_{cep} - 0,5t_{\Sigma p}, \quad (5)$$

в переходных посадках:

$$S_{p \max} = S_{cep} + 0,5t_{\Sigma p}; N_{p \min} = N_{cep} - 0,5t_{\Sigma p}, \quad (6)$$

в посадках с натяжением:

$$N_{p \max} = N_{cep} + 0,5t_{\Sigma p}; N_{p \min} = N_{cep} - 0,5t_{\Sigma p}. \quad (7)$$

Ниже поданы примеры расчета зазоров и натягов для некоторых посадок в системе отверстия.

Посадки с зазором. На рис. 1 приведена схема расположения полей допусков размеров отверстия и вала (а), а также предельное рассеивание зазору (б):

$$t_{\Sigma} = S_{\max} - S_{\min}, \quad (8)$$

где: S_{\max} и S_{\min} – наибольший и наименьший предельные зазоры; $t_{\Sigma p}$ – вероятное рассеивание зазоров, которые определяются за формулой (4); $S_{p \max}$ и $S_{p \min}$ – наибольший и наименьший вероятные зазоры.

Переходные посадки. Схема расположения полей допусков размеров отверстия и вала, а также графики рассеивания зазоров и

натягов приведено на рис. 2.

Посадки с натягом. Схема расположения полей допусков отверстия и вала, а также графики рассеивания этих размеров и натягов приведено на рис. 3.

Вероятность появления зазоров и натягов в заданном интервале размеров. Иногда нужно знать, какая частица из всей партии соединений имеет в заданном интервале зазор или натяг. Для этого используют таблицы функции Лапласа (табл. В.1 [10]).

Интервалы значений x $b - a = 6\sigma_x$ охватывает 0,9973 площади кривой (рис. 4).

В табл. В.1 [3] приведено значение z и соответствующие им значения функции $\Phi(z)$. Значения функции $\Phi(z)$ представляют собой вероятности нахождения случайной величины x в заданном интервале. Это одновременно есть и частица соединений, которые находятся в заданном интервале.

Вероятность нахождения величины x в интервале от x_i к x_{i+1} определяют за формулой:

$$P(x) = \Phi(z_{i+1}) - \Phi(z_i). \quad (9)$$

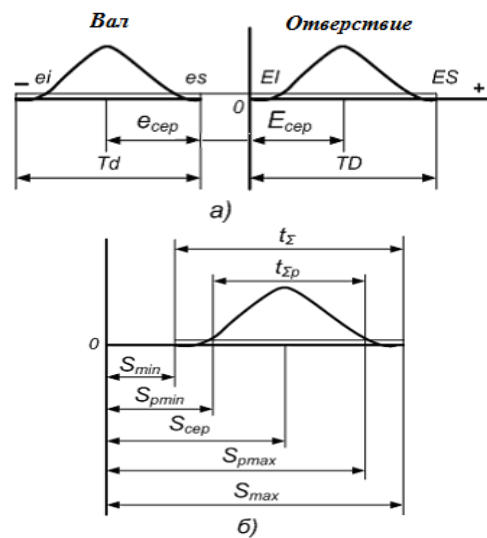


Рис. 1. Схема расположения полей допусков размеров отверстия и вала в посадке с зазором

Fig. 1. Location of field tolerance hole and the shaft in the landing clearance

Например, нужно определить вероятность нахождения величины z в интервале от $z_1 = 1,10$ к $z_2 = 1,34$ (рис. 5).

Тогда за табл. В. 1 [10]

$$\Phi(z_1) = 0,3643, \Phi(z_2) = 0,4099,$$

$$P(x) = 0,4099 - 0,3643 = 0,0456.$$

Потому, что функция симметрична, при отрицательных значениях z расчет ведут за модулем. Например, за $z_3 = -0,7$ и $z_2 = -1,5$ (рис. 5) вероятность нахождения величины z в заданном интервале

$$P(x) = 0,4332 - 0,2580 = 0,1752 .$$

Чтобы пользоваться таблицей функции Лапласа, след значения x_i и x_{i+1} , что имеют размер, перевести в безразмерные z_i и z_{i+1} . Для этого определяют средние квадратичные отклонения:

для посадок с зазором:

$$\sigma_x = (S_{p \max} - S_{p \min}) / 6; \quad (10)$$

для посадок переходных:

$$\sigma_x = (S_{p \max} - N_{p \min}) / 6; \quad (11)$$

для посадок с натягом:

$$\sigma_x = (N_{p \max} - N_{p \min}) / 6 . \quad (12)$$

После заданные интервалы x_i и x_{i+1} заменяют величинами:

$$z_i = [S_i - S_{сеп}(N_{сеп})] / \sigma_x ;$$

$$z_{i+1} = [S_{i+1} - S_{сеп}(N_{сеп})] / \sigma_x . \quad (13)$$

Здесь $S_{сеп}(N_{сеп})$ – среднее значение зазору-натягу для избранной посадки за формулой (2) или:

$$S_{сеп}(N_{сеп}) = 0,5[S_{p \max}(N_{p \max}) + S_{p \min}(N_{p \min})] . \quad (14)$$

Примеры решения задач

Пример 1. На чертёжу заданная посадка $\varnothing 63H8/e8$. Определить наибольшие и наименьшие предельные и вероятные зазоры.

За табл. Г.14 и Г.17 [3] для заданных размера и посадки (мкм):

$$ES = +46, EI = 0, E_{сеп} = +23, TD = 46;$$

$$es = -60, ei = -106, e_{сеп} = -83, Td = 46.$$

За формулами (2.6 и 2.7) наименьший и наибольший предельные зазоры:

$$S_{\min} = EI - es = 0 - (-60) = 60 \text{ мкм};$$

$$S_{\max} = ES - ei = +46 - (-106) = 152 \text{ мкм}$$

Предельное рассеивание зазору за формулой (7): $t_\Sigma = 152 - 60 = 92 \text{ мкм}$.

Среднее значение зазору по формуле (2):

$$S_{сеп} = 23 - (-83) - 0,1(46 + 46) = 96,8 \text{ мкм} .$$

Вероятное рассеивание зазору за формулой

$$(4): t_{\Sigma p} = \sqrt{46^2 + 46^2} = 65,05 \text{ мкм} .$$

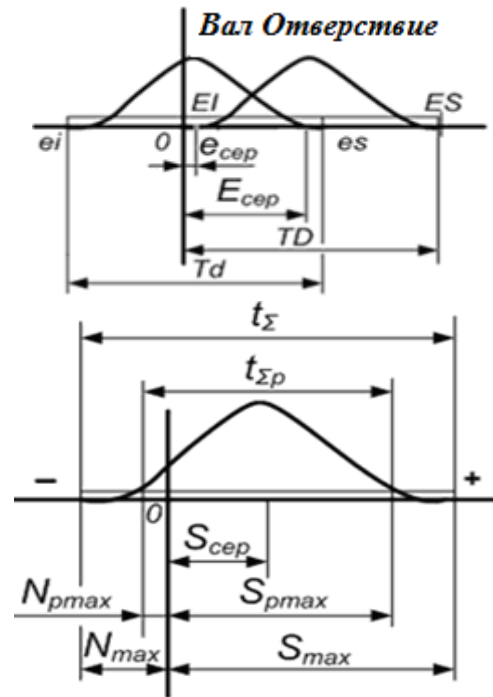


Рис. 2. Схема расположения полей допусков размеров отверстия и вала в переходной посадке

Fig. 2. Location of field tolerance hole and the shaft in the transitional landing

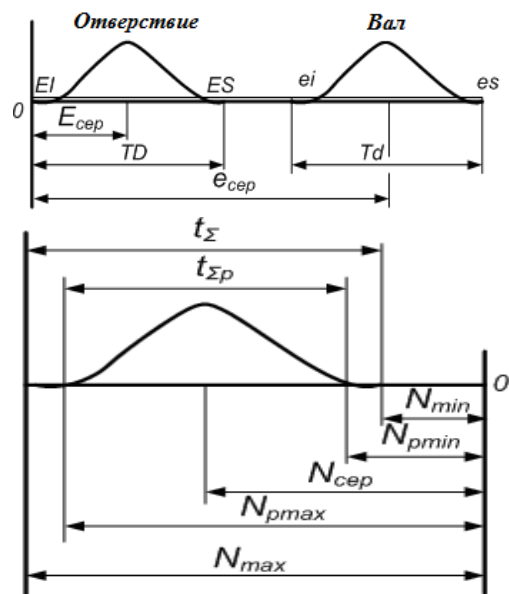


Рис. 3. Схема расположения полей допусков размеров отверстия и вала в посадке с натягом

Fig. 3. Location fields tolerances on the hole and shaft in the landing with interference

Наибольшие и наименьшие вероятные зазоры по формуле (5):

$$S_{p \max} = 96,8 + 0,5 \cdot 65,05 = 129,33 \text{ мкм};$$

$$S_{p \min} = 96,8 - 0,5 \cdot 65,05 = 64,27 \text{ мкм}.$$

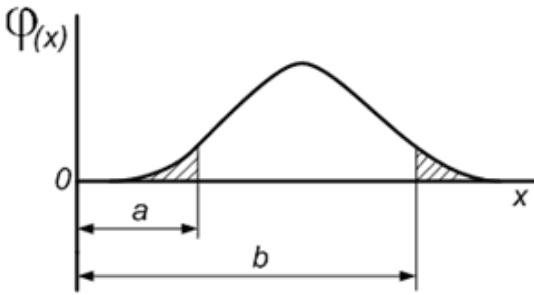


Рис. 4. Кривая Гаусса
Fig. 4. Gaussian curve

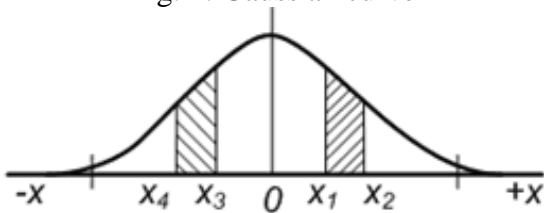


Рис. 5. Кривая Гаусса
Fig. 4. Gaussian curve

Пример 2. На чертежу задана посадка $\varnothing 60H7/k6$. Определить наибольшие и наименьшие предельные и вероятные зазоры и натяги в соединении.

За табл. Г. 13 и Г. 15 [3] для заданных размера и посадки (мкм):

$$ES = +30, EI = 0, E_{\text{сеп}} = +15, TD = 30;$$

$$es = +21, ei = +2, e_{\text{сеп}} = +11,5, Td = 19.$$

Наибольший предельный зазор:

$$S_{\max} = ES - ei = +30 - 2 = 28 \text{ мкм}.$$

Наибольший предельный натяг:

$$N_{\max} = es - EI = +21 - 0 = 21 \text{ мкм}.$$

Предельное рассеивание зазору-натягу за формулой (7):

$$t_{\Sigma} = S_{\max} - S_{\min} = 28 - (-21) = 49 \text{ мкм}.$$

Среднее значение зазору-натягу за формулой (2):

$$S_{\text{сеп}} (N_{\text{сеп}}) = 15 - 11,5 - 0,1(30 + 19) = -1,4 \text{ мкм}.$$

Вероятное рассеивание зазору-натягу за формулой (4):

$$t_{\Sigma p} = \sqrt{30^2 + 19^2} = 35,5 \text{ мкм}.$$

Наибольшие вероятные зазоры и натяги за формулой (5):

$$S_{p \max} = -1,4 + 0,5 \cdot 35,5 = 16,35 \text{ мкм};$$

$$N_{p \max} = 1,4 + 0,5 \cdot 35,5 = 19,15 \text{ мкм}.$$

Пример 3. На чертежу задана посадка $\varnothing 60H7/s6$. Определить наибольшие и наи-

меньшие предельные и вероятные натяги в соединении.

За табл. Г.13 и Г.15 [3] для заданных размера и посадки (мкм):

$$ES = +30, EI = 0, E_{\text{сеп}} = +15, TD = 30;$$

$$es = +72, ei = +53, e_{\text{сеп}} = +62,5, Td = 19.$$

Наименьший и наибольший предельные натяги:

$$N_{\min} = ei - ES = (53 - 30) = 23 \text{ мкм};$$

$$N_{\max} = ES - ei = (+30 - 53) = -23 \text{ мкм}.$$

Предельное рассеивание натяга за формулой (7):

$$t_{\Sigma} = N_{\max} - N_{\min} = 23 - (-23) = 46 \text{ мкм}.$$

Среднее значение и вероятное рассеивание натяга за формулами (2) и (7):

$$N_{\text{сеп}} = 62,5 + 0,1(30 + 19) - 15 = 52,4 \text{ мкм};$$

$$t_{\Sigma p} = \sqrt{30^2 + 19^2} = 35,5 \text{ мкм}.$$

Наибольшие и наименьшие вероятные зазоры за формулой (7):

$$N_{p \max} = 52,4 + 0,5 \cdot 35,5 = 70,15 \text{ мкм};$$

$$N_{p \min} = 52,4 - 0,5 \cdot 35,5 = 34,65 \text{ мкм}.$$

Пример 4. Для посадки $\varnothing 71H7/e8$ (мкм):

$$ES = +30, EI = 0, E_{\text{сеп}} = +15, TD = 30;$$

$$es = -60, ei = -106, e_{\text{сеп}} = -83, Td = 46$$

$$S_{\text{сеп}} = 15 - (-83) - 0,1(30 + 46) = 90,4 \text{ мкм}.$$

$$t_{\Sigma p} = \sqrt{46^2 + 46^2} = 64,92 \text{ мкм}.$$

$$S_{p \max} = 90,4 + 0,5 \cdot 64,92 = 117,86 \text{ мкм};$$

$$S_{p \min} = 90,4 - 0,5 \cdot 64,92 = 62,94 \text{ мкм}.$$

За формулой (10):

$$\sigma_x = (117,86 - 62,94) / 6 = 9,15 \text{ мкм}.$$

Определить вероятность появления соединений с зазором, например, в интервале от $x_1 = 95$ мкм к $x_2 = 110$ мкм (рис. 6).

Тогда за формулой (13)

$$z_1 = (95 - 90,4) / 9,15 = 0,5;$$

$$z_2 = (110 - 90,4) / 9,15 = 2,14.$$

По данным табл. В.1 [2]: $\Phi(z_1) = 0,1915$, $\Phi(z_2) = 0,4838$ и вероятность

$$P(S) = 0,4838 - 0,1915 = 0,2923.$$

Вероятность появления соединений с зазором в интервале от $x_3 = 85$ мкм к $x_4 = 172$ мкм (рис. 6) определится следующим образом

$$z_3 = (85 - 90,4) / 9,15 = -0,5;$$

$$z_4 = (172 - 90,4) / 9,15 = 8,91.$$

Тогда получаем:

$$P(S) = 0,4778 - 0,2224 = 0,2554.$$

Пример 5. В посадке $\varnothing 110H8/u8$ (мкм):

$$ES = +54, EI = 0, E_{cep} = 27;$$

$$TD = 27; es = +198, ei = +144,$$

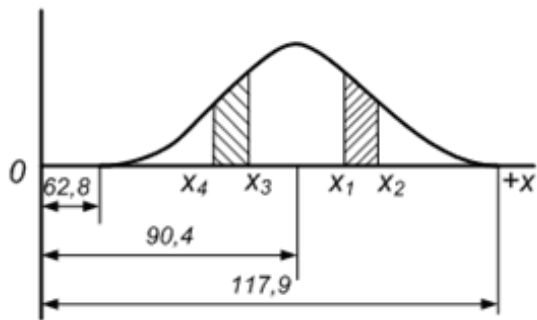
$$e_{cep} = +171, Td = 54.$$

$$N_{cep} = 171 + 0,1(54 + 34) - 15 = 154,8 \text{ мкм};$$

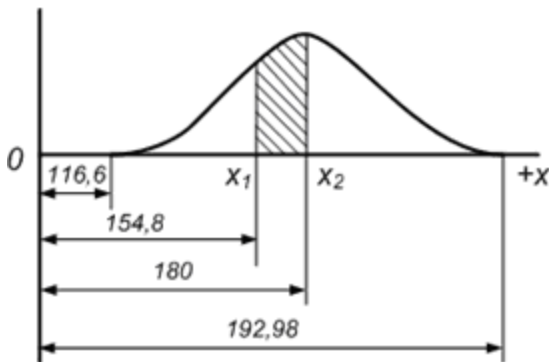
$$t_{\Sigma p} = \sqrt{54^2 + 54^2} = 76,38 \text{ мкм};$$

$$N_{p \max} = 154,8 + 0,5 \cdot 76,38 = 192,98 \text{ мкм};$$

$$N_{p \min} = 154,8 - 0,5 \cdot 76,38 = 116,62 \text{ мкм}.$$



а)



б)

Рис. 6. До определения вероятности появления соединений с зазором (а) и с натягом (б)

Fig. 6. To determine the probability of connections with a gap (a) and tension (b)

За формулой (2.134):

$$\sigma_x = (196,8 - 116,62) / 6 = 12,73 \text{ мкм}.$$

Нужно определить вероятность появления соединений с натягом, например, в интервале от $x_1 = 154,8$ мкм к $x_2 = 180$ мкм (рис. 6, б). Тогда:

$$x_1 = (154,8 - 154,80) / 12,73 = 0;$$

$$x_2 = (180 - 154,8) / 12,73 = 1,98.$$

Получаем $P(N) = 0,4761 - 0 = 0,4761$.

В переходных посадках чаще всего нуж-

но определить вероятность появления соединений зазором и вероятность появления соединений с натягом. Здесь могут быть два предельных случая. Первый, когда в переходной посадке $|S_{p \max}| > |N_{p \max}|$ (рис. 7, а), и второй, когда $|S_{p \max}| < |N_{p \max}|$ (рис. 7, б).

В первом случае определяют вероятность появления соединений с натягом $P(N)$ (заштрихованная область на рис. 7, а). Вероятность появления соединений с зазором в этом случае $P(S) = 1 - P(N)$.

Во втором случае определяют вероятность появления соединений с зазором $P(S)$ (заштрихованная область на рис. 7, б). Вероятность появления соединений с натягом $P(N) = 1 - P(S)$.

Да, например, посадка $H7/js6$ относится к первому, а посадка $H7/k6$ ко второму случаю.

Пример 6. В посадке $\varnothing 45H7/js6$ (мкм):

$$ES = +25, EI = 0, E_{cep} = +12,5, TD = 25;$$

$$es = +8, ei = -8, e_{cep} = 0, Td = 16$$

$$S_{cep} = 12,5 - 0 - 0,1(25 + 16) = 8,4 \text{ мкм};$$

$$t_{\Sigma p} = \sqrt{25^2 + 16^2} = 29,68 \text{ мкм};$$

$$S_{p \max} = 8,4 + 0,5 \cdot 29,68 = 23,24 \text{ мкм};$$

$$\sigma_s = (23,24 + 6,44) / 6 = 4,95.$$

Значение x_1 и x_2 , что отсекают область соединений с натягом: $x_1 = 0$ и $x_2 = -6,44$ мкм. Тогда:

$$z_1 = (0 - 8,4) / 4,95 = -1,7;$$

$$z_2 = (-6,44 - 8,4) / 4,95 = -3.$$

Используя табл. В.1 [3], находим, что вероятность соединений с натягом, а вероятность же появления соединений с зазором $P(S) = 1 - 0,0432 = 0,9568$.

Пример 7. Для посадки $\varnothing 45H7/k6$ (мкм):

$$ES = 25, EI = 0, E_{cep} = 12,5, TD = 25;$$

$$N_{cep} = 12,5 - 10 - 0,1(25 + 16) = -1,6 \text{ мкм};$$

$$t_{\Sigma p} = \sqrt{25^2 + 16^2} = 29,68 \text{ мкм}.$$

$$S_{p \max} = -1,6 + 0,5 \cdot 29,68 = 13,24 \text{ мкм};$$

$$N_{p \max} = 1,6 + 0,5 \cdot 29,68 = 16,44 \text{ мкм}.$$

$$\sigma_s = 29,68 / 6 = 4,95.$$

Значение x_1 и, что ограничивают область соединений с зазором: $x_1 = 0$,

$x_2 = 13,24$ мкм. Тогда

$$z_1 = [(0 - (-1,6)) / 4,95] = 0,32;$$

$$z_2 = [13,24 - (-1,6)] / 4,95 = 3.$$

По данным табл. В.1 [3] находим вероятность появления соединений с зазором

$$P(S) = 0,4986 - 0,1255 = 0,3731.$$

Вероятность появления соединений с натягом $P(N) = 1 - 0,3731 = 0,6269$.

Пример 8. В посадке $\varnothing 45H7/m6$:

$$S_{p\max} = 6,24 \text{ мкм},$$

$$N_{p\max} = 23,44 \text{ мкм}, N_{сеп} = -8,6 \text{ мкм},$$

$$\sigma_S = 4,95 \text{ мкм}.$$

Нужно определить вероятность появления соединений с натягом, например, в интервале от $x_1 = -5$ мкм к $x_2 = 4,95$ мкм.

Тогда

$$z_1 = [-5 - (-8,4)] / 4,95 = 0,72;$$

$$z_2 = [-15 - (-8,6)] / 4,95 = -1,29;$$

$$z_3 = [-8,6 - (-8,6)] / 4,95 = 0.$$

Вероятности появления соединений в интервалах:

$$x_3 \dots x_1 \quad P(N) = 0,2642 - 0 = 0,2642;$$

$$x_3 \dots x_2 \quad P(N) = 0,4015 - 0 = 0,4015;$$

$$x_1 \dots x_2 \quad P(N) = 0,2642 + 0,4015 = 0,6657.$$

Пример 9. Дано соединение $\varnothing 60 \frac{H7(+0,030)}{m6(+0,011)}$.

Натяг может быть в пределах от 0 до 30 мкм, зазор от 0 до 19 мкм. Допуск посадки, равный сумме допусков отверстия и вала, составляет 49 мкм. Учитываем, что рассеивание размеров отверстия и вала, а также зазоров (натягов) подчиняется закону нормального распределения и допуск деталей равняется полю рассеивания, то есть $T = 6\sigma$. Учитывая принятые условия, имеем:

$$\sigma_D = TD/6 = 30/6 = 5 \text{ мкм};$$

$$\sigma_d = 19/6 = 3,17 \text{ мкм}.$$

Среднее квадратичное отклонение:

$$\sigma_{noc} = \sqrt{\sigma_D^2 + \sigma_d^2} = \sqrt{5^2 + 3,17^2} \approx 6 \text{ мкм}.$$

При средних размерах отверстия и вала имеем натяг 5,5 мкм. Учитываем вероятность того, что значение натяга – в пределах от 0 до 5,5 мкм, то есть найдем площадь, что ограничена линией симметрии кривой и ординатой, что расположенная на расстоянии 5,5 мкм от линии симметрии.

Для данного примера

$$x = 5,5 \text{ мкм}, \quad z = x/\sigma_{noc} = 5,5/6 = 0,91.$$

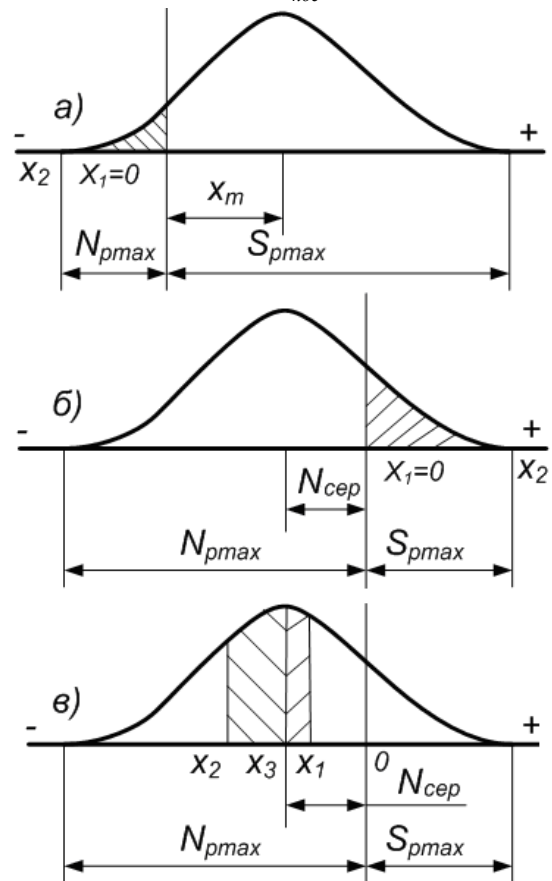


Рис. 7. До определения вероятности появления соединений с зазором и вероятности появления соединений с натягом Fig. 7. To determine the probability of connections with a gap and the probability of connections with interference

За табл. В.1 [3] находим $\Phi(0,91) = 0,3186$. Вероятность получения натягу в соединении: $P_N = 0,5 + \Phi(z) = 0,5 + 0,3186 = 0,8186$ или 81,86 %.

Вероятность получения зазоров в соединении:

$$P'_S = 1 - P'_N = 1 - 0,8186 = 0,1814 \text{ или } 18,14 \text{ \%}.$$

Вероятный натяг

$$-5,5 - 3\sigma = -5,5 - 3 \cdot 6 = -23,5 \text{ мкм}$$

и зазор $-5,5 + 3\sigma = -5,5 + 3 \cdot 6 = +12,5 \text{ мкм}$

практически являются предельными.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Dunaev P. 1984. Dopuski i posadki. Obosnovanie vybora: ucheb. posobie [dlja studentov mashinostroitel'nyh vuzov] / P. Dunaev. O. Lelikov, L. Varlamova. – М.: Vyssh. shk. – 112.

2. Vzaemozaminnist' ta tehnicni vimiri. 2006: [navch. posib. dlja stud. vishh. navch. zakl.] / [G. Ivanov, D. Babenko, S. Pastushenko, O. Gol'dshmidt. – K.: Vidavnictvo “Agrarna osvita”. – 335.
3. Praktikum z disciplini “Vzaemozaminnist', standartizacija ta tehnicni vimirjuvannja. 2008: [navch. posib. dlja stud. vishh. navch. zakl.] / G. Ivanov, V. Shebanin, D. Babenko ta in. – K.: Vidavnictvo „Agrarna osvita”. – 648.
4. Vzaemozaminnist', standartizacija ta tehnicni vimirjuvannja [pidruchnik dlja stud. vishh. navch. zakl.] / G. Ivanov, V. Shebanin, D. Babenko ta in; za red. G. Ivanova i V. Shebanina. – [2-e vid., pererob. i dopov.]. – K.: Vidavnictvo „Agrarna osvita”, 2010. – 577.
5. Vzaemozaminnist', standartizacija ta tehnicni vimirjuvannja. Kurseve proektuvannja [navch. posib. dlja stud. vishh. navch. zakl.] / G. Ivanov, V. Shebanin, D. Babenko ta in; za red. G. Ivanova i V. Shebanina. – K.: Vidavnictvo „Agrarna osvita”, 2011. – 291.
6. Edinaja sistema dopuskov i posadok SJeV v mashinostroenii i priborostroenii: spravochnik v 2 t. – [2-e izd., pererab. i dop.]. M.: Izdatel'stvo standartov, 1989. T. 1. – 263.
7. Edinaja sistema dopuskov i posadok SJeV v mashinostroenii i priborostroenii: spravochnik v 2 t. – [2-e izd., pererab. i dop.]. – M.: Izdatel'stvo standartov, 1989. T. 2: Kontrol' detalej. – 208.
8. Dopuski i posadki: Spravochnik. V 2-h ch. / V. Mjagkov, M. Palej, A. Romanov, V. Braginskij. – [6-e izd., pererab. i dop.]. – L.: Mashinostroenie, Leningr. otd-nie, 1983. Ch. 2. – 448.
9. Dopuski i posadki: Spravochnik. V 2-h ch. / V. Mjagkov, M. Palej, A. Romanov, V. Braginskij. – [6-e izd., pererab. i dop.]. – L.: Mashinostroenie, Leningr. otd-nie, 1982. Ch. 1. – 543.
10. Sistema konstruktors'koï dokumentacii. Termini ta viznachennja osnovnih ponjat': DSTU 3321:2006. – [Chinnij vid 2006-10-01]. – Vidannja oficijne. K.: Derzhspozhivstandart Ukraïni, 2006. – 51. – (Nacional'nij standart Ukraïni).
11. J. Selez'n'ov. 2007. Tehnologija proektirovanija izdelij iz voloknistyh kompozicionnyh materialov. \ J. Selez'n'ov, D. Babenko, P. Poljanskij. Motrol motoryzacija i enrgetyka rolnictva tom 9.a. Lublin, 222-231.
12. B. Butakov. 2007. Puti povyshenija nadezhnosti detalej mashin. Motrol motoryzacija i enrgetyka rolnictva tom 9.a. Lublin, 38-46.
13. V. Jaroshenko. 2007. Shhodo udoskonalennja lancjugovih peredavachiv v uruhomnikah sil'skogospodars'kih mashin. Motrol motoryzacija i enrgetyka rolnictva tom 9.a. Lublin, 68-76.
14. D. Koshkin 2010. Model' dinamichnih navantazhen' upornogo pidshipnika kingsberi z nerivnoplechimi vazheljami virivnjuval'nogo pristroju. Motrol motoryzacija i enrgetyka rolnictva tom 12.a. Lublin, 173-179.
15. B. Butakov. 2010. Issledovanie i razrabotka tehnologi i ustrojstv dlja obkatyvanija i raskatyvanija detalej rolkami s uchetom zhestkosti sistemy stanok-instrument-detal'. Motrol motoryzacija i enrgetyka rolnictva tom 12.a. Lublin, 118-129.
16. R. Jusupov. 2004. Metodika issledovanija dinamicheskoy nagruzenosti transmissii transportnogo sredstva. \ R. Jusupov, M. Solomonenko, P. Tarkovskij. Motrol motoryzacija i enrgetyka rolnictva tom 6. Lublin, 295-301.

CALCULATION AND SELECTION TRANSIENT LANDINGS

Summary. The calculation and selection of transitional planting is important for fixed but detachable connections and to more accurately centered detail. The nature of landings determined by the probability of occurrence of these tightness and gaps.

Calculations of the probability tightness and gaps based on the normal distribution of sizes of parts in manufacturing. Distribution of tightness and gaps in this case is also subject to the normal law, and the probability of their occurrence is determined by the integral function of probability. The probabilistic calculation of the mean value and dispersion of the gap or tension. How to configure, and in the processing of parts and machine operator adjuster stick closer to secure borders. For the hole is the smallest, and the shaft - the largest size limits. The result is that there is some asymmetry in the distribution of deviations of sizes.

Key words: transient landing clearance, the

tension, the average gap (tension), possibly scattering most and least likely gaps and tension, the function of the Laplace mean square deviations, limits and potential gaps, fit tolerance.

СИСТЕМА ФАКТОРОВ РИСКА, ОКАЗЫВАЮЩИХ ВЛИЯНИЕ НА РАЗРАБОТКУ, ВНЕДРЕНИЕ И УЛУЧШЕНИЕ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА

*Раджаб Заде Мортеза, аспирант,
Вильям Залого, д.т.н., профессор,
Александр Ивченко, к.т.н., доцент,
Сумский государственный университет
40007 Сумы, ул. Римского-Корсакова, 2*

*Rajab Zadeh Morteza, Ph.D student,
William Zaloga, Professor,
Alexander Ivchenko, Ph.D., Associate Professor,
Sumy State University
40007, st. Rimsky-Korsakov, 2*

Аннотация. Работа посвящена разработке универсальной системы факторов (УСФ), обуславливающих риски организации при реализации проектов, связанных с разработкой, внедрением или улучшением интегрированных систем менеджмента (ИСМ). Решение данной проблемы основывается на использовании причинно-следственного подхода к решению технических задач и теории управления риском. Полученная в результате система рисков факторов носит универсальный характер и является основой для проведения работ по идентификации рисков при осуществлении деятельности по разработке, внедрению или улучшению конкретной ИСМ.

Ключевые слова: Интегрированные системы менеджмента, этапы возникновения рисков, система факторов риска, диаграмма Исикавы.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Конкурентоспособность организации, а главное, ее возможность оперативно реагировать на требования заинтересованных сторон в определяющей мере зависит от уровня всеобщего менеджмента в организации. В настоящее время существует большое количество международных стандартов (МС), регламентирующих требования к системе менеджмента организации, имеющих как относительно узкий (отраслевой) спектр требований, например, система НАССР (МС ISO 22000) для пищевой промышленности, так и достаточно широкий спектр всеобщих требований, например, система управления качеством (МС ISO 9001). Одновременная

реализация в пределах одной организации требований нескольких МС, особенно относящихся к разным уровням, как правило, сопровождается либо созданием нескольких систем менеджмента, действия которых могут в значительном объеме требований (иногда до 70%) дублироваться, либо разработкой, так называемых интегрированных систем менеджмента (ИСМ), которые на основе интеграции требований разных МС путем синтеза их идентичных и аналогичных требований позволяют создать более эффективную структуру управления организацией.

Процесс разработки, внедрения, сертификации, а также постоянного улучшения ИСМ связан с решением большого количества различных научно-производственно-организационных задач, практическая реализация которых может и не приводить (полностью или частично) к желаемому организацией результату, т.е. принятие того или иного управленческого решения может сопровождаться определенным риском.

Построение системы факторов, которая бы характеризовала риски для организации при разработке, внедрении, сертификации и совершенствовании ИСМ является актуальной научно-практической задачей, решение которой позволит не только систематизировать информацию о возможных рисках, но и обеспечит экономию всех видов ресурсов при выполнении практически любых видов деятельности организации на основе управления рисками.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Анализ научных работ [1–5 и др.] и имеющихся к настоящему времени норма-

тивных документов [6–9] в области разработки, внедрения, сертификации и совершенствовании ИСМ показал явно недостаточное количество систематизированной информации, которая бы охватывала весь комплекс вопросов, связанных с управлением рисками на тех или иных этапах деятельности организации.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Целью данной работы является разработка универсальной системы факторов (УСФ), обуславливающих риски организации при реализации проектов, связанных с разработкой, внедрением или улучшением ИСМ, на основе использования причинно-следственного подхода к решению технических задач и теории управления риском. Создание УСФ позволит существенно уменьшить (минимизировать) вероятность возникновения риска при разработке и внедрении ИСМ.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛУ

1 Идентификация этапов возникновения рисков при осуществлении деятельности по разработке, внедрению или улучшению интегрированной системы менеджмента

Деятельность организации по разработке и внедрению ИСМ на соответствие требованиям МС, как и другие подобные инновационные виды деятельности, например, разработка и внедрение системы менеджмента качества на основе требований МС ISO 9001, можно представить в виде реализации организационно-технического проекта. Данный проект, в свою очередь, можно представить как систему процессов (этапов), эффективная реализация которых и позволяет построить и внедрить результативную систему управления (менеджмента) деятельностью организации. В общем виде деятельность по разработке и внедрению ИСМ можно представить в виде реализации следующих этапов:

- 1) Подбор консультантов. Формулирование целей и задач ИСМ.
- 2) анализ существующей ситуации в организации с целью выявления слабых и

сильных сторон организации на соответствие требованиям МС;

3) идентификация, планирование и обеспечение нужных ресурсов для разработки и внедрения ИСМ;

4) организация работ по разработке и внедрению ИСМ;

5) планирование и проведение обучения персонала организации согласно требованиям разработанной ИСМ;

6) разработка документации и рекомендаций по внедрению ИСМ;

7) отладка разработанных документов и механизмов;

8) проведение внутреннего/их аудита/ов;

9) проведения оценки и анализа со стороны высшего руководства;

10) сертификация системы и периодические внешние аудиты..

Реализации каждого из этих этапов для организации несет определенный риск, характеризующийся набором определенных факторов, которые могут являться барьером между организацией и достижением поставленных целей.

Процесс оценки любого вида риска состоит из трех этапов: идентификация, анализ и оценивание риска. В данной работе остановимся только на этапе идентификации риска при осуществлении деятельности организации по разработке, внедрению, сертификации и улучшению ИСМ. Данный этап является первым и одним из основных этапов оценки риска. По существу, идентификация риска сводится к выявлению возможных проблем (событие, объект, человек и т.д.), которые могут служить соответствующим барьером между организацией и достижением поставленных целей. Некоторые из инструментов (методов), наиболее часто используемые на практике для выявления таких проблем представлены в табл. 1.

2 Методика решения поставленной проблемы

Достижение поставленной цели будем осуществлять через реализацию двух этапов исследования. На первом этапе на основе исследования результатов научных работ, требований и рекомендаций нормативных документов проведем работы по идентификации факторов, которые повышают степень

риска при проведении деятельности организации, связанной с разработкой, внедрением, сертификацией и совершенствованием ИСМ.

Таблица 1 – Методы для идентификации рисков факторов при разработке, внедрении и совершенствовании ИСМ.

Table 1 - Methods for the identification of risk factors in the development, implementation and improvement of the IMS

	Название метода	Источник
1	Структурные диаграммы	[10]
2	Анализ финансовой и управленческой отчетности	[10]
3	Опросные листы	[10–13]
4	Рабочие группы по оценке рисков	[11, 12, 14]
5	SWOT анализ	[11, 12, 15, 16]
6	PESTLE анализ	[11, 12, 17]
7	Мозговой штурм	[18, 11, 12]
8	Структурированные или полуструктурированные интервью	[18]
9	Проверочные листы	[18, 12, 19]
10	Предварительный анализ опасности (РНА)	[18, 19]
11	Анализ причин и следствий	[18]

На втором этапе, на основании «человеческих суждений», «групповой работы» и практического опыта авторов в области разработки, внедрения и совершенствования ИСМ путем использования метода «анализ причин и следствий» уточним и окончательно идентифицируем рассматриваемые факторы.

Существует ряд научно-практических работ, которые посвящены исследованиям вопросов идентификации факторов, в определенной мере отрицательно влияющих на процессы разработки и внедрения ИСМ. Авторы работ [1-4, 20, 21] классифицируют проблемы и барьеры, возникающие при внедрении и поддержании ИСМ, на «внутренние» и «внешние». К «внутренним» барьерам относят: отсутствие (недостаточность) человеческих ресурсов, «косность» организационной структуры предприятия, несостоятельность «культуры» организации в понимании и восприятии цели разрабатываемой системы. К «внешним» можно отне-

сти: отсутствие нормативных рекомендаций (руководств) по разработке и внедрению ИСМ; выполнение работ по сертификации систем управления разными, а нередко и конкурирующими, управленческими органами; разногласия в требованиях и ожиданиях заинтересованных сторон в деятельности организации (акционеры, потребители, персонал, общество); непостоянство (изменчивость) во времени внешней среды, обуславливающей условия ведения деловой деятельности.

В работе [6] детально рассматриваются некоторые проблемы, возникающие при внедрении ИСМ в железнодорожной отрасли. Основное внимание в работе уделяется описанию различных ситуаций, связанных с возникновением проблем при внедрении ИСМ. Следует отметить, что в данной работе, к сожалению, отсутствует четкая систематизация факторов, влияющих на эффективность и результативность данного процесса.

Таким образом, выполненный анализ свидетельствует о том, что для более эффективной реализации работ по разработке, внедрению и совершенствованию ИСМ, направленных на минимизацию рисков, необходимо разработать систему факторов, которые характеризуют риски при проведении данных видов деятельности. Для ее разработки в данной работе предложено использовать графический способ (диаграмма Исикавы) исследования и определения наиболее существенных причинно-следственных взаимосвязей между факторами и последствиями при осуществлении деятельности по разработке, внедрению или совершенствованию ИСМ.

Разработка такой системы выполняется в два этапа: 1) выявление и сбор всех факторов и причин, которые каким-либо образом влияют на процесс возникновения риска при осуществлении рассматриваемой деятельности; 2) группировка рисков факторов по этапам разработки и внедрения ИСМ. В данном случае предложено формировать блоки факторов отдельно по каждому из этапов разработки и внедрения ИСМ. Необходимо отметить, что в данном случае не рекомендуется проводить процедуру «освобождения» от факторов, на которые в рассматри-

ваемой ситуации «нельзя» влиять, а также процедуру игнорирования «малозначимыми» и «непринципиальными» факторами, так как для конкретной практической задачи разработки и внедрения ИСМ проведение данных процедур может оказаться не только целесообразным, но и необходимым.

3 Результаты исследований

На основании практического опыта авторов и результатов анализа работ [1-4, 20-36 и др.] предложена система рисков факторов (табл. 2 и рис. 1), влияющих на разработку, внедрение, сертификацию и поддержание ИСМ.

В результате выполнения процесса разработки такой системы, направленного на выявление и сбор всех факторов и причин (этап 1), которые каким-либо образом влияют на процесс возникновения риска при осуществлении деятельности по созданию и внедрению ИСМ, предложено рассматривать около 200 таких факторов, которые сгруппированы (этап 2) по соответствующим этапам разработки и внедрения ИСМ. Анализ выполненной работы показывает, что все этапы создания и внедрения ИСМ по количеству факторов, влияющих на процесс возникновения риска при осуществлении этой деятельности, можно ранжировать в следующем порядке: 7- отладка разработанных документов и механизмов (55); 10 - сертификация системы и периодические внешние аудиты (20); 6 - разработка документации и рекомендаций по внедрению ИСМ (19); 8 - проведение внутреннего/их аудита/ов (16); 1 - подбор консультантов и формулирование целей и задач ИСМ (15); 5 - планирование и проведение обучения персонала организации согласно требованиям МС (12); 4) организация работ по внедрению ИСМ (11); 9 - оценка и анализ со стороны высшего руководства (7); 2 - анализ существующей ситуации в организации с целью выявления слабых и сильных сторон организации на соответствие требованиям МС (5); 3 - идентификация, планирование и обеспечение нужных ресурсов для внедрения ИСМ (3). Таким образом, наибольшее количество факторов, влияющих на процесс возникновения риска при разработке и внедрении

ИСМ, имеет место на этапах 7, 10, 6 и 8, а наименьшее - 9,2 и 3.

В табл. 2 представлены примеры выявленных рисков факторов, влияющих на разработку, внедрение и поддержание ИСМ, а на рис. 1 – схема идентификации выявленных рисков факторов по всем этапам разработки и внедрения ИСМ.

Таблица 2 – Примеры рисков факторов, влияющих на разработку, внедрение и поддержание ИСМ

№ этап	Этапы ИСМ	№ фактора	Название фактора
1	Подбор консультантов. Формулирование целей и задач ИСМ	1.1	Отсутствие консультантов на региональном уровне
		1.2	Отсутствие (полное или частичное) у консультанта утвержденного плана выполнения проекта разработки и внедрения ИСМ
		1.3	Нарушение консультантом внутренних правил организации при внедрении ИСМ
	
		1.14	Предоставление подразделениями организации не полной или не валидированной информации консультанту при разработке ИСМ
		1.15	Задержка организацией оплаты этапов договора консультанту
2	Анализ существующей ситуации в организации с целью выявления слабых и сильных сторон организации на соответствие требованиям МС	2.1	Предоставление неточной или не полной информации входе проведения работ по анализу деятельности организации на соответствие требованиям МС
	
		2.5	Ограничение доступа к информации (документам) организации при проведении работ по анализу деятельности организации на соответствие требованиям МС
3	Идентификация, планирование и обеспечение нужных ресурсов для внедрения ИСМ	3.1	Отсутствие (полное или частичное) планирования бюджета (идентификации ресурсов) для выполнения работ по разработке и внедрению ИСМ
	
		3.3	Сбои по обеспечению ресурсами работ по разработке и внедрению ИСМ на различных этапах проведения данных работ

№ этап	Этапы ИСМ	№ фактора	Название фактора
4	Организация работ по внедрению ИСМ	4.1	Предоставление рабочей группе неточной (не полной) информации в ходе проведения работ по внедрению ИСМ в организации
		4.2	Недостаточность структурных единиц для проведения работ по внедрению ИСМ
	
		4.11	Отсутствие конкретного представителя руководства отвечающего за ИСМ
5	Планирование и проведение обучения персонала организации согласно требованиям ИС	5.1	Формальный подход к определению потребности в обучении персонала требованиям ИСМ
		5.2	Отсутствие (полное или частичное) информации или доступа к ней для процесса планирования потребности в обучении персонала
	
		5.12	Высокие начальные расходы на обеспечение процесса обучения персонала
6	Разработка документации и рекомендаций по внедрению ИСМ	6.1	Отсутствие (полное или частичное) определенности сферы действия разработанных документов ИСМ
		6.2	Наличие грубых ошибок в тексте стандартов при их переводе на национальный язык или язык региона, в котором функционирует организация
	
		6.18	Разработка общих документов для специфических (уникальных) требований стандартов на СМ
7	Отладка разработанных документов и механизмов	7.1	Слабая поддержка работоспособности документации ИСМ со стороны руководства организации
		7.2	Предубежденное отрицательное мнение руководства организации к работоспособности ИСМ
	
		7.54	Отсутствие (полное или частичное) плана улучшения ИСМ
		7.55	Наличие многофункциональной природы работы персонала в организации

№ этап	Этапы ИСМ	№ фактора	Название фактора
8	Проведение внутреннего/их аудита/ов	8.1	Отсутствие (недостаточность) компетентных внутренних аудиторов
		8.2	Отсутствие (полное или частичное) утвержденной программы внутренних аудитов
	
		8.15	Внутренние аудиты вообще не проводятся
		8.16	Отсутствие нормированного срока выполнения принятых решений при проведении анализа со стороны руководства
		9	Оценка и анализ со стороны высшего руководства
9.2	Проведение процедуры анализа со стороны руководства без присутствия соответствующих должностных лиц		
.....		
9.7	Анализ со стороны руководства вообще не проводится		
10	Сертификация системы и периодические внешние аудиты	10.1	Отсутствие или не ознакомление органом по сертификации организации с программой проведения внешних аудитов
		10.2	Формальная выдача сертификата соответствия ИСМ организации требованиям МС по результатам оплаты работ органа по сертификации ИСМ
	
		10.19	Заклучение договора для сертификации систем, составляющихся ИСМ с разными органами по сертификации, которое приведет к отдельному проведению внешних аудитов разными органами по сертификации
10.20	Отсутствие проведения работ связанных с реализацией корректирующих или предупреждающих действий по результатам внешних аудитов		

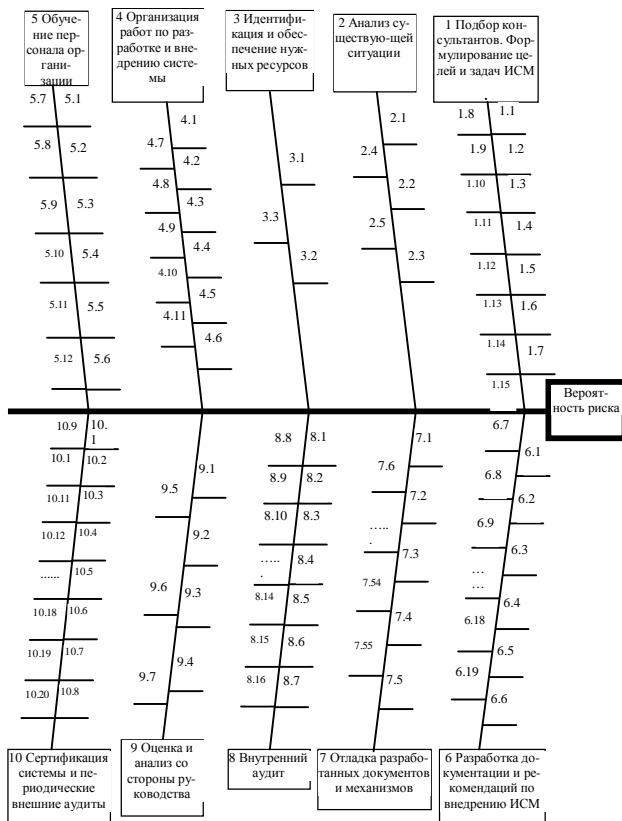


Рис. 1. Схема идентификации рисков факторов, влияющих на вероятность возникновения риска при проектировании и внедрении ИСМ.

Fig. 1. Schematic identification of risk factors that affect the probability of the risk in the design and implementation of IMS

ВЫВОДЫ

В ходе проведения исследований работ, связанных с разработкой, внедрением или совершенствованием ИСМ установлено, что данные процессы связаны с решением большого количества различных научно-производственно-организационных задач, реализация которых обусловлена определенными рисками для организации.

Для минимизации вероятности возникновения рисков и экономии всех видов ресурсов при выполнении данных видов деятельности на основе теории управления рисками и определения, наиболее существенных причинно-следственных взаимосвязей между факторами и последствиями при осуществлении деятельности по разработке, внедрению или совершенствованию ИСМ разработана система рисков факторов.

Данная система рисков факторов носит универсальный характер и является основой для проведения работ по идентификации рисков при осуществлении деятельности по разработке, внедрению или улучшению конкретной ИСМ. Реализация конкретного проекта по разработке, внедрению или совершенствованию ИСМ требует разработки индивидуальной системы рисков факторов, которая бы учитывала специфические (уникальные) требования и условия выполнения проекта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Rajkovic D. 2008. Ims in smes – Reasons, Advantages and Barriers on Implementation / D. Rajkovic, M. Aleksic, R. Milicevic, S. Cudic // International journal for quality research. – Vol. 2. – № 3. – 207–216.
2. Theofanis S. 2003. Integrated Management Systems in Small Medium-Sized Enterprises: Theory and Practice [Tekst] : MSs Thesis / S. Theofanis. – University of East Anglia. – Norwich. – 79.
3. Suditu C. 2007. Positive and negative aspects regarding the implementation of an integrated quality – environmental – health and safety management system / C. Suditu // Annals of the Oradea University. – Fascicle of Management and Technological Engineering. – Volume vi (xvi). – 2013- 2017.
4. Ludidi. V. 2009. The impact of culture on the successful implementation of quality management systems [Tekst] : MSs Thesis / V. L. Ludidi. – Cape Peninsula University of Technology. – 129.
5. M. Zadeh. 2013. Statistical analysis of certification process of international standard sa 8000 on social accountability / M. Zadeh // The journal of international social research. – Volume 6. – Issue 24. – 306-315.
6. Shakkaliev A. 2008. Rekomendacii po integracii sistem menedzhmenta na predpriyatijah zheleznodorozhnogo transporta Respubliki Kazahstan / A. Shakkaliev, K. Isakova, E. Tulekbaev, Zh. Kurmankulova. – Kazhastanskij institut standartizacii i sertifikacii. – Astana. — 86.
7. Specification of common management system requirements as a framework for integration: PAS 99:2006.

8. Rukovodjashhie principy i trebovaniya k integrirovannym sistemam menedzhmenta: GOST R 53893-2010.
9. Management system integration— Guidance to business, government and community organizations: AS/NZS 4581:1999.
10. Hohlov N. 2001. Upravlenie riskom : ucheb. Posobie / N. Hohlov – M. : Juniti-dana.– 239.
11. A Risk Management Standard: IRM: 2002. – Published by airmic. – Alarm. – 20.
12. A structured approach to Enterprise Risk Management (ERM) and the requirements of ISO 31000. – Published by airmic. – Alarm. – 2010. – 20.
13. Questionnaires: Advantages and Disadvantages [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: http://www.icbl.hw.ac.uk/ltidi/cookbook/info_questionnaires/index.html
14. What are the advantages and disadvantages of workshops? [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: http://wiki.answers.com/Q/What_are_the_advantages_and_disadvantages_of_workshops
15. Emblemsvag J. 2010. Augmenting the Risk Management Process / J. Emblemsvag // Risk management trends. – 26.
16. SWOT-analiz [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.executive.ru/wiki/index.php/SWOT-analiz>
17. PESTLE analysis & the weaknesses [Jelektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://uk.answers.yahoo.com/question/index?qid=20090512073301AA9ZGie>
18. Risk management – Risk assessment techniques: IEC/ISO 31010:2009.
19. Provedenie nauchno-tehnicheskogo analiza metodov ocenki riska prichineniya vreda ot mashin i oborudovaniya i razrabotka na ego osnove rekomendacij po ocenke riska pri razrabotke standartov i tehniceskikh reglamentov na mashiny i oborudovanie [Tekst] : Otchet o nir (promezhutoch.) / Vniinmash ; ruk. Zh. N. Budennaja. – Dogovor №122-08-48. – Moskva, 2004. – 142.
20. Zeng S. 2006. Integration of management systems: the views of contractors / S. Zeng, G. Lou, Vivian W. Tam // Architectural science review. — Volume 49(3). – 229-235.
21. Ejdyys J. 2010. New management systems as an instrument of implementation sustainable development concept at organizational level / J. Ejdyys, A. Matuszak-Flejszman // Technological and economic development of economy. Baltic journal on sustainability. – 16(2). – 202–218.
22. Nyomek L. 2010. The integration of quality management system in construction Industry [Tekst] : MSs Thesis / L. Nyomek. – Universiti teknologi Malaysia. – 205.
23. Rasmussen J. 2007. Integrated management systems - an analysis of best practice in Danish companies [Tekst] : MSs Thesis / J. Rasmussen. – Aalborg university. – Denmark. — 129.
24. Simkins G. 2004. Environmental management systems in universities / G. Simkins, A. Nolan. – The environmental association for universities and colleges. – 17.
25. Zutshi A. 2003. Requirements for a successful integrated management system: the experiences of Australian organizations / A. Zutshi, A. Sohal. – Working paper. – Monash university. – 20.
26. Zutshi A. 2005. Integrated management system: the experiences of three Australian organisations / A. Zutshi, A. Sohal // Journal of manufacturing technology management. – Vol. 16. – No. 2. – 211-232.
27. Balukova M. 2005. Zatraty na kachestvo: ot teorii k praktike / M. Balukova // Metody menedzhmenta kachestva. – №3. – 8–12.
28. Khanna H. 2009. A survey on Indian experience on integrated management standards (IMS) / H. Khanna, S. Laroyia, D. Sharma // International journal for quality research. – Vol. 3. – No. 3. – 1–11.
29. Djordjevic D. 2008. Implementation of integrated management systems in the sector of small and medium enterprises / D. Djordjevic, S. Bogetic // Quality festival 2008. – 2nd international quality conference. – Kragujevac.– 8.
30. Tang J. 2003. Corporate culture and integrated management systems: a case study of the UK construction industry [Tekst] : MSs Thesis / J. Tang. – University of East Anglia. – Norwich. — 86.
31. Jørgensen T. 2008. Towards more sustainable management systems: through life cycle management and integration / T.

- Jørgensen // *Journal of cleaner production*. – Volume 16. – 1071–1080.
32. Mohammad M. 2006. Strategies for implementing integrated management system in the Malaysian manufacturing companies [Tekst] : Abstract of MSs Thesis / M.B. Mohammad. – Universiti Putra Malaysia. – Malaysia. – 25.
33. Romanchuk A. 2010. Sistemnyj menedzhment ohrany truda na predpriyatii. Modeli upravlenija / A. Romanchuk. – Il'ichevsk. — 236.
34. Bernardo M. 2010. An empirical study on the integration of management system audits / M. Bernardo, M. Casadesus, S. Karapetrovic, I. Heras // *Journal of cleaner production*. – Volume 18. – 486–495.
35. Spilka M. 2009. Integration of management systems on the chosen example / M. Spilka, A. Kania, R. Nowosielski // *Journal of achievements in materials and manufacturing engineering*. – Volume 35. – Issue 2. – 204-210.
36. Management integration: benefits, challenges and solutions // *Iirsm technical paper*. – 2012. – 28.

risks in the development, introduction or improvement of a specific IMS.

Key words: Integrated management systems, stages of risks, system risks, Ishikawa diagram.

SYSTEM OF RISK FACTORS AFFECTING THE DEVELOPMENT, IMPLEMENTATION AND BETTER INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEMS

Summary. The work is devoted to the development of a universal system of factors (USF), causing risks of the organization in the implementation of projects related to the development, implementation and improvement of integrated management systems (IMS). The solution to this problem is based on the use of cause-and-effect approach to solving technical problems and the theory of risk management. The resulting system of risk factors is universal and is the basis for work on the identification of

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ УКРАИНЫ В РАМКАХ ТАМОЖЕННОГО СОЮЗА

Алёна Огиенко, Елена Штепа

*Николаевский национальный университет им. В.А. Сухомлинского
54030 г. Николаев, ул. Никольская, 24*

Николай Огиенко

*Николаевский национальный аграрный университет
54020, г. Николаев, ул. Парижской коммуны, 9*

Alena Ogienko, Elena Shtepa

*Nikolaev National University named after V. O. Sukhomlynsky
54030 Nikolaev, st. Nicholas, 24*

Nikolay Ogienko

*Nikolaev National Agrarian University
54020, Nikolaev, st. Paris Commune, 9*

Аннотация. В работе предложено анализ энергетических отношений Украины со странами членами Таможенного Союза. Проведенными исследованиями установлено, что рост экспортного потенциала энергетического сектора Украины заключается в ограничении транспортной и портовой инфраструктуры, мощности энергетических островов или необходимости использования вставок постоянного тока для экспорта электроэнергии, избытка энергоресурсов на внутреннем рынке, а также благоприятной конъюнктуры на внешних рынках..

Ключевые слова: энергетика, Таможенный союз, экспорт, энергоресурсы.

ВВЕДЕНИЕ

Период экстенсивного развития прошлых лет не был в полной мере использован для структурной перестройки национальной экономики, несбалансированность и высокая энергоёмкость которой усиливали инерционный характер топливно-энергетического комплекса (ТЭК) и невозможным проведение необходимых в нем реформ [1,2,4]. В свою очередь, в самом ТЭК существующие диспропорции сдерживали трансформацию структуры потребления. Несмотря на некоторое снижение энергоёмкости в последние годы, достигнутый уровень вряд ли можно считать результатом последовательной государственной политики. Конкурентоспособность отечественной продукции все еще обеспечивалась за счет ограничения оборотных средств предприятий и инвестиций в модернизацию производства, а об уровне реализации государственных стратегий и программ

в энергетической сфере свидетельствует тот факт, что за последние 10 лет структура поставок первичного топлива практически не изменилась [5].

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Внешняя торговля Украины со странами Таможенного Союза является актуальной темой и прослеживается в трудах таких ученых как Т. Осташко, В. Жигадло, И. Кобута, В. Венгер, Г. Подолець и др. Однако проблемы и перспективы развития торговых взаимоотношений топливно-энергетического комплекса Украины требуют постоянного исследования.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Цель работы - исследование и анализ структуры и объемов внешней торговли энергетическими ресурсами с учетом действия факторов рыночной конъюнктуры, и влияния ограничивающих или стимулирующих правительственных решений на трансформации пропорций энергетического баланса, диверсификации источников энергоресурсов и расширение номенклатуры энергетических материалов, направляемых на экспорт.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Украина является энергетически зависимым государством: доля импорта в структуре поставок первичных видов энергии без учета топлива для атомных электростанций в разные годы составляла от 53 до 72% (56% в 2011 г.) [3]. На сегодня до 85% импорта энергоресурсов поступает из России, в т.ч. до

100% импорта природного газа, 76% сырой нефти, 80% угля, из которого почти 90% составляет коксующийся уголь. Импорт энергоресурсов из стран Таможенного Союза в целом составляет 92% от всего их импорта.

В общей структуре экспорта энергоресурсов Российской Федерацией доля экспорта угля в Украине составляет 8%, нефти - 3%, нефтепродуктов - 2%, природного газа - 18%. Одновременно в структуре конечного потребления в Украине импортированный газ составляет до 66% емкости внутреннего рынка, нефть и нефтепродукты - 61%, угля - 20%. В общей структуре товарного импорта в последние годы энергетические ресурсы составляли от 26 до 43%, в частности в 2011 году этот показатель составил 32%. В стоимостном измерении более 90% импорта энергоресурсов состояло из двух примерно равных частей - газа и нефти и нефтепродуктов.

Экспорт энергоресурсов более диверсифицированный по географической структуре, однако значительно ограниченный по номенклатуре, а в стоимостном эквиваленте составляет лишь 22% от стоимости импортируемых энергоресурсов или 8% от общего товарного экспорта.

Поставки в страны ЕС составляют около 43% от общего экспорта энергоресурсов, доля экспорта в страны ТС составляет 28% (в т.ч. 24% в Россию), в другие страны - около 29% (в т.ч. 10% в Турцию) [6, 7, 9].

Основными статьями российского экспорта энергоресурсов являются нефтепродукты (преимущественно мазут и другие тяжелые фракции), обеспечивающие до 60% валютных поступлений от экспорта энергоресурсов, профицитные на отечественном рынке марки энергетического угля (антрацита) и кокса (15-20%), а также электроэнергия (5-10%).

Средне- и долгосрочные перспективы развития экономических отношений между Украиной и странами-членами Таможенного союза (ТС) в электроэнергетической сфере будут определяться экономическими интересами стран и вариантами их реализации, тенденциями на национальных электроэнергетических рынках. Сегодня Объединенная электроэнергетическая система (ОЭС) Украины работает в параллельном режиме с энергосистемами России и Белоруссии.

Работа в параллельном режиме позволяет Украине осуществлять внешнеторговые операции по экспорту и импорту электроэнергии через межгосударственные сечения. Динамика основных показателей экспорта электроэнергии из Украины в страны-члены ТС представлена в следующих таблицах 1-2.

Внешнеторговая деятельность Украины со странами-членами ТС имеет различный характер и интенсивность. Крупнейшие и регулярные (за исключением кризисного 2009 г.) экспортные поставки электроэнергии Украины осуществляются в Белоруссию, которая является электродефицитной страной (годовой дефицит составляет около 4 млрд кВт/ч) [11]. Россия также на постоянной основе экспортирует электроэнергию в Белоруссию. Будучи сегодня электропрофицитными странами, Украина и Россия за последние три года практически не осуществляют экспортно-импортных операций между собой. Только в 2008 г. происходили относительно крупные экспортные поставки в Россию за счет того, что НАЭК "Энергоатом" получила исключительное право напрямую продавать электроэнергию по договорной цене, которая была ниже по сравнению с ценами, по которым осуществляло экспорт "Укринтерэнерго". Наиболее вероятно, что при действующей модели рынка электроэнергии в Украине эта тенденция сохранится и в дальнейшем, по крайней мере до 2016 г. В 2014 г. соответственно с Программой экономических реформ Украины на 2011-2014 гг "Богатое общество, конкурентоспособная экономика, эффективное государство" в Украине должна быть введена либерализованная модель рынка электроэнергии [7, 10, 12].

Между Украиной и Казахстаном в силу удаленного географического расположения отсутствуют двусторонние внешнеэкономические отношения по технологическому обмену и торговле электроэнергией.

Сейчас торговля электроэнергией между Украиной, Белоруссией и Россией осуществляется по нулевой ставке импортной пошлины, которая является общей в рамках рынков электроэнергии стран СНГ. Вместе с тем, в Белоруссии и России пошлина на электроэнергию, которая импортируется из стран не являющихся членами СНГ составляет 5%. Кроме того, необходимо учитывать тенден-

ции либерализации рынков электроэнергии России и Украины, умеющих качественно изменить условия внешней торговли электроэнергией. Новая либерализованная

том отдельных марок коксующегося и энергетического угля на внутреннем рынке. На сегодня до 90% импорта составляет коксующийся уголь, а в структуре экспорта и в

Таблица 1 Экспорт электроэнергии из Украины в страны-члены ТС за 2008-2012 гг, млрд. кВт-ч

Table 1. Electricity exports from Ukraine to the member states Customs Union for pp 2008-2012

Країна	Года				
	2008	2009	2010	2011	2012
Россия	1264,56	-	0,49	81,3	51,05
Белорусия	879,31	0,72	998,66	2786,73	1178,0
Вместе	2143,87	0,72	999,15	2868,03	1229,05

Таблица 2 Стоимость показатели экспорта электроэнергии из Украины в страны-члены ТС за 2008-2012 гг

Table 1. Cost figures for electricity exports from Ukraine in the member states Customs Union for pp 2008-2012

Года	Страны			
	Россия		Белорусия	
	Общая стоимость, 89ол..дол.	Средняя цена, 89ол./кВт-час	Общая стоимость, 89ол..дол.	Средняя цена, 89ол./кВт-час
2008	44,59	0,035	21,84	0,025
2009	-	-	0,025	0,035
2010	0,023	0,047	39,95	0,040
2011	2,51	0,031	124,22	0,045
2012	1,47	0,029	66,10	0,054

модель рынков электроэнергии, предусматривающая свободный и недискриминационный, в т.ч. трансграничный, доступ к рынкам и сетям, двусторонние договора между производителями-поставщиками и потребителями, договорное ценообразования, обеспечит возможность свободного выбора потребителями поставщика электроэнергии, в т.ч. иностранного, и существенно влиять прежде всего на ценовые показатели. Вместе с тем, таких изменений можно ожидать лишь в долгосрочной перспективе, вероятно не ранее 2016 г., поскольку либерализационные процессы достаточно инертны, особенно в Украине [16, 18].

Структура и объемы внешней торговли угольной продукцией в среднесрочной перспективе будут определяться конъюнктурой на внешних рынках конечных потребителей, где украинская продукция за счет ценового фактора может содержать конкурентное преимущество по сравнению с углем основных мировых поставщиков, а также дефици-

дальнейшем преобладает антрацит, избыток которого составляет 20% от емкости внутреннего рынка, а также в сравнении с энергетическим углем.

Несмотря на значительные собственные запасы коксующегося угля и достаточно развитую инфраструктуру существенного увеличения собственной добычи в долгосрочной перспективе ожидать не следует, учитывая ужесточение требований к качеству доменной шахты и переход украинских металлургических комбинатов на технологию вдвух пылеугольной смеси, дефицит коксующегося угля на украинском рынке с увеличением объемов производства стали будет только усиливаться, а доля импортируемого коксующегося угля на внутреннем рынке сохранится на уровне 40%. Основным поставщиком коксующегося угля останется Россия, хотя высокие цены со стороны российских поставщиков и постепенное ухудшение качества сырья в последние годы способствовали диверсификации источников поставок.

Импорт сырья из Казахстана в последние годы составлял 1-1,5 млн. т. Импорт коксующегося угля из других стран (США, Канада, Австралия) будет и впредь ограничен способностью украинских портов принимать корабли большого тоннажа и обеспечивать нормативные сроки их разгрузки. Мощности новых разгрузочных комплексов все еще не достаточно для гарантированного обеспечения украинских комбинатов низкосернистым углем. Кроме того, импорт из этих стран призван не столько заменить собой долю рынка российского угля, сколько удовлетворить спрос на дефицитные коксосоздающие группы угля. В среднесрочной перспективе импорт угля морским путем может вырасти с 1 до 3-4 млн. тонн в год.

За последние годы Украине удалось сохранить традиционные зарубежные рынки угольной продукции (Болгария, Турция, Молдова, Польша) и не проиграть конкуренцию поставщикам из России и Колумбии. Украинская продукция является привлекательной для восточноевропейских потребителей благодаря низким транспортным расходам. Ожидается, что эти страны и в дальнейшем будут оставаться основными импортерами украинского угля. Кроме того, перспективными могут стать рынки Ирана, Индии и Китая, при этом они будут оказывать предпочтение не более качественной, а дешевой продукции.

Согласно действующим сегодня договоренностям по импорту природного газа из России, от 19 января 2009 года, стоимость топлива рассчитывается ежеквартально с учетом изменения рыночных цен на мазут и дизельное топливо, с привязкой к ценам на нефтепродукты и аналогичным тем, которые использовались Газпромом в торговле газом по долгосрочным контрактам с большинством стран Европы. Впервые в отношениях между Украиной и Россией стоимость газа перестала быть зависимой от дальности транзита.

Вопрос об экономической обоснованности уровня базовой цены контракта в 450 дол. США есть достаточно спорным. С одной стороны базовую цену контракта можно считать завышенной: по данным агентства Argus Media, 450 дол. США соответствует уровню средней цены газа на границах евро-

пейских стран в ноябре 2008 года, после чего в течение 8 месяцев она имела устойчивую тенденцию к снижению. В среднем же за апрель-декабрь 2008 года цена газа на границах составляла 442 долл. США, а в январе 2009 года цена по долгосрочным контрактам на границе Франции составила 362 долл. США за 1000 куб. м газа, Венгрии - 379 долл. США, Германии - 382 долл. США, Италии - 388 долл. США [17]. Поэтому объективной рыночной определяемой базовой ценой газа в контракте можно было бы считать 360-380 долл. США. В то же время, именно такой уровень цены достигался за счет скидки в 20%, предусмотренной на первый год действия договора, со скидкой достигалась текущая среднеевропейская цена газа на начало 2009 года. Применение скидки на первый год действия долгосрочного контракта является традиционной практикой для учета разницы между оценкой стоимости газа в долгосрочной перспективе и текущей рыночной цене. С учетом скидки среднегодовая цена газа для Украины в 2009 году оказалась ниже, чем в среднем для европейских стран (260 дол. США против 281 долл. США). Однако начиная с 2010 года расчетная контрактная цена для Украины практически выровнялась со среднеевропейской.

В отличие от соглашения 2009 года, условия апрельских договоренностей 2010 года по отношению скидки от контрактной цены на природный газ стали определенным отходом от привычной практики контрактных отношений среди стран Европы. Между тем, противоположными были и последствия как для экономики страны в целом, так и для отдельных категорий потребителей. В частности, благодаря скидке в 100 дол. на российский природный газ в 2010 году было сэкономлено 3,010 млрд. долл. США. Отсутствие объективной внутренней базы, где бы с учетом динамики цен на альтернативные виды топлива происходило формирование рыночной цены газа, является основной причиной разногласий при определении цены на российский газ. Прямое государственное регулирование практически всех рынков энергоресурсов исключает рыночное формирование ценового паритета между различными видами топлива. Отсутствие системы биржевых котировок для других энергоресурсов не

дает возможности определения реальной предельной стоимости топлива в стране. Система аукционов по продаже нефти, угля, газового конденсата и сжиженного газа не решает этой проблемы, потому что функционирует при отсутствии основных предпосылок и принципов такой торговли - наличия торговой площадки со свободным выходом на него новых участников, наличия отлаженной логистической инфраструктуры и наличия достаточного количества "свободного" товара и потребителей, технологическая дифференциация которых позволяла бы формировать как спрос на отдельные виды топлива, так и совокупный спрос на энергетическое сырье. Привязка к мировым ценам на нефть не оправдана: во-первых, отечественные предприятия не покупают нефть на европейских биржах, во-вторых, прямая привязка привела бы к значительному удорожанию газа; расчет стоимости условной транспортировки к западноевропейскому потребителю было бы уже невозможно, поскольку эта составляющая больше вообще не присутствует в структуре цены, привязанной к ценам альтернативных видов топлива.

ВЫВОДЫ

За последнее десятилетие структура и объемы внешней торговли энергетическими ресурсами незначительно изменялись как вследствие действия факторов рыночной конъюнктуры (снижение спотовых цен на электроэнергию, рост стоимости кокса и коксующегося угля после роста цен на металлопрокат), так и влияния ограничивающих или стимулирующих правительственных решений (ограничение импорта угля в период собственного перепроизводства, политика на уменьшение использования природного газа для производства электроэнергии). Вероятно, что в краткосрочной перспективе (3-5 лет) эта структура не претерпит существенных изменений, поскольку сейчас отсутствуют очевидные основания для радикальной трансформации пропорций энергетического баланса, диверсификации источников энергоресурсов и расширение номенклатуры энергетических материалов, направляемых на экспорт.

Доминирующими факторами, от которых зависит рост экспортного потенциала

энергетического сектора, останутся такие внутренние факторы, как ограничение транспортной и портовой инфраструктуры, мощность энергетических островов или необходимость использования вставок постоянного тока для экспорта электроэнергии, избыток энергоресурсов на внутреннем рынке, а также благоприятная конъюнктура на внешних рынках.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ostashko T. 2011 Stan i perspektivi ekonomichnih vzaemovidnosin mizh Ukraïnoju ta Mitnim Sojuzom / T. Ostashko, V. Zhigadlo, I. Kobuta. – K.: Sprijannja rozvitku mizhnarodnoï torgivli.
2. Derzhavnij komitet statistiki Ukraïni [Elektronnij resurs]. – Rezhim dostupu : <http://www.ukrstat.gov.ua>.
3. U Minekonomiki nazvali umovu vstupu Ukraïni do Mitnogo sojuzu [Elektronnij resurs] // Ekonomichna pravda. – 2011. – 12 travnja. – Rezhim dostupu: <http://www.epravda.com.ua/news/2011/05/12/285520>.
4. Granovs'kij V., Nanivs'ka V. 2011. Nova zo-vnishnja politika: «Ukraïna mae plan» / V. Granovs'kij, V. Nanivs'ka // Perspektiv-ni doslidzhennja. – № 1–2. – 75.
5. Bzhezinskij Z. 1999. Velikaja shahmatnaja do-ska / Z. Bzhezinskij. – M. : Mezhdunarodnye otnoshenija. – 43–73.
6. Ministerstvo energetiki ta vugil'noï promislovosti Ukraïni [Elektronnij re-surs]. – Rezhim dostupu: http://mpe.kmu.gov.ua/fuel/control/uk/publish/category.cat_id=61059
7. Energetichna strategija Ukraïni na pe-riod do 2030 roku: rozporjadzhennja Kabi-netu Ministriv Ukraïni vid 15.03.2006 № 145-r [Elektronnij resurs]. – Rezhim do-stupu : http://search.ligazakon.ua/l_doc2.nsf/link1/FIN38530.html
8. Aksakovs'ka V. 2011. Ironija doli ukraïns'koï energoefektivnosti [Elektronnij resurs] / V. Aksakovs'ka // Dzerkalo tizhnja. — № 25.
9. Gricenko A. 2011. Rossijskij gaz ne nuzhen Ukraine / A. Gricenko // Forbes. – № 4. – Cherven'. – 16.
10. Shpak Ju. 2011. Mizh Shengenom ta gazom [Elektronnij resurs] / Ju. Shpak // Eko-nomichna

- pravda. – 24 travnja. – Rezhim dostupu: <http://www.epravdacom.ua/publications/2011/05/24/28670111>. U Minekonomiki nazvali umovu vstu-pu Ukraïni do Mitnogo sojuzu [Elekt-ronnij resurs] // Ekonomichna pravda. – 2011. – 12 travnja. – Rezhim dostupu: <http://www.epravda.com.ua/news/2011/05/12/285520>
12. Muntijan V. 2009. SNG i mirovoj finansovyj krizis / V.I. Muntijan // Strategija razvitku Ukraïni. –№ 1-2. – 3-28.
13. Statistichnij shhorichnik Ukraïni za 2008 rik (Derzhkomstat Ukraïni) [tekst] / Za red. O. Osaulenka; vidp. za vip. V. Golovko. – K.: Konsul'tant, 2009. – 567.
14. Strategija jekonomicheskogo razvitija Sodruzhestva Nezavisimyh Gosudarstv na period 2020 goda. Minsk: UP «Izd-vo «BDP». – 24.
15. Shkvarja L. 2011. Mezhdunarodnaja jekonomicheskaja integracija v mirovom hozjajstve: ucheb. Posobie / L. Shkvarja – M.: INFRA-M.– 59.
16. Klavdienko V., Tarasov A. 2007: Netradicionnaja jenergetika v stranah ES: jekonomicheskoe stimulirovanie razvitija. Jelektronnyj zhurnal jenergoservisnoj kompanii «Jekologicheskie sistemy». №6, 8-11.
17. Matveev J. 2006: Perspektivi vprovadzhennja sistemi vidobutku ta utilizacii zvalishhnogo gazu na ukraïns'kih poligonah TPV. II mizhnarodna konferencija «Energija z biomasi». – 18-20 veresnja 2006 r., m. Kiïv.
18. Geletuha G. 2003: Energo- zabezpechennja Ukraïni: pogljad u 2050 rik. Zelenaenergetika. №4, 7-10.
19. Horynski M.. 2007. Intelligent electric system in urban traffic control: Teka / Horynski Marec // Copyright by Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture Polish Academy of Sciences Branch in Lublin. – Lublin.– Vol. VII. – 110–116.
20. Gavrish V., Pilip V. 2012. Strategija ispol'zovanija jenergeticheskogo biosyr'ja // MOTROL. Motorization and Power Industry in Agriculture Polish Academy of Sciences Branch in Lublin, – Lublin.– Vol.14 – 31–37.

ENERGY RESEARCH OPPORTUNITIES UKRAINE UNDER CUSTOMS UNION

Summary. The paper presents an analysis of power relations between Ukraine and the Customs Union member states. Past studies found that increasing the export potential of Ukraine's energy sector depends on the restriction of the transport and port infrastructure, power, energy islands or the imperative of using inserts DC to export electricity-shku excess energy in the domestic market and favorable conjuncture for external-sized markets.

Key words: Energy, Customs Union, export, energy.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРОЦЕССА ПНЕВМОСЕПАРАЦИИ ДЛЯ МНОГОУРОВНЕВОГО ВВЕДЕНИЯ ЗЕРНА

Александр Нестеренко, Сергей Лещенко, Дмитрий Петренко, Дмитрий Богатырёв, Олег Кислун

*Кировоградский национальный технический университет
25006, г. Кировоград, пр. Университетский, 8*

*Alexander Nesterenko, Sergei Leshchenko, Dimitri Petrenko, Dmitry Bogatyrev, Oleg Kislun
Kirovograd National Technical University
25006 Kirovograd, University Ave, 8*

Аннотация. Статья посвящена теоретическому анализу работы пневмосепарационного канала с питательным устройством для многоуровневого введения зерновой смеси с целью повышения производительности и уменьшения сопротивления воздушному потоку. Предложены формулы для определения качественных показателей процесса сепарации и их связь с основными параметрами сепаратора.

Ключевые слова: воздушная сепарация, питательное устройство, многоуровневое введение зерна, пневмосепарационный канал, зерновая смесь, рабочая зона, сопротивление воздушному потоку.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

За последние годы в Украине увеличился объем выращивания зерновых культур. Это требует от хозяйств быстрой подготовки зерна к дальнейшей обработке и хранению.

Воздушная сепарация является одним из основных методов очистки зерна, преимуществом которой перед другими является то, что воздухом можно разделять любое зерно - от мелкого (люцерна, мак и др.) до крупного (кукуруза, бобы) и позволяет отделить более 50% посторонних примесей, значительно уменьшая его влажность.

Одной из основных операций в подготовке зерна является предварительная очистка, что уменьшает риск его самосогревания, позволяет сохранить его продовольственную и товарную ценность [1]. Для этого, как правило, используются комбинированные зерноочистительные машины, имеющие воздушную и решетной очистки.

Но в отличии от решётной части, воздушная имеет значительно меньшие показатели удельной нагрузки при которой качественные

показатели соответствуют агротехническим требованиям [2].

Распределение нагрузки в рабочей зоне пневмосепарационного канала (ПСК) определяет степень использования канала, и соответственно, эффективность его работы. Но вследствие неравномерной загрузки ПСК по глубине и высоте появляются перегруженные участки, и поскольку сопротивление воздуха на этих участках падает, то происходит перераспределение структуры воздушного потока и, как следствие, нарушается процесс сепарации [3-7].

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Многочисленными исследованиями [3,4,6-16] определено, что одним из основных факторов, влияющим на эффективность пневмосепарации является удельная нагрузка на единицу ширины ПСК, увеличение которой негативно влияет на все остальные факторы, среди которых средняя скорость и равномерность поля скоростей воздушного потока.

Решению этой проблемы посвящено множество научно-технических решений и разработок [7-15], но в большинстве случаев это приводит к увеличению энергоёмкости за счёт использования дополнительных каналов для предварительной подготовки зерновой смеси или установка элементов, выравнивающих структуру воздушного потока, но при этом создавая дополнительное сопротивление. Поэтому такие технические устройства уменьшают технологическую эффективность пневмосепарации и не являются перспективными для решения поставленной задачи.

Одним из перспективных направлений уменьшения сопротивления воздушному потоку является использование питающего

устройства для многоуровневого ввода зерновой смеси в ПСК (рис.1), который равномерно распределяет материал в поперечном и продольном сечениях и способствует снижению сопротивления воздушному потоку как в зоне введения так и выведения зерна, и соответственно, выравниванию эпюры скоростей [16,17].

Такая конструкция обеспечивает разделение зернового материала на несколько ограниченных по производительности потоков, поступающие в разные рабочие зоны по высоте ПСК и позволяет равномерно распределить материал в зоне сепарации [18-20].

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Целью исследования является математическое определение основных закономерностей процесса пневмосепарации предложенного ПСК для обеспечения равномерного распределения зернового материала в зоне сепарации.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для этого была разработана и изготовлена экспериментальная установка, схема которой представлена на рис.1. Она позволяет изменять основные параметры и режимы работы в необходимых пределах. Боковая стенка ПСК изготовлена прозрачной из оргстекла, что обеспечивает возможность наблюдения за процессом.

Основными составными частями установки являются: бункер 1, ПСК 2, вентилятор 6, осадочная камера 5, питательное устройство 3 и выводной канал 12.

Питательное устройство 3 для многоуровневого введения зерна состоит из направляющих поверхностей 9, установленных друг над другом, верхние концы которых соединены с распределительной пластиной 8, в которой выполнены отверстия прямоугольной формы, а их нижние концы соединены с передней стенкой ПСК 4.

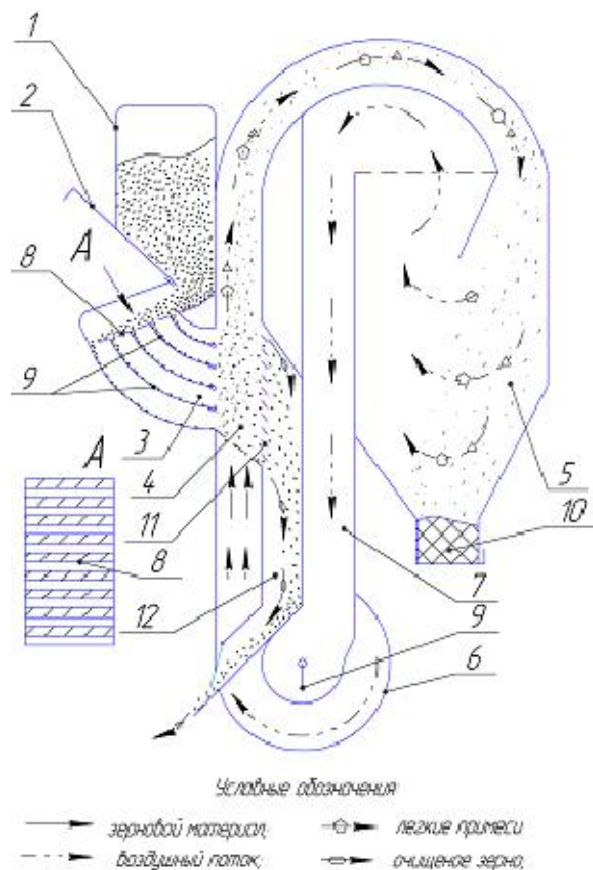


Рис.1 Экспериментальная установка для исследования пневмосепарационного канала с питательным устройством для многоуровневого введения зерна

Fig. 1. Experimental setup for studying of air separation channel is considered with multilevel introduction

Принцип работы заключается в следующем. Исходный материал из бункера 1 поступает на распределительную пластину 8 питательного устройства 3, установленной под углом к горизонту, что позволяет зерновым частицам двигаться с достаточной скоростью. Просыпаясь в отверстия распределительной пластины зерновой материал попадает на направляющие поверхности питательного устройства 9 и тонкими слоями вводится в рабочую зону ПСК.

Под действием воздушного потока, созданного вентилятором 6, исходный зерновой материал разделяется на две фракции: легкие примеси, которые выносятся в осадочную камеру 5, попадая в приёмник 10, и очищенное зерно, которое через жалюзийную стенку 11 и далее через выводной канал 12, выполненный герметичным, выводится из ПСК.

Рассмотрим часть ПСК в зоне ввода зернового материала с помощью предложенного питательного устройства (рис.2).

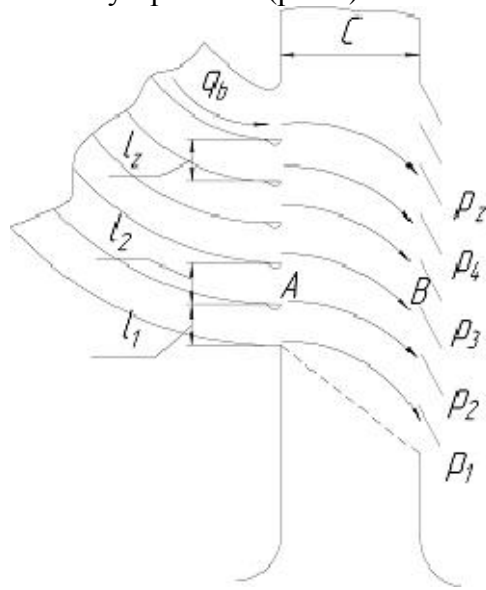


Рис. 2. Схема технологического процесса работы пневмосепарационного канала с питательным устройством для многоуровневого введения зерна

Fig. 1. Process Flow Diagram of air separation channel is considered with multilevel introduction

Распределение зерновых частиц в ПСК можно считать удовлетворительным, если в каждой элементарной области его поперечного сечения будет находиться одинаковое их количество.

Характерной особенностью исследуемого ПСК является то, что процесс сепарации в нем происходит одновременно на нескольких участках l_i по высоте канала. Выделение легких примесей из слоя зернового материала осуществляется за время его движения от передней стенки А до задней В. Далее он выводится через жалюзи за пределы влияния воздушного потока, а воздушный поток выполняет аналогичное разделение зерновой смеси на следующих участках l_2, l_3 и т.д. по высоте ПСК.

Таким образом, весь технологический процесс работы ПСК можно представить как сумму однотипных элементарных процессов сепарации, протекающих одновременно на нескольких отдельных участках по высоте ПСК, и общую производительность можно определить по формуле:

$$Q = \sum_{i=1}^z q_{bi} \cdot b \cdot z, \quad (1)$$

где: q_{bi} – удельная нагрузка на i -том участке;

b – ширина пневмосепарационного канала;

z – количество рабочих участков.

Для заданной производительности ПСК Q , при известном рациональном значении удельной нагрузки q_{bi} , количество элементарных участков ПСК, будет равно:

$$z = \frac{Q}{q_b \cdot b}, \quad (2)$$

Степень разделения обрабатываемого материала ε , которая определяется как отношение количества примесей, что выделились P_i , к его количеству в исходном материале на каждом участке P_0 , в рассматриваемом случае может быть представлена выражением:

$$\varepsilon = \frac{P_1 + \dots + P_{z-1} + \dots + P_z}{\sum P_0} = \frac{\sum_{i=1}^{z-1} P_i}{\sum P_0} \quad (3)$$

где: $P_1, P_2, P_3, \dots, P_z$ – количество примесей, которые выделились соответственно на I, II, III, ... Z участках.

При наличии равнозначных нагрузок и условий движения обрабатываемого материала на всех уровнях, процесс выделения примесей на каждом участке будет проходить аналогично.

Обозначим горизонтальный путь движения обрабатываемого материала по глубине канала C , через x , а количество примесей, которые находятся в нем через y . Считая, что изменение количества примесей в зерновом материале dy на бесконечно малой величине его перемещения в канале dx , пропорциональна количеству примесей, поступающих на этот участок, а отношение изменения скорости функции $\frac{dy}{dx}$ на единицу функции y , есть величина постоянная, равная коэффициенту сепарации k [4]. Тогда, с учетом уменьшения y при увеличении x можно составить дифференциальное уравнение процесса выделения примесей на каждом участке:

$$-\frac{dy}{dx} = ky. \quad (4)$$

После интегрирования получим:

$$\ln y = -kx + c, \quad (5)$$

где: c – постоянная интегрирования.

Принимая $c = \ln c_1$ получим:

$$y = c_1 \cdot e^{-kx}, \quad (6)$$

где: e – основа натурального логарифма.

Подставляя в выражение (5) начальные условия $x=0$ и $y_0 = \psi_{oi}$ находим:

$$y_0 = \psi_{oi} = c, \quad (7)$$

где: ψ_{oi} – относительное содержание примесей в начале i -того участка в долях от единицы.

Остаток примесей в обрабатываемом материале на расстоянии x от места подачи с учетом что $x = v \cdot t$, равна:

$$y_i = \psi_{oi} \cdot e^{-kvt}, \quad (8)$$

где: t – время движения материала от передней к задней стенке ПСК, м;

v – горизонтальная составляющая начальной скорости введения зерна, м/с.

Количество примесей, которые выделились в осадочную камеру для i -го участка можно определить по формуле:

$$y_{\text{вуд}_i} = \psi_{oi} - y_i = \psi_{oi} (1 - e^{-kvt}), \quad (9)$$

Тогда степень разделения зернового материала для i -го участка составит:

$$\mathcal{E}_i = \frac{y_{\text{вуд}_i}}{\psi_{oi}} = 1 - e^{-kvt}, \quad (10)$$

Подставляя в выражение (3) вместо абсолютных величин P_0, \dots, P_{Z-1}, P_z , соответственно их относительные значения $\psi_0, y_1, y_{Z-1}, \dots, y_z$ для ПСК в целом получим:

$$\mathcal{E} = \frac{y_{\text{вуд}_1} + \dots + y_{\text{вуд}_{Z-1}} + \dots + y_{\text{вуд}_z}}{\sum \psi_0} = \frac{\sum_{i=1}^z y_{\text{вуд}_i}}{\sum \psi_0}, \quad (11)$$

Откуда с учётом уравнения (9), получим:

$$\mathcal{E} = \frac{\psi_1(1 - e^{-kvt}) + \psi_{Z-1}(1 - e^{-kvt}) + \dots + \psi_z(1 - e^{-kvt})}{\sum \psi_0}, \quad (12)$$

где: $\psi_1 = \psi_0$;

$$\psi_2 = \psi_0 - y_1 = \psi_0 - \psi_0(1 - e^{-kvt}) = \psi_0 \cdot e^{-kvt};$$

.....

$$\psi_z = \psi_0 - y_2 - \dots - y_{z-1} = \psi_0 \cdot e^{-(z-1)kvt}, \quad (13)$$

Подставляя эти значения в выражение (12) и выполнив необходимые математические преобразования, получим:

$$\mathcal{E} = 1 - e^{-z kvt}. \quad (14)$$

Поскольку глубина канала $C = vt$, то при известном значении коэффициента сепарации k из выражения (13) можно определить

глубину канала, необходимую для получения заданного качества разделения:

$$C = k \cdot z \cdot \ln \frac{1}{1 - \mathcal{E}}. \quad (15)$$

После подстановки в это выражение вместо z его значение с уравнения (2), получим выражение, которое связывает основные параметры ПСК с его главными показателями работы, производительностью и качеством разделения материала:

$$C = \frac{Q}{k \cdot q_{b_1} \cdot b} \cdot \ln \frac{1}{1 - \mathcal{E}}. \quad (16)$$

Отсюда по известным параметрам ПСК для заданного качества разделения обрабатываемого материала \mathcal{E} , производительность пневмосепарации для многоуровневого введения зерна может быть определена по формуле:

$$Q = \frac{q_{b_1} \cdot b \cdot k \cdot C}{\ln \frac{1}{1 - \mathcal{E}}}. \quad (17)$$

Для аналитического определения коэффициента сепарации ПСК преобразуем уравнение (14), решив его относительно k и подставив вместо \mathcal{E} значение с уравнения (11):

$$k = z \cdot C \ln \left(\frac{\psi_0}{\psi_0 - \sum_{i=1}^z y_{\text{вуд}_i}} \right). \quad (18)$$

Как видно из уравнения, увеличение выделения приводит к увеличению коэффициента сепарации. Поэтому, для получения наиболее высоких значений, нужно стремиться обеспечить рациональные условия как для движения зернового материала так и для выделения примесей.

ВЫВОДЫ

Выявлены основные причины ухудшения работы пневмосепарационных каналов при увеличении удельной нагрузки. Предложено новое научно-техническое решение для уменьшения сопротивления ПСК и увеличение производительности за счёт использования питательного устройства для многоуровневого введения зерна.

В результате представленного теоретического анализа получены уравнения, связывающие основные параметры исследуемого ПСК с его главными технологическими показателями, производительностью и полнотой разделения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. I. Podprjatov G., Skalec'ka L., Sen'kov A., Hilevich V. 2002. Zberigannja i pererobka produkcii roslinnictva. K: «Meta», 53-117.
2. GOST 5888-74. Mashini zernoochisni zagal'nogo priznachennja. Tipi ta osnovni parametri. M., 1975.
3. Malis A., Demidov A. 1962. Mashiny dlja ochistki zerna vozdušnym potokom, M., Mashgiz, 176.
4. Burkov A. 2000. Zernoochistitel'nye mashiny. Konstrukcija, issledovanie, raschet i ispytanie / A. Burkov, N. Sychugov – Kirov: izd-vo NIISH Severo-Vostok.– 258.
5. Jampilov S. 2003. Tehnologicheskoe i tehničeskoe obespečenie resurso-jenergoberegajushhih processov ochistki i sortirovanija zerna i semjan / S. Jampilov. – Ulan-Udje: Izd-vo VSGTU.– 262.
6. Matveev A. 1973. Issledovanie pcessa separirovanija zernovoj smesi vertikal'novoshodjashhim vozdušnym potokom. Avtorefer. Dis. kand..tehn. nauk, M.-29.
7. Zlochevskij V. 1985. Intensifikacija processa aerodinamičeskogo razdelenija zernovyh materialov. Dis.dokt. tehn. nauk. – Barnaul, 490.
8. Veden'ev V. 1972. Issledovanija processa pnevmoseparirovanija produktov shelushenija prosa: avtoref. dis. na prisv. nauch. step. kand. tehn. nauk: spec. 05.20.01 «Tehnologii i sredstva mehanizacii sel'skogo hozjajstva» / V.F. Veden'ev – MTPP.– 20.
9. Turov A. 1984. Pnevmosteparator zerna s predvaritel'noj podgotovkoj v ploskoparalel'nom vozdušnom pole//Sibirskij vesnik s-h nauki.- - №2, 86-90.
10. Orlov A. 1985. Separacija zerna v peremennom po napravleniju vozdušnom potoke. Dis.k.t.n. Novosibirsk. – 194.
11. Sabashkin V. 1985. Razdelenie zernovogo voroha v strujnom vozdušnom potoke//Intensifikacija processa sovershenstvovanija posleuboročnoj obrabotki zerna: VASHNIL. Sib. otd.- Novosibirsk, 101-106.
12. Saitov V. 1991. Povyšenie jeffektivnosti funkcionirovanija mashiny predvaritel'noj ochistki zernovogo voroha sovershenstvovanjem osnovnyh rabochih jelementov: diss. kand. tehn. nauk 05.20.01 / V.E. Saitov. – Kirov.– 142.
13. Korneev S. 2002. Intensifikacija rabočego processa zernoochistitel'noj mashiny predvaritel'noj ochistki putjom frakcionirovanija zernovogo materiala: Dis. kand. tehn. nauk. Kirov. – 185.
14. Mjakin V., Urjupin S. 2000. Sovershenstvovanie pnevmatičeskikh separatorov semjan «Tehnika v sel'skom hozjajstve», №4.
15. Tavtilov I. 2008. Sovershenstvovanie processa raboty pnevmoseparatora za schet racional'noj podachi zernovoj smesi v vozdušnyj potok: avtoref. dis. na prisv. nauch. step. kand. tehn. nauk: spec. 05.20.01 «Tehnologii i sredstva mehanizacii sel'skogo hozjajstva» / I.Sh. Tavtilov. – Cheljabinsk.– 22.
16. M.I. Vasil'kovs'kij, O.M. Vasil'kovs'kij, S.M. Leshhenko O. 2006. Nesterenko O.V. Doslidzhennja roboti pnevmoseparujučogo kanalu na fizičnij modeli//Zbirnik naukovih prac' Kirovograds'kogo nacional'nogo tehničnogo universitetu. (Tehnika v sil's'kogospodars'komu virobnictvi, galuzeve mashinobuduvannja, avtomatizacija) – Vip.17, Kirovograd: KNTU. – 44-48.
17. Nesterenko O, Vasil'kovs'kij O., Leshhenko S, Petrenko D., Bogatir'ov D. 2012. Perspektivnij naprjamok intensifikacii povitrjanoj separacii. zerna//Zbirnik naukovih prac' Kirovograds'kogo nacional'nogo tehničnogo universitetu. (Tehnika v sil's'kogospodars'komu virobnictvi, galuzeve mashinobuduvannja, avtomatizacija). Vipusk 25. – Kirovograd: KNTU.– 49-53.
18. Vasil'kovs'kij M., Vasil'kovs'kij O., Moroz S., Leshhenko S., Nesterenko O. 2005. Povitrjanij separator.- Pat. (11) 8058 A Ukraïna, MKI V 02 V 1/00 (Ukraïna).- № u200500190; Zajavl. 10.01.05; Opubl. 15.07.2005.- Bjul. №7.
19. Vasil'kovs'kij M.I., Vasil'kovs'kij O.M., Moroz S.M., Leshhenko S.M., Nesterenko O.V., Kosinov M.M. Povitrjanij separator.- Pat. (11) 9042 A Ukraïna, MKI V 02 V 1/00 (Ukraïna).- № 20041008509; Zajavl. 19.10.04; Opubl. 15.09.2005.- Bjul. №9.
20. Patent na korisnu model' № 45406 Ukraïna, MPK V02V 1/00. Povitrjanij separator / Vasil'kovs'kij M.I., Vasil'kovs'kij O.M., Leshhenko S.M., Nesterenko O.V., Bogatir'ov D.V.; Kirovograds'kij nacional'nij tehničnij universitet. Zajavka №u200905484; zajavl. 01.06.2009; opubl. 10.11.2009, Bjul. № 21.

THE THEORETICAL JUSTIFICATION OF AIR SEPARATION PROCESS QUALITY FACTORS FOR THE MULTILEVEL GRAIN INTRODUCTION

Summary. The article is devoted to the theoretical analysis of the work of the aspirating channel with the feeder for the multilevel grain mixture introduction for the purpose of efficiency improving and air flow drag reduction. There are the formulas suggested for the definition of separation process quality factors and their connection with the main separator characteristics.

Key words: air separation, feeder, multilevel grain introduction, airseparating channel, grain mixture, working space, air flow resistance

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНОЙ СХЕМЫ ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОГО ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА ДЛЯ ТОЧНОГО ВЫСЕВА СЕМЯН ПРОПАШНЫХ КУЛЬТУР

Екатерина Васильковская, Николай Петренко, Светлана Гончарова

Кировоградский национальный технический университет

25006, г. Кировоград, пр. Университетский, 8

Catherine Vasylykivska, Nikolai Petrenko Svetlana Goncharova

Kirovograd National Technical University

25006 Kirovograd, University Ave, 8

Аннотация. В статье предложена конструкция нового пневмомеханического высевающего аппарата с периферийным расположением ячеек для точного посева семян пропашных культур. Получена зависимость перемещения семени по лопатке от угла вращения диска, построено график зависимости. Найдено граничное значение угловой скорости вращения высевающего диска для гарантированного схождения лишних семян.

Ключевые слова: пневмомеханический аппарат, высевающий диск, ячейка, лопатка, основное семя, лишние семена, угловая скорость вращения диска, сила тяжести, сила инерции, угол вращения диска, перемещение семени.

ВВЕДЕНИЕ

Современная Украина - это государство с высоким потенциалом аграрного сектора в сфере выращивания пропашных культур, реализация которого невозможна без внедрения новейших технологий и обеспечения производителей высокоэффективной сельскохозяйственной техникой.

Технологическая эффективность посева пропашных культур определяется показателями его производительности, качества и уровнем повреждения семян. Обеспечение этих показателей зависит, в первую очередь, от совершенства высевающих аппаратов для точного посева.

Проведя анализ конструкций высевных аппаратов точного посева [1-10] было определено перспективное направление его усовершенствования. Для повышения эффективности точного посева семян пропашных культур на кафедре сельскохозяйственного машиностроения Кировоградского национального технического университета был разработан и изготовлен опытный образец нового пневмомеханического высевающего аппарата. Главной особенностью высевающего аппарата [11,

12], является наличие оригинального высевающего диска с периферийным расположением ячеек, на внутренней поверхности которых размещены лопатки для принудительного захвата семян в рабочей камере и дальнейшего их движения к зоне выброса. Предложенный высевающий диск, благодаря наличию лопаток, позволяет надежно захватывать и перемещать семена к зоне выброса на повышенных скоростях вращения ячеек [1, 2, 13, 14].

АНАЛИЗ РАБОТЫ ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА БЕЗ СОЗДАНИЯ ВАКУУМА

Анализ конструкции предложенного высевающего аппарата [15] позволяет предположить о возможности осуществления захвата семян, перемещения и сброса их, даже, без создания разрежения в вакуумной камере.

Очевидно, что захват семени однозначно произойдет, поскольку это обусловлено наличием на диске периферийно расположенных ячеек с лопатками и давления R со стороны семенной массы на семя, которое увлекается (рис. 1).

При однозерновом заполнении ячеек и обеспечении выполнения условия (1), семя будет перемещаться по внутренней поверхности корпуса к зоне сброса в борозду:

$$K = \frac{\omega^2 \cdot r}{g} \geq 1, \quad (1)$$

где: ω - угловая скорость диска, рад/с;
 r - расстояние от центра массы частицы, до точки вращения диска, м;
 g - ускорение свободного падения, м/с².

Как отмечено выше, однозерновой захват в плоскости XOY возможен при обеспечении определенного соотношения размеров лопатки и семени. Однако при этом невозможно избежать захвата нескольких семян одной лопаткой в плоскости XOZ (рис. 2), с

дальнейшим перемещением их в борозду, что является недопустимым.

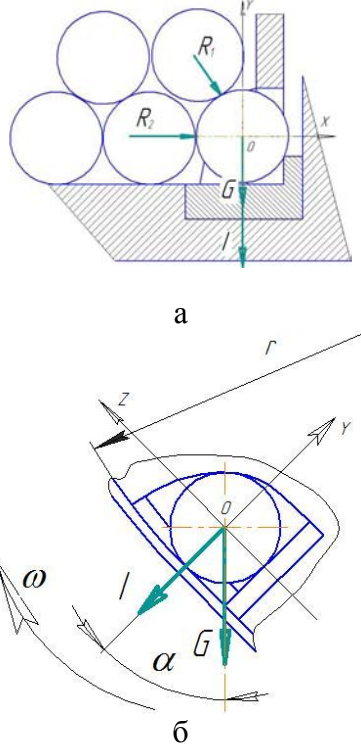


Рис. 1. Схема сил, которые действуют на семя во время захвата: а - схема сил в проекции XOY; б - схема сил в проекции XOZ

Fig. 1. Chart of forces which operate on a seed during a capture: a - a chart of forces is in the projection of XOY; b - a chart of forces is in the projection of XOZ

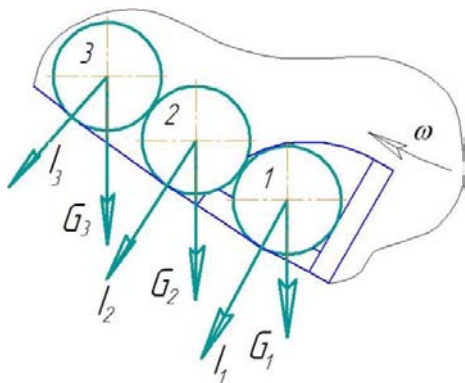


Рис. 2. Схема увлечения нескольких семян одной лопаткой в проекции XOZ

Fig. 2. There is a chart of infatuation for of a few seed one shoulder-blade projection XOZ

Естественное удаление лишних семян можно осуществить путем изготовления в корпусе аппарата специальной полости (рис. 3), в которую под действием центробежных сил попадают лишние семена и направляются назад - в зону заполнения.

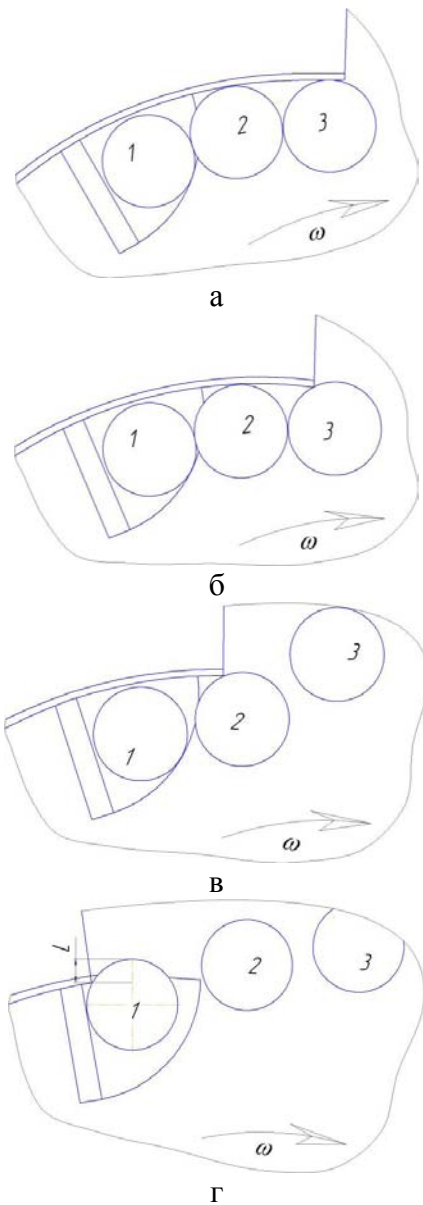


Рис. 3. Схема аппарата, в которой показана работа полости во время удаления лишних семян

Fig. 3. Chart of vehicle, in which work of cavity is rotated during the delete of superfluous seed

Концепция процесса удаления лишних семян сводится к следующему: при вращении высевающего диска лопатка толкает впереди несколько семян, которые прижимаются к ней благодаря наличию сил трения по поверхности корпуса. Кроме того, частицы прижимаются к корпусу благодаря превалированию центробежной силы над силой тяжести (1).

Двигаясь вместе с диском семена, оказываются рядом с полостью (рис. 3 а), причем лишние семена двигаются впереди того, которое находится в ячейке. Переместившись к

полости, частицы поочередно попадают в нее (рис. 3 б, в, г), причем, последней начнет перемещаться частица, которая находится непосредственно в ячейке на лопатке - основное семя, которое должно попасть к зоне сброса в борозду.

Очевидно, что за время вращения диска на угол ε (рис. 4), основное семя, чтобы не попасть вместе с "лишними" частицами в полость, должно переместиться в радиальном направлении на расстояние, меньше, чем половина собственного диаметра:

$$L < \frac{d}{2}, \quad (2)$$

где: d - диаметр семени.

Рассмотрим общий случай (рис. 4), когда лопатка установлена под некоторым углом α к нормали.

На частицу, которая находится на лопатке, будут действовать следующие силы: сила тяжести G , центробежная сила I , сила трения $F_{тр}$. Силой сопротивления воздуха и силой инерции Кориолиса можно пренебречь, вследствие незначительных скоростей вращения диска.

Тогда:

$$m \cdot S'' = -f \cdot (m \cdot \omega^2 \cdot r \cdot \sin \alpha + m \cdot g \cdot \sin \beta) - m \cdot g \cdot \cos \beta + m \cdot \omega^2 \cdot r \cdot \cos \alpha \quad (3)$$

где: G – сила тяжести, $G = m \cdot g$, Н;

I – сила инерции, $I = m \cdot \omega^2 \cdot r$, Н;

$F_{тр}$ – сила трения,

$$F_{тр} = f \cdot N = f \cdot (m \cdot \omega^2 \cdot r + m \cdot g \cdot \sin \beta), \text{ Н};$$

N – сила нормальной реакции, Н;

f – коэффициент трения семени по поверхности корпусу;

m – масса семени, кг;

β – угол установки лопатки к вертикали,

$$\beta = \alpha_0 + \omega \cdot t.$$

$$S'' = -f \cdot \omega^2 \cdot r \cdot \sin \alpha - f \cdot g \cdot \sin \beta - g \cdot \cos \beta + \omega^2 \cdot r \cdot \cos \alpha \quad (4)$$

Радиус равняется:

$$r \cdot \sin \alpha = r_0 \cdot \sin \alpha_0 = const.$$

Откуда:

$$r \cdot \sin \alpha = S + r_0 \cdot \sin \alpha_0,$$

где: S - перемещение вдоль оси τ на протяжении времени поворота диска на угол ε .

Получим линейное уравнение второго порядка с постоянными коэффициентами [16, 17]:

$$S'' - \omega^2 S = f \cdot g \cdot \sin(\alpha_0 + \omega \cdot t) - g \cdot \cos(\alpha_0 + \omega \cdot t) + C \quad (5)$$

где: $C = -f \cdot \omega^2 \cdot r_0 \cdot \sin \alpha_0 + \omega^2 \cdot r_0 \cdot \cos \alpha_0$.

Запишем характеристическое уравнение для соответственного однородного уравнения:

$$\lambda^2 - \omega^2 = 0$$

$$\lambda^2 = \omega^2$$

$$\lambda = \pm \omega$$

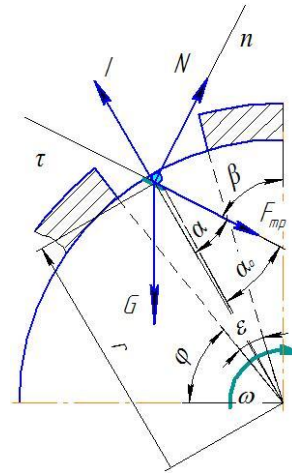


Рис. 4. Схема сил, которые действуют на семя во время транспортировки его к зоне сброса

Fig. 4. Chart of forces which operate on a seed during transporting of it to the area of up-cast

Тогда общее решение однородного уравнения:

$$\bar{S} = C_1 \cdot e^{\omega t} + C_2 \cdot e^{-\omega t}, \quad (6)$$

где: C_1, C_2 – коэффициенты.

Частичное решение неоднородного уравнения будем искать в виде:

$$S^* = S_1^* + S_2^*, \quad (7)$$

где: $S_1^* = A$,

$$S_2^* = M \cdot \cos(\alpha_0 + \omega t) + N \cdot \sin(\alpha_0 + \omega t),$$

де A, M, N - неизвестные константы.

Найдем A :

$$S_1^{*'} = 0, \quad S_1^{*''} = 0.$$

Подставив в (5), получим:

$$\omega^2 \cdot A = C, \quad (8)$$

$$A = \frac{C}{-\omega^2} = f \cdot r_0 \cdot \sin \alpha_0 - r_0 \cdot \cos \alpha_0. \quad (9)$$

Найдем M и N :

$$S_1^* = -M \cdot \omega \cdot \sin(\alpha_0 + \omega t) + N \cdot \omega \cdot \cos(\alpha_0 + \omega t), \quad (10)$$

$$S_2^* = -M \cdot \omega^2 \cdot \cos(\alpha_0 + \omega t) - N \cdot \omega^2 \cdot \sin(\alpha_0 + \omega t). \quad (11)$$

Подставив (10), (11) в (5), получим:

$$\begin{aligned} & -M \cdot \omega^2 \cdot \cos(\alpha_0 + \omega t) - N \cdot \omega^2 \cdot \sin(\alpha_0 + \omega t) - \\ & - \omega^2 \cdot M \cdot \cos(\alpha_0 + \omega t) - \omega^2 \cdot N \cdot \sin(\alpha_0 + \omega t) = \\ & = -f \cdot g \cdot \sin(\alpha_0 + \omega t) - g \cdot \cos(\alpha_0 + \omega t) \end{aligned} \quad (12)$$

Приравняем коэффициенты при $\cos(\alpha_0 + \omega t)$ и $\sin(\alpha_0 + \omega t)$:

$$\cos(\alpha_0 + \omega t) \quad -2M\omega^2 = -g$$

$$M = \frac{g}{2 \cdot \omega^2}$$

$$\sin(\alpha_0 + \omega t) \quad -2N\omega^2 = -f \cdot g$$

$$N = \frac{f \cdot g}{2 \cdot \omega^2}.$$

Получим:

Тогда:

$$\begin{cases} S'(0) = C_1 \cdot \omega - C_2 \cdot \omega - \frac{g}{2 \cdot \omega} \cdot \sin \alpha_0 + \frac{f \cdot g}{2 \cdot \omega} \cdot \cos \alpha_0 = 0 \\ S(0) = C_1 + C_2 + f \cdot r_0 \cdot \sin \alpha_0 - r_0 \cos \alpha_0 + \frac{g}{2 \cdot \omega^2} \cos \alpha_0 + \frac{f \cdot g}{2 \cdot \omega^2} \sin \alpha_0 = 0 \end{cases} \quad (17)$$

Откуда:

$$C_2 = \frac{f \cdot r_0 \cdot \sin \alpha_0}{2} + \frac{r_0 \cos \alpha_0}{2} - \frac{g}{4 \cdot \omega^2} \cdot (\cos \alpha_0 + \sin \alpha_0) - \frac{f \cdot g}{4 \cdot \omega^2} (\sin \alpha_0 - \cos \alpha_0) \quad (18)$$

$$C_2 = \frac{f \cdot r_0 \cdot \sin \alpha_0}{2} - \frac{r_0 \cos \alpha_0}{2} + \frac{g}{4 \cdot \omega^2} \cdot (\cos \alpha_0 + \sin \alpha_0) + \frac{f \cdot g}{4 \cdot \omega^2} (\sin \alpha_0 - \cos \alpha_0) -$$

$$- f \cdot r_0 \cdot \sin \alpha_0 + r_0 \cos \alpha_0 - \frac{g}{2 \cdot \omega^2} \cos \alpha_0 - \frac{f \cdot g}{4 \cdot \omega^2} \sin \alpha_0$$

Упростив выражения, получим:

$$C_1 = \sin \alpha_0 \left(-\frac{f \cdot r_0}{2} + \frac{g}{4 \cdot \omega^2} - \frac{f \cdot g}{4 \cdot \omega^2} \right) + \cos \alpha_0 \left(\frac{r_0}{2} - \frac{g}{4 \cdot \omega^2} - \frac{f \cdot g}{4 \cdot \omega^2} \right), \quad (20)$$

$$C_2 = \sin \alpha_0 \left(-\frac{f \cdot r_0}{2} - \frac{g}{4 \cdot \omega^2} - \frac{f \cdot g}{4 \cdot \omega^2} \right) + \cos \alpha_0 \left(\frac{r_0}{2} - \frac{g}{4 \cdot \omega^2} + \frac{f \cdot g}{4 \cdot \omega^2} \right). \quad (21)$$

Подставив (20), (21) в (6), получим:

$$\begin{aligned} S = & \left(\sin \alpha_0 \left(-\frac{f \cdot r_0}{2} + \frac{g}{4 \cdot \omega^2} - \frac{f \cdot g}{4 \cdot \omega^2} \right) + \cos \alpha_0 \left(\frac{r_0}{2} - \frac{g}{4 \cdot \omega^2} - \frac{f \cdot g}{4 \cdot \omega^2} \right) \right) \cdot e^{\omega t} + \\ & + \left(\sin \alpha_0 \left(-\frac{f \cdot r_0}{2} - \frac{g}{4 \cdot \omega^2} - \frac{f \cdot g}{4 \cdot \omega^2} \right) + \cos \alpha_0 \left(\frac{r_0}{2} - \frac{g}{4 \cdot \omega^2} + \frac{f \cdot g}{4 \cdot \omega^2} \right) \right) \cdot e^{-\omega t} + \\ & f \cdot r_0 \cdot \sin \alpha_0 - r_0 \cdot \cos \alpha_0 + \frac{g}{2 \cdot \omega^2} \cos(\alpha_0 + \omega t) + \frac{f \cdot g}{2 \cdot \omega^2} \sin(\alpha_0 + \omega t) \end{aligned} \quad (22)$$

$$\begin{aligned} S^* = & f \cdot r_0 \cdot \sin \alpha_0 - r_0 \cdot \cos \alpha_0 + \\ & + \frac{g}{2 \cdot \omega^2} \cos(\alpha_0 + \omega t) + \\ & + \frac{f \cdot g}{2 \cdot \omega^2} \sin(\alpha_0 + \omega t) \end{aligned} \quad (13)$$

Общее решение уравнения (5):

$$S = \bar{S} + S^*, \quad (14)$$

поэтому:

$$\begin{aligned} S = & C_1 \cdot e^{\omega t} - C_2 \cdot e^{-\omega t} + f \cdot r_0 \cdot \sin \alpha_0 - r_0 \cdot \cos \alpha_0 \\ & - \frac{g}{2 \cdot \omega^2} \cdot \cos(\alpha_0 + \omega t) + \frac{f \cdot g}{2 \cdot \omega^2} \cdot \sin(\alpha_0 + \omega t) \end{aligned} \quad (15)$$

Учитывая начальные условия $S(0) = 0$, $S'(0) = 0$, найдем константы C_1 , C_2 :

$$\begin{aligned} S' = & C_1 \cdot \omega \cdot e^{\omega t} - C_2 \cdot \omega \cdot e^{-\omega t} - \\ & - \frac{g}{2 \cdot \omega^2} \omega \cdot \sin(\alpha_0 + \omega t) + \\ & + \frac{f \cdot g}{2 \cdot \omega^2} \omega \cdot \cos(\alpha_0 + \omega t) \end{aligned} \quad (16)$$

Перемещение семени в радиальном направлении ограничено условием:

$$0 < L = S \cdot \cos \alpha_0 < \frac{d}{2} \quad (23)$$

Для обеспечения выполнения условия (23), семя имеет возможность передвигаться в радиальном направлении на протяжении

Таким образом, получим:

$$L = \left[\begin{aligned} & \left(\sin \alpha_0 \left(-\frac{f \cdot r_0}{2} + \frac{g}{4 \cdot \omega^2} - \frac{f \cdot g}{4 \cdot \omega^2} \right) + \cos \alpha_0 \left(\frac{r_0}{2} - \frac{g}{4 \cdot \omega^2} - \frac{f \cdot g}{4 \cdot \omega^2} \right) \right) \cdot e^\varepsilon + \\ & + \left(\sin \alpha_0 \left(-\frac{f \cdot r_0}{2} - \frac{g}{4 \cdot \omega^2} - \frac{f \cdot g}{4 \cdot \omega^2} \right) + \cos \alpha_0 \left(\frac{r_0}{2} - \frac{g}{4 \cdot \omega^2} + \frac{f \cdot g}{4 \cdot \omega^2} \right) \right) \cdot e^{-\varepsilon} + \\ & f \cdot r_0 \cdot \sin \alpha_0 - r_0 \cdot \cos \alpha_0 + \frac{g}{2 \cdot \omega^2} \cos(\alpha_0 + \omega t) + \frac{f \cdot g}{2 \cdot \omega^2} \sin(\alpha_0 + \omega t) \end{aligned} \right] \cdot \cos \alpha \quad (25)$$

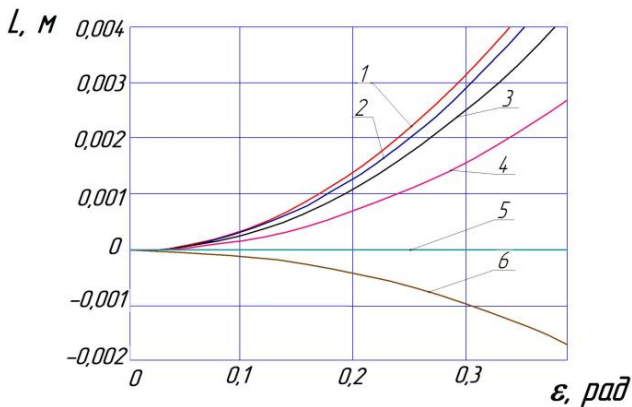


Рис. 5. Зависимости перемещения частицы (семени) по лопатке от угла вращения диска при разных угловых скоростях: 1 – 30 рад/с, 2 – 25 рад/с, 3 – 20 рад/с, 4 – 15 рад/с, 5 – 11,3 рад/с, 6 – 10 рад/с.

Fig. 5. Dependences of moving of particle (to the seed) on a shoulder-blade from the corner of rotation of disk at different angular velocities: 1 – 30 rad/s, 2 – 25 rad/s, 3 – 20 rad/s, 4 – 15 rad/s, 5 – 11,3 rad/s, 6 – 10 rad/s.

Построим график зависимости перемещения частицы (семени) по лопатке от угла вращения диска при разных угловых скоростях (рис. 5) [18-20].

ВЫВОДЫ

Как видно из графика зависимости перемещения семени по лопатке от угла вращения диска, при разных угловых скоростях (рис. 5), для гарантированного удаления

времени, за которое диск, повернется на угол ε , которое определяет размер полости:

$$t = \frac{\varepsilon}{\omega}, \quad (24)$$

где: ε - угол, определяющий размер полости, рад;

ω – угловая скорость высевающего диска, рад/с.

лишних семян центробежная сила должна быть больше силы тяжести семени, то есть угловая скорость должна быть больше граничного значения 11,3 рад/с. При меньшем значении угловой скорости, частичка будет двигаться по лопатке назад, что приведет к выпадению ее в заборную камеру.

Однако, при условии, что скорость вращения высевающего диска стремится быть равной скорости движения сеялки, вместе с лишними семенами может быть удалено и основное семя. Для гарантированного не схождения основного семени необходимо использование дополнительной прижимающей силы, которая удерживала бы его в ячейке, которой и является сила присасывания P .

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Vasil'kovskij M. 1983. Issledovanie universal'nogo pnevmaticheskogo apparata dlja punktirnogo poseva semjan propashnyh kul'tur. / Vasil'kovskij M., Katerinich L., Momot A., Nemirovskij B., Oryshaka V., Ostrikovskij A., Tkach A. – Kirovograd. – (Registr. №80255787 Otchet po NIR s KPKI).
2. Vasil'kovskij M. 1981. Razrabotka i issledovanie universal'nogo pnevmaticheskogo apparata dlja punktirnogo poseva semjan propashnyh kul'tur/ Vasil'kovskij M., Katerinich L., Meshhishina L., Nemirovskij B., Oryshaka V., Ostrikovskij A. – Kirovograd:– (Registr. №80051423 Otchet po NIR s KPKI).

3. Sisolin P. 2007. Sil's'kogospodars'ki mashini: teoretichni osnovi, konstrukcija, proektuvannja. Kniga 3: Mashini ta obladnannja dlja pererobki zerna ta nasinnja / Sisolin P., Petrenko M., Sviren' M.. – K.: Feniks, – 384.
4. Novi konstrukcii rruntoobrobnih ta posivnih mashin / [Bojko A., Sviren' M., Shmat S., Nozhnov M.]. – K., 2003. – 206.
5. Sisolin P. 2004. Visivni aparati sivalok / P. Sisolin, M. Sviren'. – Kirovograd. – 160.
6. Suchasni tendencii rozvitku konstrukcij sil's'kogospodars'koï tehniki / [V. Adamchuk, G. Baranov, O. Baranovs'kij ta in.]; za red. V. Kravchuka, M. Gricishina, S. Kovalja. – K.: Agrarna nauka, 2004. – 396.
7. Universal'nye pnevmaticheskie vysevajushhie apparaty propashnyh sejalok i puti ih sovershenstvovanija / V. Horunzhenko, V. Juzbashev, V. Gusev [i dr.] // Torija i metodika sozdaniya pochvoobrabatyvajushhih i posevnyh mashin. – 1996. – 87-91.
8. Mashiny dlja tochnogo poseva propashnyh kul'tur: konstruirovanie i raschet. / [Basin B., Brej V., Pogorelyj L. i dr.]. – K.: Tehnika, 1987. – 151.
9. Zenin L. 1962. Issledovanie pnevmaticheskogo vysevajushhego aparata tochnogo vyseva: Avtoref. dissert. kandidata tehnichestskih nauk. / Zenin L. – Alma-Ata. – 36.
10. Chichkin V. P. Ovoshhnye sejalki i kombinirovannye agregaty. / Chichkin V.P. – Kishinev: Shtiinca, 1984. – 392 s.
11. Pat. 74635 U Ukraïna, MPK A01S 7/04 (2006.01). Pnevnomechanichnij visivnij aparat / Vasil'kovs'kij M., Vasil'kovs'ka K., Petrenko M., Nepik A.; zajavnik i patentotrimach Kirovograds'kij nacional'nij tehnicnij universitet – №u201203298; zajavl. 20.03.2012; opubl. 12.11.2012, Bjul. № 21.
12. Vasil'kovs'ka K. 2012. Eksperimental'ni doslidzhennja pnevmomechanichnogo visivnogo aparata z periferijnim roztashuvannjam komirok dlja visivu nasinnja prosapnih kul'tur // Konstrujuvannja, virobništvo ta ekspluacija sil's'kogospodars'kih mashin. Zagal'noderzhavnij mizhvidomchij naukovo-tehnicnij zbirnik. Vip. 42, chastina 2 – Kirovograd: KNTU – 142-147.
13. Petrenko M. 2010. Analiz konstrukcij visivnih aparativ tochnogo visivu / Petrenko M., Vasil'kovs'kij M., Vasil'kovs'ka K. Visnik Harkivs'kogo nacional'nogo tehnicnogo universitetu sil's'kogo gospodarstva im. P. Vasilenka, tom 1 «Mehanizacija sil's'kogospodars'kogo virobništva» – Vipusk 93. – 157-163.
14. Petrenko M. 2011. Vdoskonalennja pnevmomechanichnogo visivnogo aparata dlja tochnogo visivu nasinnja prosapnih kul'tur / Petrenko M., Vasil'kovs'kij M., Vasil'kovs'ka K. Visnik Harkivs'kogo nacional'nogo tehnicnogo universitetu sil's'kogo gospodarstva im. P. Vasilenka, tom 1 «Mehanizacija sil's'kogospodars'kogo virobništva» – Vipusk 107. – 359-363.
15. Petrenko M. 2011. Do obruntuvannja parametriv pnevmomechanichnogo visivnogo aparata s periferijnim roztashuvannjam komirok dlja tochnogo visivu nasinnja prosapnih kul'tur / Petrenko M., Vasil'kovs'kij M., Vasil'kovs'ka K. // Konstrujuvannja, virobništvo ta ekspluacija sil's'kogospodars'kih mashin. Zagal'noderzhavnij mizhvidomchij naukovo-tehnicnij zbirnik. Vip. 41, chastina 1. – Kirovograd: KNTU. – 288-293.
16. Babak V. 2004. Teorija jmovirnostej, vipadkovi procesi ta matematiczna statistika: Pidručnik / V. Babak, B. Marchenko, M. Friz. – K.: Tehnika. – 288.
17. Ponomarev K. 1973. Sostavlenie differencial'nyh uravnenij / Ponomarev K. – Minsk: Vysshaja shkola.
18. Borovikov V. 2003. STATISTICA. Iskusstvo analiza dannyh na komp'jutere: Dlja professionalov / V. Borovikov. – SPb.: Piter. – 688.
19. D'jakonov V. 2005. MATLAB 6.5 SP1/7 + Simulink 5/6® v matematike i modelirovanii. Serija «Biblioteka profesionala» / V. P. D'jakonov. – M.: SOLON-Press. – 576.
20. Plis A. 2003. MathCAD Matematicheskij praktikum dlja inzhenerov i jekonomistov: Uchebnoe posobie / A. Plis – M.: Finansy i statistika. – 656.

GROUND OF STRUCTURAL CHART PNEVMOMECHANICAL SEEDMETER FOR SEED-SPACING OF SEED OF THE CULTIVATED CULTURES

Summary. In the article the construction of new pnevmomechanical seedmeter is offered with the peripheral location of cells for the exact sowing of seed of the cultivated cultures. Dependence of moving of seed is got on a shoulder-blade from the corner of rotation of disk, the chart of dependence is built. The border value of

angulator of rotation of sowing disk is found for the assured going down of superfluous seed.

Key words: pnevmomechanical seedmeter, sowing disk, cell, shoulder-blade, basic seed, superfluous seed, angulator of rotation of disk, gravity, force of inertia, corner of rotation of disk, moving of seed.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОЧИСТКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР ВОЗДУШНЫМ ПОТОКОМ

Алексей Васильковский, Сергей Леценко, Анна Кожанова
 Кировоградский национальный технический университет
 25006, г. Кировоград, пр. Университетский, 8
Vasilkovsky Alexei and Sergei Leshchenko Anna Kozhanova
 Kirovograd National Technical University
 25006 Kirovograd, University Ave, 8

Аннотация. В статье предложен способ повышения производительности послеуборочной обработки зерновых культур воздушным потоком в наклонном аспирационном канале воздушно-решетной зерноочистительной машины. Получены эпюры скоростей воздушного потока на входе в аспирационный канал при использовании лопаток ротора увеличенной длины. Установлены зависимости изменения полноты воздушного разделения зернового вороха от удельной производительности для различного количества решет блока задержки, устанавливаемого в воздушный канал.

Ключевые слова: зерноочистительная машина, воздушный канал, аспирация, технологическая эффективность, полнота разделения, блок задержки.

ВВЕДЕНИЕ

Повышение эффективности послеуборочной очистки является актуальной задачей современного сельскохозяйственного производства, поскольку именно этот способ обработки собранного урожая позволяет снизить влажность зерновой массы, удалить сорные и некондиционные примеси, повысить тем самым её товарную ценность и устойчивость к долгосрочному хранению.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Как показывает обзор технологий и средств послеуборочной обработки, на этапе предварительной и первичной очистки зерновых культур применяются преимущественно воздушно-решетные машины, осуществляющие разделение массы, одновременно, по аэродинамическим и геометрическим свойствам [1-17]. На сегодняшний день, учеными создано большое количество рабочих органов, позволяющих интенсифицировать процессы разделения сыпучих зерновых смесей по указанным выше отличительным

признакам. Однако возможности воздушных систем, существенно отстают от решетных, что не позволяет получить максимальный эффект от комбинации операций. Немаловажным также является тот факт, что в угоду удачной конструктивной компоновке аспирации и решетной части, в большинстве современных зерноочистительных машин, последовательность выполнения технологических операций не является оптимальной, т.е. – малопродуктивная операция (очистка по аэродинамическим свойствам) выполняется перед более производительной (решетной очисткой от крупных примесей).

Таким образом, решение задачи повышения эффективности послеуборочной очистки зерновых культур, должно решаться комплексно, с учетом совокупности аспектов, определяющих ее количественно-качественные показатели.

На кафедре сельскохозяйственного машиностроения Кировоградского национального технического университета была разработана оригинальная конструкция воздушно-решетной зерноочистительной машины (рис. 1, 2), в которой органично реализована концепция обеспечения оптимальной последовательности выполнения технологических операций [18, 19].

Машина состоит из бункера 1 с дозатором 2, неподвижного пруткового колосового решета 3, воздушного канала 4, ограниченного кожухами 5, неподвижного пруткового подсевного решета 6, лопастного ротора 7 и выгрузного канала очищенного зерна 8.

Технологический процесс работы зерноочистительной машины следующий. При включении, лопастной ротор 7 начинает вращаться, создавая поток воздуха в канале 4. При открытии заслонки дозатора 2, зерновой ворох перемещается из бункера 1 к

прутковому колосовому решету 3, сквозь каналы которого просеивается зерно основной культуры, а также мелкие и легкие примеси. Крупные примеси идут сходом в приемник I. Под воздействием воздушного потока в канале 4, легкие примеси отклоняются от вертикальной траектории и увлекаются в приемник II. Остальная масса направляется к подсевному решету 6, по которому перемещается, увлекаемая эластичными лопатками ротора 7. Поскольку скорость концов лопаток ротора составляет около 20 м/с, материал «растягивается» и движется по решетке толщиной в один слой. Благодаря воздействию существенной центробежной силы, проходные частицы – мелкие примеси интенсивно просеиваются. Очищенное зерно выбрасывается через выгрузной канал 7 к месту отгрузки. Следует заметить, что ротор выполняет, одновременно, несколько функций: создает воздушный поток, ускоряет массу при перемещении по решетке, очищает рабочие каналы решета от забивания «трудными» частицами, а также создает условия для инерционной отгрузки очищенного зерна без использования дополнительных устройств.

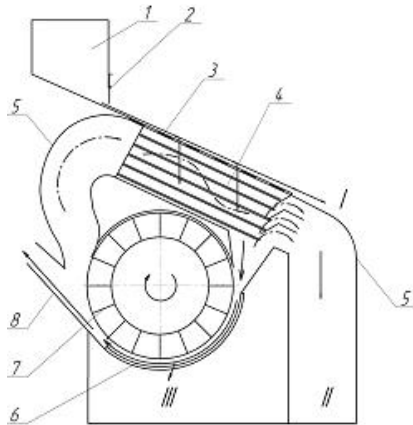


Рис. 1. Схема зерноочистительной машины с оптимальной последовательностью выполнения технологических операций

Fig. 1. The scheme of grain cleaning machine with optimal sequence of technological operations

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Проведенные предварительные опыты по изучению показателей технологической эффективности работы аспирации и решетной части зерноочистительной машины показали, что наряду с обеспечением оптимальной

последовательности выполнения операций, эффективность системы воздушной очистки остается недостаточной и требует повышения.

Таким образом, целью работы является повышение эффективности работы аспирационной системы зерноочистительной машины для согласованной работы с решетной частью.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

На основе анализа работ [20-22], согласно выдвинутой концепции о возможности повышения показателей технологической эффективности работы аспирационных систем зерноочистительных машин за счет увеличения времени воздействия воздушного потока на частицы вороха, нами предложена конструкция блока задержки (рис. 2), устанавливаемая в воздушный канал машины (рис. 1).



Рис. 2. Общий вид блока задержки
Fig. 2. A general view of the delay unit

Блок задержки состоит из набора прутковых решет, расположенных друг под другом, со смещением прутков в шахматном порядке (рис. 3). Зазоры между прутками выбраны из условий недопущения забиваний зерном.

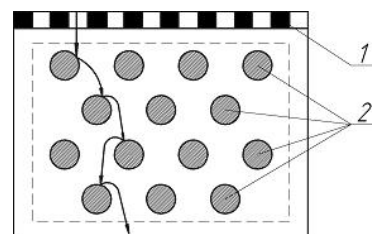


Рис. 3. Схема разреза блока задержки
Fig. 3. Delay block circuit section

Работа устройства состоит в следующем. Материал, который просеялся сквозь рабочие каналы колосового решета 1, попадает в блок задержки, где на него воздействует воздушный поток, направленный вдоль прутков

2 последнего. Перемещение материала в блоке задержки характеризуется движением с отскоком (рис. 3), благодаря чему он большее время взаимодействует с воздухом и, легкие частицы, с большей вероятностью, могут быть выделены.

Во время проведения экспериментальных исследований процесса воздушной очистки пшеницы, нами был использован лопастной ротор, диаметром 250 мм с увеличенной длиной лопаток до 45 мм (рис. 4), в отличие от базового, длина лопаток которого составляла 25 мм. Частота вращения ротора варьировалась в пределах 1100...1400 об/мин.

Проведя предварительные опыты по определению скорости воздуха на входе в воздушный канал, было установлено, что она существенно зависит от скорости вращения ротора и количества лопаток.



Рис. 4. Общий вид лопастного ротора
Fig. 4. A general view of the rotor blade

Так, при действительной частоте вращения ротора 1400 об/мин. и количестве лопаток – 24, максимальная скорость воздуха на входе в канал составляет около 8 м/с (рис. 5), что является достаточным для выделения легких примесей из зернового вороха в наклонном воздушном канале машины.

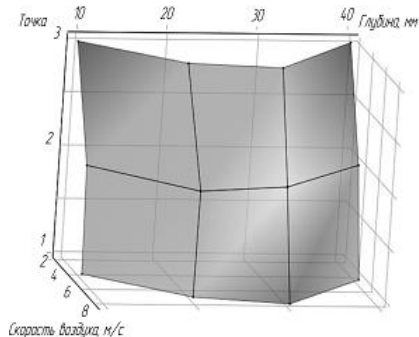


Рис. 5. Эпюра скоростного поля на входе в воздушный канал

Fig. 5. The diagram of the velocity field at the inlet to the air passage

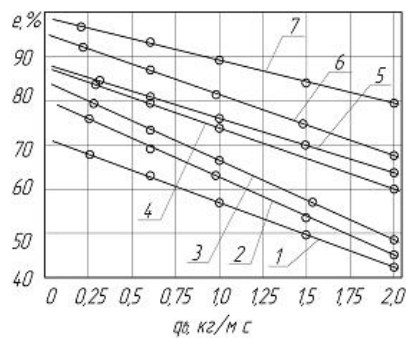


Рис. 6. Зависимость полноты разделения пшеницы от удельной производительности для нескольких вариантов исполнения блока задержки: 1- без блока задержки (БЗ); 2- с одним решетом БЗ; 3- с двумя решетами БЗ; 4- с тремя решетами БЗ; 5- с четырьмя решетами БЗ; 6- с пятью решетами БЗ; 7- с шестью решетами БЗ

Fig. 6. The dependence of the completeness of separation the wheat from the specific capacity for multiple options, the delay unit: 1 - without delay unit (BZ), 2 - with a sieve BZ 3 - with two sieves BR 4 - sieves BRs with three 5 - to four sieves BRs 6 - with five sieves BR 7 - with six sieves BRs

В ходе исследования показателей технологической эффективности работы воздушного канала, оснащенного блоком задержки, нами получены зависимости полноты разделения пшеницы от удельной производительности сепаратора для нескольких вариантов его исполнения (рис. 6).

Сравнение результатов при использовании блока задержки и без него, подтверждают общую концепцию о необходимости увеличения времени воздействия воздушного потока на обрабатываемый материал для повышения эффективности выделения легких компонентов.

ВЫВОДЫ

В результате проведения исследований установлено, что использование в зерноочистительной машине 24-х лопастного ротора с длиной лопаток 45 мм позволяет достичь скорости воздушного потока на входе в аспирационный канал до 8 м/с, при частоте его вращения 1400 об/мин.

Применение блока задержки в аспирационном канале повышает время воздействия воздуха на частицы вороха и способствует

лучшему выделению легких примесей из зерна.

Увеличение количества решет блока поддержки до шести позволяет достигнуть полноты разделения до 80% при удельной производительности 2 кг/м с, что соответствует требованиям качества, предъявляемым к вторичной очистке. Для удовлетворения требований к предварительной и первичной очистке (60..70%), удельная производительность воздушной системы может составить 2,5...3,5 кг/м с, что согласуется с возможностями решетной части зерноочистительной машины.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Bakum M. 2009. Doslidzhennja ruhu chastok v kvazigorizontal'nomu ploskomu kanali pnevmaticnih separatoriv / M. Bakum, V. Ol'shans'kij, M. Krekot // Konstrujuvannja, virobnictvo ta ekspluatacija sil's'kogospodars'kih mashin : Zagal'noderzhavnij mizhvidomchij naukovno-tehnichnij zbirnik. – Kirovograd. — Vip. 39. – 216–222.
2. Bezruchkin I. 1938. Issledovanie processov separacii zerna v naklonnom i gorizont'nom vozdušnom potoke / I. P. Bezruchkin // Sel'hozmashina. – # 7. – 19–24.
3. Boumans G. 1991. Jeffektivnaja obrabotka i hranenie zerna / G. Boumans ; [per. s angl. V. I. Dashevskogo]. – M. : Agropromizdat. – 608.
4. Vasil'kovs'kij O. 2005. Pidvishhennja effektivnosti povitrjanogo ochishhennja zerna / O. Vasil'kovs'kij, D. Petrenko // Konstrujuvannja, virobnictvo ta ekspluatacija sil's'kogospodars'kih mashin: Zagal'noderzhavnij mizhvidomchij naukovno-tehnichnij zbirnik KNTU. – Kirovograd. — Vip. 35. – 286–288.
5. Vasil'kovs'kij O. 2006. Rezul'tati eksperimental'nih doslidzen' vidcentrovo-pnevmaticnogo separatora zerna / O. Vasil'kovs'kij, D. Petrenko // Konstrujuvannja, virobnictvo ta ekspluatacija sil's'kogospodars'kih mashin: Zagal'noderzhavnij mizhvidomchij naukovno-tehnichnij zbirnik. – Kirovograd : KNTU. – Vip. 36. – 54–56.
6. Gladkov N. 1961. Zernoochistitel'nye mashiny. Konstrukcija, raschet, proektirovanie, jekspluatacija / N. Gladkov; Izd. 2-e pererab. i dop. – M. : Mashgiz. – 367.
7. Ermak V. 2003. Obruntuvannja sposobu separuvannja nasinnja sonjashnika u povitrjanih potokah: avtoref. dis. na zdobuttja nauk. stupenja kand. tehn. nauk: spec. 05.05.11 „Mashini ta zasobi mehanizacii sil's'kogospodars'kogo virobnictva” / V. Ermak. – Lugans'k. – 21.
8. Kozhuhovskij I. 1974. Zernoochistitel'nye mashiny. Konstrukcija, raschet i proektirovanie / I. Kozhuhovski ; Izd. 2-e pererab. – M. : Mashinostroenie. – 200.
9. Komaristov V. 1968. Novye konstrukcii vozdušno-reshetnyh separatorov dlja ochistki i sortirovanija semjan/ V. Komaristov, N. Petrenko, M. Vasil'kovskij // Problemy tehnologii proizvodstva, kachestva nadezhnosti i dolgovechnosti v sel'skohozjajstvennom mashinostroenii. – Dnepropetrovsk: Promin'. – 84–88.
10. Kotov B. 2003. Tendencii rozvitku konstrukcij mashin ta obladnannja dlja ochishhennja i sortuvannja zerno materialiv / B. Kotov, S. Stepanenko, M. Pastushenko // Konstrujuvannja, virobnictvo ta ekspluatacija sil's'kogospodars'kih mashin: Zagal'noderzhavnij mizhvidomchij naukovno-tehnichnij zbirnik. – Kirovograd. — Vip. 33. – 53–59.
11. Malis A. 1962. Mashiny dlja ochistki zerna vozdušnym potokom / A. Malis, A. Demidov. – M.: Mashgiz, – 175.
12. Neljubov A. 1977. Pnevmoseparatorujushhie sistemy sel'skohozjajstvennyh mashin/ A. Neljubov, E. Vetrov. – M.: Mashinostroenie, – 190.
13. Stepanenko S. 2008. Doslidzhennja procesu pnevmaticnoï separacii nasinnja v kil'cevomu zigzagopodibnomu separatori / S. Stepanenko // Mehanizacija sil's'kogospodars'kogo virobnictva. – Harkiv : HNTUSG. — 59–65.
14. Tavtilov I. 2008. Sovershenstvovanie processa raboty pnevmoseparatora za schet racional'noj podachi zernovoj smesi v vozdušnyj potok : avtoref. diss. na soiskanie nauch. stepeni kand. tehn. nauk: spec. 05.20.01 „Tehnologii i sredstva mehanizacii sel'skogo hozjajstva” / I. Tavtilov. – Cheljabinsk. – 22.
15. Tarasov V. 2002. Tehnologicheskoe oborudovanie zernopererabatyvajushhih predpriyatij/ V. Tarasov : uchebnoe posobie Alt. gos. tehn. un-t im. I. Polzunova. – Barnaul : Izd-vo AltGTU. – 229.
16. Chebotarev V. 2010. Analiz tendencij razvitija sovremennyh zernoochistitel'nyh i

sortiroval'nyh mashin/ V. Chebotarev, I. Baranovskij, A. Knjazev, P. Nemcev // Nauchno-tehnicheskij progress v sel'skhozjajstvennom proizvodstve: Materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. – Minsk.

17. Jampilov S. 1999. Separatory dlja predvaritel'noj ochistki zerna / S. Jampilov // Mehanizacija i jelektifikacija sel'skogo hozjajstva. – # 12. – 17–21.

18. Vasil'kovskij M. 1991. Sovershenstvovanie reshetnyh separatorov dlja zerna / M. Vasil'kovskij, P. Luzan : Tez. dokl. respubl. nauchn.-tehn. konferencii. – Kirovograd : KISM.– 36–38.

19. Vasil'kovs'kij M. 1999. Vdoskonalennja tehnologichnogo procesu ochishhennja zerna zernoochisnimi mashinami zagal'nogo priznachennja / M. Vasil'kovs'kij, O. Vasil'kovs'kij, S. Moroz, [ta in.] //Visnik L.d.a.u.: Agroinzhenerni doslidzhennja. –#3. – 102–107.

20. Leshhenko S. 2010. Obruntuvannja parametriv pnevmoseparujuchoï sistemi inercijnogo prjamotochnogo separatora zerna: avtoref. dis. kand. tehn. nauk: 05.05.11 «Mashini ta zasobi mehanizacii sil'skogospodars'kogo virobництва» / Leshhenko S. — Kirovograd.– 20.

21. Kotov B. 2009. Do teorii rozdilennja zerna v povitrjanomu potoci / B. Kotov, S. Stepanenko, V. Shvidja, [ta in.] // Konstrujuvannja, virobništvo ta ekspluatacija sil'skogospodars'kih mashin : Zagal'noderzhavnij mizhvidomchij naukovotehnichnij zbirnik. – Kirovograd. — Vip. 39. – 54–62.

22. Shvidja V. 2012. Pidvishhennja effektivnosti pnevmovidcentrovogo separatora ta obgruntuvannja parametriv robochih organiv: avtoref. dis. na zdobuttja nauk. stupenja kand. tehn. nauk: spec. 05.05.11 – «Mashini i zasobi mehanizacii sil'skogospodars'kogo virobništva» / V. Shvidja – Glevaha — 18.

cies changes completeness air separation of grain heap on the specific performance for different numbers of lattice delay unit, installed in the air duct.

Key words: grain cleaning machine, air duct, aspiration, technological efficiency, the completeness of the division, the unit delay.

GROUND OF STRUCTURAL CHART PNEVMOMECHANICAL SEEDMETER FOR SEED-SPACING OF SEED OF THE CULTIVATED CULTURES

Summary. This paper proposes a way to improve the performance of post-harvest grain air flow in an inclined air-aspiration channel sieve grain cleaning machine. Obtain the velocity profile of airflow inlet suction channel by using a larger rotor blade length. The dependen-

ЧИСЛЕННОЕ РЕШЕНИЕ КОНТАКТНОЙ ЗАДАЧИ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ТЕЛ ПРИ РАБОТЕ СТАЛЬНЫХ КАНАТНОГО БЛОКА И КАНАТА

Дмитрий Марченко

*Николаевский национальный аграрный университет
54020, г. Николаев, ул. Парижской коммуны, 9*

Dmitry Marchenko

*Nikolaev National Agrarian University
54020, Nikolaev, st. Paris Commune, 9*

Аннотация. В статье приведены результаты исследований напряженно-деформированного состояния при работе стальных канатного блока и каната. С помощью конечно-элементного моделирования выполнено численное решение пространственной и плоско-напряженной контактной задачи при использовании прикладных программных комплексов APM WIN Machine и Structure CAD. Результаты анализа статического и динамического нагружения пары показали, что максимальный уровень контактных напряжений (поля напряжений), а следовательно и самая большая интенсивность трибоконтактного изнашивания, приходится на рабочий профиль канатного блока, а именно на тороидальную и конические поверхности за счет смятия канатом рабочей поверхности.

Ключевые слова: контактная задача, напряженно-деформированное состояние, конечно-элементное моделирование, трибоконтактный износ, канатный блок, канат.

ВВЕДЕНИЕ

Микронеровности рабочих поверхностей вызывают очень значительные изменения контактных напряжений в крайнем поверхностном слое. Напряжения, которые появляются на неровностях поверхности, могут значительно превышать напряжения сдвига, которые возникают на критической глубине под поверхностью контакта. Нагрузки концентрируются на гребешках микронеровностей, ультраместные напряжения легко переходят границу упругости и пластическую деформацию материала и начинается со смятия вершин микровыступов. С повышением нагрузки пластическая деформация захватывает группы гребешков, расположенных на вершинах макронеровностей поверхности, деформируя их и образуя отдельные пятна в зоне общей поверхности контакта.

На отдельных участках пластическая деформация может объединяться с упругой деформацией материала в зависимости от формы неровностей, размеров, объединение в их расположении и, в конце концов, в зависимости от упругих и пластических свойств самого материала и его поверхностного слоя.

Увеличение сжимаемых нагрузок свыше определенной границы, зависимой от свойств материала, нарушает картину распределения упругих деформаций и напряжений, поскольку вызывает безвозвратные деформации в значительных объемах, соизмеримых с общим объемом материала, охваченной местной деформацией. Однако пластическая деформация гребешков микронеровностей и даже всего поверхностного слоя есть обязательным для любого одноразового нагружения реальных поверхностей.

При повторном нагружении поверхности тем же нагружением пластическая деформация крайнего поверхностного слоя возобновляется, но в значительно меньшей мере и быстро затухает, хотя полностью не прекращается ни при повторном статическом сжатии, ни тем более при качении или качении со скольжением [1].

В процессе работы при циклических контактных нагрузках происходит непрерывное изменение свойств крайнего поверхностного слоя и к моменту начала усталостного разрушения в работе принимает участие материал с абсолютно другими свойствами, чем в начальный период [2].

При граничной нагрузке упруго-пластические деформации в контакте, имея в виду, которое при ограниченном числе нагрузок возникающее смятие поверхностей имеет некоторую границу, зависимую от приспособляемости материала, или же смятие прогрессирует, но очень медленно. Такое же поведение материала в зоне контакта

возможно и при большом числе циклов нагружения, но при этом уже приходится учитывать такие явления, как диспергирование поверхности, стирание, усталостное разрушение в разных взаимодействиях в зависимости от условий работы деталей и, конечно же, свойств материалов, которые вступают в контакт.

В одних случаях преобладает усталостное разрушение рабочего слоя, в других – прямой износ, у третьих – их комбинация в разных «пропорциях».

Имея в виду, что в реальных конструкциях имеет место и «чистая» усталость, и прямое стирание, и переформирование поверхностей контакта за счет пластических деформаций, необходимо учитывать трудность оценки комбинированного действия указанных факторов. Поэтому понятное стремление специалистов упростить задачу, абстрагироваться от некоторых моментов, ограничить число параметров при рассмотрении картины разрушений в контакте. Например, при построении метода расчетов стальных подъемных канатов по сроку службы можно опираться на один только параметр, на механический износ проволок, на стирание их при взаимном скольжении в процессе изгиба каната на блоках и барабанах. Но можно принять и другой критерий, также единый, – критерий усталостного разрушения проволок, которые повторно нагружаются в контактах между собой и между проволочками и ручьями блоков (суммирования при этом контактные напряжения с напряжениями от изгиба, кручения, растяжения). На самом деле же, как известно, существенным образом влияют оба фактора износа каната, хотя в разных условиях по-разному (шахтный подъем, полиспастный подъем крана и др.) [3].

Практика эксплуатации проволочных канатов показывает, что неравномерное распределение напряжений по слоям существенным образом снижает долговечность канатов, поскольку перегруженные слои проволок быстро разрушаются, а разгруженные слои проволок отслаиваются. Мера неравномерности распределения напряжений между проволочками каната может быть оценена величиной механического износа проводов каната [4 – 6].

МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Одной из основных проблем прикладной механики является построение методов, которые позволяют адекватно оценивать напряженно-деформированное состояние (НДС) разных технических объектов [7 – 9]. Поэтому предлагается провести численный анализ для определения НДС при работе канатного блока и каната с помощью метода конечно-элементного моделирования.

Объектами исследования является пара «канатный блок – канат».

Стальной канатный блок изготовлен со стали 35Л (ГОСТ 977 – 88) согласно конструкторской документации на судоперегрузатель «KRUPP». Радиус рабочего профиля канатного блока $r_0 = 18$ мм; глубина профиля $h = 50$ мм; диаметр канатного блока по диаметру рабочего профиля = 800 мм; половина угла рабочего профиля ручья канатного блока $\alpha_0 = 22,5^\circ$; модуль упругости канатного блока $E = 2,1 \cdot 10^5$ МПа; коэффициент Пуассона $\nu = 0,3$.

Стальной канат двойного витья с линейным прикосновением проволок в прядях типа ЛК-РО конструкции $6 \times 36(1+7+7/7+14)+7 \times 7(1+6)$ с металлическим сердечником выполненный по ГОСТ 7669 – 80. Модуль упругости материала проводов $E = 2,1 \cdot 10^5$ МПа; коэффициент Пуассона $\nu = 0,3$; коэффициент трения $\mu = 0,2$. Угол обхвата канатом рабочего профиля канатного блока 180° . Одна из торцевых поверхностей каната жестко закреплена через канатный блок на балансире с гидравлическими амортизаторами, который служит для натяжения каната с целью уменьшения динамических колебаний и смягчения ударов при разных послаблениях или разрыве одного из ремней каната (здесь и дальше под торцевой поверхностью пряди каната имеется в виду совокупность торцевых поверхностей составляющих ее проволок). На противоположном торце, который проходит через систему полиспастов к канатному барабану, моделируется поверхность с поведением, которое точно отвечает реальным условиям нагрузки пряди каната. Исследования распространяются на случаи статического и динамического нагружения торцевой поверхности пряди с жестким поведением. К ней прикладыва-

ются продольная растягивающая сила, момент, который вызывает скручивание пряди.

Для конечно-элементного решения данной контактной задачи при работе стальных канатного блока и каната были использованные прикладные программные комплексы APM WIN Machine и SCAD Office.

Для создания расчетной геометрии исследуемого объекта использовалась одна из распространенных в инженерной практике систем твердотельного трехмерного проектирования. Пространственная модель была выполнена в графическом редакторе AutoCAD и импортированная через STEP формат в препроцессор трехмерного графического редактора APM Studio, что входит в программный комплекс APM WIN Machine, для моделирования с использованием объемных твердотельных (солид) элементов [10, 11]. На рис. 1 показаны результаты моделирования геометрии пары канатного блока и каната.

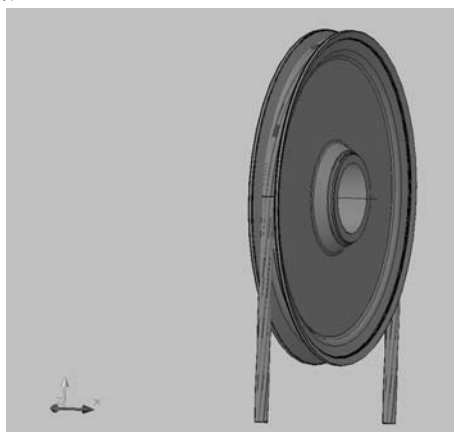


Рис. 1. Пространственная геометрическая модель

Fig. 1. The spatial geometry model

После создания/импорта пространственной геометрической модели были последовательно указанные пары контактирующих деталей и поверхностей, по которым будет происходить взаимодействие. На поверхности совпадающих граней таким образом были созданные контактные и целевые элементы.

Подготовительный этап расчетов включает разбивку пространственной модели «канатный блок – канат» на четырехузловые конечные элементы в виде сетки тетраэдров (рис. 2). Количество элементов конечно-элементной модели – 116695; количество уз-

лов – 34769; количество степеней свободы – 104307.

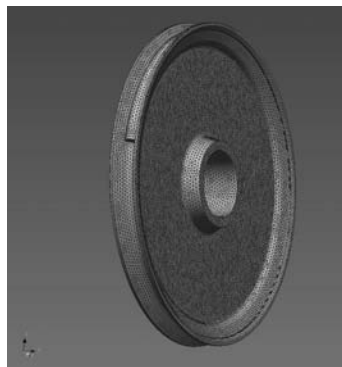


Рис. 2. Конечно-элементная расчетная пространственная модель

Fig. 2. The finite element model of the design space

После разбивки конечно-элементной сетки расчетная модель импортировалась в модуль анализа на прочность APM Structure3D программного комплекса APM WIN Machine, где задавались закрепления узлов и свойства материала, прикладывались нагрузки, которые наблюдаются в условиях эксплуатации пары «канатный блок – канат», вносились свойства контактирующих зон и элементов.

Расчет контактного взаимодействия проводился в рамках нелинейного расчета, в т.ч. и статического расчета, в предположении малых перемещений и упругих деформаций. В процессе расчета создавались фиктивные элементы, которые связывают контактирующие поверхности, и, в зависимости от относительного перемещения узлов этих поверхностей, на каждой итерации уточнялись усилия в площадке контакта и находились решения для системы линейных алгебраических уравнений в матричной форме. Критерием сходимости являлось условие минимального взаимного проникновения объектов.

Результатами расчетов контактного взаимодействия пары «канатный блок – канат» являются перемещения, напряжения и деформации, которые возникают в объемных элементах, взаимное проникновение и состояние контактных элементов в контактной области.

Анализ напряженно-деформированного состояния показывает, что максимальное эквивалентное напряжение возникает не на поверхности рабочего профиля канатного блока, а в районе галтельного перехода под сту-

пицу блока и достигает значения 450 МПа (рис. 3).

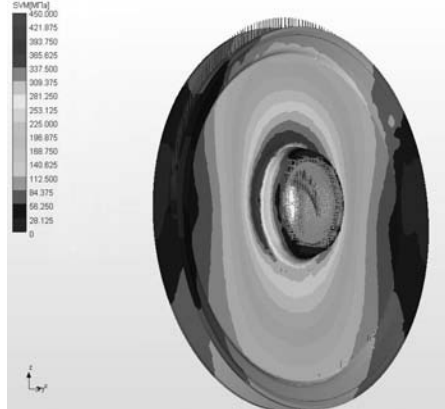


Рис. 3. Распределение эквивалентных напряжений за Мезисом

Fig. 3. The distribution of equivalent stress for Mezisom

Следует отметить, что максимальное нормальное напряжение по оси Y локальной системы координат достигнет своего максимума в 226 МПа на тороидальной и конических частях рабочего профиля канатного блока (рис. 4). Распределение касательных напряжений в площадке с нормалью Y и в направлении Z системы координат приведены на рис. 5.

Изополюса напряжений, представленные на рис. 4 и рис. 5, отвечают случаю рабочего режима пары «канатный блок – канат», когда полукруг качения каната катится по средней линии рабочего профиля канатного блока. При данном режиме работы прослеживается минимальный уровень интенсивности рабочих напряжений, а также минимальный уровень поперечных нагрузок. Меняя относительное положение каната и канатного блока в небольших значениях, которое происходит через динамические нагрузки, приводит к возникновению существенных продольных нагрузок, а также возникновения увеличенной области контакта. В этом случае контакта возникают зоны с повышенным значением напряжений и существенное относительное проскальзывание, которое приводит к возникновению зон пластичности и быстрого износа рабочего профиля канатного блока. В процессе строгивания достигаются более высокие напряжения, чем при установленном качении, которое необходимо учитывать при расчетах на прочность и оценке срока службы канатных блоков.

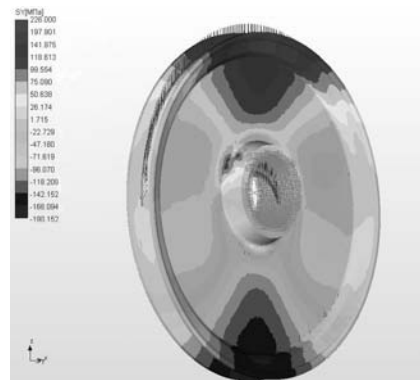


Рис. 4. Распределение нормальных напряжений пространственной модели

Fig. 4. The distribution of normal stresses spatial model

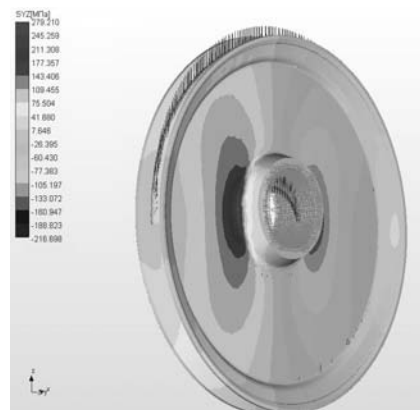


Рис. 5. Распределение касательных напряжений пространственной модели

Fig. 5. The spatial distribution of the shear stress model

Максимальные относительные деформации, как упругие, так и пластические возникают на рабочей поверхности профиля блока во время работы в паре с канатом и в районе галтельного перехода под ступицу канатного блока (рис. 6). Максимальное значение суммарных линейных перемещений будет составлять 0,8041 мм (рис. 7).

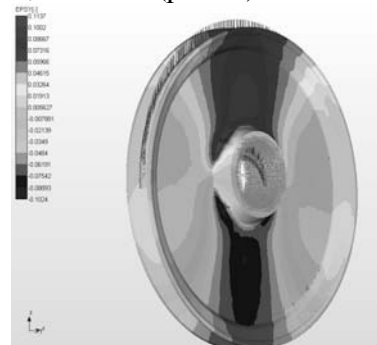


Рис. 6. Распределение линейных относительных деформаций пространственной модели

Fig. 6. The strain distribution of the linear spatial model

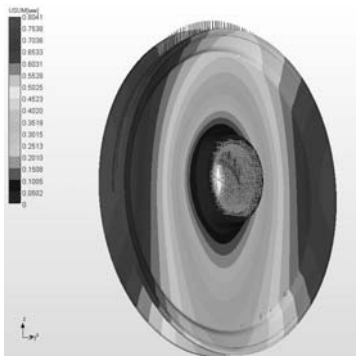


Рис. 7. Распределение суммарных линейных перемещений пространственной модели
 Fig. 7. Distribution of total linear displacement of the spatial model

Анализ распределения относительных деформаций канатного блока в паре с канатом показывает, что пластические деформации являются существенным фактором, который необходимо учитывать при оценке процессов накопления трибоповреждений на рабочем профиле канатного блока.

На основе результатов расчетов пространственной (трехмерной) модели была сформированная плоская (двухмерная) расчетная модель, которая позволила отследить направление главных растягивающих напряжений, которые возникают в канате в паре с канатным блоком, а также выполнить уточненную проверку аналитического расчета контактной задачи. Для этой цели был использованный прикладной проектно-расчетный комплекс SCAD Office.

Плоская модель была выполнена в графическом редакторе AutoCAD и импортированная через STEP формат в расчетный процессор Structure CAD, что входит в проектно-расчетный комплекс SCAD Office [12]. Плоская модель разбивалась на конечные элементы, на которые накладывались действующие силы, нагрузка и задавались свойства и характер их взаимодействия. Количество элементов конечно-элементной модели – 12895; количество узлов – 8332.

Постпроцессорная обработка результатов конечно-элементных расчетов позволяет легко получить важные характеристики решения. Так на рис. 8 и 9 получены карты распределения изополей эквивалентных и нормальных напряжений.

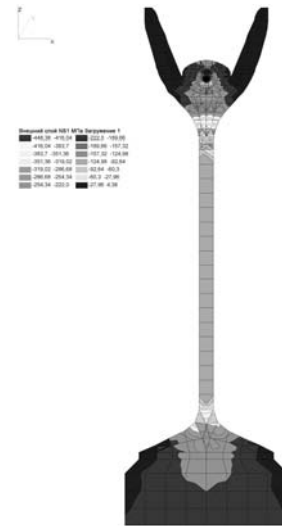


Рис. 8. Распределение изополей эквивалентных напряжений плоской модели
 Fig. 8. The distribution of contour plots of equivalent stress plane model



Рис. 9. Распределение изополей нормальных напряжений плоской модели
 Fig. 9. The distribution of the normal stress contour plots flat model

Анализ формы и характера изменения изополей эквивалентных напряжений, приведенное к эквивалентному сжатию по первой теории прочности самых больших нормальных напряжений (рис. 8), с учетом месторасположения зоны максимальных эквивалентных напряжений показывает, что в зависимости от соотношения действующих и предельных значений напряжений может возникнуть смятие рабочей поверхности профиля канатного блока, который контактирует с канатом.

В меру отдаления в осевом направлении от контактирующего торца поверхности каната согласно расположению изолиний рас-

пределения эквивалентных напряжений по глубине канатного блока наиболее вероятным направлением развития повреждений будет в районе галтельного перехода под ступицу канатного блока, при этом максимальное значение функции накопления трибоповреждений будет возникать на поверхности рабочего профиля канатного блока и определять характер изнашивания. В процессе работы пары «канатный блок – канат», вследствие смятия, происходит увеличения площади контактного взаимодействия, которое приводит к существенному уменьшению абсолютных значений, как контактных давлений, так и эквивалентных напряжений. При дальнейшем повышении нагрузки образовывается более менее сплошное пятно контакта, способно воспринимать нагрузку без ощутимых пластических деформаций, среднее давление на этом пятне возрастает и приводит в действие весь механизм упругих микроперемещений на поверхности сжатия.

Картина деформированного состояния плоско-напряженной (двухмерной) модели в целом совпадает с интуитивно ожидаемой.

НДС пряди каната при действии в нем продольной растягивающей силы и крутящего момента при комплексной нагрузке абсолютное значение удлинения пряди малое, что объясняется комбинацией нагрузок: растягивающая сила хочет растянуть пряди каната, а крутящий момент, напротив, – сжать ее. При этом распределение интенсивности напряжений имеет неоднородный характер. В центральном проводе напряжения распределяются равномерно по ее сечению. В проволоках 1-ой пряди присутствующие локальные максимумы в зонах контактного взаимодействия с соседними проволоками. Слой 2 характеризуется наличием максимумов интенсивности напряжений в контактных областях с проволоками 1-го слоя. Во внешнем слое максимум интенсивности напряжений смещен в сторону контактных областей проволок самого слоя.

Распределение максимальных контактных напряжений прослеживается в проволоках внешнего слоя, дистанции скольжения распределяются равномерно по длине проволок. Основными факторами, обуславливающими изнашивание при контактном взаимодействии, являются контактные давления и скорость скольжения. Последняя может быть опреде-

лена через дистанцию скольжения и время прикладывания нагрузки. Это позволяет обосновать закон изнашивания, то есть закон изменения размеров проволок в направлении оси, которая перпендикулярная к поверхности трения, в результате их формоизменения в процессе трения, которое позволит создать методы относительно расчетов канатов на долговечность.

Как видно из иллюстраций, полученные при расчетах значения напряжений и деформаций достаточно хорошо согласовываются с результатами как пространственной (трехмерной), так и плоско-напряженной (двухмерной) расчетных схем. Полученные значения численных решений контактной задачи практически совпадают со значениями полученных аналитических результатов [13], при этом относительная погрешность в среднем составляет около 4 %, что свидетельствует о приемлемой точности вычислений.

В результате проведенных исследований и анализа характеристик НДС пары «канатный блок – канат» с целью предотвращения явления изнашивания как каната, так и рабочего профиля канатного блока, предложена конструкция устройства для подъемного каната, который позволяет уменьшить контактные напряжения при работе канатного блока и каната, а также избежать проскальзывание подъемного каната [14, 15].

Нужно также заметить, что распределение контактных напряжений и деформаций, которые являются главными факторами, которые определяют характер и интенсивность изнашивания пары «канатный блок – канат», будет зависеть от качества, прочности и НДС металла поверхностных слоев [16]. Поэтому управление свойствами поверхностного слоя за счет обкатывания клиновым роликом рабочего профиля канатного блока возможно достичь повышение контактной прочности и тем самым повысить надежность и долговечность пары, узла и машины в целом [17 – 19].

ВЫВОДЫ

1. Проведенный детальный численный анализ решения контактной задачи НДС прикладного характера, который играет важную роль в инженерных расчетах, в частности в машиностроительных, для расчетов на кон-

тактную прочность, а также оценке срока службы пары «канатный блок – канат».

2. Создано на основе разработанного метода и алгоритма эффективные компьютерные модели (конечно-элементное моделирование) для быстрого анализа влияния параметров задачи на особенности контактного взаимодействия (НДС) тел. Кроме этого, это решение важное при рассмотрении изнашивания жесткого тела при его контактом взаимодействии с упругим телом, когда происходит вдавливание канатных проволок с образованием соответствующих впадин (дефектов при смятии).

3. Предложенная и реализованная на ПЭВМ схема итерационного процесса уточнения области контакта с учетом деформации предельных поверхностей канатного блока и каната, а также условий контактных сопряжений деталей и изменением этих условий в процессе рабочих нагрузок.

4. Предложено на основе расчетов конструкцию подъемного каната (патент Украины на полезную модель № 66305) и рекомендовано проводить упрочнение рабочего профиля канатного блока поверхностной пластической деформацией с помощью технологии обкатывания клиновым роликом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Pinegin S. 1961. O mehanizme kachenija pri silovom kontakte uprugih tel / S. Pinegin // Trudy. — M. : In-t mashinovedenija AN SSSR,— 13 s. — (Soveshhanie po kontaktnoj prochnosti mashinostroitel'nyh materialov).
2. Popov A. 2010. Novaja teorija kontaktnoj prochnosti uprugogo szhatyh tel / A. Popov // MOTROL. Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture Polish Academy of Sciences Branch of Lublin Ropczyce School of Engineering and Management. — Lublin,— Tom 12A. — 223—232.
3. Koval'skij B. 1967. Raschet detalej na mestnoe szhatie / B. Koval'skij. — Har'-kov : HVKIU,— 224.
4. Erdonmez C. 2009. Modeling and numerical analysis of the wire strand / C. Erdonmez, C. Imrak // J. of Naval Science and Engineering. — Vol. 5, №1. — 30—38.
5. Getman I. 2008. O metodah rascheta kana-tov. Zadacha rastjazhenija-kruchenija / I.

- Getman, J. Ustinov // Podzemnye mashiny i mehanizmy. — T. 72, vyp. 1. — 81—90.
6. Borovkov A. 2005. Konechno-jelementnoe vychislenie jeffektivnyh mehanicheskikh harakteristik stal'nogo kanata na osnove modelirovanija mikrostruktury i mnozhestvennogo kontaktnogo vzaimodejstvija / A. Borovkov, D. Klimshin// Fundamental'nye issledovanija v tehniceskikh universitetah. — Sankt – Peterburg : SPbGPU,— 232—233.
7. Kuz'menko A. 2007. Kontakt, trenie i iznos smazannyh poverhnostej: monografija / A. Kuz'menko, O. Diha. — Hmel'nickij : HNU,— 344.
8. Sorokatyj R. 2009. Metod tribojelementov: monografija / R. Sorokatyj. — Hmel'nickij: HNU,— 242.
9. Sorokatyj R. 2007. Reshenie iznosokontaktnyh zadach metodom tribojelementov v srede konechno-jelementnogo paketa ANSYS / R. Sorokatyj // Problemi tribologii. — Hmel'nic'kij,— №3. — 9—17.
10. Zamrij A. 2006. Proektirovanie i raschet metodom konechnyh jelementov trehmer-nyh konstrukcij v srede APM Structure 3D / A. Zamrij. — M.: APM,— 288.
11. APM WinMachine. Sistema rascheta i proektirovanija detalej i konstrukcij metodom konechnyh jelementov. Versija 9.6. Rukovodstvo pol'zovatelja [Jelektronnyj resurs]. — Jelektron. tekstovye dannye. — Rezhim dostupu : <http://www.apm.ru>.
12. SCAD Office. Vychislitel'nyj kompleks SCAD / [V. Karpilovskij, J. Kriksunov, A. Maljarenko i dr.] — M. : ASV, 2004. — 592.
13. Popov A. 2011. Kontaktnaja zadacha naprjazhenno-deformirovannogo sostojanija tel pri rabote stal'nogo kanatnogo bloka i trosy / A. Popov, B. Butakov, D. Marchenko // Problemi tribologii. — Hmel'nic'kij,— № 1. — 29—36.
14. Hertz H. 1882. Über die Berührung fester elastischer Körper und über die Härte / H. Hertz // Verhandlungen des Vereines zur Beförderung des Geverbefeisses. — Berlin. Nov. — 449.
15. Pat. 66305 Ukraïna, MPK V 66 D 3/04. Pidjomnij kanat / O. Popov, B. Butakov, D. Marchenko, O. Savenkov; zajavnik i vlasnik Marchenko D. — № u201108208 ; zajavl. 30.06.2011 ; opubl. 26.12.2011, Bjul. № 24.
16. Butakov B. 1992. Osnovnye principy tehnologii impul'snogo i maloskorostnogo

vozdeystvija na strukturu i svojstva metallov i splavov: dis. na soiskanie uchenoj stepeni doktora tehn. nauk: 05.02.01 / Butakov Boris Ivanovich. — K.,— 533.

17. Butakov B. 2010. Optimizacija parametrov poverhnostnogo uprochnenija obkatyvanijem rolikami kanatnyh blokov s cel'ju povyshenija ih kontaktnoj prochnosti / B. Butakov, D. Marchenko // Problemi tribologii. — Hmel'nic'kij, — № 3. — 99—107.

18. Popov A. 2011. Kontaktnaja prochnost' zubchatyh muft s prodol'no modifitsirovannymi zub'jami / A. Popov, O. Savenkov // MOTROL. Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture Polish Academy of Sciences Branch of Lublin Ropczyce School of Engineering and Management. — Lublin. — Tom 13A. — 167—176.

19. Butakov B. 2008. Razrabotka sposoba obkatyvanija rolikami stal'nyh detalej s cel'ju povyshenija ih kontaktnoj prochnosti / B.I. Butakov, D.D. Marchenko // MOTROL. Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture Polish Academy of Sciences Branch of Lublin Ropczyce School of Engineering and Management. - Lublin. - Vol. 10V. - 15-28.

NUMERICAL SOLUTION OF CONTACT PROBLEMS OF STRESS-STRAIN STATE BODIES AT WORK STEEL BLOCK ROPE AND ROPE

Summary. The paper presented the results of studies of the stress-strain state at work steel cable block and channel Univ. Using finite element modeling performed numerical solution spatial and plane-hard contact problem using application software systems APM WIN Machine and Structure CAD. Analysis of static and dynamic load-nomic couples showed that ma-a maximal level of contact stress (stress field), and therefore the greatest intensity trybokontaktnoho wear at-work profile is on the cable block ku, namely the toroidal and conical surface due to a jam rope Their work is returned.

Key words: contact problem, the stresses, deformation, finite element modeling, trybokontaktnyy wear, rope block rope.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТРАЕКТОРИИ ПОЛЕТА ПОЧАТКОВ ПРИ ИХ ОТДЕЛЕНИИ НА СТРЕПЕРНЫХ ПЛАСТИНАХ

Николай Завирюха

Николаевский национальный аграрный университет

54020, г. Николаев, ул. Парижской коммуны, 9

Nikolay Zaviryuha

Nikolaev National Agrarian University

54020, Nikolaev, st. Paris Commune, 9

Аннотация. С статье представлена методика аналитической оценки параметров траектории полета початков кукурузы при их отделении на стреперных пластинах початкоотделяющего аппарата

Ключевые слова: полет, початок кукурузы, траектория, удар, оптимизация.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Основным рабочим органом кукурузоуборочной машины является початкоотделяющий аппарат. В современных жатка широкое распространение получили стреперные початкоотделяющие аппараты, в которых отрыв початков осуществляется на неподвижных стреперных пластинах [3,4,9,14,18,23].

Недостатком этих аппаратов является ограничение по скорости вращения протягивающих вальцов, что негативно сказывается на повышении производительности уборки кукурузы. Это ограничение связано с тем, что с увеличением окружной скорости вальцов растет ударный импульс при взаимодействии систем – початок-пластины, что ведет к повреждению основания початка и потерь урожая за счет потерь зерна и его травмирования. В связи с этим актуальной является задача снижения ударного импульса при отрыве початков [1,2,12,25].

Данные аппараты отличаются повешенными показателями травмированности початков и потерь свободными початками кукурузы, за счет того что математическое моделирование процессов отделения початков на стреперных пластинах в процессе изучения початкоотделяющих аппаратов ранее не проводилось. Потери свободными початками происходят по причине несоответствия углов наклона стреперных пластин по отношению к почве и скорости протягивания стеблей (момент удара), так как по-

чатки могут вылетать за пределы початкоотделяющего аппарата (вперед и в стороны) [5,7,10,15].

Мы же видим свою проблему в разработке теоретических основ "полета початка", что позволяет с теоретической точки зрения обосновать необходимые скорости отделения початков кукурузы и в свою очередь объединить кинематические и геометрические параметры работы початкоотделяющего аппарата. Это позволит, в конечном счете, увеличить скорость протягивающих вальцов, а следовательно - и производительность комбайна. Для этого необходимо рассмотреть закономерности полета початков и факторы, которые влияют на дальность полета.

АНАЛИЗ

ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Работы по совершенствованию рабочих органов кукурузоуборочной техники проводились различными научно-исследовательскими институтами СССР и конструкторскими бюро зарубежных фирм. Глубокие теоретические разработки в этой области проведены такими известными учеными как П.П. Карпуша, Л.И. Анисимов, К.В. Шатилов, М.В. Тудельом А.И. Буянов, В.Т. Бондарев, М.Е. Резником и другими. Эти работы в основном посвящены теоретическому обоснованию протягивания стеблей и отделению початков та пикерных вальцах, расчета пропускной способности и производительности уборочных машин и не освещают вопросы совершенствования технологического процесса работы и конструктивной схемы кукурузоуборочной техники, которые на современном этапе развития стали актуальными [6,8,11,13,16,17,19,20,21,22].

ПОСТАНОВКА ЗАДАНИЯ

Цель исследований заключается в теоретической оценке параметров траектории полета початков кукурузы при их отделении на стреперных пластинах початкоотделяющего аппарата и определение направлений дальнейшего совершенствования стреперных пластин для уменьшения травмированности и потерь свободными початками.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Определим траекторию движения початка кукурузы, который при отделении на стреперных пластинах выполняет полет под углом к горизонту, при этом не принимается во внимание сопротивление окружающей среды.

Пусть початок отделяется в точке O (рис. 1) и принимает начальную скорость v . Рассмотрим это движение относительно осей координат $Oxyz$, из которых ось Oz направлена по вертикальной линии вверх, а ось Ox – совпадает с направлением движения кукурузоуборочной машины и начальная скорость v находится в плоскости Ozx . Полет происходит под действием силы тяжести:

$$P = mg, \quad (1)$$

где: m – масса початка, который находится в полете, кг.

В свою очередь компоненты силы тяжести по осям координат образуют проекции:

$$X = 0, \quad Y = 0, \quad Z = -mg. \quad (2)$$

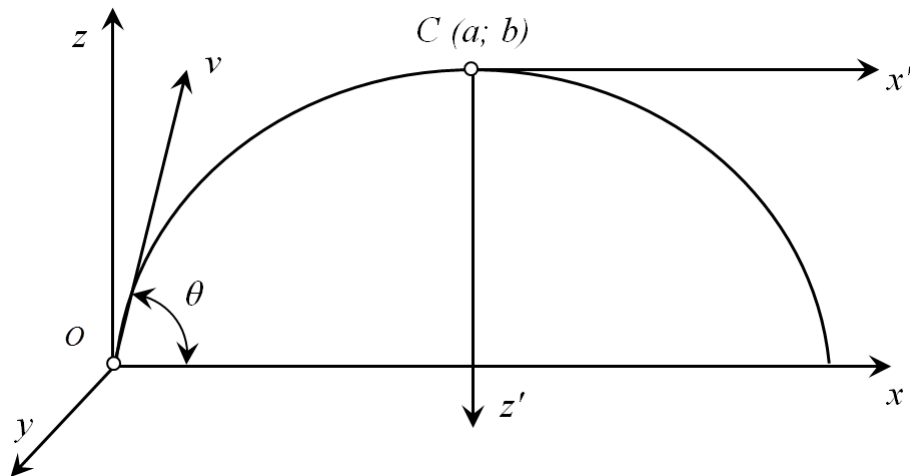


Рис. 1. Схема для определения траектории полета початка кукурузы

Fig. 1. Scheme to determine the trajectory of corn

Запишем дифференциальные уравнения движения початка:

$$X = m \frac{d^2x}{dt^2}, \quad Y = m \frac{d^2y}{dt^2}, \quad Z = m \frac{d^2z}{dt^2}. \quad (3)$$

Проведем замену сил в данных уравнениях значениями (1) и сократим на m , в результате чего получим:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = 0, \quad \frac{d^2y}{dt^2} = 0, \quad \frac{d^2z}{dt^2} = -g. \quad (4)$$

Рассмотрим второе уравнение из выражения (4):

$$\frac{d^2y}{dt^2} = \frac{d}{dt} \left(\frac{dy}{dt} \right) = 0. \quad (5)$$

Проведя его интегрирование получили:

$$\int \frac{d^2y}{dt^2} = \frac{dy}{dt} + C = 0. \quad (6)$$

При $t=0$ проекция $\frac{dy}{dt}$ скорости на ось

Oy также равна нулю, так как начальная скорость лежит в плоскости Ozx , а потому $C=0$ и $\frac{dy}{dt} = 0$, то есть в движении которое

рассматривается скорость всегда находится в плоскости Ozx . Находя снова интеграл от $\frac{dy}{dt} = 0$ получаем, что

$$y + C' = 0. \quad (7)$$

При $t=0$ ордината, соответственно $C=0$, то есть координата y всегда равна нулю, движение по оси Oy отсутствует – вся траектория лежит в плоскости Ozx .

Интегрируя первое дифференциальное уравнение из (4), получим

$$\int \frac{d^2x}{dt^2} = \frac{dx}{dt} + C_1. \quad (8)$$

При $t=0$ получили, что $\frac{dx}{dt} = v \cdot \cos \theta$,

где: θ - угол, который образуется направлением скорости v с осью Ox . Для C_1 получаем, что $C_1 = v \cdot \cos \theta$. Находя второй интеграл из уравнения (8) получим:

$$\int dx = v \cdot \cos \theta \int dt. \quad (9)$$

$$x = v \cdot t \cdot \cos \theta + C'_1. \quad (10)$$

При $t=0$ абсцисса $x=0$, поэтому $C'_1=0$, согласно:

$$x = v \cdot t \cdot \cos \theta. \quad (11)$$

Интегрируя последнее третье дифференциальное уравнение из (4), получим:

$$\int d\left(\frac{dz}{dt}\right) = -g \int dt. \quad (12)$$

или

$$\frac{dz}{dt} = -gt + C_2. \quad (13)$$

При $t=0$ проекция скорости на ось Oz будет иметь следующий вид $\frac{dz}{dt} = v \sin \theta$, поэтому $C_2 = v \sin \theta$ и первый интеграл принимает вид:

$$\frac{dz}{dt} = v \sin \theta - gt. \quad (14)$$

Разделив переменные, находим второй интеграл:

$$\int dz = v \sin \theta \int dt - g \int t dt. \quad (15)$$

или

$$z = v \cdot t \cdot \sin \theta - gt^2 + C'_2. \quad (16)$$

При $t=0$ получим, из условия, что отделение початка происходит на стреперных пластинах и высоте $0,4 \dots 0,6$ м - $z=0,6$ соответственно $C'_2=0,6$ и поэтому выражение (16) примет следующий вид:

$$z = v \cdot t \cdot \sin \theta - 0,5 \cdot gt^2 + 0,6. \quad (17)$$

Из вышеприведенного движение по осям координат выражается уравнениями:

$$\begin{cases} x = v \cdot t \cdot \cos \theta, \\ y = 0, \\ z = v \cdot t \cdot \sin \theta - gt^2 + 0,6. \end{cases} \quad (18)$$

Для нахождения траектории исключим из этих трех уравнений время t . Из первого уравнения получим:

$$t = \frac{x}{v \cdot \cos \theta}, \quad (19)$$

подставляя эту величину в третье уравнение, получим:

$$\begin{aligned} z &= v \cdot \frac{x}{v \cdot \cos \theta} \sin \theta - 0,5 \cdot g \cdot \left(\frac{x}{v \cdot \cos \theta}\right)^2 + 0,6 = \\ &= x \cdot \operatorname{tg} \theta - \frac{0,5 \cdot g \cdot x^2}{v^2 \cdot \cos^2 \theta} + 0,6. \end{aligned} \quad (20)$$

Траектория полета початка кукурузы будет выражаться следующим параметрическим уравнением:

$$z = -\frac{0,5 \cdot g \cdot x^2}{v^2 \cdot \cos^2 \theta} + x \cdot \operatorname{tg} \theta + 0,6, \quad (21)$$

которое представляет собой параболу. Для проверки правильности такого утверждения необходимо, чтобы:

$$B^2 - 4AC \geq 0. \quad (22)$$

В нашем случае:

$$A = -\frac{0,5 \cdot g}{v^2 \cdot \cos^2 \theta}, B = \operatorname{tg} \theta, C = 0,6, \quad (23)$$

и необходимое условие выполняется, так как выражение (22) будет больше или равно нулю:

$$\operatorname{tg}^2 \theta - 4 \cdot \left(-\frac{0,5 \cdot g}{v^2 \cdot \cos^2 \theta}\right) \cdot 0,6 \geq 0. \quad (24)$$

Из уравнения (21) видно, что ось параболы параллельна оси Oz . Пусть координаты точки C , которая является вершиной параболы является точка $(a; b)$. Проведем через точку C новые оси координат: ось Cz' , параллельной Oz , но направлена вниз, и ось Cx' - параллельную оси Ox . Перенесем найденное уравнение параболы в эти оси, для чего вместо старых координат необходимо подставить:

$$x = x' + a, \quad z = b - z',$$

откуда:

$$b - z' = -\frac{0,5 \cdot g \cdot (x' + a)^2}{v^2 \cdot \cos^2 \theta} + (x' + a) \cdot \operatorname{tg} \theta + 0,6,$$

или

$$\begin{aligned} -z' &= -b + a \cdot \operatorname{tg} \theta + 0,6 - \frac{0,5 \cdot g \cdot a^2}{v^2 \cdot \cos^2 \theta} + \\ &+ \left(\operatorname{tg} \theta - \frac{g \cdot a}{v^2 \cdot \cos^2 \theta}\right) \cdot x' - \frac{g}{2 \cdot v^2 \cdot \cos^2 \theta} \cdot x'^2. \end{aligned} \quad (25)$$

Так как параболы отнесена к главной оси и к касательной к вершине, то уравнение ее не должно иметь в своем составе ни одного постоянного члена, ни координаты первой степени, которая входит во вторую степень. Поэтому необходимо, чтобы

$$\begin{cases} -b + a \cdot \operatorname{tg} \theta + 0,6 - \frac{0,5 \cdot g \cdot a^2}{v^2 \cdot \cos^2 \theta} = 0, \\ \operatorname{tg} \theta - \frac{g \cdot a}{v^2 \cdot \cos^2 \theta} = 0. \end{cases} \quad (\alpha)$$

Уравнение параболы будет иметь вид:

$$x'^2 = \frac{2 \cdot v^2 \cdot \cos^2 \theta}{g} \cdot z'. \quad (26)$$

Параметром этой параболы будет:

$$2p = \frac{2 \cdot v^2 \cdot \cos^2 \theta}{g}. \quad (27)$$

Найдем координаты a и b точки C , вершины параболы, для чего воспользуемся двумя условиями уравнения (α) , найдя решение их относительно a и b :

$$\begin{cases} a = \frac{v^2 \cdot \cos^2 \theta \cdot \operatorname{tg} \theta}{g} = \frac{v^2 \cdot \cos \theta \cdot \sin \theta}{g} = \frac{v^2 \cdot \sin 2\theta}{2g}, \\ b = \frac{v^2 \cdot \sin 2\theta}{2g} \cdot \operatorname{tg} \theta - \left(\frac{v^2 \cdot \sin 2\theta}{2g} \right)^2 \cdot \frac{0,5 \cdot g}{v^2 \cdot \cos^2 \theta} + 0,6 = \\ = \frac{v^2 \cdot \sin^2 \theta}{g} - \frac{v^2 \cdot \sin^2 \theta}{2g} + 0,6 = \frac{v^2 \cdot \sin^2 \theta}{2 \cdot g} + 0,6. \end{cases} \quad (28)$$

Таким образом, початок который при ударе о стреперные пластины, которые расположены под определенным исходным углом θ , приобретает определенной скорости v и выполняет полет, траектория которого описывает вполне определенную параболу по данным θ и v .

Используя последнее уравнение, можно решить следующие вопросы: под каким оптимальным углом установить стреперные пластины, при постоянной скорости v , чтобы початки кукурузы:

- не поднимались выше улавливающих элементов;
- падали как можно ближе от места отделения.

Чтобы початок поднялся на наименьшую высоту, необходимо и достаточно, чтобы $b \rightarrow 0$. Это будет происходить, когда $\sin \theta \rightarrow 0$, т.е. при $\theta \rightarrow 0$. При этом условии высота подъема початка не должна превышать пределы улавливающих элементов:

$$b^{\min} = \frac{v^2}{2g} \sin^2 \theta^{\min} + 0,6. \quad (29)$$

Соответственно, чтобы при постоянной начальной скорости початок поднялся на высоту, которая не превышает высоты улавливающих элементов целесообразно уменьшить угол установки початкоотделяющего аппарата с 33° до 15° , для уменьшения потерь свободными початками во время их отделения, как это сделано в аналогах ведущих зарубежных фирм, представляющих жатки для уборки початков спелой кукурузы.

Для решения второго вопроса необходимо найти условие, при котором $OA = 2a \rightarrow \min$. Так как:

$$OA = 2a = \frac{v^2 \cdot \sin 2\theta}{g}, \quad (30)$$

то $OA = 2a \rightarrow \min$ при $\theta \rightarrow 0$, т.е. значение данного угла должно быть минимально.

На рис. 2 и 3 изображены графики изменения высоты подъема и перемещения в горизонтальной плоскости початков, которые совпадают с направлением движения кукурузоуборочной машины. Анализируя полученные теоретические зависимости можно сделать вывод, что на дальность полета початка влияют лишь скорость после удара об пластины и угол ориентации стреперных пластин. В свою очередь начальная скорость движения початка прямо пропорциональна функции от протягивальной скорости вальца и коэффициента, который учитывает упругие свойства стреперных пластин (поверхности удара). Поэтому основным регулированием, которое целесообразно проводить в данной конструкции для уменьшения потерь свободными початками является изменение постоянного угла ориентации стреперных пластин, а соответственно и всего початкоотделительного аппарата.

При анализе полученных графиков можно рекомендовать оптимальный угол установки початкоотделительного аппарата на уровне 15° . Данный угол обеспечивает надежность захвата и протягивания стебля, а также уменьшает потери свободными початками.

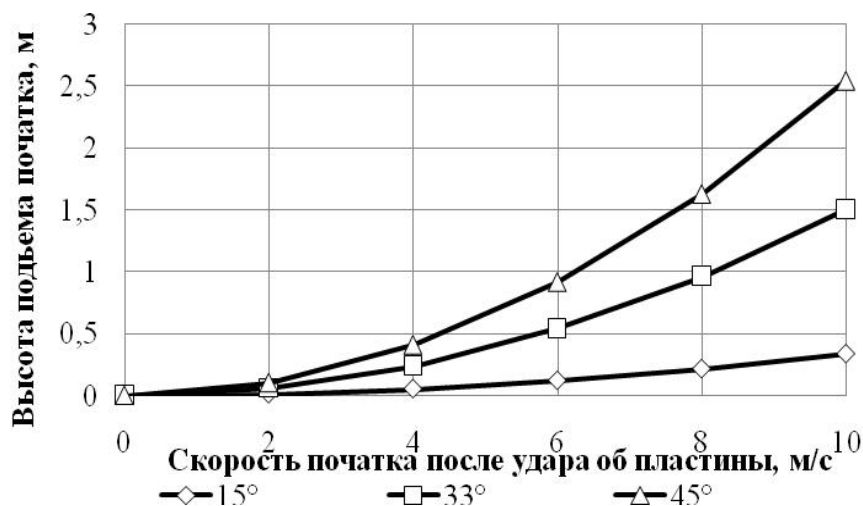


Рис. 2. График изменения высоты подъема початка в зависимости от начальной скорости при различных углах установки стреперных пластин

Fig. 2. Graph of the lift height cob depending on the initial velocity at different angles of installation of strippers plates

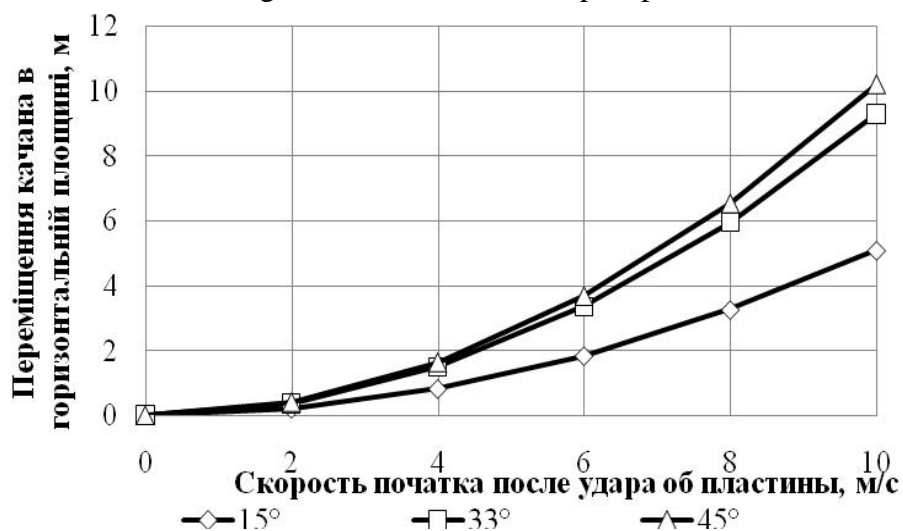


Рис. 3. График перемещения початка в горизонтальной плоскости в зависимости от начальной скорости при различных углах установки стреперных пластин

Fig. 3 Schedule changes of head movement in the horizontal plane, depending on the initial velocity at different angles setting of strippers plates

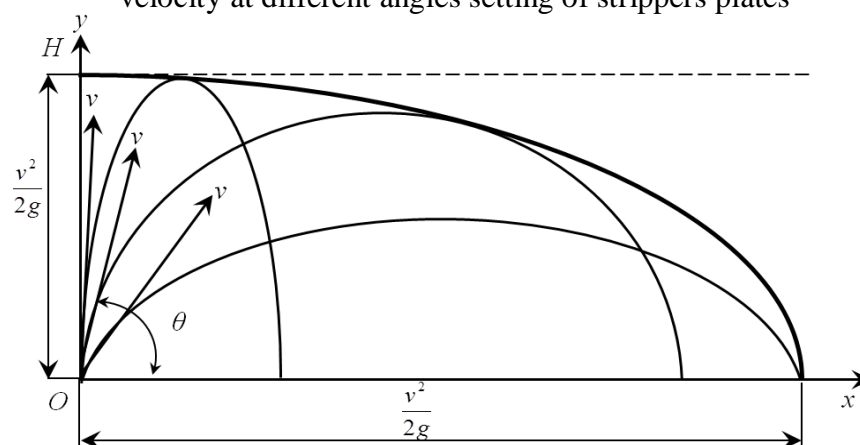


Рис. 4. Схема района потенциального попадания початка при отделении

Fig. 4. Scheme area of potential hit fork in isolation

При изменении начального угла вылета $0 < \theta < \pi/2$ получим разные параболы, параметры которых зависят от угла θ (рис. 4), не учитывая при этом начальной высоты отделения початка кукурузы. Чтобы найти всю плоскость, в котором может попасть початок кукурузы, начальная скорость которого v необходимо найти огибающую всех параболических траекторий. Для этого возьмем уравнение параболы в виде:

$$z = -\frac{0,5 \cdot g \cdot x^2}{v^2 \cdot \cos^2 \theta} + x \cdot \operatorname{tg} \theta + 0,6. \quad (31)$$

Переменный параметр примем за $\operatorname{tg} \theta$, тогда $\operatorname{tg} \theta = p$, $\frac{1}{\cos^2 \theta} = 1 + p^2$. При замене $\operatorname{tg} \theta = p$ и $\frac{1}{\cos^2 \theta}$ их параметрами уравнение параболы примет следующий вид:

$$z = -\frac{g \cdot x^2}{2 \cdot v^2} (1 + p^2) + x \cdot p + 0,6. \quad (32)$$

Дифференцируем это уравнение по параметру p :

$$0 = -\frac{g \cdot x^2}{v^2} p + x, \quad (33)$$

и определим из этого уравнения p :

$$p = \frac{v^2}{g \cdot x}. \quad (34)$$

Вносим полученное значение p в уравнение параболы:

$$z = -\frac{g \cdot x^2}{2 \cdot v^2} \left(1 + \left[\frac{v^2}{g \cdot x} \right]^2 \right) + \frac{v^2}{g} + 0,6 = \quad (35)$$

$$= \frac{v^2}{g} - \frac{g \cdot x^2}{2 \cdot v^2} + 0,6.$$

Полученное уравнение является уравнением изгиба, которая является кривой второго порядка, причем парабола, потому что удовлетворяется условие $B^2 - 4AC \geq 0$. Осью этой параболы является ось Oz , координаты вершины $x = 0$, $z = \frac{v^2}{2g}$.

Все утверждения велись для плоскости, и если необходимо узнать район потенциального попадания початка, то необходимо лишь Ozx вращать вокруг оси Oz . Таким образом возможно прийти к выводу, что район потенциального попадания початка после его полета будет пространство, которое ограничено параболоидом вращения с вершиной, которая находится относительно O на рас-

стоянии OH и кругом радиуса $R = 2a$ в сечении плоскости Oxy .

ВЫВОДЫ

Полученные зависимости позволяют определить факторы от которых зависят высота и дальность полета початков при их отделении на стреперных пластинах. Для привязки полученных уравнений к скорости протягивания возможно использовать теорему изменения количества движения, а также коэффициент восстановления початка при ударе.

Анализ полученных графиков позволяет рекомендовать оптимальный угол установки початкоотделительного аппарата на уровне 15° . Данный угол обеспечивает надежность захвата и протягивания стебля, а также уменьшает потери свободными початками, также с теоретической точки зрения обосновать размеры улавливающих механизмов.

Результаты позволяют определить направления в которых необходимо двигаться для усовершенствования початкоотделяющего аппарата:

- уменьшение угла ориентации стреперных пластин;
- изготовление стреперных пластин из новых материалов, которые имеют демпфирующие свойства, для уменьшения ударного импульса при отделении.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Anazodo U., Wall G., Norris E. 1981. Com physical and mechanical properties as related to combine cylinder performance // Canadian agricultural engineering, - №23. — 23—30.
2. Bilanski W. 1966. Damage resistance of seed grains transactions of the ASAE, — W, — v-9. — 360—363.
3. A.s. 1199214 SSSR, MKI A 01 D 45/02. Kukuruzoborochnyj kombajn / Ukrainskij nauchno-issledovatel'skij institut mehanizacii i jelektrifikacii sel'skogo hozjajstva; avt.izobret. I. Reznichenko, J. Kuz'mich, zajavl.1504.83, № 3580142/30-15; Opubl.v B.I., 23.12.85, № 47.
4. A.s. 204769 SSSR, MKI A 01 D 45/02. Apparat dlja otdelenija pochatkov kukuruzy ot stebelj / Special'noe konstruktorskoe bjuro Her-sonsonskogo kombajnovogo zavoda; avt. izo- bret. V. Lavrik. zajavl. 09.03.66,

- №1061022/30-15; Opubl.v B.I., 20.10.67., № 22.
5. Zaviryuha M. 2010. Adaptirovannyj pochatkootdeljajushhij apparat: Materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii (Minsk 19-20 oktjabrja 2010 g) Nauchno-tehnicheskij progress v sel'skohozjajstvennom proiz-vodstve. — Minsk : NPC NAN Belorusi po mehanizacii sel'skogo hozjajstva — №5. — 32-37.
6. Anisimova L. 1966. Teoreticheskie i jeksperimental'nye issledovanija zakonernostej dvizhenija stebelj v pochakootdeljajushhijh apparatah ruch'evogo tipa // Sb. nauch. tr. VISHOM, Moskva. — Vyp. 47. —259—280.
7. Bondarenko A., Ivanov G., Seleznev J., Zavirjuha N.V.2008. Prioritetnye napravlenija razvitij tehniki i tehnologij v sel'skom hozjajstve // Trudy Tavrijskogo gosudarstvennogo universiteta, Vypusk 8, Tom 7 Nauchnoe profil'noe izdanie. — Melitopol'. — 16—20.
8. Bondarenko O., Rakul O., Zavirjuha M. 2008. Analiz faktoriv, shho vplivajut'na vtrati vrozhanju kukurudzi // Materiali IV-oï Mizhnarodnoï naukovo-praktichnoï konferencii molodih uchenih i studentiv. «Perspektivna tehnika i tehnologii 2008». — Mikolaïv, — 360—362.
9. Bosoj E., Vernjaev O., Smirnov Sh., Sultan-Shah E. 1977. Teorija, konstrukcija i raschet sel'skohozjajstvennyh mashin.— M: Mashinostroenie. — 568.
10. Broek D. 1980. Osnovy mehaniki razrushenija [per. s angl.] — M.: Vysshaja shkola. — 368.
11. Vojtjuk D., Jacun S., Dovzhik M. 2006. Teorija sil'skogospodars'kih mashin: Praktikum: Nachal'nij posibnik — K.: Agrarna osvita. — 156.
12. Voronkov I. 1964. Kurs teoreticheskoj mehaniki: Uchebnik dlja vuzov. — 11-e izd. M.: Nauka, — 596.
13. Gol'dshmidt O., Bondarenko O. 2002. Analiz tehničnogo procesu vidokremennja kachaniv kukurudzi// Vis-nik agrarnoi nauki prichornomor'ja. — Vip. 4(18).T.2. Mikolaïv,—239—243.
14. Drong V., Dubinin B., Il'in M. i dr. 2005. Kurs teoreticheskoj mehaniki: Uchebnik dlja vuzov // 3-e izd., stereotip. — M.: Izd-vo MTU im. N. Je. Baumana, — 736: il. (Ser. Mehanika v tehničeskom universitete; T. 1).
15. Krasnichenko A. 1961. Spravochnik kons-truktora sel'skohozjajstvennyh mashin. — M.: Gosudarstvennoe nauchno-tehnicheskoe izdatel'stvo mashnostroitel'noj literatury, — 860.
16. Malkin A., Isaev A. Reologija. 2007. Konceptii, metody, prilozhenija. — M.: Professija, — 560.
17. Parton V., MorozovV. 1985.Mehanika uprugosti plas-tičeskogo razrushenija. — M.: Nauka, — 504.
18. Seleznev J., Koshkin K. 2001. Upravlenie proektami na osnove sistemnogo reshenija izobreta-tel'skih zadach // Sb. nauch. trudov UGMTU №6 (378). — Nikolaev: UGMTU. — 149—160.
19. Tretjak L. 2004. Obrabotka rezul'tatov nabljudenij: uchebnoe posobie. — Orenburg: GOU UGO,— 171.
20. Trubilin E., Ablikov V. 2010. Mashiny dlja uborki sel'skohozjajstvennyh, kul'tur (konstrukcii, teorija i raschet):Ucheb.pos. — 2 izd. pererab. i dopoln. — KGAU, Krasnodar. — 325.
21. Truflyak E., KravchenkoV., Goncharova I. 2008. Izuchenie mehanicheskogo povrezhdenija pochatka kukuruzy pri ego otrive v kukuruzouborochnoj zhatke // Nauchnyj zhurnal KubGAU [Jelektronnyj resurs]. — Krasnodar: KubGAU. — № 04(38). — 11.
22. Shatilov K. 1981. Kukuruzouborochnye mashiny / K. Shatilov, B. Kozachok, A. Orehov i dr. — 2-e izd., pererab. i dop. — M.: Mashinostroenie. — 224.
23. Shpaar D., Ginapp K., Zaharenko A., Kova-lens'ka S. ta in..2009. Kukurudza. Vi-roshhuvannja, zbirannja, konservuvannja i vikoristannja. — K.: Al'fa-stevija LTD, — 396.

STUDY PARAMETERS FLIGHT PATH COBS DURING THE DEPARTMENT OF STREPER PLATES

Summary. On paper presents an analytical method parameter estimates trajectory of corn cobs at their office on stripper plates snapping apparatus.

Key words: flight, corn, trajectory, impact, optimization.

ЧИСЛОВОЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ И КРИТИЧЕСКИХ НАГРУЗОК ПОТЕРИ УСТОЙЧИВОСТИ АРОК

Вячеслав Шебанин, Владимир Богза, Сергей Богданов, Иван Хилько

Николаевский национальный аграрный университет

54020, г. Николаев, ул. Парижской коммуны, 9

Viacheslav Shebanin, Vladimir Bogza, Sergei Bogdanov, Ivan Hilko

Nikolaev National Agrarian University

54020, Nikolaev, st. Paris Commune, 9

Аннотация. В работе предложен метод расчета критических нагрузок потери устойчивости арок. Основой метода является то, что произвольная конфигурация арки заменяется на упруго соединенные элементы для которых при заданных регулярных нагрузках с соответствующими предельными условиями на концах отыскиваются точные решения по компонентам напряженно-деформированного состояния.

Ключевые слова: Конфигурация арочной конструкции, предельные условия, напряженно-деформированного состояния, сечение арки.

Основная идея предлагаемого метода заключается в том, что произвольная конфигурация арки заменяется упруго соединенными элементами, объединенными по типу коробовой кривой. Каждый элемент имеет свои механические и геометрические характеристики. Для указанных элементов, при заданных регулярных нагрузках с соответствующими предельными условиями на концах, находятся точные решения по компонентам напряженно-деформированного состояния (Н.Д.С.) Для исследования потери устойчивости и определения критических нагрузок арочных конструкций система уравнений нейтрального равновесия арочной конструкции сводится к одно-родному дифференциальному уравнению. Для интегрирования его привлекается приближенный метод Бубнова-Галеркина. В результате, определение Н.Д.С. всей арочной конструкции сводится к решению системы линейных алгебраических уравнений, а при исследовании устойчивости - к определению корней трансцендентных уравнений.

Уравнение равновесия элемента арки могут быть записаны следующим образом:

$$\begin{aligned} \frac{dM_z}{d\theta} - RQ_z + Rm_z; \\ \frac{dT}{d\theta} + Q_z + Rq_z = 0; \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \frac{dQ_z}{d\theta} - T + Rq_n = 0; \\ \frac{dM_x}{d\theta} - M - RQ_x + Rm_x = 0; \\ \frac{dM_z}{d\theta} - M + Rm = 0; \end{aligned} \quad (2)$$

$$\frac{dQ_x}{d\theta} + Rt = 0$$

Здесь q_z, q_n, t, m_z, m_x, m – приведены к серединной линии элемента внешние усилия и моменты; T, Q_z, M_z – нормальные усилия, пересекающая сила и изгибающий момент в текущем сечении элемента арки; Q_x, M – пересекающая сила и изгибающий момент плоскости элемента арки; M – крутящий момент.

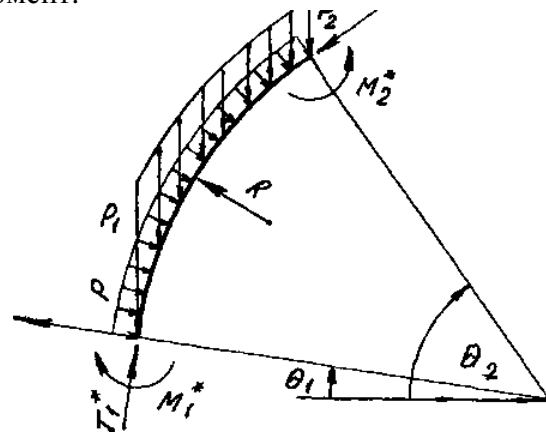


Рис. 1 Расчетная схема стержня арки
Fig. 1 Design scheme rod arch

Изменение кривизны серединной линии кругового элемента определяется формулами:

$$\gamma_{1x} = \frac{1}{R} \left(\frac{d\gamma_1}{d\theta} - \varphi \right); \quad (3)$$

$$\gamma_{1z} = \frac{1}{R} \frac{d\varphi_2}{d\theta}, \quad (4)$$

где: φ – угол закручивания поперечного сечения; φ_2, φ_1 – углы поворота сечения (Рис. 1) в плоскости и из плоскости сечения элемента и, причем

$$\varphi_1 = -\frac{1}{R} \frac{dU}{d\theta}, \varphi_2 = -\frac{1}{R} \left(\frac{dW}{d\theta} - V \right)$$

Кручение срединной линии элемента арки

$$\gamma_1 = \frac{1}{R} \left(\frac{d\varphi}{d\theta} + \varphi_1 \right) \quad (5)$$

Продолжение срединной линии элемента, определенной через смещение записывается так:

$$\varepsilon = \frac{1}{R} \left(\frac{dV}{d\theta} + W \right) \quad (6)$$

Усилие T , изгибающие моменты M_x , M_z и крутящий M момент, приведенные к срединной линии элемента арки, можно показать через компоненты тангенциальной и изгибающей деформации формулами

$$T = EF\varepsilon; M_x = E(I_x \gamma_x); M_z = E(I_z \gamma_z); M = G I_k \gamma_1, \quad (7)$$

где: E – модуль упругости материала; $F = \int dx dz$ – площадь поперечного сечения элемента арки; $I_x = \int x^2 dx dz$ – осевой момент инерции относительно оси x ; I_z – тоже относительно оси z ; G – модуль сдвига; I_k – момент инерции при кручении.

Уравнение (1) записанное в проекциях на оси связанных с недеформированной системой координат элемента. Это позволяет достаточно просто сформулировать задачу о Н.Д.С. арок, состоящих из соединенных между собой стержней.

Рассмотрим стержень арки (рис. 1), что находится под действием статической нагрузки и вертикально направленных, распределенных нагрузок, которые изменяются по линейному закону.

С учетом соотношений (3), (5), (6) и уравнения равновесия (1) систему дифференциальных уравнений, описывающих поведение любого стержня арки, можно представить как систему обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка:

$$\frac{dX}{d\theta} = L(X, \theta) + b(\theta) \quad (8)$$

где: $X = F(T, Q_z, M_z, V, W, \varphi_2)$ – вектор внутренних обобщенных силовых факторов и перемещений, приведенных к оси элемента арки.

Интегрируя систему дифференциальных уравнений (8) находим все компоненты Н.Д.С. элемента арки.

$$\begin{aligned} T &= \beta_1(\gamma_1 A_1 + \gamma_2 + \bar{T}), Q = -\beta_1(\gamma_2 A_1 - \gamma_1 - A_2 + \bar{Q}), \\ M_z &= -\beta_2(\gamma_1 A_1 + \gamma_2 A_2 + A_3 + \bar{M}), \\ V &= -\beta_2(\gamma_6 A_1 + \gamma_7 A_2 + 2\theta A_3 - 2A_4 + \gamma_1 A_5 + A_6 \gamma - \bar{V}), \\ W &= -\beta_4(\gamma_8 A_1 + \gamma_9 A_2 - 2A_3 - \gamma_2 A_5 + \gamma_1 A_6 - \bar{W}), \\ \varphi_2 &= \beta_3(\gamma_2 A_1 - \gamma_1 A_2 - \theta A_3 + A_4 \bar{\varphi}). \end{aligned} \quad (9)$$

Подчинив найденные соотношения (9) известным предельным условиям на концах стержня при $\theta = \theta_1$ и $\theta = \theta_2$, получим систему линейных алгебраических уравнений относительно неизвестных постоянных в форме:

$$[L]A = U \quad (10)$$

где: A – вектор неизвестных постоянных интегрирования A_i ; $[L]$ – квадратная матрица, которая имеет порядок системы уравнений; U – вектор свободных членов.

Решение системы (8) позволяет определить все неизвестные, а значит по формулам (9) могут быть определены все компоненты Н.Д.С. стержня.

Рассмотрим арку произвольного очертания, которая состоит из N элементов, соединенных по типу коробовой кривой (Рис.2). Каждый i -й элемент арки имеет свой радиус R_i , характеристики жесткости EI_i и EFi . Дифференциальные уравнения, которые описывают поведение каждого i -го элемента, сводятся так же к шести обыкновенным дифференциальным уравнениям вида (8) относительно неизвестных:

$$T^{(j)}, Q_z^j, M_z^j, V^{(j)}, W^{(j)}, \varphi^{(j)} \quad (j = \overline{1, N}) \quad (11)$$

Решение этих систем дифференциальных уравнений по форме будет таким же, что и (10), а постоянных интегрирования будет уже $6 \times N$, то есть $A_i^{(j)} (i = \overline{1, 6}; j = \overline{1, N})$.

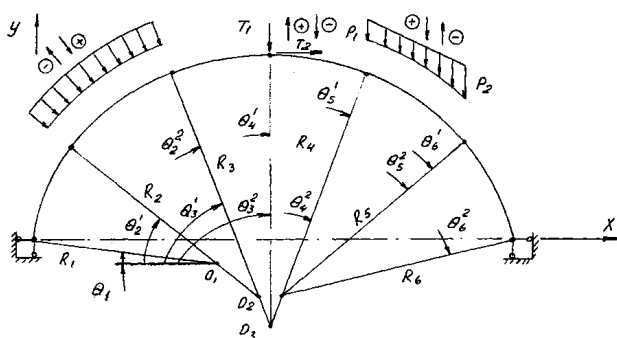


Рис.2 Арка произвольного очертания
Fig. 2 Arch of arbitrary shape

Для определения неизвестных A_i^j используем $(N-1)$ условий упруго сжатия круговых элементов при предельных условиях $\theta = \theta_1^{(1)}$ и $\theta = \theta_2^{(2)}$ для арочной конструкции. Условия упругого соединения записываются так

$$\begin{cases} U_{i-1} = U_i; & W_{i-1} = W_i; & \varphi_{2(i-1)} = \varphi_2^i \\ T_{i-1} = T_i; & Q_{z(i-1)} = Q_z; & M_{z(i-1)} = M_{zi} \end{cases} \quad \text{при } \theta = \theta_i^{(1)} \quad (12)$$

$$\begin{cases} U_i = U_{i+1}; & W_i = W_{i+1}; & \varphi_2^i = \varphi_{2(i+1)} \\ T_i^* + T_i = T_{i+1}; & Q_{zi}^* + Q_{zi} = Q_{z(i+1)}; & M_{zi} = M_{z(i+1)} \end{cases} \quad (13)$$

Здесь T_i^*, Q_{zi}^* – тангенциальные и нормальные сосредоточенные силы, которые приложены в точках соединения элементов арки.

В результате совместного рассмотрения соотношений (7) для каждого элемента арки и условий упругого соединения (12) и (13) получим систему уравнений (8), но уже относительно A_i^j . Решение этой системы позволяет определить значение A_i^j и компоненты Н.Д.С. для всей арки. Решенную систему при необходимости можно подчинить дополнительным условиям.

Допустим, что конец $(\theta = \theta_i^{(2)})$ i -го элемента имеет шарнир, то есть

$$\begin{aligned} U_i &= U_{i+1}; & W_i &= W_{i+1}; & M_{zi} &= 0; \\ M_{z(i+1)} &= 0; & T_i &= T_{i+1}; & Q_{zi} &= Q_{z(i+1)} \end{aligned} \quad (14)$$

В этом случае матрицу $[L]$ и вектор U , не меняя их размерности, необходимо преобразовать. Решение преобразованной системы уравнений позволяет определить A_i^j с учетом введенного ключевого шарнира.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Bakiev M. 1978. K voprosu o nagruzkah, dejstvujushhix na konstrukcii pokrytija. / M. Bakiev, I. Kuznezov, R. Safin. – Mezhevuzovskij sbornik. Vyp. 2, Kazan. — 28-31.
2. Baranenko V. 2002. Genetichni algoritmi v optimalnomu proektuvanni konstrukcij. Ogljad. / V.O. Baranenko. // Pridniprovskaja DABIA Visnik akademii, – №10. – 4-9.
3. Bogza V. 1998. Principy sozdanija konstruktivnyh form stalnyh karkasov oblegchennogo tipa iz universalnyh elementov. /V. G. Bogza // Metallicheskie konstrukcii,– №1. – 61-64
4. Bogza V. 2005. Novi tipi silskogospodarskih sporud / V. Bogza, S. Bogdanov Sovremennye stroitelnye konstrukcii iz metalla i drevesiny: Sbornik nauch. tr. – Odessa, ООО «Vneshreklamaservis». – 4.2. — 4-8.
5. Vinogradov A. 1973. Problema optimalnogo proektirovanija v stroitelnoj mehanike. /A. I. Vinogradov. Harkov,– 167.
6. Gemmerling A. 1974. Optimalnoe proektirovanie metalo konstrukcij. / A. Gemmerling // Stroitelnaja mehanika i raschet sooruzhenij,– №4. – 10-13.
7. Gnitko O. 1976. Rozrahnok nadijnosti stalevih statichno nevznachenih konstrukcij. Zbirnik naukovih prac (galuzeve mashinobuduvannja, budivnictvo) / O. Gnitko; Vip. 1 Polt. derzh.tehn. un-t im. Jurija Kondratjuka; – Poltava. : PDTU im. Jurija Kondratjuka, 1998.
8. Goldenshtejn Ju. B. Racionalnoe ochertanie arochnyh konstrukcij pri podvizhnoj nagruzke. / J. Goldenshtejn, M. Solomeshh // Izvestie vuzov,– №6. – 44-50.
9. Zaripov I. 2005. Legkie metallicheskie konstrukcii angarov iz gnutyh profilej prokata. / I. Zaripov Sovremennye problemy sovershenstvovanija i razvitija metalicheskix, derevjannyh, plastmassovyh konstrukcij v stroitelstve i na transporte: Sbornik nauchnyh trudov. – Samara.: ООО «SamLJuKS»,– 370.
10. Klimanov V. 1982. Ustojchivost dvuhsharnirnyh arok s nadarochnym stroeniem. / V. Klimanov // Stroitelnaja mehanika i raschet sooruzhenij,– №2. – 24-30.
11. Kuznecov I. 1979. Stalnye arochnye konstrukcii zdanija mnogocelevego naznachenija. /

- I. Kuznecov. – Stroitel'naja fizika. Vyp. 7. – M., — 23-25.
12. Kuznecov I. 1980. Opredelenie massy metallicheskih arok na stadii proektirovaniya. / I. Kuznecov. – Mezhvuzovskij sbornik. – Kazan.
13. Kunickij L. 1965. Zakonomernosti vesa i optimal'naja komponovka sploshnyh izgi-baemyh metallicheskih jelementov. / L. Kunickij // Izvestija vuzov. Stroitelstvo i arhitektura,– №5. – 33-45.
14. Legkie metallicheskie konstrukcii odno-jetazhnyh proizvodstvennyh zdaniy. – Sprav. posobie pod. red. I. I. Ishhenko. – M.: Stroizdat, 1979. – 200.
15. Lukjanenko // Sovremennye problemy stroitelstva. – Doneck: OOO «Lebed», 2002 – 80-86.
16. Nabokov I. 2002. Raschet i osobennosti kon-struirovaniya stvolov dvutavrovyyh balok sostavnogo sechenija s maksimalnymi gabaritamami / I. Nabokov, E. Lukjanenko // Sovremennye problemy stroitelstva. – Doneck: OOO «Lebed», – 80-86.
17. Panovko J. 1984. K voprosu o vybore podema svodov. / J. Panovko. – Sbornik trudov MADI,– 129 - 133.
18. Patent Rossijskoj federacii № 20676 96 ot 10.10.96. 6A 16 B 7/20. Razyemnoe soedinenie. / Bogza V.
19. Perelmutter A. 1995. Ob ocenke zhivuchesti nesushhih konstrukcij. Metallicheskie konstrukcii. Raboty shkoly professora N. Streleckogo / A. Perelmutter. – M.: MGSU.
20. Permjakov V. 2004. Stijkist ram iz viko-ristannjam dvotavriv zi zminnim pererizom / V. Permjakov, S. Bilik Sb. dokl. VIII Ukr. Nauchno-tehn. konf. – 41. K. : «Stal», - 498-503.
21. Permjakov V. 2005. Sovershenstvovanie rascheta na ustojchivost i prochnost dvutavrov s peremennoj vysotoj stenki kak jelementov stalnyh karkasov zdaniy universalnogo naznachenija / V. Permjakov, S. Bilyk. Sovremennye problemy sovershen-stvovaniya i razvitija metallicheskih, derevjannyh, plastmassovyh konstrukcij v stroitelstve i na transporte: Sbornik nauchnyh trudov. – Samara: OOO «SamLJuKS»,– 370.
22. Pichugin S. 1997. Ocinka nadijnosti statichno nevznachenih konstrukcij/ S. Pichugin, O. Gnitko // Problemi teorii i praktiki zalizobetonu. – Poltava.
23. Pichugin S. 1994. Metod rascheta nadezhnosti metallicheskih konstrukcij. XL Konferencia Naukova Komitetu Inzynierii Ladoveh I Wodneh Pan I Komitetu Nauki PZITB. – Warszawa: Rzeszow Krynica.
24. Rudnev V. 1990. O racionalnoj forme sploshnoj uprugoj arki v svjazi s sovremennymi metodami vozvedeniya. / V. Rudnev. – Trudy MIITa Vyp. 15. – M.
25. Filin A. 1973. Ob otyskanii optimalnoj osi trehsharnirnoj sistemy pri rabote ee na neskolkih variantah nagruzki. / A. P. Filin, E. S. Filalaeva. – Kazan. : Izd. KGU,– 210-219.

ANALYTICAL AND NUMERICAL METHODS DEFINITION STRESS- STRAIN STATE AND CRITICAL LOADS LOSS OF STABILITY OF ARCHES

Summary. The method of calculating the critical loss of stability loads of arches. The method is that arbitrary configuration arch replaced by the elastically connected elements for which at the given regular loads with appropriate boundary conditions at the ends of exact solutions are found for components of the stress-strain state.

Key words: Configuration arched structure, boundary conditions, the stress-strain state.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МОДУЛЯ ДЛЯ УБОРКИ КУКУРУЗЫ С ОЧИСТКОЙ ПОЧАТКОВ

Василий Грубань

Николаевский национальный аграрный университет

54020, г. Николаев, ул. Парижской коммуны, 9

Vasiliy Gruban

Nikolaev National Agrarian University

54020, Nikolaev, st. Paris Commune, 9

Аннотация. В статье предоставлены результаты исследований конструктивных особенностей существующих базовых моделей кукурузоуборочной техники с очисткой початков, сделана оценка и анализ основных недостатков, предложена новая компоновочная схема технологического модуля для уборки кукурузы с очисткой початков.

Ключевые слова: кукуруза, кукурузоуборочная техника, технологический модуль, очистка початков.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Основные критерии качества выполнения технологического процесса регламентируются агротехническими требованиями на машину для уборки кукурузы на зерно. Без соблюдения этих требований никакая кукурузоуборочная техника не может называться современной и эффективной и быть конкурентоспособной [18]. Поэтому на сегодняшний день практика проектирования кукурузоуборочных машин требует уже на этапе разработки четкого соответствия установленным требованиям и критериям современности, которые в свою очередь неразрывно связывают процессы проектирования с реальными условиями эксплуатации. Именно такой подход, позволяет обнаружить в начале разработки новой техники непродуктивные расходы, исключить негативные явления и несовершенство конструктивных решений, наметить пути решения и получить необходимые данные для прогнозирования направлений дальнейшего совершенствования машин при проектировании [3, 12]. Создание конкурентоспособной техники современного технического уровня может быть успешно выполнено только высокоопытными учеными и инженерами-исследователями, которые имеют глубокие соответствующие теоретические знания, владеют современными методами экспериментальных исследований и обработки их результатов, способных к критическому анализу полученных результатов.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Работы по совершенствованию рабочих органов кукурузоуборочной техники проведены разными научно-исследовательскими институтами бывшего СССР и конструкторскими бюро зарубежных фирм. Глубокие теоретические разработки в этой отрасли проведены такими известными учеными как П.П. Карпушей, Л.И. Анисимовой, К.В. Шатиловым, М.В. Туделем А.И. Буяновым, В.Т. Бондаревым, М.Е. Резником и другими [1, 4, 9, 15, 17]. Эти работы преимущественно посвящены теоретическому обоснованию протягивания стеблей, отделению початков, расчета пропускной способности и производительности уборочных машин и не освещают вопроса совершенствования технологического процесса работы и конструктивной схемы кукурузоуборочной техники, которые на современном этапе развития стали актуальными.

ПОСТАНОВКА ЗАДАНИЯ

Разработка компоновочной схемы универсального технологического модуля для уборки кукурузы с очисткой початков адаптированного к современным требованиям и состоянию механизированных работ.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

В Украине за последние годы посевная площадь кукурузы достигла почти 3 млн. га, а валовой сбор зерна составил свыше 12,8 млн. т [13]. Учитывая такой стремительный рост, а также на постоянно растущий спрос на биогорючее (какое в большинстве производят из кукурузы), уже не в далеком будущем следует ожидать существенное увеличение посевных площадей и повышение валовых сборов данной культуры. Учитывая такую тенденцию всестороннего роста производства кукурузы в нашей стране, достаточно логично возникает вопрос: как и главное чем собирать урожай уже в будущем году?

В последнее время в аграрном секторе экономики Украины интенсивными темпами происходит процесс деиндустриализации производства, существенно ухудшилась запеченность всех без исключения аграрных предприятий современной конкурентоспособной техникой, запасными частями, горюче-смазочными материалами [8, 16], а это в особенности важно это при большом уровне износа машин. В настоящее время около 85...95 % кукурузоуборочных машин отработали ресурс и поддерживаются в работоспособном состоянии в период уборки только за счет ремонтных работ, при этом темпы износа существующей техники на порядок превышают темпы ее обновления. Вследствие этого значительно увеличивается сезонное нагружение на уборочную технику в 5...10 раз, растягиваются сроки их эксплуатации, что приводит в свою очередь к росту продолжительности уборки и приносит ежегодные потери урожая 650...800 тыс. т и более [7]. Существующая Кукурузоуборочная техника в Украине состоит, в основном (на 73 %) из отечественных прицепных комбайнов ККП-3, самоходных КСКУ-6 и 27 % приставок ППК-4, КМД-6 и импортного производства, которая уже давно морально и физически устарела. Парк кукурузоуборочных комбайнов за последние годы катастрофично сократился до критического предела в 2,1 тыс. штук.

Такая ситуация в нашей стране сложилась не случайно. Если кратко рассмотреть эволюцию развития конструктивных и технических решений кукурузоуборочной техники, можно констатировать, что национальной гордостью было создание комбайна КСКУ-6 еще в конце 70-х годов, который стал базовой моделью отечественного производства, в его унифицированной конструктивной схеме были сочетаны все мировые перспективные наработки того времени. Развитие конструкций согласно классической схеме кукурузоуборочного комбайна КСКУ-6 привело в дальнейшем к разработке ряда новых более совершенных машин (самоходных КСКУ-АС-20, прицеп ККП-3, ККП-2С, устройств для уборки кукурузы КМС-6-03 КМС-6-14, КМД-6 и др.). [2]. Однако их принципиальная конструктивная схема с полвека существования не изменила своего характера, а увеличение показателей эффек-

тивности работы последующих поколений кукурузоуборочных машин достигалось в основном за счет изменения геометрических параметров рабочих органов или повышения мощности приводов. В данном случае о каком соответствии современным условиям, адаптированности или конкурентоспособности может идти речь? Такой подход обусловлен на широко распространенной сейчас практике копирования и изготовления "новых" уборочных машин делает даже "ненужным" работу большинства конструкторских бюро, ученых отраслевой и вузовской науки. Безусловно, что в современных условиях мировой рыночной экономики не исключается подобное "копирование", однако это делается таким образом, с такой тщательной проработкой, что предложенные копии уже имеют собственное "лицо", зачастую уже значительно лучше, чем в предыдущем случае.

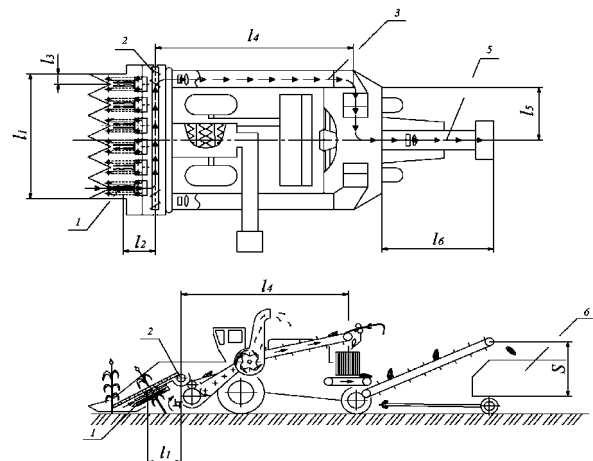


Рис. 1. Принципиальная схема комбайна КСКУ-6:

- 1 – початкоотделительный аппарат; 2 – шнек початков; 3 – транспортер початков; 4 – початкоочистительное устройство; 5 – выгрузочное устройство; 6 – тележка

Fig. 1. Principle scheme combine KSKU-6:

- 1 – corn picker; 2 – auger ears; 3 – transporter ears; 4 – cleaner corn cobs; 5 – unloading device; 6 – cart

В отечественной системе аграрного машиностроения, к сожалению такие копии в лучшем случае не отличаются, а в большинстве случаев уступают оригиналам. Такое копирование в конечном счете даст существенные экономические потери, а также сделает невозможным гарантированно конкурировать собственными разработками, особен-

но в условиях современной жесткой конкуренции [11].

Если рассмотреть принципиальную схему комбайна КСКУ-6 (рис.1) с точки зрения соответствия современным требованиям, то можно отметить очень много ключевых проблемных моментов, которые заложены уже при компоновке, даже не учитывая такие показатели, как материалоемкость и энергоемкость.

Например, каким образом потери не будут превышать 1,5 % (согласно агротребований), если початки заведомо подвержены травмированию? Только во время отделения на стрипперных пластинах возникает удар початка с разной силой, которая способствует его травмированию (скорость вращения протягивающих валцов 836 об/мин.). А если рассмотреть какой путь проходит отделенный початок кукурузы до попадания в тележку, то понятно какие он проходит нагрузки, особенно при транспортировке шнеком початков 2 (частота вращения шнека – 293 об/мин.), при этом не учитывая физико-механические и размерные характеристики отдельных сортов или гибридов кукурузы [5, 6]. В конструкции данного комбайна не предусмотрены замены рабочих органов, таких как шнека початков, транспортирующих органов и других, а рассчитано по среднему размеру и массовым характеристикам.

Аналогичная картина наблюдается в конструктивных схемах отечественных кукурузоуборочных приставок или импортных адаптерах. На сегодняшний день за рубежом кукурузоуборочная техника в большинстве случаев представлена в виде адаптеров. За границе производители собирательной техники уделяют этому вопросу значительно больше внимания, чем внедрению самоходных кукурузоуборочных комбайнов. В этом направлении за последнее десятилетие заграничные коллеги достигли определенных результатов за счет внедрения в конструкциях своих кукурузоуборочных машин сочетаний мировых достижений из разных отраслей производства. Это привело к созданию нового поколения кукурузоуборочных машин, которые обеспечивают большую надежность и качество выполнения технологических операций. В заграничных образцах адаптеров дальнего зарубежья почти на 95 % решенные вопросы снижения материалоем-

кости и энергоемкости за счет широкого внедрения современных полимерных или композиционных материалов, принципиально измененные поводы основных рабочих органов и существенно сниженные мощности [14]. Но не принимая во внимание это, так и не решен ряд ключевых проблем, которые заложены в самих конструктивных схемах. Почти вовсе не решенные вопросы уборки семенной и сахарной кукурузы.

На рис. 2 представлена принципиальная схема кукурузоуборочной приставки Acros, технические характеристики которой и компоновка особенно не отличается от комбайна КСКУ-6 (скорость вращения протягивающих валцов 2 – 716 об/мин., частота вращения шнека початков 4 – 240 об/мин.), поэтому и проблемы которые были отмечены раньше, так и остаются не решенными. Поэтому с точки зрения уменьшения травмированности и общих потерь целесообразно пересмотреть (в сторону уменьшения) или корректировать расстояния $L_1...L_6$ и S , а в некоторых случаях совсем исключить.

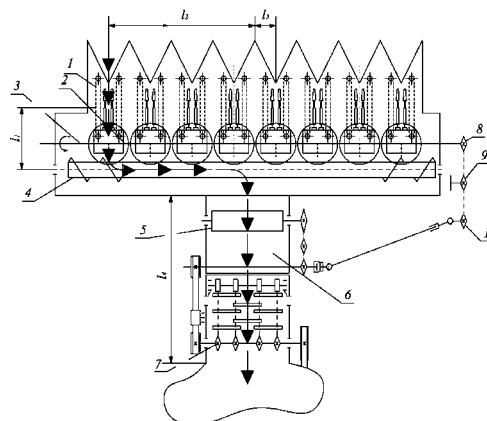


Рис. 2. Принципиальная схема приставки Acros

Fig. 2. Principle scheme of the header Acros

Согласно проведенных исследований, по данным испытаний кукурузоуборочных машин на Южно-украинской МИС и УкрНИ-ИПВТ им. Л. Погорелого, средние полевые потери у отечественных кукурузоуборочных машин и заграничных образцов не отвечают современным агротребованиям, международным требованиям качества, стандартизации и сертификации [10].

Для решения таких проблем во всем цивилизованном мире, постоянно вкладываются в собственные технические решения значительные средства, при этом начиная с затрат на фундаментальные теоретические и экспери-

ментальные исследования. Исходя из проведенных теоретических и экспериментальных исследований, на основании передового опыта данной отрасли на кафедре тракторов и СГМ Николаевского НАУ была разработана новая конструкция технологического модуля для уборки кукурузы с очисткой початков. Создание универсального технологического модуля побуждало несколько основных факторов. Во-первых это ликвидация определенных недостатков существующих конструктивных схем кукурузоуборочной техники. Во-вторых, что предложенный технологический модуль должен быть максимально универсальным, что позволит собирать не только кукурузу на зерно, но и предоставит возможность использовать его при уборке семенной и сахарной кукурузы. И в-третьих, это компактность и возможность использования при разных условиях.

За годы независимости Украины реформирования аграрного сектора экономики привело к существенному перераспределению площадей аграрных предприятий. Согласно статистических данных за последние годы количество небольших хозяйств площадью до 100 гектар составляет около 60 %, в которых эффективная реализация существующих технологических процессов производства технического обеспечения очень усложнена. Это объясняется тем, что подавляющее большинство технологических процессов базируются на операциях, которые выполняют в основном энергосредствами классов 0,6; 1,4 и 3, эффективность использования которых обуславливается уровнем нагрузкам двигателя. Для данных производителей приобретение большой и мощной техники не имеет ни какого смысла, а аренда технических средств на современном этапе слишком дорога. Поэтому обеспечение быстрой установки технологических модулей на раму шасси или энергетического средства без изменения конструкции последнего позволяет существенно повысить эффективность его использования. При таких условиях целесообразно использовать в аграрном производстве предвиденные типоразмерным рядом и изготавливаемые в Украине энергосредства класса 0,6 (типа ХТЗ-2511, СШ-28, Т-16МГ); 1,4 (типа ХТЗ-22021) и 3 (типа ХТЗ-17222), обеспечив эффективное использование.

На рис. 3 представлена принципиальная схема предложенного технологического модуля, который состоит из адаптированного по-

чаткоотделительного аппарата 1 многофакторного действия, конец которого без любых транспортирующих рабочих органов переходит в початкоочистительное устройство 3 с разрыхлительным блоком 2 обертки и выгрузочного устройства 4. Технологический процесс предложенного технологического модуля проходит следующим образом.

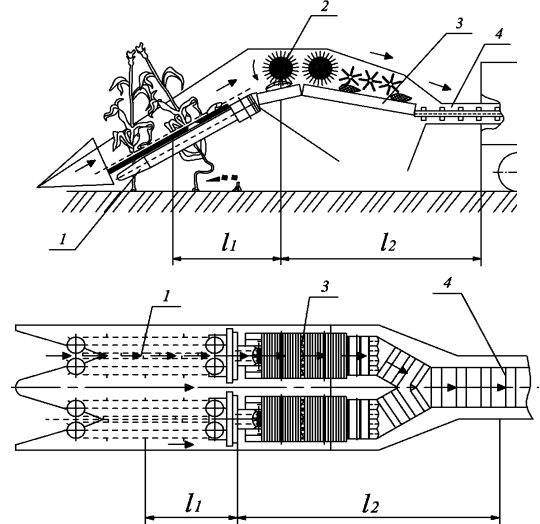


Рис. 3. Принципиальная схема предложенного технологического модуля

Fig. 3. Principle scheme of the proposed technological module

При этом расстояния $L_1...L_6$ и S возведены к минимуму или совсем исключены, что создает все предпосылки для прохождения технологического процесса высокого качества.

ВЫВОДЫ

Проведенные экспериментальные проверки и полевые испытания предложенного технологического модуля для уборки кукурузы, доказали высокую эффективность использования предложенных технических решений. По показателям качества выполнения всех технологических операций данная конструкция находится на высоком техническом уровне, который подтверждается следующими показателями:

- потери свободными початками составляют 0 %;
- травмированность початков составляют 1,5 %;
- общие потери свободным зерном за предложенным устройством составляют не более 1 %.

Для подтверждения приведенных показателей данная конструкция предложенного уст-

ройства требует тщательной проверки и приемочных испытаний в специализированных учреждениях.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Anisimova L. 1966. Teoreticheskie i yeksperimentalnye issledovaniya zakonomernostey dvizheniya stebley spochatkootdelyayuschih apparatah ruchevogo tipa // VSKHOM. – Moskva – Vip. 47. – 259-280.
2. Balkarov R. 1985. Obosnovanie optimalnykh parametrov kukuruzoborochnykh agregatov. V kn.: Povyshenie proizvoditelnosti mashinotraktornykh agregatov. Sbornik nauchnykh trudov. // M.: Izd. MIISPa – 84-86.
3. Bondarenko O., Gruban V. 2008. Deyaki aspekti otsinki tehnologii na perspektivnist // Pratsi Tavriyskogo derzhavnogo universitetu, Vipusk 8 Tom 7. – Melitopol – 91-108.
4. Brawlers A. 1985. Metod opredeleniya optimalnih kinematicallykh rezhimov raboti prizhimnykh ustroystv. Traktori i selhozmashiny. – № 2, – 19-21.
5. Grebenuk G. 1998. Energetichna otsinka ta shlyahi znizhennya energomistkosti robochih organiv kukurudzobiralnih mashin // Visnik agrarnoi nauki Prichornomor'ya. – Vip. 3. – 126-130.
6. Grebenuk G. 1998. Shlyahi rozshirennya tehnologichnih mozhlivostey ta effektivnosti kukurudzobiralnih kombayniv // Visnik agrarnoi nauki Prichornomor'ya. – Vip. 5. – 116-121.
7. Demko A., 2009. Chomu vtrati urozhayu – ne zbitki, a statistika? // Propozitsiya, – № 9. – 100-104.
8. Dumenko K. 2010. Analysis of the main factors of insufficient reliability of domestic harvesting machines // Motrol, – Motorization and power industry in agriculture. – Lublin. Tom 12A. – 108-117.
9. Karpusha P., Konopeltsev M. 1970. Optymalni parametry kachanovidokremlyuvachiv ochisvalnoho typu // Visnyk silskohospodarskoyi nauky. – Kyiv. - № 6. – 40-43.
10. Kasyanenko V., Kasyanenko V. In 1994. Novi sredstva i sposobi mehanyzatsyy uborky kukuruzy // K. Urozhay – 124.
11. Kononenko A. 1980. Puty uluchsheniya yspolzovaniya selskohozyaystvennoy tehnyky // M.: Kolos – 304.
12. Pogorily L., Smith S. 2003. Zernozbyralna tehnika: problemy, alternatyvy, prohnoz // Tehnika APK. – № 7. - 4-7.
13. Rakul A. 2011. Analytical review of the problems of mechanical harvesting corn in Ukraine // Motrol, – Motorization and power industry in agriculture. – Lublin. Tom 13A. – 60-66.
14. Rakul O., Philip V. 2010. The new corn-harvesting combine // Motrol, – Motorization and power industry in agriculture. – Lublin. Tom 12A. – 170-177.
15. Reznichenko I. 1983. Issledovanie kinematicallykh rezhima raboty pochatkootdelyayuschego apparata pikkernostrippernogo tipa // Traktory i selhozmashiny, – № 4. – 19-20.
16. Matters A. 2008. Zabezpechenist silskoho hospodarstva zernozbyralnoyu tehnikoyu butas zaporuka efektyvnosti zernovoho hospodarstva // Ekonomika APK. – № 7. – 36-41.
17. Tyudel N. 1967. Issledovanie protsessa pitaniya pochatkootdelyayuschih apparatov. Zemledelcheskaya mehanika // Sbornik trudov pod redaktsiyei akademika VASKHNIL V. Zheligovskaya. – Tom 7. – M., Mashinostroenie. – 300-305.
18. Shatilov K., Kozachok B., Nuts A. and dr. 1981. Kukuruzoborochnye mashiny // M.: Mashinostroenie. – 224.

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGICAL MODULE FOR HARVESTING CORN FROM EARS CLEANING

Summary. In this paper the results of studies constructive features of the existing base models corn-harvesting technical, cleaning heads, made the assessment and analysis of the major drawbacks, the proposed new Technological scheme of layout module for harvesting corn from ears cleaning.

Key words: corn, corn-harvesting technical, technological module, cleaning ears.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КРУТИЛЬНЫХ ДЕФОРМАЦИЙ ПЛОДОНОЖКИ ПОЧАТКА КУКУРУЗЫ

Александр Ракул, Владимир Пилип

Николаевский национальный аграрный университет

54020, г. Николаев, ул. Парижской коммуны, 9

Olexander Rakul, Vladimir Pilip

Nikolaev National Agrarian University

54020, Nikolaev, st. Paris Commune, 9

Аннотация. В работе разработана математическая модель процесса отделения початков кукурузы от стеблей при крутильных деформациях плодоножки, которая дает возможность установить закономерности изменения основных кинематических параметров початкоотделительного аппарата многофакторного действия. На основании полученных уравнений определены пути дальнейшего развития кукурузоуборочной техники.

Ключевые слова: крутильные деформации, початок, плодоножка, угол закручивания.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Основными показателями качественного выполнения технологического процесса уборки кукурузы являются полнота уборного урожая и соответствие агротехническим требованиям. Они должны отображать наивысший, соответствующий современному этапу развития кукурузоуборочной техники, практически достигаемый уровень [17]. Лишь в таком случае кукурузоуборочную машину можно называть современной и эффективной.

На сегодняшний день по показателям потерь и травмирования початков ни одна из существующих конструкций как отечественного так и заграничного производства, даже при максимальном приближении, такого уровня не достигла. Так в процессе эксплуатации установлено, что средние полевые потери урожая за кукурузоуборочной техникой, разных стран-производителей, превышают допустимые агротехнические нормы в 4,5 и больше раз [5, 15].

Данный факт объясняется несовершенством основных рабочих органов кукурузоуборочных машин, которые не отвечают показателям качественного выполнения заданных технологических операций, поскольку

при их проектировании конструктивно-кинематические параметры теоретически не подтверждались, а уточнялись при проведении экспериментальных и полевых испытаниях [10]. В первую очередь это касается початкоотделительного аппарата, именно от его работы зависит как полнота уборки, так и степень травмирования початков.

К сожалению поставленные на производство пиккерно-стрипперные початкоотделительные аппараты, которые установлены на большинстве кукурузоуборочных машин мира, по качественным показателям работы находятся на неподобающем уровне. В значительной степени неудовлетворительное качество отделения початков объясняется тем, что в основу их работы положен принцип отделения за счет лишь одной силы – силы продольного растяжения плодоножки, которая приводит к ее разрыву. Однако в некоторых случаях сопротивление разрыву стебля может быть меньше, чем у плодоножки, что приведет к потере урожая свободными початками [3]. К тому же за счет натяжения плодоножки и резкому ее разрушению не исключена возможность вылета початка после отделения за пределы жатки.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Большой объем работ по совершенствованию початкоотделительного аппарата проведен учеными различных научно-исследовательских учреждений бывшего СССР. Отдельные элементы этого вопроса решались в КБ Херсонского комбайнового завода, но к сожалению основная часть исследований была приостановлена в начале 90-х годов прошлого века.

Большой вклад в развитие данной отрасли сделали ряд ученых. Прежде всего следует вспомнить работы П.П. Карпуши, Н.Ф.

Туделя, Л.И. Анисимовой, К.В. Шатилова, М.И. Конопельцева, К.И. Шмата [1, 2, 9, 13, 16] в которых освещенные вопросы протекания технологических процессов, а также кинематических зависимостей в разрабатываемых конструкциях.

На основе их исследований появилось общее мнение, что наиболее перспективным путем совершенствования початкоотделительных аппаратов является стабилизация параметров процесса отделения початков. То есть переход от конструкций, в которых отделение початков носит случайный, хаотичный характер, к конструкциям, в которых эти процессы прогнозируемые на основании определенных закономерностей [6].

Наиболее простым способом решения поставленной задачи является введение в зону отделения початков дополнительные силы, а именно силу резания, кручения, изгиба и других или их комбинацию. При этом процесс отделения будет происходить при сложной деформации плодоножки, которая позволит снизить необходимое усилие для отделения початков, а следовательно и общие потери урожая.

ПОСТАНОВКА ЗАДАНИЯ

Целью работы является теоретическое обоснование работы пиккерно-стрипперного початкоотделительного аппарата многофакторного действия, путем разработки математической модели процесса отделения початков при крутильных деформациях плодоножки.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Если рассматривать сочетание нескольких сил в процессе початкоотделения, то одним из перспективных путей интенсификации данного процесса есть комплексное использование растяжения плодоножки вместе с ее закручиванием. При этом кручение будет выступать в роли дополнительного разрушающего усилия.

Рассмотрим технологическую схему (рис. 1) в которой кручение тела плодоножки 1 осуществляется закручиванием початка 4 прорезиненной лентой 5, которая движется со скоростью v_1 , а прижимное устройство 6 устраняет проскальзывание початка. Одновременно вращением протягивающих вал-

цев 2 осуществляется перемещение початка в сторону стрипперных пластин 3 со скоростью v_0 , после достижения которых происходит его отделение.

Время действия закручивания равно промежутку между моментом входа початка в контакт с лентой и моментом удара початка о стрипперные пластины, то есть:

$$t_1 = \frac{h}{v_0}, \quad (1)$$

где: v_0 – скорость продольного движения початка с плодоножкой;

h – путь, пройденный початком за время контакта с лентой.

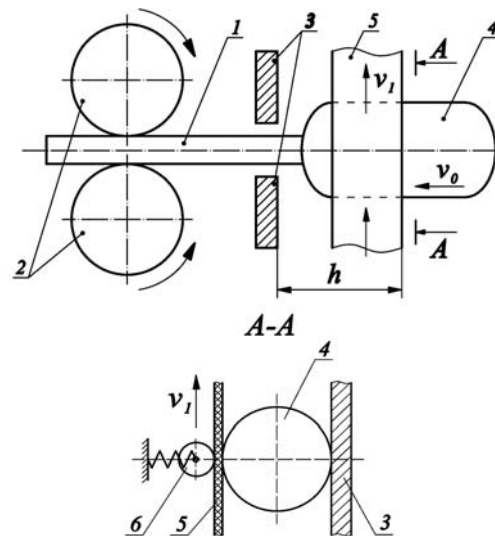


Рис. 1. Технологическая схема крутильных деформаций:

1 – плодоножка; 2 – протягивающие вальцы; 3 – стрипперные пластины; 4 – початок; 5 – прорезиненная лента; 6 – прижимной механизм

Fig. 1. Technological scheme torsional deformations:

1 – stalk; 2 – piker rollers; 3 – stripper plate; 4 – ear; 5 – rubberized tape; 6 – the presser mechanism

Что касается взаимодействия початка с подвижной лентой, то возможны два варианта моделирования процесса закручивания.

Первый вариант закручивания початка без проскальзывания. Тогда угол закручивания определится как [11, 12]:

$$\varphi_{\max} = \frac{v_1 t_1}{R}, \quad (2)$$

где: R – средний радиус початка.

Из (2) с учетом (1) найдем:

$$\varphi_{\max} = \frac{v_1}{v_0} \frac{h}{R}. \quad (3)$$

Второй вариант определения угла закручивания из уравнения крутильного маятника (рис. 2):

$$I_o \ddot{\varphi} + \frac{I_p G}{l} \varphi = M(t), \quad (3)$$

где: I_p – полярный момент инерции для круглого вала (как модели плодоножки);

I_o – момент инерции початка относительно оси симметрии;

G – модуль сдвига (модуль упругости II рода) для материала вала (плодоножки);

l – длина вала (плодоножки);

$M(t)$ – крутящий момент от действия силы трения между початком и прорезиненной лентой.

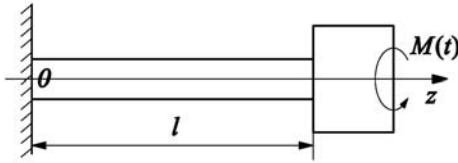


Рис. 2. Расчетная схема крутильных деформаций

Fig. 2. Design scheme torsional deformations

Крутящий момент представлен следующим выражением:

$$M(t) = M_0 1_+(t), \quad (4)$$

где: $1_+(t)$ – единичная функция Хевисайда:

$$1_+(t) = \begin{cases} 1 & \text{при } t > 0 \\ 0 & \text{при } t \leq 0 \end{cases};$$

M_0 – амплитуда момента.

В свою очередь:

$$M_0 = F_0 R, \quad (5)$$

где: F_0 – сила трения боковой поверхности початка о ленту:

$$F_0 = N_0 f, \quad (6)$$

где: N_0 – сила прижима ленты к початку;

f – коэффициент трения.

Через нулевые начальные условия:

$$t = 0; \quad \varphi(0) = 0; \quad \dot{\varphi}(0) = 0 \quad (7)$$

решение уравнения (3), после удовлетворения начальным условиям (7), имеет вид:

$$\varphi(t) = \frac{M_0}{I_o \omega^2} \cdot (1 - \cos \omega t), \quad (8)$$

где:

$$\omega^2 = \frac{GI_p}{I_o l}. \quad (9)$$

Заметим, что при $\omega t \ll 1$ выражение (8) можно записать как:

$$\varphi(t) \approx \frac{M_0}{I_o} \cdot \frac{t^2}{2}. \quad (10)$$

По выражению (8) при $t = t_1$ найдем максимальный угол закрутки:

$$\varphi_{\max} = \varphi(t_1) \approx \frac{M_0}{I_o} \cdot \frac{1 - \cos \omega t_1}{\omega^2}, \quad (11)$$

где: t_1 определено по (1).

Теперь найдем крутящий момент в сечении крепления початка к плодоножке:

$$M_{kp} = \varphi(t_1) \frac{GI_p}{l}, \quad (12)$$

или с учетом (9):

$$M_{kp \max} = \frac{M_0}{I_o} \frac{GI_p}{l} \frac{1 - \cos \omega t_1}{\omega^2} = M_0 (1 - \cos \omega t_1). \quad (13)$$

Максимального значения момент (13) достигает при $\cos \omega t_1 = -1$ или при:

$$\omega t_1 = \pi. \quad (14)$$

Тогда $M_{kp \max} = 2M_0$.

Наибольшее касательное напряжение кручения определим как [11, 12]:

$$\tau_{\max} = \frac{M_{kp \max}}{W_p}, \quad (15)$$

где: W_p – момент сопротивления вала при кручении.

Для круглого сечения вала:

$$W_p = \frac{I_p}{R} = \frac{\pi R^3}{2}. \quad (16)$$

Мы рассмотрели математические модели деформации кручения плодоножки как объекта с сосредоточенными параметрами. Однако при определенных сочетаниях параметров следует рассмотреть модель кручения плодоножки как объект с распределенными параметрами.

В этом случае считаем, что динамика крутильных деформаций описывается волновым уравнением вида [4, 7]:

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} - a_0^2 \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} = 0, \quad (17)$$

где: z – продольная координата ($0 \leq z \leq l$);

t – время ($0 \leq t < t_1$);

φ – функция деформаций кручения ($\varphi = \varphi(z, t)$);

a_0 – скорость распространения волн кручения:

$$a_0^2 = \frac{G}{\rho}, \quad (18)$$

где: G – модуль упругости II рода;

ρ – плотность материала вала (плодоножки).

Начальные условия считаем нулевыми:

$$t = 0; \quad \varphi(0, z) = 0; \quad \dot{\varphi}(0, z) = 0. \quad (19)$$

Граничные условия на левом крае плодоножки, зажатой вальцами:

$$z = 0; \quad \varphi(0, t) = 0. \quad (20)$$

К правому концу вала приложен момент инерции диска (початка) и внешний крутящий момент от подвижной ленты:

$$z = l: \quad GI_p \left(\frac{\partial \varphi}{\partial z} \right) = M(t) - I_0 \left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} \right), \quad (21)$$

или используя принятые ранее обозначения:

$$\left(\frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} \right) + \omega^2 l \left(\frac{\partial \varphi}{\partial z} \right) = \frac{M_0}{I_0} 1_+(t). \quad (22)$$

Для решения поставленной начально-краевой задачи кручения вала (17)-(22) воспользуемся методом операционного исчисления:

$$\varphi^2(p, z) = \int_0^\infty e^{-pt} \varphi(t, z) dt, \quad (23)$$

где: p – параметр преобразования;

$\varphi^2(p, z)$ – трансформанта (изображение) по Лапласу функции-оригинала $\varphi(t, z)$.

Тогда, с учетом нулевых начальных условий в области изображений, по Лапласу получим:

$$\frac{\partial^2 \varphi^2}{\partial z^2} - \left(\frac{p}{a_0} \right)^2 \varphi^2 = 0; \quad (24)$$

$$\varphi^2(0, p) = 0; \quad (25)$$

$$p^2 \varphi^2(p, l) + \omega^2 l \frac{d\varphi^2}{dz} = \frac{M_0}{I_0} \cdot \frac{1}{p}. \quad (26)$$

Решение обычного дифференциального уравнения (24) запишем в виде:

$$\varphi^2(p, z) = c_1 \cdot sh \frac{pz}{a_0} + c_2 \cdot ch \frac{pz}{a_0}. \quad (27)$$

где: c_1, c_2 – постоянные интегрирования;

sh, ch – функции гиперболического синуса и косинуса.

Удовлетворим решение (27) граничным условиям (25) и (26), получим:

$$c_1 \cdot 0 + c_2 \cdot 1 = 0; \quad (28)$$

$$p^2 c_1 \cdot sh \frac{pl}{a_0} + \frac{\omega^2 l}{a_0} p \cdot c_1 \cdot ch \frac{pl}{a_0} = \frac{M_0}{I_0} \cdot \frac{1}{p}. \quad (29)$$

Из уравнения (28) следует, что $c_2 = 0$. Постоянную c_1 найдем из уравнения (29):

$$c_1 = \frac{M_0}{I_0} \cdot \frac{1}{p^2} \cdot \left(p \cdot sh \frac{pl}{a_0} + \frac{\omega^2 l}{a_0} ch \frac{pl}{a_0} \right)^{-1}. \quad (30)$$

Теперь с учетом найденных значений постоянных интегрирования решения (27) принимает вид:

$$\varphi^2(p, z) = \frac{M_0}{I_0} \cdot \frac{1}{p^2} \cdot \frac{sh \frac{pz}{a_0}}{p \cdot sh \frac{pl}{a_0} + \frac{\omega^2 l}{a_0} ch \frac{pl}{a_0}}. \quad (31)$$

Примем в (31) $z = l$, найдем:

$$\varphi^2(p, l) = \frac{M_0}{I_0} \cdot \frac{1}{p^2} \cdot \frac{sh \frac{pl}{a_0}}{p \cdot sh \frac{pl}{a_0} + \frac{\omega^2 l}{a_0} ch \frac{pl}{a_0}}. \quad (32)$$

Такое нахождение оригинала $\varphi(t, l)$ для трансформанты (32) представляет определенные трудности. Однако импульсный характер процесса позволяет получить функцию-оригинал для трансформанты (32) приближенно. Заметим [8], что предельное представление трансформанты для $p \rightarrow \infty$ соответствует предельному значению функции-оригинала $\varphi(t, l)$ при $t \rightarrow 0$. Тогда приближенно принимаем:

$$\varphi^2(p, l) \approx \frac{M_0}{I_0} \cdot \frac{1}{p^2} \cdot \frac{1}{p + \left(\frac{\omega^2 l}{a_0} \right)}. \quad (33)$$

При переходе от (32) к (33) использовано предельное соотношение:

$$\lim_{p \rightarrow \infty} sh \frac{pl}{a_0} = \lim_{p \rightarrow \infty} ch \frac{pl}{a_0} = \frac{1}{2} \lim_{p \rightarrow \infty} e^{\frac{pl}{a_0}}. \quad (34)$$

Переходя в (32) к оригиналу по [14], получим:

$$\varphi(t, l) \approx \frac{M_0}{I_0} \cdot \left(\frac{a_0}{\omega^2 l} \right)^2 \cdot (e^{-\beta t} - 1 - \beta t), \quad (35)$$

где: $\beta = \omega^2 l / a_0$

При $\beta t \rightarrow 0$ (35) имеет вид:

$$\varphi(t, l) = \frac{M_0}{I_0} \cdot \frac{1}{\beta} \cdot \frac{(\beta t)^2}{2} = \frac{M_0}{2I_0} t^2. \quad (36)$$

Принимаем в (35) или (36) $t = t_l$, получим максимальный угол закручивания:

$$\varphi_{\max} = \frac{M_0}{2I_0} t_1^2, \quad (37)$$

что совпадает из (10):

$$\varphi_{\max} = \frac{M_0}{2I_0} \cdot \frac{1}{\beta^2} (e^{-\beta t_1} - 1 + \beta t_1). \quad (38)$$

ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований разработана математическая модель процесса отделения початков от стеблей при крутильных деформациях плодоножки, которая дает возможность установить закономерности изменения основных параметров и сформулировать основные принципы создания кукурузоуборочных машин нового поколения.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Anisimova L. 1966. Teoreticheskie i yeksperimentalnye issledovaniya zakonomernostey dvizheniya stebley spochatkootdelyayuschih apparatah ruhevogo tipa // VISKHOM. – Moskva – Vip. 47. – 259-280.
- Anisimova L. 1963. Tehnologicheskie svoystva kukuruzy, opredelyayushchie protsess pochatkootdeleniya // VISKHOM. – Moskva – Vyp. 41. – 3-15.
- Bondarenko O. 2010. Theoretical study of mechanical separation technology of corn stalks inertial forces // Motrol, – Motorization and power industry in agriculture. – Lublin. Tom 12A. – 84-92.
- Bursian V. 1927. Volnovaya mehanika Shredingera. Osnovaniya novoy kvantovoy mehaniki // M.-L.: Gosizdat. – 53-82.
- Goldschmidt O., Bondarenko O. 2001. Analiz tehnicnoho protsesu vidokremlyennya kachaniv kukurudzy // Mehanizatsiya silskohospodarskoho vyrobnytstva. – Harkiv – Vip. 7. – 239-245.
- Hrebeniuk G., Kuzenko D., Bondarenko O. 1999. Konstruktyvno-tehnologichni peredumovy vdoskonalennya kachanovidokremlyuvalnyh prystroyiv kukurudzozbyralnyh mashyn // Visnyk ahrarnoyi nauky Prychornomor'ya – Vip. 7. – 32-36.
- Davis R. 1961. Volny napryazheny v tverdyh telah // M.: Inostrannaya literatura. – 102.
- Erofeev V., Kazhayev V., Semerikova N. 2002. Volny v sterzhnyah. Dispersiya. Dissipatsiya. Nelineynost // M.: Fizmatlit – 208.
- Karpusha P., Konopeltsev M. 1970. Optymalni parametry kachanovidokremlyuvachiv ochisvalnoho typu // Visnyk silskohospodarskoyi nauky. – Kyiv, - № 6. – 40-43.
- Kuzenko D., Bondarenko O., Tymoshchuk V. 2000. Teoretychnyy analiz pidvyschennya yakisnyh pokaznykiv kachanovidokremlyuvalnyh aparativ kukurudzozbyralnyh mashyn // Visnyk ahrarnoyi nauky Prychornomor'ya. – Vip. 9. – 136-203.
- Panovko Y. 1985. Mehanika deformiruemogo tverdogo tela: sovremennyye kontseptsii, oshibki i paradoksy // M.: Nauka. – 288.
- Pisarenko G., Flower A., Umansky E. 1993. Opir materialiv // K. Vyscha shkola. – 655.
- Reznichenko I. 1983. Issledovanie kinemacheskogo rezhima raboty pochatkootdelyayuschego apparata pikkernostrippernogo tipa // Traktory i selhozmashyny, – № 4. – 19-20.
- Sachenko A. 2003. Opisanie uskorennoho dvizheniya deformiruemogo tverdogo tela na osnove volnovykh protsessov, vznikayuschih pri vozdeystvii postoyannoy sily na ego poverhnost (torets) // Vestnik SevKavGTU. – Stavropol, – № 1 (7). – 64-72.
- Sidorenko A., Senchuk S., Lub P., Tatomyr A., Burylko A. 2005. The method of determining loss of crops due to delayed implementation of mechanized processes of plant // Motrol, – Motorization and power industry in agriculture. – Lublin. Tom T7. – 86-91.
- Tyudel N. 1967. Issledovanie protsesa pitaniya pochatkootdelyayuschih apparatov. Zemledelcheskaya mehanika // Sbornik trudov pod redaktsiey akademika VASKHNIL V.A. Zheligovskaya. – Tom 7. – M., Mashinostroenie. – 300-305.
- Shatilov K., Kozachok B., Nuts A. and dr. 1981. Kukuruzouborochnye mashyny // M.: Mashinostroenie. – 224.

THEORETICAL STUDIES TORSIONAL DEFORMATIONS STALK EAR OF CORN

Summary. In this paper, developed a mathematical model of the process of separation from ears of corn stalks with torsional deformations stalk, which makes it possible to establish patterns of change basic kinematic parameters corn picker multifactor action. Based on the obtained equations the ways of further development of corn-harvesting technical.

Key words: torsional deformation, ear of corn, stalk, twisting angle.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕПЛООБМЕНА В ЭЛЕМЕНТАХ ТЕРМОАКУСТИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Владимир Коробко, Алексей Московко

*Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова
54025, г. Николаев, просп. Героев Сталинграда, 9*

Volodymyr Korobko, Oleksiy Moskovko

*National University of Shipbuilding named after admiral Makarov
54025, Nikolaev, ave. Heroes of Stalingrad, 9*

Аннотация. В работе приведен анализ особенностей процессов теплообмена между элементами термоакустических тепловых машин (ТАТМ), показаны возможные механизмы влияния этих факторов на производительность ТАТМ. Приведены результаты CFD моделирования и физических экспериментов, приведена схема исследовательского стенда.

Ключевые слова: термоакустика, тепловой двигатель, энергосбережение, тепловой насос, теплообмен, акустическая волна, CFD моделирование.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Термоакустические аппараты (ТАА) – двигатели (ТАД) и рефрижераторы (ТАР) – являются относительно новым типом тепловых машин (ТМ), которые дают возможность создавать принципиально новые и эффективные решения [1-7]. Анализируя современные энергогенерирующие технологии можно сделать вывод, что существует потребность в ТМ «малой» мощности, которые способны эффективно работать на низкопотенциальных вторичных и возобновляемых тепловых ресурсах. При определенных условиях традиционные решения, в энергетике, являются нецелесообразными, поэтому постоянно идет поиск новых путей утилизации тепловых выбросов [8,9]. Поэтому поиск возможных путей усовершенствования ТАТМ является актуальной задачей.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

В работах иностранных ученых N. Rott [1], G.W. Swift [3], A. Tomoinaga [6], J.C. Wheatley [2,5], A. Migliori [5], K. De Blok [10], M. M. Basseem, Y. Ueda [11], V. Gusev [12] раскрыты основные теоретические положения термоакустики и важные результаты экспериментальных исследований.

Существующие теоретические модели были построены с определенными упрощениями, что довольно целесообразно учитывая сложность процессов. Большинство авторов подчеркивает, что существует потребность в новых результатах экспериментальных исследований, которые освещают различные стороны термоакустических процессов. Поэтому можно полагать, что работы экспериментальной направленности являются актуальными и целесообразными.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Теплофизические процессы в термоакустических аппаратах носят сложный характер и относительно малоисследованные. Для их изучения должны быть использованы разные методики исследований, а именно теоретические, экспериментальные и CFD моделирование. Целью работы является анализ факторов, которые определяют условия теплообмена в элементах ТАТМ.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Термоакустические ТМ существенно отличаются от традиционных отсутствием каких-либо подвижных механических элементов.

Именно газовая среда в резонаторе ТАА выполняет функции механизма, который переносит механическую энергию, и рабочего тела, которое обеспечивает теплообмен в термоакустических процессах.

Анализ конструкций существующих ТАА позволяет сделать предположение, что интенсивность процессов теплообмена [13] может быть ограничивающим фактором, который лимитирует возможную энергонасыщенность ТАА.

Важный элемент ТАА – это блок теплообменников в совокупности с матрицей (регенератором или стеком). Матрица расположена между нагревателем и охладителем, за

счет чего в матрице формируется необходимый продольный температурный градиент (рис. 1) [1,2].

Регенератор (стек) – это компактная матрица с развитой поверхностью. Именно в регенераторе происходят процессы термоакустических преобразований, которые влияют на эффективность ТАА.

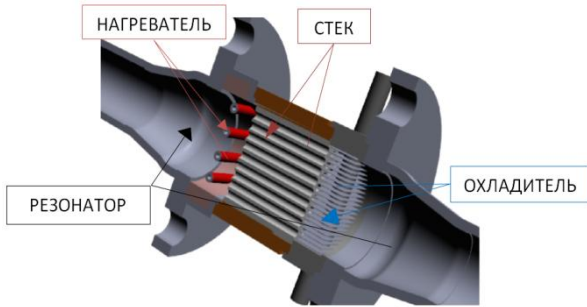


Рис. 1. Термоакустический аппарат, общая схема исследовательского образца
Fig. 1. The general schematic of thermoacoustic device

В стекe часть тепловой энергии расходуется на «раскачку» термоакустической ТМ, часть энергии теряется с продольной теплопроводностью, вязкостными эффектами, и т.п. Эти процессы являются сложными и нуждаются в отдельных исследованиях, поэтому сейчас не рассматриваются.

На рис. 2 [14] показано продольное распределение температуры в регенераторе ТАД. С момента подачи энергии $t=0$ к нагревателю в стекe формируется температурный градиент. В момент времени $t=100$ температурный градиент превышает критический уровень, в ТАА возникают акустические колебания, а температурное распределение в регенераторе приобретает стационарный характер.

Температура горячей стороны регенератора достигает максимума в момент старта ТАД, а со временем снижается, приблизительно на $40^{\circ}\text{C} - 50^{\circ}\text{C}$, в сравнении с моментом старта. Эта картина типична для ТАД, что подтверждено многими исследователями. Такие изменения температуры в регенераторе можно объяснить действием различных факторов, а именно – малой мощностью (теплоемкостью) нагревателя для этого регенератора и низкой интенсивностью теплообмена между нагревателем и регенератором.

Характер изменения температуры холодной стороны регенератора свидетельствует, что и там присутствует указанная проблема, но разность температур, относительно охладителя, меньше.

Следовательно, недостаток тепловых потоков между теплообменниками ТАД и регенератором является существенным фактором, который может определять возможную мощность ТАД.

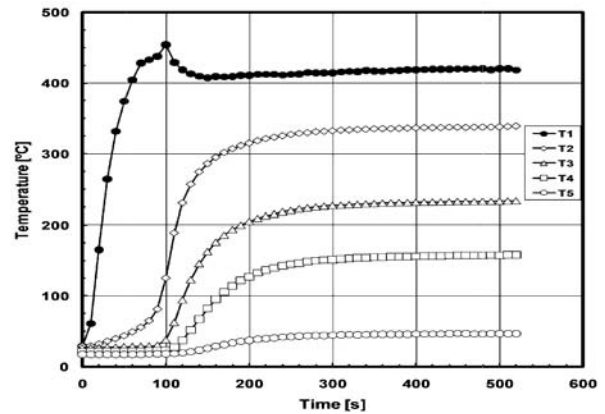


Рис. 2 Распределение температуры вдоль керамического стека
Fig. 2 Temperature distribution lengthwise the ceramic stack

В [1-4,15] показано, что тепловая энергия подведенная к стеку составляет

$$Q_{TAD}^{HEX} = \frac{1}{4} \Pi \delta_k \frac{\beta T_m p_1 u_s}{(1 + Pr)(1 + \epsilon_s) \Lambda} \times \left[\Gamma \frac{1 + Pr^{1/2} + Pr(1 + \epsilon_s)}{1 + Pr^{1/2}} - \left(1 + Pr^{1/2} - \frac{\delta_v}{y_0} \right) \right] - \Pi (y_0 k + L k_s) \frac{dT_m}{dx} \quad (1)$$

и обеспечивает получение акустической мощности от ТАД

$$W_{TAD} = \left(\frac{\frac{1}{4} \Pi \delta_k L_s (\gamma - 1) \overline{\omega} (p_{s1})^2}{\rho_m a^2 (1 + \epsilon_s)} \right) \times \left(\frac{\Gamma}{(1 + Pr^{1/2}) \Lambda} - 1 \right) - \frac{1}{4} \frac{\Pi \delta_v L_s \omega \rho_m u_{s1}^2}{\Lambda} \quad (2)$$

где Π, L – периметр и длина стека; T_m, p_m, ρ_m, c_p – теплофизические параметры, соответственно – средняя температура, давление, плотность, теплоемкость; $\delta_s = \sqrt{2\lambda_s / \rho_s c_s \omega}$ – толщина термического

В CFD комплексе Flow vision 2.3 были промоделированы термоконвективные процессы, которые развиваются в ТАД во время его запуска. Показано, что даже при условиях низких температур нагревателя (150°C – 200°C), термоконвективные течения на этапе пуска двигателя приобретают значительную интенсивность (рис. 4, [16]).

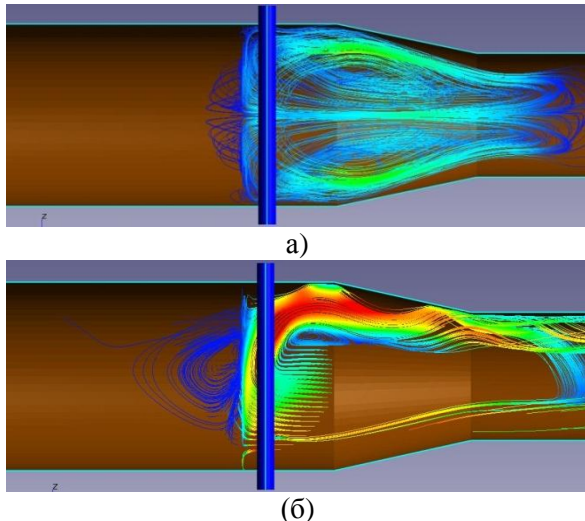


Рис. 4 Термоконвективные течения в резонаторе при вертикальной (а) и горизонтальной (б) ориентациях
Fig. 4. Thermal convection flow in a cavity in the vertical (a) and horizontal (b) orientations

Существенной особенностью ТАА есть гидродинамическая структура рабочей среды, а именно – наличие лишь пульсирующего движения газа с частотой 100 – 200 Гц.

Следовательно, это колебательное движение представляет собой единый действенный гидродинамический механизм, который содействует развитию вынужденного конвекционного теплообмена.

Амплитудные значения колебательных смещений частиц рабочей жидкости и скорости движения этих частиц в акустической волне определяют как [18]

$$\xi_S = P_s / \omega \rho C, \quad u_s = P_s / \rho C \quad (7)$$

Процессы теплообмена и гидромеханические явления в условиях мощных акустических пульсаций ($P_s = 150 - 170$ dB) с рабочей частотой 100 – 200 Гц мало изучены.

На рис. 5 показаны результаты моделирования теплообмена в щелевых каналах. На рис. 5 можно увидеть, что колебательное движение теплоносителя, относительно положения равновесия, существенно усложня-

ет условия для теплообмена. Непосредственно в объеме теплообменной поверхности формируется условная застойная зона. теплообменника при наличии мощной акустической волны.

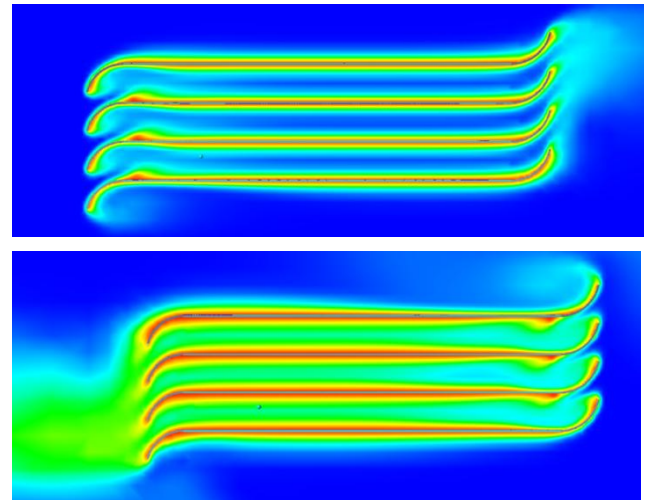


Рис. 5. Температурные поля в щелевых каналах при условии акустических пульсаций
Fig. 5. The temperature field in the slotted channels under conditions of acoustic pulses

Наличие регенератора, который имеет значительное гидравлическое сопротивление, содействует выносу разогретого теплоносителя в противоположную от него сторону – в пустоту резонатора, что является нежелательным явлением, ведь оно способствует росту тепловых потерь и снижению общей эффективности ТАА. Следует заметить, что в пустотах резонаторов могут возникать вторичные акустические течения, интенсивность которых превышает ожидаемый, по теории, уровень. Вполне вероятно, что именно с этими эффектами связаны процессы, которые приведены на рис 2. Понятно, что реальные процессы в термоакустических аппаратах, а именно: гидродинамические, акустические, теплообменные – есть взаимно зависимыми, и очень сложными.

Для их детального изучения авторами спроектированы и изготовлены исследовательские образцы термоакустических аппаратов – двигателей и рефрижераторов, а также построен исследовательский стенд (рис.5) оснащенный соответствующим измерительным оборудованием и специализированной быстродействующей компьютерной системой [19].

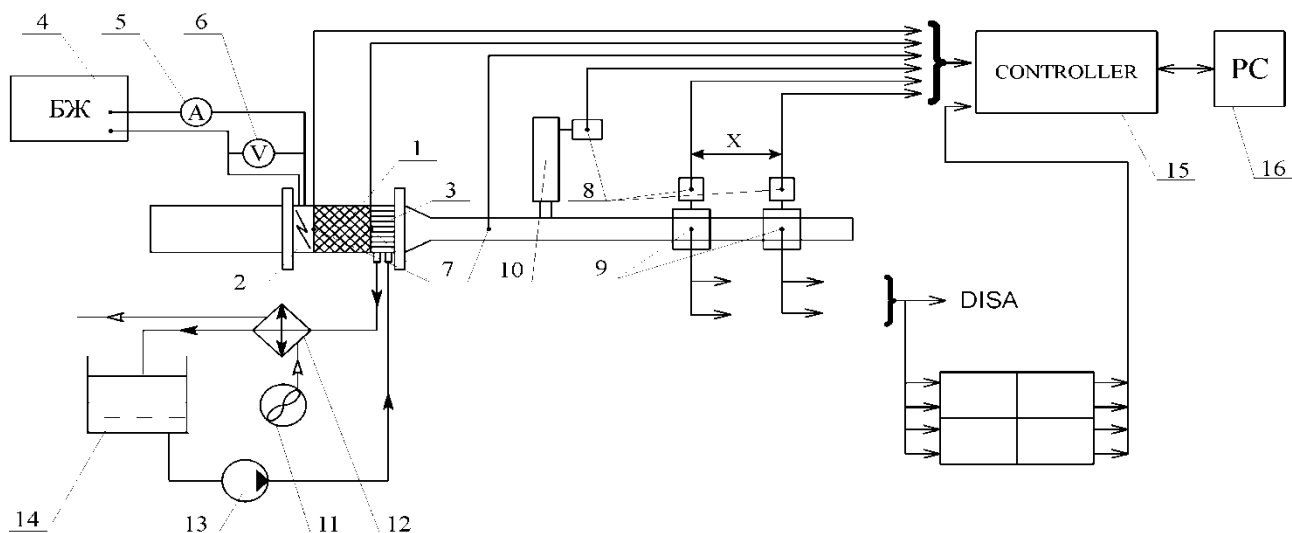


Рис. 5. Схема экспериментальной установки. 1 – стек, 2 – нагреватель, 3 – охладитель, 4 – блок питания, 5,6 – амперметр и вольтметр, 7 – термопары ХК, 8 – датчики давления, 9 – зонды термоанемометра, 10 – акустическая нагрузка, 11 – вентилятор, 12 – вспомогательный охладитель, 13 – насос, 14 – бак, 15 – контроллеры, 16 – PC

Fig. 5. The schematic of the experimental setup. 1 – stack, 2 – heater, 3 – cooler, 4 – power supply, 5, 6 – ammeter and voltmeter, 7 – thermocouples, 8 – pressure sensors, 9 – hot-wire anemometer probes, 10 – acoustic load, 11 – fan, 12 – auxiliary cooler, 13 – pump, 14 – tank, 15 – controllers, 16 – PC

На рис. 6 приведены результаты предыдущих испытаний исследовательского стенда и контрольно-измерительной системы.

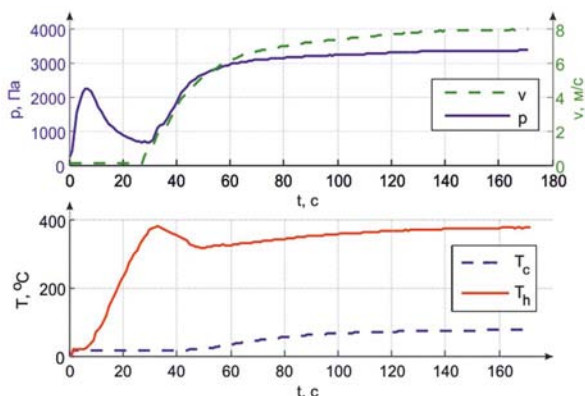


Рис. 6. Изменение температур стека, акустической давления и колебательной скорости в процессе набора мощности ТАД

Fig. 6. Change stack temperature, acoustic pressure, and oscillation speed during the TAD starting process

Из приведенных графиков можно сделать вывод о том, что имеющееся оборудование дает возможность получать информацию относительно акустических, теплофизических процессов и гидродинамических параметров среды в пустоте резонатора ТАД.

ВЫВОДЫ

Интенсивность теплообмена между стекком (регенератором) и теплообменниками, количественно, определяет потенциальный уровень производительности термоакустических превращений в элементах ТАТМ.

В резонаторах ТАА существуют условия для возникновения мощных вторичных термоконвективных течений, которые содействуют росту нежелательных потерь тепловой энергии.

Результаты CFD моделирования теплообмена в гармонично пульсирующей среде свидетельствуют, что колебательное движение, обусловленное мощной акустической волной, может создавать застойные зоны в каналах теплообменников ТАА, что может обусловить нежелательные последствия.

Следовательно, целесообразным можно считать проведение углубленных экспериментальных исследований особенностей гидродинамики и теплообмена в условиях, присущих ТАА.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Rott N. 1980. Thermoacoustics / N. Rott // Adv. Appl. Mech. - №20 (135).

2. Wheatley J. 1986. The natural heat engines / J.C. Wheatley, G.W. Swift, A. Migliori // *Los Alamos Science*. - №2 (14).
3. Swift G. 2002. Thermoacoustic: A unifying perspective for some engines and refrigerators / G.W. Swift // *American Institute of Physics*. - - 300.
4. Swift G. 1988. Thermoacoustic Engines / G.W. Swift // *Journal of the Acoustical Society of America*. – Vol. 84, No. 4,– 1145–1180.
5. Wheatley J. 1983. An Intrinsically Irreversible Thermoacoustic Heat Engine / J. Wheatley, T. Hofler., G.W. Swift., A. Migliori // *J. Acoust. Soc. Am.* - Vol. 74 (1), - 153-170.
6. Tomonaga T. 1998. *Fundamental Thermoacoustics* / T. Tomonaga // Tokyo, Uchida Rokakuno Publishing.
7. Buznik V. 2001. Teploperedacha v sudovyh jenergeticheskikh ustanovkakh / V. Buznik. – L.: «Sudostroenie». – 376.
8. Cherednichenko A. 2011. Mobil'nye gazoturbinye ustanovki s promezhutochnym teplonositelem / A. Cherednichenko, M. Tkach // *Motrol motoryzacija i energetyka rolnictwa*. – Tom 13A, № 2,– 25- 30.
9. Cherednichenko A. Tkach M. 2012. Jeksperimental'naja baza dlja issledovanija konversii biojetanola regeneraciej sbrosnogo tepla gazoturbinnogo dvigatelja / A. Cherednichenko, M. Tkach // *Motrol motoryzacija i energetyka rolnictwa*. – Tom 14, № 2,– 21-25.
10. De Blok K. 2008. Low operating temperature integral thermo acoustic devices for solar cooling and waste heat recovery / K. De Blok // *Acoustic-2008, International conference, Paris*.
11. Bassem M. 2011. Thermoacoustic Stirling Heat Pump Working as a Heater/ M. M. Bassem, Y. Ueda, A. Akisawa // *Applied Physics Express*. - Vol. 4, - 107301 / DOI: 10.1143/APEX.4.107301.
12. Gusev V. 2000. Bruneau Asymptotic theory of nonlinear acoustic waves in a thermoacoustic prime-mover / V. Gusev, H. Baillet, P. Lotton, M. Bruneau // *Acustica*. – Vol. 86, - 25-38.
13. Galiullin R. 1978. Tehenie vjazkoj zhidkosti i teploobmen tel v zvukovom pole / R. Galiullin, V. Repin, N. Halitov // *Kazan': Izdvo Kazan. univ.*– 128.
14. Abduljalil Abdulrahman S. 2011. Experimental testing of the flow resistance and thermal conductivity of porous materials for regenerators / Abdulrahman S. Abduljalil, Zhibin Yu, Artur J. Jaworski // *Proceedings of 23rd IIR International Congress of Refrigeration*, vol. 32, - 217-228.
15. Korobko V. 2011. Osobennosti teplofizicheskikh processov v termoakusticheskikh teplovyh mashinah [Elektronnij resurs] / V. Korobko // *Vestnik NUK*. – № 1,– Rezhim dostupu: <http://goo.gl/WxFjc>.
16. Korobko V. Analiz mehanizmv perenosu teploty v elementah termoakusticheskikh aparativ [Elektronnyj resurs] / V.V. Korobko, Je.I. Trushljakov // *Materialy III mizhnarodnoi' konferencii' Innovacii' v sudno-buduvanni ta okeanotehnici*. – NUK, Ukrai'na. – Rezhym dostupu: <http://goo.gl/R9rIV>.
17. Korobko V. 2010. Osobennosti chislennogo modelirovanija termoakusticheskikh processov / V.V. Korobko // *Mater. III-i' mizhnar. Nauk. Konf. «Prykladni problemy aerogidromehaniky ta teplomasoperenosu»*. – DNU. Dnipropetrovs'k,– 59-61.
18. Strett D. 1958. *Teorija zvuka*. Tom. 2 / D. Strett // Gosudarstvennoe izdatel'stvo tehniko-teoreticheskoi literatury. – M.,– 475.
19. Kondratenko Y. 2011. Multisensor data acquisition system for thermoacoustic processes analysis / Y. Kondratenko, V. Korobko, O. Korobko // *Proceedings of the 6th IEEE international conference Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems IDAACS'2011*. - Vol. 1. - Prague, - 54-58.

EXPERIMENTAL STUDIES OF HEAT EXCHANGES IN THE ELEMENTS OF THERMOACOUSTIC DEVICES

Summary. This paper presents an analysis of the heat transfer processes characteristics between the elements of thermoacoustic heat machines (TAHM). The possible mechanisms these factors influence on the performance of TAHM is shown. The results of CFD simulation, physical experiments, and experimental plant schematic are shown.

Key words: thermoacoustic, heat engine, energy, heat pump, heat transfer, acoustic wave, CFD modeling.

СОЦИАЛЬНО–ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВОСПИТАНИЯ СТУДЕНТОВ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ

Алевтина Киктенко

*Николаевский национальный аграрный университет
54020, г. Николаев, ул. Парижской коммуны, 9*

Alevtina Kiktenko

*Nikolaev National Agrarian University
54020, Nikolaev, st. Paris Commune, 9*

Аннотация: В статье поднят вопрос о необходимости особого внимания к воспитанию студентов, овладевающих профессиями технической направленности, специалистов, которым предстоит заниматься профессиональным трудом в областях «Человек – техника», «Человек – природа» и «Человек – человек». Автором перечислены методы и приемы работы, которые успешно использовались в учебной и воспитательной работе со студентами – аграриями, профессии которых будут связаны с разнообразной техникой.

Ключевые слова: студент, техника, психологическая культура, личностное образование, воспитание, техническое мышление, профессиональное становление, гармоничная личность, интеграция, креативный потенциал личности.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

В профессиональной университетской подготовке будущих специалистов особое место принадлежит их воспитанию. Рассмотрение различных проблем воспитания студентами профессий гуманитарного профиля имманентно присутствует в их образовательных программах. Для студентов же технических профилей, в частности агротехнических специальностей, общегуманитарная и общенаучная подготовка содержится в основном в программах двух первых курсов обучения, последующее время их профессиональной подготовки посвящено главным образом изучению предметов технического цикла. Поэтому решение проблем их воспитания в системе университетского образования требует специального повышенного внимания.

Глобальный кризис, возникший на рубеже XX—XXI вв., закономерно привел к актуализации проблемы воспитания. Достижение необычайного уровня прогресса в науке и технике освободили молодежь от многих про-

блем и опасностей: монотонного изнурительного труда, неграмотности, нищеты, голода и т. п. Однако при этом на смену им пришли новые современные опасности и угрозы. Объектами опасностей и угроз в государственном масштабе являются практически все сферы жизнедеятельности молодежи. В любой из них существуют специфические особенности опасностей и угроз. Молодые люди прямо или опосредованно включены в разнообразную, сложно организованную систему отношений и процессов, выполняя в них активно–созидательную, пассивно–созерцательную или разрушительную роль.

Особенно остро проблемы воспитания проявляется среди студентов, овладевающих специальностями, связанными с техникой, ее созданием и эксплуатацией. В технических вузах происходит профессиональное и личностное становление молодежи, от которой зависит технико–экономическое будущее нашего государства. Процессы социализации будущих граждан страны наиболее интенсивно протекают именно в студенческом возрасте. В соответствии с новой образовательной парадигмой воспитательную компоненту высшего профессионального образования составляет профессионально–личностное воспитание, имеющее гуманитарный и креативный характер.

Сущность гуманитарного воспитания состоит во введении молодого человека в мир ценностей, в мир культуры, через осмысление которых личность создает индивидуальный жизненный проект. Именно воспитание призвано и может обеспечить становление целостной гармоничной личности, способной к самосовершенствованию, креативному развитию, обретению культуры личных смыслов. Методологическим ориентиром развития системы образования и воспитания выступает гуманизм.

При подготовке в университете специалистов технического профиля, как отмечает М. В. Буланова, к глобальным культурным смыслам гуманистического воспитания относятся:

- ценностное отношение к человеку и признание его нравственной сущности;
- опора в воспитании на человеческие добродетели и стремление к самосовершенствованию;
- предоставление субъектам воспитания свободы саморазвития и нравственного выбора образа «Я», поведения, мировоззрения, содержания и способов жизнедеятельности, развития креативных профессиональных и социокультурных способностей личности;
- обучение способам индивидуально-личностного саморазвития и жизнестворчества.

Культура является наивысшей точкой среди общественно значимых ценностей. Овладение ею трансформирует человека, побуждая его к саморазвитию. Поэтому главную задачу воспитания составляет приобщение молодого человека к миру ценностей, к миру культуры, которые он, как личность, осмысливает и на основании этого вырабатывает к современному миру собственное отношение.

В качестве объективных механизмов воспитательного взаимодействия в вузе

Н. А. Кулаковская называет:

- индивидуально-парное взаимодействие воспитанника с воспитателем;
- коллективные взаимообязывающие отношения правового и нравственного должностования.

В систему культурных ценностей как основы личностного роста и профессионально-личностного воспитания студентов технических вузов по мнению Н.Г.Топоркова входят:

- профессиональное становление личности через формирование системного инженерного мышления;
- воспитание нравственной и экологической культуры как гуманистической доминанты в профессиональной деятельности;
- привитие эстетической культуры, обеспечивающей высокие технологические, эргономические и дизайнерские характеристики;
- гармонизация нравственных и физических качеств личности;

— раскрытие креативного потенциала личности, формирование эвристического нестандартного мышления, определяющего стратегию и тактику профессиональной и информационной культур с учетом глобализации и информатизации всех сфер жизни и деятельности человеческого сообщества.

В качестве основных гуманитарных показателей личностного роста названные авторы выделяют личностную зрелость, гражданскую зрелость, нравственную зрелость и блок компетентностей (социокультурной, интeркультурной, информационной), совокупность которых призвана обеспечить интегральную целостность воспитательных влияний. Смысловой основой интеграции выступают гуманизация, гуманитаризация, фундаментализация научного знания, антропоцентризм и культуросообразность, создающие оптимальные условия для профессионально-личностного воспитания студентов технической направленности в процессе обучения.

Гуманитаризация содержания образования, которая заключается в его ориентации на мир жизненных и культурных смыслов, связана с гуманитаризацией науки.

Гуманизация образования заключается в его личностной ориентации и субъективной значимости.

Фундаментализация образования направлена на становление целостной картины мира и интеллектуальный расцвет личности.

Смысл культуросообразности образования заключается в том, что оно является микрокосмом культуры. Как показывает практика работы со студентами профессионально-технической направленности, метапринципом построения содержания их образования является интеграция.

Гуманизация, гуманитаризация, фундаментализация научного знания, антропоцентризм и культуросообразность выступают принципами интеграции содержания образования и для будущих специалистов аграрно-технического профиля.

С позиций синергетики в системе образования, интеграция гуманитарного, естественнонаучного и профессионального знания способствует многомерности смыслов одних и тех же понятий в разных смысловых контекстах, стимулируя тем самым мыслительную деятельность студентов и способствуя всесто-

ронному развитию личности. Синергетика обуславливает такие качества образовательного пространства, которые обеспечивают воспитание личности, мыслящей нелинейно и альтернативно.

Опыт работы со студентами аграрного университета показывает, что междисциплинарный подход позволяет студентам овладеть различными способами познания мира, науки, философии, искусства, профессии и т. д. Этот подход характеризуют следующие качества: интегративность, целостность, открытость, профессиональная направленность.

Задача воспитания — помочь студенту даже при скромных способностях самоопределения найти смыслы своей деятельности, открывающие ему возможности стать в дальнейшем творцом своей собственной судьбы. Происходит переориентация внимания личности с овладения знаниями об объектах на сопереживание миру.

В аграрном университете техническое мышление и соответствующая подготовка с ориентацией на современную профессиональную технику присущи таким специальностям, как инженер-механик, инженер – педагог, инженер – энергетик, инженер – технолог, дизайнер садово-паркового хозяйства и др.

На семинарских занятиях по дисциплинам «Этика и эстетика», «Основы профессиональной психологии», «Психология трудовых отношений в коллективе», «Психология труда» нами использовались проблемные методы воспитания, «групповые дискуссии», методы Дельфи и Дельбека, приемы синектики, нестандартизированного и фокусированного интервью, метод дневников, методы «утопических игр» и «модель неутопий». Обозначив главные вопросы, мы стремились включить в диалог каждого студента, с опорой на примеры, связанные с техникой и ее эксплуатацией, ориентироваться на межличностный обмен мнениями и незапланированные высказывания, на раскрытие внутреннего потенциала личности. Полученный опыт позволяет утверждать, что разнообразное использование названных методов способствует социализации и самоактуализации личности, активизации профессиональных интересов и развитию самостоятельности студентов инженерно-технической ориентации.

Совершенствование техники и технологий в соответствии с требованиями времени с необходимостью изменяет и самого человека как субъекта экономического развития.

Важнейшим измерением человеческого в человеке является уровень развития у него психологической культуры. Можно сказать, что человек как субъект и как личность — это своеобразная проекция психологической культуры общества. В контексте культурно-исторической теории Л. С. Выготского психическое развитие человека представляется как процесс усвоения совокупного общественного опыта, зафиксированного в материальной и духовной культуре.

В психологической культуре содержатся ответы на такие фундаментальные вопросы: что такое человек, как надо обращаться к человеку и как надо относиться к человеку?

Психологическая культура существует и функционирует в пространстве межличностных и внутриличностных отношений. Она определяет нормы, правила и технику этих отношений. Именно эта культура делает человека человеком. Усваивая ее, он овладевает специфически человеческими способами обращения с другими людьми и с самим собой и, тем самым, овладевает собственной психологической природой, т. е. становится субъектом своего бытия и личностью. Можно сказать, что психологическая культура является мерой человеческого в человеке. Чем выше уровень ее развития у человека, тем выше его человеческий статус.

Психологическая культура занимает особое положение среди всех других культур. Она создана человеком и для человека. Например, техническая культура предписывает правила обращения человека со всевозможными техническими объектами: бытовыми приборами, автомобилем, компьютером и т. д. Но при разработке этих правил принимались во внимание функциональные характеристики и возможности не только технических объектов, но и их пользователей: особенности восприятия, внимания, мышления, эмоций, мотивов и др. Владение этими правилами позволяет максимально оптимизировать способы обращения с соответствующими техническими объектами и минимизировать всевозможные потери и негативные последствия для человека: переутомление, нежелательные психиче-

ские состояния, травмы, возникновение какой бы то ни было зависимости.

Высокий уровень развития у человека технической культуры предполагает адекватное отношение его к себе как к субъекту соответствующей деятельности («Что я могу?», «Какие последствия это будет иметь для меня?»). Она предписывает правила обращения человека с самим собой в условиях данной деятельности. Это и составляет компонент психологической культуры в структуре технической культуры.

Высокий уровень развития психологической культуры обеспечивает более эффективное взаимодействие человека с предметной средой и со своим организмом и значительно повышает его возможности. Поэтому формирование психологической культуры является очень важным элементом профессиональной подготовки любых специалистов, в том числе аграриев технической направленности. Этот процесс делает профессиональное воспитание более масштабным и содержательным.

Психологическая культура обеспечивает более эффективные способы обращения человека с самим собой как с субъектом, личностью и неповторимой индивидуальностью в любой сфере социального бытия. Она повышает качество человеческой жизни, оберегает от ненужных потерь, неудач, психологических травм, делает человека более успешным и создает условия для полноценной самореализации. Однако максимально психологическая культура представлена в тех сферах социального бытия, которые предполагают взаимодействие человека с другими людьми, — в общении. Она определяет правила и нормы обращения человека не только с самим собой, но и с другими людьми как с субъектами и как с личностями. Именно она обеспечивает существование человека как полноценного члена общества.

Психологическая культура человека является не только частью или элементом его общей культуры, но и важнейшим компонентом его личности [9; 18]. В отличие от других культур, она является глубоко личностным образованием, поскольку способы и нормы обращения человека с другими людьми и с самим собой — это приспособления не технического, а личностного характера. Они включаются в структуру отношений, самосознания,

идеалов, ценностей, характера, мотивов, интересов и т. п.

В самом общем виде психологическую культуру можно определить как систему психических процессов и свойств человека, благодаря которым осуществляется понимание себя и других людей как субъектов и как личностей, эффективное воздействие на других людей и на самого себя, адекватное отношение к людям (включая и самого себя) как к личностям. Она пронизывает все человеческое бытие. Психологическая культура, как системное личностное образование, обеспечивает разумное и эффективное использование личностного потенциала человека для решения различных жизненных и образовательных проблем, возникающих в процессе общения и предметной деятельности.

Как личностное образование психологическая культура имеет важное функциональное предназначение. Ее можно рассматривать как своеобразный инструмент обращения человека с другими людьми и с самим собой как с субъектами, как с личностями и как с индивидуальностями. Высокий уровень ее развития позволяет человеку:

1. Правильно ориентироваться в окружающих людях.

2. Знать и понимать самого себя, т. е. иметь адекватный «образ Я».

3. В совершенстве владеть необходимым репертуаром способов психологического воздействия и разумно пользоваться ими в условиях социальной жизни.

4. В совершенстве владеть приемами самоуправления и саморегуляции, позволяющими

в максимальной степени реализовать свой личностный потенциал.

5. Правильно (на гуманистических позициях) относиться к людям и строить благоприятные

отношения с ними.

6. Иметь уважительное и адекватное отношение к самому себе как субъекту, личности и неповторимой индивидуальности.

Развитие психологической культуры человека происходит в основном стихийно. Важную роль в этом играет чтение художественной литературы, просмотр фильмов и спектаклей, где ребенок, подросток или взрослый человек знакомится с психическими особенно-

стями людей (черты характера, поступки, душевные переживания и состояния), способами поведения по отношению друг к другу, межличностными отношениями и т. п.

Только при этих условиях можно обеспечить полноценное усвоение психологических знаний, формирование необходимых практических умений и навыков, развитие соответствующих психических процессов (прежде всего, психологического мышления), психических свойств и отношений.

Любые акты жизнедеятельности человека прямо или косвенно опосредованы людьми. Поэтому психологическая культура, как структурный компонент личности, представляется важнейшим инструментом эффективного взаимодействия человека с людьми, фактором выживания, приспособления, жизненного успеха и социального бытия. По прогнозам специалистов, дальнейшее развитие общества будет тесно связано с его все большей психологизацией и с проникновением психологии во все сферы общественной жизни, трудовой и творческой деятельности. Одним из следствий этого будет разработка и внедрение в жизнь очень мощных психотехнологий воздействия на человека, которые могут использоваться в любых сферах жизни (реклама, идеология, политика, управление, быт, воспитание и т. д.) и с любыми целями, в том числе и антигуманными.

Развитие психологической культуры людей в разные периоды их жизнедеятельности представляет собой важнейшую и актуальнейшую педагогическую и социальную задачу XXI столетия. Поскольку психологическая культура занимает ведущее место в структуре профессиональной культуры личности, вобретении ею желаемой квалификации, в карьерном росте, в достижении широкого спектра жизненных успехов, то в воспитании студентов технических вузов, в частности агротехнических специальностей, необходимо повышенное внимание как к формированию их психологической культуры, так и к профессионально-личностному воспитанию.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Andreeva G. 2000. Psihologija social'nogo poznanija : ucheb. posobie dlja stud. vyssh. ucheb. zavdenij / G. Andreeva. — 2-e izd. — M. : Aspekt Press, — 288.
2. Baranova T. 1993. Psihologicheskoe prosveshhenie uchashhihsja v modeli «Jekologija i dialektika» /T. Baranova // Psihologo-pedagogicheskoe obespechenie modeli obshhego obrazovanija «Jekologija i dialektika». — M.,— 188—202.
3. Bodalev A. 1982. Vospriятие i ponimanie cheloveka chelovekom / A. A. Bodalev.—M.: Izd- vo Mosk. Un-ta,— 200.
4. Bodalev A. 1988. Psihologija o lichnosti /A. Bodalev.—M.: Izd-vo Mosk. un-ta,—188.
5. Bulanova M. 2012. Professional'no-lichnostnoe vospitanie studentov tehničeskogo vuza/M.. Bulanova, N. Toporkova, N. Kulakovska.— M.: Sb. materialov nauchnoj konferencii – 207– 214.
6. Vygotskij L. 1982. Sobr. soch.: v 6 t. / L.S. Vygotskij.—M. : Pedagogika.—Т. 1.—487.
7. Golovaha E. 1988. Zhiznenaja perspektiva i professional'noe samoopredelenie molodezhi/ E. Golovaha –Kiev.— 29 – 61
8. Zeer J. 2006 Psihologija professij: uchebnoe posobie dlja studentov vuzov – 4-e izd., pererob. dop./ J. Zeer – M.: Akademicheskij Proekt: Fond «Mir», – 336.
9. Klimov E. 1995. Obraz mira v raznotipnyh professijah./ E. Klimov M.: Izd-vo MGU.
10. Krajg, G. 2000. Psihologija razvitija / G. Krajg. — SPb. : Piter. — 192–230
11. Praktikum po tehnologijam obuchenija sovremennogo studenta / A. Grecov [i dr.] // pod nauch.red. I. Sokolovoj — SPb. : In-t proftehbrazovanija RAO, 2007. — 163.
12. Mandrikova L. 2012. Competence campaign as a condition for the development of technotion of culture in preparing future date engineer-teacher // MOTROL. -Vol.14, № 2.
13. Samoylov A. 2012. Personal of educational environment as means's remote training of future specialists in universities // MOTROL. - Vol.14, № 2.
14. Ponamarenko N. 2011. The objective and subjective obstacles to the use of the latest hardware university teachers // New learning technologies: scientific method. ST. - K. - Issue. 36 - 52-58.
15. Recommendations concerning the construction, implementation and improvement of the OSH management system // Gosgorpromnadzor - February 7, 2008.
16. Khutorskii A. 2008. Didactic heuristicstick. Theory and technology of creative learning. -

Moscow: Moscow State University Press,. - 416.

17. Bodalev A. 1986. *Vosprijatie i ponimanie cheloveka chelovekom* / A. Bodalev.—M.: Izd-vo Mosk. Un-ta. — 252.

18. Shutilov M. 2005. *Methodology and methods of educational research* – Moscow.

SOCIAL AND PSYCHOLOGICAL ASPECTS OF EDUCATION STUDENTS AGROTECHNICAL SPECIALTIES

Summary. This article raises the question of the need for special attention to the education of students that acquired professions of technical orientation, specialists, who will be engaged in professional work in the areas of "Man - machinery", "Man - nature" and "Man - man." The author lists the methods and techniques that have been successfully used in academic and educational work with students - agrarians, which professions will be associated with the various techniques.

Key words: student, engineering, psychological culture, personal education, training, technical thinking, professional development, harmonious personality, integration, creative potential of the individual.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ РАБОТЫ ИСКРОВОГО ДВС С СИСТЕМОЙ ТЕРМОХИМИЧЕСКОЙ ПАРОВОЙ КОНВЕРСИИ БИОЭТАНОЛА

*Борис Тимошевский, Михаил Ткач, Александр Митрофанов, Андрей Познанский,
Аркадий Проскурин*

*Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова
54025, г. Николаев, просп. Героев Сталинграда, 9*

*Boris Timoshevsky, Mikhail Tkach, Aleksandr Mitrofanov, Andrey Poznansky,
Arkadiy Proskurin*

*National University of Shipbuilding named after admiral Makarov
54025, Nikolaev, ave. Heroes of Stalingrad, 9*

Аннотация. Описано конструкцию и принцип действия экспериментальной установки для исследования особенностей работы искрового двигателя с системой термохимической паровой конверсии биоэтанола. Определены основные энергетические показатели термохимического реактора, а также свойства синтез-газа при различном составе и расходе смеси, мощности реактора. Проведен сравнительный анализ индикаторных диаграмм при работе двигателя на синтез-газе, пропане и бензине.

Ключевые слова: биоэтанол, паровая конверсия, реактор, синтез-газ, индикаторная диаграмма.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Сегодня топлива нефтяного происхождения являются главными источниками энергии в ДВС. По оценкам специалистов, запасы нефти будут практически полностью исчерпаны в ближайшие 50-60 лет [1]. Поэтому особое внимание в современном двигателестроении уделяется разработке технологий использования альтернативных источников энергии [2-4]. Одним из широко используемых в ДВС альтернативных топлив является биоэтанол [5,6]. Перспективным на сегодняшний день способом использования биоэтанола в ДВС является термохимическая конверсия. Несмотря на простоту и возможность решения большого числа проблем на основе этого способа, ряд теоретических и практических вопросов, связанных с его реализацией в ДВС остается еще малоизученными.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Термохимическая конверсия биоэтанола позволяет не только улучшить топливно-

экономические и экологические характеристики, но и кинетические показатели процесса сгорания. Этот способ реализуется следующим образом: под влиянием теплоты, которая отбирается от отходящих газов двигателя в термохимичном реакторе происходит эндотермическая реакция химического превращения биоэтанола, в результате которой образуется синтез-газ – смесь CO и H₂. Химическая энергия полученного синтез-газа превышает энергию использованного биоэтанола на величину равную количеству утилизированной теплоты отходящих газов, которая вместе с полученным топливом вводится в двигатель для повторного участия в организации рабочего процесса. В данном случае термохимический реактор выполняет функцию устройства утилизации. Этот способ был предложен еще в 60-е годы при решении задачи об утилизации теплоты продуктов сгорания из каналов МГД-генератора. Затем он был распространен и на другие типы теплоэнергетических и технологических установок [7]. Сейчас большинство исследований посвящено применению термохимической конверсии на двигателях малой мощности, которые используют метанол [8], метан [9] и биогаза [10]. Первичная оценка эффективности термохимической конверсии биоэтанола может быть установлена при сравнении теплотворной способности жидкого биоэтанола и газообразных продуктов его конверсии. Так при сгорании 1 кг жидкого биоэтанола выделяется 26,78 МДж тепловой энергии. А продукты конверсии той же массы биоэтанола выделяют 34,87 МДж, то есть на 23,2% больше. Увеличение теплотворной способности синтез-газа относительно исходного биоэтанола объясняется тем что в систему вносятся дополнительное количе-

ство энергии (теплота реакции конверсии), что не противоречит положениям термодинамики [11].

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Цель работы – создание экспериментального стенда для исследования особенностей работы двигателя, который работает на синтез-газе, полученного путем паровой конверсии биоэтанола.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

При проектировании энергетической установки с системой термохимической конверсии биоэтанола необходимо одновременное выполнение 2 условий, которые определяют границы ее эффективного использования:

1) система термохимической конверсии в широком диапазоне температур отходящих газов должна обеспечивать максимальную степень превращения (конверсии) биоэтанола в синтез-газ;

2) синтез-газ, на котором работает двигатель, не должен ухудшать энергетические, эксплуатационные и экологические характеристики его работы.

Также особое внимание уделяется вопросам проектирования высокоэффективного термохимического реактора и изучению особенностей рабочего цикла ДВС, работающего на смеси газов CO и H₂.

С целью детального изучения этих вопросов в Центре Перспективных энергетических технологий Национального Университета Кораблестроение имени адмирала Макарова была разработана и сконструирована экспериментальная установка, с помощью которой исследуются особенности работы искрового двигателя с системой термохимической конверсии биоэтанола. Экспериментальная установка состоит из ряда систем:

1) Системы по исследованию параметров процесса паровой конверсии биоэтанола в термохимической реакторе;

2) Системы по исследованию параметров рабочего процесса ДВС с искровым зажиганием, работающем на синтез-газе;

3) Системы измерений;

4) Системы автоматики и регулирования.

Система по исследованию параметров процесса конверсии оборудована регулирующими органами с дистанционным управлением, штатными измерительными прибо-

рами, контрольными измерительными приборами и подсистемой первичных датчиков для обеспечения автоматизации проведения эксперимента. Экспериментальная установка (Рис. 1) состоит из: подсистемы подачи биоэтанола в термохимический реактор (ТХР) ТХР 6 и устройств подвода энергии к нему (подвод тепла ОГ ДВС с температурой 500 ... 600 °С необходимого для протекания реакции имитируется путем пропускания через реактор постоянного тока от источника питания 5 напряжения 27 В), подсистемы охлаждения и конденсации продуктов конверсии, подсистемы закачки синтез-газа в баллоны и подсистемы измерений, которая позволяет измерять расхода, давления, плотности и температуры всех теплоносителей, а также электрическую нагрузку на термохимический реактор.

Подача биоэтанола в ТХР 6 осуществляется с помощью электрического насоса 3. Скорость протекания реакции осуществляется путем установления необходимого значения расхода биоэтанола на ротаметре 4. Охлаждение продуктов конверсии и очистка от остатков воды и не прореагировавшего спирта обеспечивается с помощью конденсатора 8, который охлаждается проточной водой. Расход воды фиксируется с помощью водяного счетчика 7. Конденсатор представляет собой теплообменный аппарат типа труба в трубе с общим противотоком. Водяной пар и не прореагировавшие элементы, собираются в реторте с сконденсированной смесью 9. Количество прореагировавшего биоэтанола определяется путем взвешивания реторты 1 с биоэтанолом до начала эксперимента и после окончания эксперимента с помощью электронных цифровых весов 2. Количество сконденсированной смеси, после охлаждения в конденсаторе также определяется путем взвешивания с помощью электронных цифровых весов 10. Перепад давления синтез-газа замеряем с помощью расходомерной шайбы 11. Объем полученного синтез-газа фиксируется с помощью газового счетчика 12. С целью предотвращения возгорания синтез-газа перед ресивером с синтез-газом установлено водяной затвор 13. Полученный синтез-газ с помощью компрессора 14 набивается в баллон 15, где он и хранится.

На начальном этапе исследования были поставлены следующие задачи:

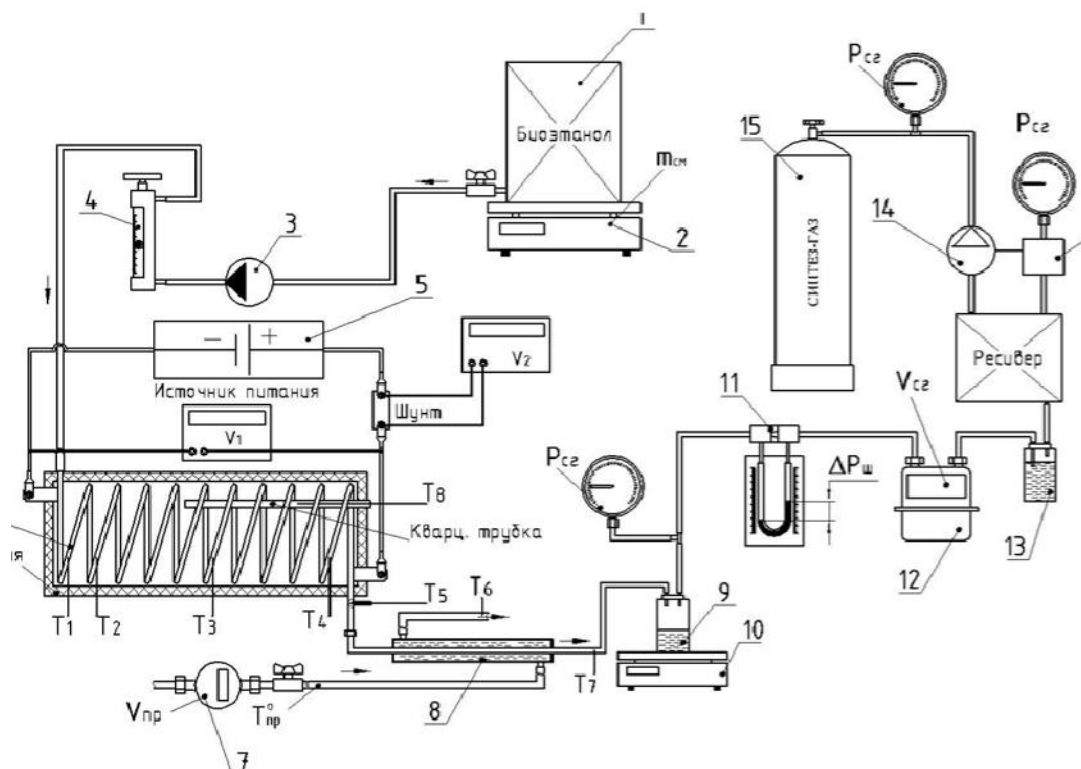


Рис. 1. Принципиальная схема экспериментальной установки по исследованию параметров процесса конверсии биоэтанола

Fig. 1. Schematic diagram of the experimental setup used to study of bio-ethanol conversion parameters

На начальном этапе исследования были поставлены следующие задачи:

1) Определение характера изменения температур стенки $T_{ст}$ по длине реактора L ;

2) Определение свойств синтез-газа при различном составе и расходе смеси, мощности реактора;

3) Определение энергетических показателей реактора паровой конверсии биоэтанола.

При проведении экспериментов было исследовано 3 смеси с различным объёмным содержанием биоэтанола – 27%, 39%, 60%. Мощность реактора составляла 1,5 кВт, а расход смеси изменялся от 1,1 до 1,5 кг/ч. Были получены следующие результаты:

– зависимость степени конверсии биоэтанола от расхода и состава смеси «биоэтанол-вода»;

– зависимость средней температуры стенки по длине реактора от расхода и состава смеси «биоэтанол-вода»;

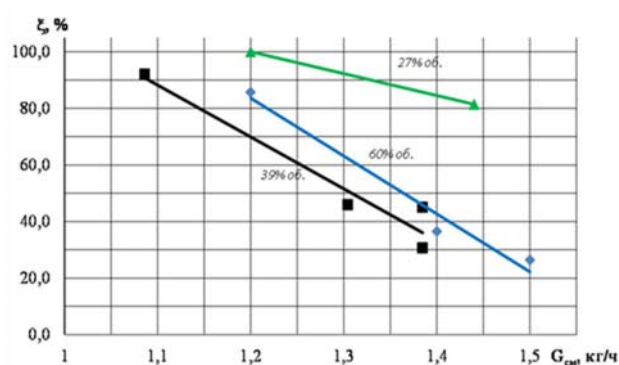


Рис. 2. Зависимость степени конверсии биоэтанола от расхода и состава смеси «биоэтанол-вода»

Fig. 2. Bioethanol conversion vs. rate at different composition of the mixture of "bio-ethanol-water"

– зависимость плотности синтез-газа от расхода и состава смеси «биоэтанол-вода»;

– зависимость расчетной теплоты сгорания синтез-газа от расхода и состава смеси «биоэтанол-вода».

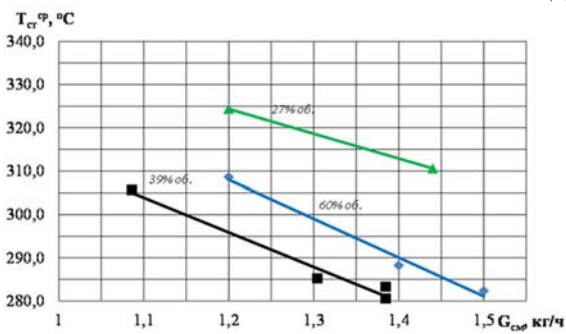


Рис. 3. Зависимость средней температуры стенки по длине реактора от расхода и состава смеси «биоэтанол-вода»

Fig. 3. Average wall temperature along the reactor vs. rate at different composition of the mixture of "bio-ethanol-water"

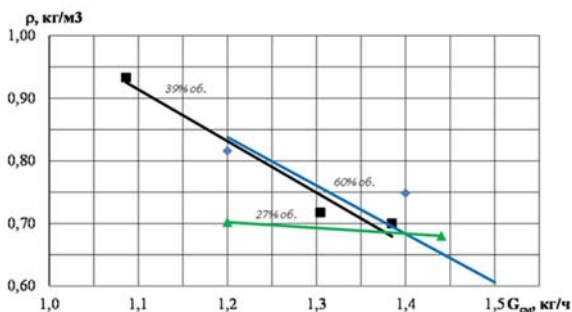


Рис. 4. Зависимость плотности синтез-газа от расхода и состава смеси «биоэтанол-вода»

Fig. 4. Density synthesis-gas vs. rate at different composition of the mixture of "bio-ethanol-water"

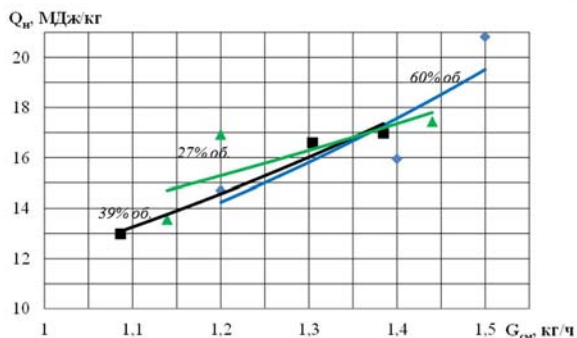


Рис. 5. Зависимость расчетной теплоты сгорания синтез-газа от расхода и состава смеси «биоэтанол-вода»

Fig. 5. Calculated heat value vs. rate at different composition of the mixture of "bio-ethanol-water"

Таким образом определены основные показатели процесса паровой конверсии био-

этанола при различных режимах, которые моделируют работу ДВС.

Также необходимо выполнить на моторном стенде комплексные исследования процесса термохимической конверсии биоэтанола как средства утилизации тепла выпускных газов ДВС с целью определения показателей эффективности установки в целом.

Система по исследованию параметров рабочего процесса ДВС, работающем на синтез-газе (Рис. 6.) разработана на базе двигателя УД-25 (2Ч 7,2/6) с внешним смесеобразованием. Это четырехтактный бензиновый двигатель, который переоборудовано на газовое топливо, работающий на трехфазный генератор переменного тока.

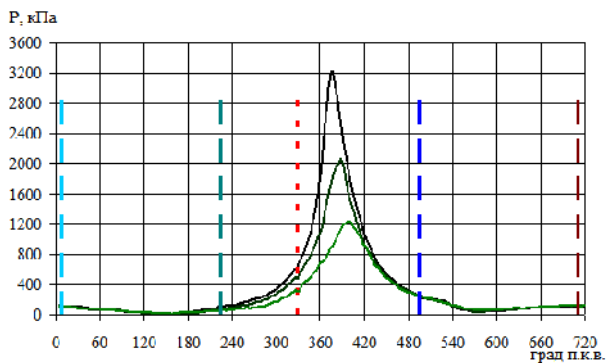
Из баллонов 1, расположенных в отдельном помещении, синтез-газ поступает в общий ресивер 2 и через редуктор низкого давления 5 и счетчик газа 7 поступает в двигателя 10. Расход синтез-газа определяется с помощью газового счетчика 7, установленного после редуктора низкого давления 5. Двигатель 2Ч 7,2/6 нагруженный штатным трехфазным электрогенератором переменного тока. Полученная электрическая энергия через систему управления нагрузкой 14 идет на блок ТЭНов 15.

Значения тока и напряжения определяется в каждой фазе отдельно с помощью переключателя и фиксируется на панели приборов 18 при помощи вольтметра 16 и амперметра 17. Также на панели 18 установлены следующие измерительные приборы: тахометр для определения оборотов коленчатого вала двигателя 20; приборы для измерения температуры отработавших газов по цилиндрам 19.

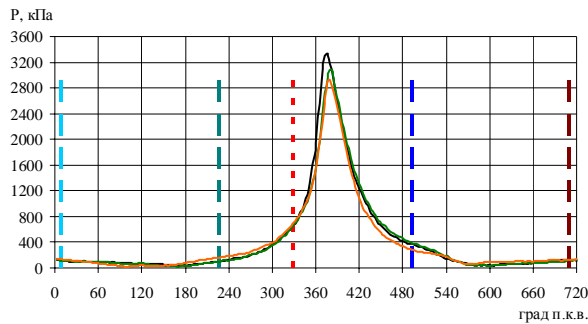
Для определения расхода воздуха через двигатель на входе установлена расходомерная шайба (Лемниската) 26 с U-образным манометром 27 для фиксации перепада давления.

Для того чтобы получить достоверную индикаторную диаграмму чувствительный элемент 24 датчика Kistler 7613С, был максимально приближен к камере сгорания.

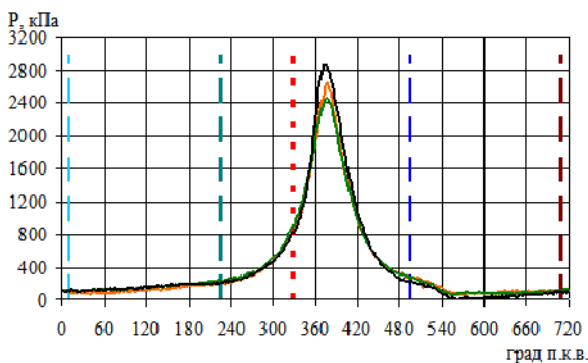
Датчик был ввернут в головку двигателя через переходник при этом была сохранена степень сжатия в этом цилиндре. Результаты замеров индикаторного давления



а



б



в

Рис. 8. Экспериментальные индикаторные диаграммы двигателя:

а – бензин; б – пропан; в – синтез-газ

Fig. 8. The experimental indicator diagrams of the engine: а – petrol; б – propane; в – synthesis gas

ВЫВОДЫ

Определены основные показатели процесса паровой конверсии биоэтанола при различных режимах, которые моделируют работу ДВС. Экспериментально установлено, что вследствие низкой теплотворной способности синтез-газа и малой плотности водорода, доля которого в составе синтез-газа значительная, наблюдается уменьшение мощности двигателя до 40% по сравнению с использованием обычного бензина. Значение температуры отработавших газов при использовании обычного топлива и синтез-газа нахо-

дятся в пределах, способных обеспечить прохождение реакции конверсии биоэтанола для получения синтез-газа.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Danilov A. 2003. Al'ternativnye topliva: dostoinstva i nedostatki. Problemy primeneniya / A. Danilov, J. Kaminskij, V. Havkin // Ros. himicheskij zhurnal ob-va im. D. Mendeleeva. – Т. 47, № 6. – 4–11.
2. Shkalova V. 1986. Primenenie netradicionnyh topliv v dizel'jah / V. Shkalova. – М. : NIAD, – 85.
3. Polishhuk V. 2012. Al'ternativnye dizel'nye topliva / V. Polishhuk, V. Dubrovin, A. Polishhuk // Motrol. Motoryzacija i energetyka rol'nictva. – Lublin, 2012. – Tom 14. – №1. — 20–32.
4. Pavlenko M. 2011. Analiz metodiv znevodnennija dizel'nogo biopaliva / M. Pavlenko // Motrol. Motoryzacija i energetyka rol'nictva. – Lublin, 2011. – Tom 13V. – 62–66.
5. Havrysh V. 2008. An analysis of economic efficiency of bioethanol use as a motor fuel / V. Havrysh, V. Pilip // Motrol. Motoryzacija i energetyka rol'nictva. – Lublin. – Tom 10V. – 44–53.
6. Tret'jakov V. 2008. Biojetanol – strategija razvitija toplivnogo i neftehimicheskogo kompleksa / V. Tret'jakov // Himicheskaja tehnika. — № 1. – 8–12.
7. Nosach V. 1989. Jenergija topliva / V. G. Nosach. – Kiiv : Nauk. dumka, – 148.
8. Kamenev V. 2005. Teoreticheskie i jeksperimental'nye issledovanija raboty dvigatelja na dizel'novodorodnyh toplivnyh kompozicijah / V. Kamenev, V. Fomin, N. Hripach // Al'ternativnaja jenergetika i jekologija. — №7. – 32–42.
9. Nosach V. 2009. Povyszenie jeffektivnosti ispol'zovanija prirodnogo gaza v teplojenergetike s pomoshh'ju termohimicheskoi regeneracii / V. Nosach, A. Shrajber // Pro-myshlennaja teplotehnika. – Т. 31, №3. – 42–50.
10. Nosach V. 2009. Povyszenie jeffektivnosti ispol'zovanija biogaza v teplojenergeticheskikh ustanovkah s pomoshh'ju termohimicheskoi regeneracii / V. Nosach, A. Shrajber // Promyshlennaja teplotehnika. – Т. 31, №2. – 57–63.

11. Spravochnik po himii: uchebnoe posobie / L. Blinov, I. Perfilova, L. Jumasheva, R. Chuviljaev. – K.: Prospekt, 2011. – 160.
12. Glagolev N. 1934. Ispytanie gazovyh dvi-gatelej / N. Glagolev. – Har'kov ; K. : Gos. nauch.-tehn. izd-vo Ukrainy,– 426.
13. Genkin K. 1977. Gazovye dvigateli / K. Genkin. – M. : Mashinostroenie,– 196.
14. Analiz i matematicheskoe modelirovanie processa sgoranija vodoroda v chetyreh-taktnom odnocilindrovom dvigatele s is-krovym vosplameneniem / A. Marchenko, A. Osetrov, I. Dubej, R. Maamri // Dvigateli vnutrennego sgoranija. – 2010. – № 1. – 24–28.
15. Shudo T. 2004. Influence of Reformed Gas Composition on HCCI Combustion of Onboard Methanol-Reformed Gases / T. Shudo, T. Takahashi // SAE Technical Paper Series. — 8–10 June. – 23–31.
16. Shudo T. 2004. Influence of Reformed Gas Composition on HCCI Combustion of Onboard Methanol-Reformed Gases / T. Shudo, T. Takahashi // SAE Technical Paper Series. — 8–10 June. – 23–31.

EXPERIMENTAL RESEARCH OF WORK SPARK ICE WITH BIOETHANOL STEAM THERMOCHEMICAL CONVERSION

Summary. It is described a construction and an operating principle of the experimental plant for spark engine operation study with system of bioethanol steam thermochemical conversion. The main energy indicators of thermochemical reactor and the properties of the synthesis gas with a different composition, flow of the mixture and the reactor power are received.

Key words: bioethanol, steam conversion, reactor, synthesis-gas, the indicator diagram.

ПОКАЗАТЕЛИ ГАЗОТУРБИНОЙ УСТАНОВКИ С ТЕРМОХИМИЧЕСКОЙ РЕГЕНЕРАЦИЕЙ ТЕПЛА

Александр Чередниченко, Оксана Ощип

Национальный университет кораблестроения им. адм. Макарова

54025, г. Николаев, просп. Героев Сталинграда, 9

Oleksandr Cherednichenko, Oksana Oschip

National University of Shipbuilding named after admiral Makarov

54025, Nikolaev, ave. Heroes of Stalingrad, 9

Аннотация. В статье приведена оценка возможности использования газотурбинного двигателя отечественного производства в составе газотурбинной установки с термохимической регенерацией тепла. Приведены результаты исследования методами математического моделирования показателей энергоэффективности установки.

Ключевые слова: газотурбинный двигатель, термохимическая регенерация, конверсия топлива, альтернативные топлива, показатели эффективности.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Среди направлений усовершенствования энергоустановок различного назначения и конструктивного выполнения на сегодняшний день можно выделить две основных пути – рациональное использование традиционного углеводного топлива, замена его альтернативными энергоносителями и снижение вредного действия энергоустановок на окружающую среду [1]. Особое место среди альтернативного топлива, которое может использоваться в энергетических установках, занимают водород и водородосодержащие газовые смеси (синтез-газ) [2].

Отдельной и пока недостаточно изученной проблемой является поиск возможности утилизации тепловой энергии отработанных газов за счет использования предварительно термохимического преобразования базового топлива в другой вид топлива с более высокими энергетическими возможностями [3, 4, 5].

Принципиально возможная конверсия природного газа, метана и его гомологов, традиционных жидких углеводных топлив и альтернативных топлив – этанола, метанола, диметилового эфира, твердых органических материалов, которые возможно использовать как топлива, например, низко-

сортного угля, измельченные отходы термопластичных полимеров и пр. [6, 7, 8, 9, 10].

По комплексу эффектов действия на показатели работы теплового двигателя рассмотренный способ отличается своей многофункциональностью. Направленный на повышение эффективности использования химической энергии топлива за счет снижения уровня необратимых потерь в цикле, такой способ регенерации позволяет одновременно решать задачи экологического усовершенствования рабочего процесса двигателя.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Принципы термохимической конверсии базового топлива в смесь газов с более высокой теплотворной способностью, в том числе за счет использования тепла отходящих газов газотурбинного двигателя (ГТД) для термохимической конверсии сформулированные в работе [3]. Некоторые схемы газотурбинных установок с термохимической регенерацией (CRGT¹) рассмотрены в работах [11, 12, 13, 14, 15]. Существуют разные схемы осуществления термохимической конверсии базового углеводного топлива: паровая, пароуглекислотная, парокислородная, парокислородновоздушная, парокислородноуглекислотная конверсия [16, 17, 18]. Наибольшее число работ по исследованию газотурбинных циклов с термохимической регенерацией посвящено циклам CRGT с паровой конверсией метана. Эффективность применения химической рекуперации прежде всего зависит от температуры процесса в реакторе, которая, в свою очередь, непосредственно зависит от температуры отходящих газов базового двигателя [3, 19].

Специалистами предприятия ГП НПКГ "Зоря"–"Машпроект" для оценки эффектив-

ности использования термохимической регенерации для утилизации сбросовой теплоты были рассчитаны параметры цикла и проанализированные преимущества и недостатки схем с включением термохимического реактора поочередно после блоков ГТА [20]. Анализируя представленные данные, можно сделать следующие выводы: по КПД наиболее целесообразно устанавливать термохимический реактор (ТХР) после утилизационного котла по движению отходящих газов ГТД, так как в этом случае происходит рост КПД на 4,3...6,2 % (большие значения отвечают большим T_3) в принятом диапазоне температур. Если же рассмотреть схемы с включением ТХР или за камерой сгорания, или после одной из турбин, то значительно уменьшается удельная мощность цикла вследствие значительных температурных потерь в реакторе и гидродинамических потерь через перенаправление потока газов.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Цель данной работы – оценка возможности использования газотурбинного двигателя отечественного производства в составе газотурбинной установки с термохимической регенерацией тепла и исследование характеристик установки.

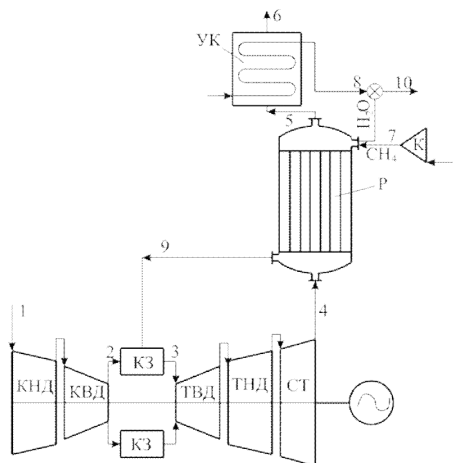


Рис. 1. Схема ГТУ из ТХР на базе двигателя UGT 25000: КНД – компрессор низкого давления; КВД – компрессор высокого давления; КЗ – камера сгорания; ТВД – турбина высокого давления; ТНД – турбина низкого давления; СТ – силовая турбина; Р – реактор; УК – утилизационный котел; К – компрессор

Fig. 1. TCR Power Plant with UGT 25000 Cycle Diagram: КНТ – LP compressor; КВТ – HP compressor; КЗ – combustor; ТВТ – HP turbine; ТНТ – LP turbine; СТ – power turbine; Р – Reformer; УК – heat recovery steam generator; К – compressor

Для анализа и оценки эффективности использования ТХР для ГТД отечественного производства был рассчитан укрупненный цикл и полученные расчетные зависимости.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Для оценки возможности использования ТХР для ГТД отечественного производства был проанализирован ряд двигателей для энергетики следующих отечественных предприятий: ГП НПКГ "Зоря"–"Машпроект" и ГП "Ивченко-Прогрес". В качестве базового двигателя выбран современный ГТД UGT 25000 номинальной мощностью на клеммах электрогенератора при стандартных условиях 25 МВт.

Схема установки показана на рис. 1. Принцип работы заключается в следующем. Атмосферный воздух сжимается до определенных параметров в КНД и КВД. В камере сгорания происходит сгорание уже не традиционного топлива (в нашем случае метана), а смеси СО и H_2 . Смесь поступает из термохимического реактора, в котором за счет теплоты отходящих газов турбины происходит реакция парового риформинга и топливная смесь подогревается. На выходе из реактора температура отходящих газов имеет достаточный потенциал для получения в утилизационном котле пара, необходимого для подачи в реактор. Основные параметры сред в цикле представлены на рис. 1.

Обозначение потока на схеме	Температура среды, К	Массовая затрата среды, кг/с
1 (воздух)	288	86,91
2 (воздух)	690	86,91
3 (газы)	1450	90
4 (газы)	773	90
5 (газы)	738	90
6 (газы)	443	90
7 (метан)	415	1,454
8 (пар)	508	1,646
9 (синтез-газ)	700	3,1
10 (пар)	508	5,524

ГТД выбирается с высоким потенциалом отходящих газов, т. е. с большим количеством сбросной теплоты.

Исходные данные для проведения расчетов приведены ниже.

Температура окружающей среды	288 К
Давление окружающей среды	0,1013 МПа
Влажность воздуха	60 %
КПД роторов	0,995
Допустимая температура лопаток турбины	1080 К
Коэффициент полноты сгорания КС	0,99
Адиабатический КПД степени турбины	0,88

КПД турбин при разных температурах будет иметь разные значения:

T_3 , К	1273	1373	1473	1573	1673	1773
КПД	0,89	0,88	0,87	0,86	0,85	0,84
тнд						
КПД	0,91	0,90	0,89	0,88	0,87	0,86
твд						

Применение термохимической регенерации топлива с помощью парового риформинга приводит к следующим изменениям в базовом цикле:

1. Увеличение потерь полного давления на выходе из турбины за счет потерь полного давления в реакторе.

2. Увеличение количества рабочего тела за счет подачи воды в камеру сгорания.

3. Утилизация теплоты отходящих газов за счет нагревания топлива и пара до температуры конверсии и следующей подачи в камеру сгорания.

4. Утилизация тепла отработавших газов за счет отбора тепла в термохимический реактор в результате эндотермических реакций.

Увеличение потерь полного давления на выходе из силовой турбины за счет потерь полного давления в термохимическом реакторе приводит к уменьшению КПД от 0,6 до 0,8 % (абсолютных) и уменьшению удельной мощности от 1,6 до 2,2 %. Причем большие значения отвечают меньшим числам T_3 .

При расчете термохимического реактора, который по тепловой схеме находится сразу за ГТД, определяющим параметром является температура отходящих газов двигателя. В зависимости от этого получались разные составы для исходной смеси, и, соответственно, изменялась теплотворная способность полученного синтеза-газа. В табл. 1

показаны состав смеси ("сухого" газа) в зависимости от температуры процесса, а также теплотворная способность продуктов конверсии.

Таблица 1. Исходные продукты для процесса парового реформинга

Table 1. The starting products for the steam TCR

Составляющие смеси	Температура процесса в реакторе, К				
	700	800	900	1000	1100
	Процентное содержание компонента в смеси, %				
H ₂	11,62	22,17	34,47	46,77	57,55
CO	0,04	0,43	2,2	6,78	13,28
CO ₂	2,87	5,22	6,96	6,61	4,43
CH ₄	85,47	72,18	56,37	39,84	24,74
Теплотворная способность газа, кДж/м ³	32010	28420	24290	20259	16824
Теплотворная способность газа, кДж/кг	56667	62731	69730	76550	82381
Объем "сухого" газа на единицу объема базового топлива	1,131	1,285	1,526	1,879	2,356

В табл. 2 приведены исходные данные для полученных расчетных зависимостей. Прирост КПД в каждом случае приводится для простого цикла. На рис. 2 представлены расчетные зависимости для КПД циклов при учете тех или других условий.

Графики на рис. 2 свидетельствуют о тенденции роста КПД при использовании термохимической регенерации в сравнении с обычным циклом. В расчете данного КПД не учитывается уменьшение внутренних потерь в камере сгорания, которые получаются при сжигании предварительно разложенного на более простые компоненты углеводородного топлива. Более точно оценить влияние предыдущей диссоциации на процесс горения и на эффективность использования ТХР в цикле может дать эксергетический расчет.

Кривые 3 и 4 показывают значительный прирост КПД при учете впрыскивания воды в камеру сгорания (от 1,71...1,97 до

4,66...5,60 %), т. е. можно провести аналогию с циклом STIG. Несомненным преимуществом ТХР есть то, что низкопотенциальный газ способен в большей степени стабилизировать горение, чем паро-топливная смесь, которую получают в цикл STIG.

В результате проведения эндотермических реакций в отходящих газах отбирается количество теплоты, необходимое для подогревания газо-паровой смеси и проведения

этих реакций. В конкретном расчете для двигателя UGT 25000 при заданных параметрах количество поглощенной теплоты – $q_{\text{рег}} = 3418$ кВт. Таким образом, частица регенерированной теплоты составляет 29 % от теплоты отходящих газов. В общем тепловом балансе данный вид регенерации позволяет уменьшить часть базового топлива на 4,93 % (рис. 3).

Таблица 2. Результаты расчетов для UGT 25000
Table 2. Modeling results of UGT 25000

Исходные данные		Простой цикл ГТД (кривая 1)		Цикл ГТУ с ТХР (без учета впрыскивания пара) (кривая 2)			
		Параметр					
π_k	T_3, K	$\eta_e, \%$	$N_e^{num}, \text{кВт}/(\text{кг}/\text{с})$	$\eta_e, \%$	$N_e^{num}, \text{кВт}/(\text{кг}/\text{с})$	Прирост КПД, %	
20	1273	34,16	209,50	34,42	206,90	0,26	
25	1373	35,56	231,03	35,92	227,72	0,36	
30	1473	36,28	271,40	36,82	267,30	0,54	
30	1573	37,15	310,00	37,84	305,00	0,69	
35	1673	37,73	339,02	38,57	333,00	0,84	
35	1773	38,32	367,80	39,26	360,00	0,94	
Исходные данные		Цикл ГТУ (с учетом впрыскивания пара) (кривая 3)			Цикл ГТУ с ТХР (кривая 4)		
		Параметр					
π_k	T_3, K	$\eta_e, \%$	$N_e^{num}, \text{кВт}/(\text{кг}/\text{с})$	Прирост КПД, %	$\eta_e, \%$	$N_e^{num}, \text{кВт}/(\text{кг}/\text{с})$	Прирост КПД, %
20	1273	35,87	247,37	1,71	36,13	245,65	1,97
25	1373	39,17	297,88	3,61	39,53	295,93	3,97
30	1473	40,07	356,61	3,79	40,61	354,17	4,33
30	1573	41,23	408,892	4,08	41,92	406,09	4,77
35	1673	42,29	498,34	4,56	43,13	495,22	5,40
35	1773	42,98	547,21	4,66	43,92	543,56	5,60

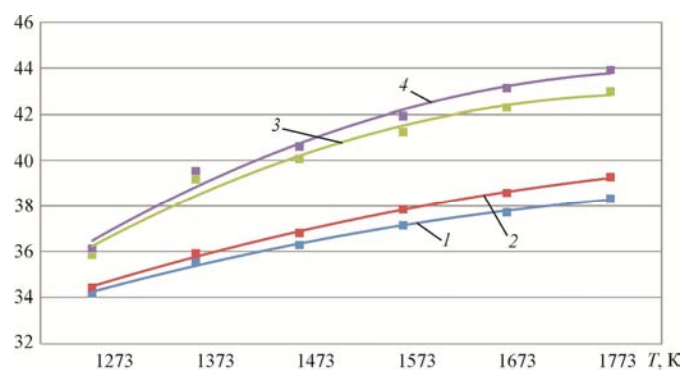


Рис. 2. Зависимости КПД от температуры за камерой сгорания T_3 : 1 – простой цикл; 2 – цикл с ТХР (без учета впрыска пара); 3 – цикл с учетом впрыска пара; 4 – цикл с ТХР

Fig.2 Parameters of efficiency as a function of temperature of the combustion chamber T_3
1 – simple cycle, 2 – cycle with TCR (without steam injection), 3 – STIG, 4 – cycle with TCR

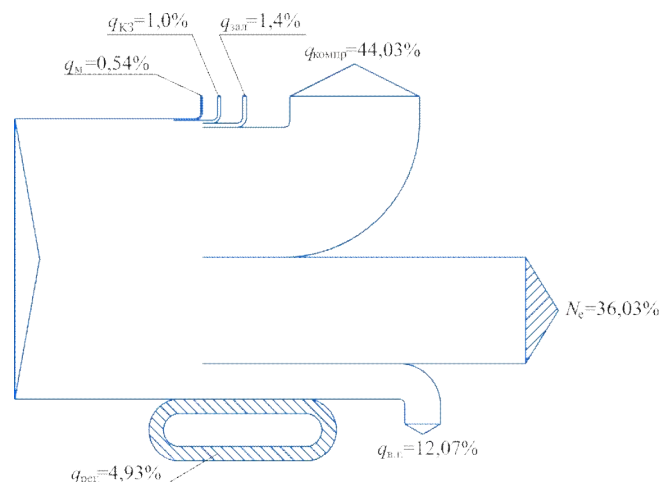


Рис. 3. Диаграмма Грассмана для цикла ГТД с ТХР
Fig.3 Grassmann diagram of an TCR power plant

ВЫВОДЫ

Полученные методами математического моделирования показатели энергоэффективности ГТУ с ТХР показывают, что при существующем уровне температур газов за камерой сгорания ГТД термохимическая конверсия метана недостаточно эффективная и сравнима по своим результатам с циклом STIG. Несомненным преимуществом ТХР есть то, что водородосодержащий газ способен в большей мере стабилизировать горение, чем паротопливная смесь, которую получают в результате цикла STIG. По данным расчетов, рост КПД наблюдается в пределах от 1,97 до 5,60 %, причем большие значения отвечают большим температурам за камерой сгорания, а, соответственно, и большей степени конверсии в термохимическом реакторе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Moiseev I. 2006. Alternativnye istochniki organicheskikh topliv / I. Moiseev, N. Platje, S. Varfolomeev // Vestnik RAN. — № 5. — 427-437.
2. Vodorod v dvigateljah gazoturbinogo tipa i jenergotehnologicheskikh ustanovkah / P. Kanilo, V. Solovej, V. Kostjuk, K. Kostenko // Problemy mashinostroenija. — 2007. — 10, № 4. — 26–32.
3. Nosach V. 1989. Jenergija topliva / V. Nosach. — K.: Nauk. dumka, — 148.
4. Korabel'nikov A. 2006. Himicheskaja regeneracija tepla i preobrazovanija topliva v jenergeticheskikh ustanovkah / A. Korabel'nikov, A. Kuranov, S. Ryzhikov // Elektronne vidannja — Rezhim dostupu: www.chemphys.edu.ru/pdf/-10-12-002.pdf.
5. Verhivker G. 2003. Himichna regeneracija tepla u parogazovih ustanovkah / G. Verhivker, Abu-El'dzhadail' Kaher, V. Kravchenko / Trudy OPU — №3 – 7.
6. Nosach V. 2009. Povyshenie jeffektivnosti ispol'zovanija biogaza v teplojenergeticheskikh ustanovkah s pomoshh'ju termohimicheskoj regeneracii / V. Nosach, A. Shrajber // Promyshlennaja teplotehnika. — № 2. — 57–63.
7. Tret'jakov V. 2006. Biojetanol – syr'e dlja poluchenija komponentov motornyh topliv i neftehimicheskikh produktov / V. Tret'jakov, T. Mastjunina, A. Lermontov, T. Burdejnaja // Kataliz v promyshlennosti. — T. 2, № 4. — 12–17
8. Rass-Hansen J. 2008. Steam reforming of technical bioethanol for hydrogen production / J. Rass-Hansen, R. Johansson, M. Moller, C. Christensen // International Journal of hydrogen energy. — № 33. — 4547–4554.
9. Havrysh V. 2008. An analysis of economic efficiency of bioethanol use as a motor fuel / V. Havrysh, V. Pilip // Motrol. Motoryzacija i energetyka rolnictva. — Lublin. — Tom 10B. — 44–53.
10. Timoshevskij B. 2011. Motornye topliva iz polimernogo syr'ja: proizvodstvo i primenenie / B. Timoshevskij, M. Tkach. — K.: Den' pečati, — 290.
11. Korobitsyn M. 1998. New and Advanced Energy Conversion Technologies. Analysis of Cogeneration, Combined and Integrated Cycles / M. Korobitsyn. — Enschede : Febodruk BV. — 155.

12. Horlock H. 2003. Advanced gas turbine cycles / H. Horlock – Elsevier Inc., – 203.
13. Nosach V. 2009. Povyshenie jeffektivnosti ispol'zovanija biogaza v teplojenergeticheskikh ustanovkah s pomoshh'ju termohimicheskoj regeneracii / V. Nosach, A. Shrajber // Promyshlennaja teplotehnika. – T. 31, № 2. – 57–63.
14. Tkach M. 2009. Jeffektivnost' gazoturbinnoj ustanovki s termodinamicheskoj i termohimicheskoj regeneraciej tepla othodjashhih gazov / M. Tkach, A. Cherednichenko // Aviacionno-kosmicheskaja tehnika i tehnologija. — № 7 (64). – 19–22.
15. Cherednichenko A. 2012. Jeksperimental'naja baza dlja issledovanija konversii biojetanola regeneraciej sbrosnogo tepla gazoturbinnogo dvigatelja / A. Cherednichenko, M. Tkach // Motrol motoryzacija i energetyka rolnictva. – Tom 14, № 2, – 21–25.
16. Aratjunov V. 1998. Okislitel'nye prevrashhenija metana / V. Aratjunov, O. Krylov – M.: Nauka, – 361.
17. Krylov O. 2000. Uglekislotnaja konversija metana v sintez-gaz / O. Krylov // Rossijskij himicheskij zhurnal, T. 44, №1, 19–33.
18. Pashhenko D. 2010. Opredelenie maksimal'noj stepeni konversii metana produktami polnogo sgoranija prirodnogo gaza / D. I. Pashhenko // Vestnik SGTU, № 3, 143–150.
19. Cherednichenko A. 2010. Ob jeffektivnosti termohimicheskoj regeneracii tepla v gazoturbinnih ustanovkah mobil'nyh jenergokompleksov/ A. K. Cherednichenko // Elektronne vidannja "Visnik Nacional'nogo universitetu korablebuduvannja". – Mikolaïv: NUK. – № 1. – <http://ev.nuos.edu.ua>.

INDICATORS OF THE GAS TURBINE UNIT WITH THE THERMO-CHEMICAL HEAT REGENERATION

Summary. This article provides an evaluation of the possibility of domestically produced gas turbine engine usage within the gas turbine unit with thermo-chemical heat regeneration. The results of the study of energy performance indicators by the mathematical modeling are presented.

Key words: gas turbine engine, thermo-chemical regeneration of heat, conversion of fuel, alternative fuel, parameters of efficiency

МЕТОДИКА ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ВУЗ В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ТРУДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Ирина Думенко, Вячеслав Курепин

Николаевский национальный аграрный университет

54020, г. Николаев, ул. Парижской коммуны, 9

Irina Dumenko, Vyacheslav Kurepin

Nikolaev National Agrarian University

54020, Nikolaev, st. Paris Commune, 9

Аннотация. В статье рассматриваются теоретически обоснованные эффективные педагогические условия применения информационных технологий в профессиональной подготовке студентов по вопросам охраны труда в соответствии с современными требованиями профессиональной деятельности специалистов агропромышленного комплекса, обусловленные необходимостью использования информационных технологий.

Ключевые слова: педагогические условия, информационные технологии, профессиональная подготовка, охрана труда.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Одним из условий повышения качества подготовки специалистов является разработка модели, в соответствии с которой должен быть организован процесс обучения студентов в высшем учебном заведении. Считаем, что создание модели подготовки будущих специалистов агропромышленного комплекса в области охраны труда с использованием компьютерных технологий, согласно которой будет построена методика преподавания дисциплины «Охрана труда», значительно повысит эффективность учебно-воспитательного процесса и качество знаний студентов. Данная модель является ориентиром для преподавателей дисциплины «Охрана труда» при разработке собственной методики преподавания с использованием компьютерных технологий.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Проблема моделирования занимает в педагогической науке одно из первых мест. Построением модели обучения специалистов занимались такие известные ученые, как Н. В. Кузьмина, Т. В. Леонтьева, А. В. Литвин, Л. В. Макарова, А. Сысоева, А. Е. Смирнова, Н. Ф. Талызина.

В нашем исследовании мы обратили внимание на поиск и анализ, прежде всего тех моделей, которые предусматривают подготовку будущего специалиста, формирования его личности (С. А. Демченко, А. Е. Коваленко, А. И. Федоренко, Л. И. Шевчук) и которые направлены на использование компьютерных технологий обучения (Л. В. Боднар, И. М. Богданова, А. Н. Кокарева).

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Цель работы - найти пути улучшения изложения учебного материала, психолого-педагогическое обоснование при решении вопросов, связанных с компьютерным обучением при изучении дисциплины «Охрана труда», внедрение в учебный процесс современных информационных технологий обеспечивающих возможность дальнейшей дифференциации общего и профессионального обучения, активизации личностно-ориентированных форм обучения, повышения его эффективности.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Успешное решение многоаспектных проблем компьютеризации в сфере образования возможно лишь при выполнении ряда психолого-педагогических требований и условий, определяющих конечную эффективность учебной, управленческой и научно-исследовательской педагогической деятельности. Актуальность психолого-педагогической проблематики обусловлена, прежде всего, тем, что она охватывает практически все направления использования компьютерной техники. Психолого-педагогическое обоснование необходимо и при решении вопросов, связанных с компьютерным обучением в целом и изучением такой дисциплины как «Охрана труда». Отбор учебного материала в системе профессионального образования должен быть обосно-

ван не только в традиционном дидактическом аспекте, что предполагает выполнение всех принципов и закономерностей обучения, но и в психолого-педагогическом: обучение, воспитание и развитие студентов с учетом их специальности. Психологический аспект проблемы компьютерного обучения связан с углубленным анализом деятельности как основного механизма достижения преподавателем и студентами тех или иных конкретных учебных целей, а дидактический аспект предполагает выявление использования закономерностей самого процесса обучения, переосмысление этих закономерностей с учетом специфических условий коммерциализации. Одним из наиболее важных условий повышения эффективности процесса обучения является наличие оперативной обратной связи между студентами и преподавателем, что позволяет контролировать промежуточные и конечные результаты обучения, сравнивать их с выдвинутыми целями и на этой основе вносить необходимые коррективы в учебный процесс. Выполнение этого условия предполагает тщательный психолого-педагогический анализ всего комплекса вопросов, охватывающих такие специфические и не поддающиеся шаблонным решением проблемы, как: выявление истинных критериев эффективности обучения именно по данному предмету; определение оптимальной частоты контроля, его объективности, полноты, реализации воспитательной и учебной функции контроля; разработка механизма оперативного отражения результатов контроля в содержании, методах и организационных формах обучения. Рассматривая деятельность студентов в учебном процессе, целесообразно отметить, что основная деятельность студентов связана с овладением знаний, умений, навыков, формированием мировоззренческих, поведенческих и творческих качеств их личности. Она (эта деятельность) не может быть передана компьютеру, поскольку любые знания и умения человека в конечном итоге продукт его личной деятельности. Вспомогательная деятельность (поиск необходимой информации), создание условий для выполнения основной деятельности, не имеет прямого отношения к процессу усвоения и не связано с изменениями целей обучения и может быть, пере-

дана машине, поскольку это приведет к экономии сил и времени студентов, а значит, позволит им с большей производительностью выполнять основную деятельность.

В условиях модернизации современного профессионального образования необходимым фактором является информационно-техническая подготовка специалиста. Введение в учебный процесс современных информационных технологий обеспечивает возможность дальнейшей дифференциации общего и профессионального обучения, активизации личностных ориентированных форм обучения, повышение его эффективности. Внедрение информационных технологий в учебный процесс при подготовке будущих специалистов по вопросам охраны труда и техногенной безопасности позволит повысить качество профессиональной подготовки, усилить мотивационный аспект повышения уровня профессиональной подготовки и навыков работы с современными аппаратами обеспечения, увеличить степень информационного обеспечения дисциплины, сформировать профессиональную мобильность и информационную культуру.

Применение информационных технологий в профессиональной подготовке специалистов агропромышленного комплекса приобретает целесообразность, поскольку, согласно требований профессионального образования они обеспечивают сложившийся уровень информационной культуры студентов, направляют учебное и оптимально-интеллектуальное развитие каждого студента, учитывая особенности профессиональной деятельности и индивидуальные особенности специалистов сельского хозяйства. Профессиональная подготовка будущего специалиста по вопросам охраны труда в условиях применения информационных технологий приобретает эффективность, если она:

- опирается на результаты мониторинга уровня профессиональных знаний, умений и навыков по основной и родственных с охраной труда дисциплин и информационной культуры студентов;

- обеспечивает применение педагогических программных средств, созданных с помощью прикладного программного обеспечения, для организации и проведения учебных занятий (лекций, практических и лабораторных).

Информатизация такой дисциплины как «Охрана труда» выдвигает проблему организации знаний, которая возникает при взаимодействии личных знаний педагога и компьютеризированной информационной среды. Особенно это касается современных форм предоставления информации. Одной из таких форм является дистанционная передача информации. При таких условиях организация дискриминации дистанционной передачи информации требует, в первую очередь, определение ее информационно-коммуникативной составляющей, управление информационно-дидактическими ресурсами, осуществления коммуникативного процесса между учащимися, и теми, кто их обучает. Но при этом может возникнуть ряд серьезных психолого-педагогических проблем компьютерного обучения связанных с углубленным рассмотрением категории общения - «деятельность», «сознание», «личность» и т.д.

Необходимо постоянно исследовать, как меняется традиционный процесс общения педагога со студентами и студентов друг с другом в условиях компьютерного обучения. Педагог, персональный компьютер, учебная книга, обычные средства обучения в составе педагогической системы. Руководящая роль в этой системе принадлежит педагогу. Взаимодействие между преподавателем и студентом в процессе совместной деятельности является системным образовательным свойством системы. Взаимодействие «студент - компьютер», когда компьютер выполняет непосредственно педагогические функции, относится к одному из свойств системы.

Компьютеризация дисциплины «Охрана труда» способствует интенсификации обучения и углублению знаний студентов. Решить проблему интенсификации обучения без дополнительных перегрузок учащихся помогает внедрение педагогических программных средств. Программное средство учебного назначения - это такое средство, в котором отражается определенная предметная область, в той или иной мере реализуется технология ее изучения, обеспечиваются условия для выполнения разных видов учебной деятельности.

Среди педагогических программных средств, которые предлагаются, действую-

щее место занимают «электронные учебники», которые охватывают значительные по объему материалы разделов учебных курсов или полностью учебные курсы. Электронные учебники - новый вид учебных пособий, специально подготовленные с целью образования и самообразования на основе последних достижений мультимедийной техники и педагогической науки.

По характеру взаимодействия студента и компьютера учебники возможно классифицировать:

- информационные;
- вопрос - ответ (изложение с акцентом на конкретные вопросы, проблемы и задачи);
- информационно-контролирующие (корректировка учебного материала, предлагаемого для проверки);
- с обратной связью (интерактивный учебник, предполагает постоянную оценку знаний студента и предоставление рекомендаций для дальнейшего «движения» вперед по материалам учебника;
- с пороговыми уровнями контроля (переход к следующей части материала только после положительного преодоления контрольных вопросов).

По результатам ответов ученика может осуществляться конечная оценка уровня его знаний, выдаваться рекомендации по усвоению материала на последующих стадиях, разьясняться ложные ответы. Информационные учебные средства предназначены для односторонней связи со студентом. К этому классу относят современные мультимедийные средства, электронные учебники, пособия, энциклопедии, словари, справочники; так называемые хелперы - оперативные средства помощи в изучении того или иного предмета (справочные системы современных программных продуктов). Использование на этапах пояснения нового учебного материала, фронтальная демонстрация модели объекта изучения, записанные на цифровых носителях видеофрагменты, которые используются при изучении различных учебных вопросов дисциплины, интерактивные демонстрационные справочно-информационные системы, аудио фрагменты, используемые при объяснении нового материала повышает мотивацию обучения, развивает познавательные способности студентов.

Действительно интересные и во многом разноплановые возможности использования компьютерной техники открывают перед преподавателем и студентами решать вопрос индивидуализации обучения, активизация учебно-познавательной деятельности студентов, автоматизации рутинных операций и связанных с этим экономии учебного времени. Удобство представления информации различного вида на экране дисплея и выполнение различных учебных процедур с помощью индивидуальных видеотерминальных устройств, подключенных к компьютеру, помогает совмещать алгоритмическую умственную деятельность и аналитико-синтезирующую деятельность.

Тестовые контролирующие программные средства предназначены для автоматизации процесса контроля знаний. Эти программные средства предлагают студентам задание, сравнивают введенный ответ с эталонным ответом, записанным в программе, сообщают о правильности или неправильности ответа, введенного студентом, а также о результате тестирования. Кроме того, тестовые программы выполняют статистическую обработку ответов с последующей записью их результатов в базу данных или выводом на внешние носители.

Тестовые программные средства необходимо обязательно применять в процессе самоконтроля и в контролирующем режиме (текущий и итоговый). Результаты текущего контроля используют для корректировки процесса обучения. Тестовые задания должны не просто воспроизводить ранее представленную информацию, но и активно обрабатывать ее, стимулировать активность студентов, побуждать их думать.

Информационные и тестовые программы усвоения практических навыков по дисциплине «Охрана труда» с помощью информационных и тестовых программ корректируют, оказывают помощь, указывают на типичные ошибки, автоматически выбирают уровень сложности задания.

Внедрение информационных технологий в учебный процесс дает возможность совершенствовать методику обучения, повышать качество подготовки специалистов, создавать информационный образовательный процесс, внедрять компьютерные инстру-

ментальные среды, ориентированные на ускорение изучения материала, адаптации будущего специалиста к условиям производственной среды предприятий, получать студентами устойчивые знания, умения и навыки.

Разработка и реализация психолого-педагогических и методических целей учебно-воспитательного процесса позволяет:

- усовершенствовать механизмы управления полученными знаниями на основе использования автоматизированных банков данных научно-педагогической информации, информационно-методических материалов, а также коммуникационных сетей;

- совершенствование организационных форм обучения к поставленным задачам;

- создание интеллектуального потенциала студентов, формирование умения самостоятельно приобретать знания, осуществлять информационно-учебную, экспериментально-исследовательскую деятельность, разнообразные виды самостоятельной деятельности и обработки информации.

Программно методическое обеспечения компьютеризации дисциплины «Охрана труда» требует создания учебно-методических и инструктивных материалов, отражающих деятельность информационных служб, функционально включенных в структуру предприятий и организаций, широкий спектр информационных задач, стоящих перед рабочими предприятий по управлению безопасностью на производстве.

За счет лабораторных и имитационно-лабораторных работ, где студенты лучше усваивают учебный материал, принимают решения по осуществлению своего дела (защиты производства от вредных и опасных факторов, принятие управленческих решений) и сразу видят результат. Это позволяет контролировать ситуацию как преподавателю, так и студентам, реагировать на последствия и не допускать ошибок в будущем.

Итак, с помощью компьютерных технологий обеспечивается широкий спектр положительного воздействия на студентов в процессе обучения: учебный материал лучше усваивается, студенты принимают управленческие профессиональные решения по осуществлению поставленных задач и сразу видят результат. Это позволяет контролировать

ситуацию как преподавателю, так и студентам, реагировать на последствия и не допускать ошибок в будущем.

ВЫВОДЫ

Таким образом, использование компьютеров на занятиях значительно повышает мотивацию обучения, развивает познавательные способности студентов. Содержание и объем знаний в области охраны труда и безопасности производственной среды в целом постоянно меняются, поэтому и требования к ним все время растут. Но в значительной степени профессиональное мастерство педагогов зависит от того, насколько они заинтересованы педагогическими инновациями и их внедрением, ищут новые формы и методы обучения, могут допускать и исправлять ошибки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Tkachuk K., Zatsarny V., Sabarno R. 2010. Security and Safety: Manual - Kiev: Libra, - 560.
2. DSTU-P ONSAS 18001 "Control Systems of safety and health."
3. ONSAS 18001 "System of occupational health and safety."
4. Guidelines for OSH management systems ILO-OSH 2001, ILO OSN-2001 // International Labour Office, Geneva - 2001.
5. Recommendations concerning the construction, implementation and improvement of the OSH management system // Gosgorpromnadzor - February 7, 2008.
6. Shtatsky P., Baryshnikov A. 2003. Integrated security system objects. The classification in the levels and patterns of integration // Security Systems - - № 2. - 26-30.
7. Gandzyuk M., Zhelibo E., Halimovsky N. 2003. T 19 Fundamentals of occupational safety: Studies. for stud. of higher education. institutions. For Ed. Stamp Gandzyuk. - K.: Caravel; Lviv: The New World - - 403.
8. Gurevich, G., M. Yu. 2009. Kademiya information and communication technologies in the teaching process, flax: Pos. for ped. workers and stud. higher ped. Textbook. institutions. - Vinnitsa: DOV "Vinnitsa", - 116.
9. Gurevich, G., M. Yu. 2005. Kademiya information and communications technology in vchalnomu process and scientific research-judgments: Studies. pos. for stud. ped. Universities and institutes of postgraduate students pedal gogichnoï education / RS Gurevich, M. Kademiya - Vinnitsa, LLC "glider", - 366.
10. Lysenko N. 2011. The objective and subjective obstacles to the use of the latest hardware university teachers // New learning technologies: scientific method. ST. - K., - Issue. 36 - 52-58.
11. Osipenko S., Ivanov A. 2008. "Organization is the functional training in the field of civil protection." Textbook-nick. - K., - 286.
12. Katrenko L., Cat J., Pistun I. 2009. protection work. The course of lectures. Workshop: Teaching. allowance. - Sumy: University Book, - 540.
13. Kudryavtsev V. 2008. Problemnoebuchetion: the origins, nature, and prospects. - M.: "Knowledge", - 80.
14. Galuzinsky V.M., Evtukh N.B. Pedagogika: Theory and History - C. 2006.
15. Verbitsy A. 2007. Active Learning in Higher Education: the contextual approach: Me Todd. allowance. - M.: "High School", - 207. (About the lecture problematic character of see 104-110).
16. Fundamentals of national education. Conceptual points / per zag. Ed. V.G.Kuzya etc. - K., 2006.
17. Development of public education and teacher-tion of thought in Ukraine / for Ed. MD Iga Marchenko - K., 2007.
18. Skatkin M.N. Methodology and methods of educational research - Moscow, 2005.
19. Khutorskii A. 2008/ The didactic heuristic-stick. Theory and technology of creative learning. - Moscow: Moscow State University Press. - 416.
20. Bodnar L. 2006. Training social workers with the use of elearning: Author. dis. on scientific researcher. Ph.D. degree. ped. Science: special. 13.00.04 "Theory and a vocational training / L. Bodnar. - 21.
21. Great Dictionary of the Ukrainian language-ray / comp. T. Kovalev, hudozh.-designer B. Bublik. - H.: Folio, 2005. - 767.
22. Goncharenko S. 2008. Pedagogikal studies: methodological advice to young scientists. - Kiev, Vinnitsa: DOV "He insomnia," - 278.
23. Komissarova L. 2012. Competence campaign as a condition for the development of

technotion of culture in preparing future date engineer-teacher // MOTROL. -Vol.14, № 2.

24. Samojlenko A. 2012. Personal of educational environment as means's remote training of future specialists in universities // MOTROL. - Vol.14, № 2.

METHODS OF TEACHING UNIVERSITY STUDENTS IN THE FIELD OF LABOR USING COMPUTER TECHNOLOGY

Summary. In the article the model of preparation of future is offered in industry of labour protection with the use of computer technologies. An author exposes the organizational-pedagogical terms of application of computer technologies and offers a model, built on the basis of rich in content, didactics and methodical components.

Key words: model, computer technologies, component, engineers-teachers, labour protection.

КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ МАГНИТОПРОВОДОВ ТРЕХФАЗНЫХ СТАТИЧЕСКИХ ИНДУКЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ МОЩНОСТЬЮ ДО 10000 кВ·А

Олег Плахтырь

*Николаевский национальный аграрный университет
54020, г. Николаев, ул. Парижской коммуны, 9*

Oleg Plakhtyr

*Nikolaev National Agrarian University
54020, Nikolaev, st. Paris Commune, 9*

Аннотация. В работе выполнен анализ конструктивно-геометрических и технологических особенностей и представлена классификация пространственных магнитопроводов трехфазных статических индукционных устройств. В качестве основных признаков типа магнитопровода приняты направление магнитного потока стержней, форма и расположение образующих поверхностей стержней и обмоточных окон.

Ключевые слова: пространственный магнитопровод, трехфазные статические индукционные устройства.

ВВЕДЕНИЕ

Трехфазные трансформаторы, реакторы и дроссели, являясь габаритными, металлоемкими и энергоемкими статическими индукционными устройствами (СИУ), оказывают существенное влияние на технико-экономические показатели электротехнических систем и комплексов, а также блоков комплектного электрооборудования. На протяжении прошедшего века практические достижения в части снижения удельной и технологической материалоемкости СИУ отечественного производства базировались, в основном, на совершенствовании электротехнических материалов и развитии методов электромагнитных расчетов, а также оптимизационного проектного синтеза в рамках активной части с планарным магнитопроводом [1-6]. При этом, например в [1-4], указано, что дальнейшее повышение технического уровня СИУ мощностью до 6300 кВ·А возможно на основе пространственных электромагнитных систем (ПЭМС). Такие системы отличаются видом пространственных схем [4,5] (рис. 1), а также наличием различных вариантов и комбинаций конструкторско-технологических решений [7].

В связи с актуальностью и необходимостью решения задач дальнейшего усовершенствования СИУ, возникла необходимость количественно-качественного сравнительного анализа вариантов ПЭМС.

В [8] в качестве количественных показателей совершенства ПЭМС предлагаются экстремальные значения целевых функций геометрической оптимизации. Указанные функции представлены в виде относительных и независимых от исходных данных и электромагнитных нагрузок коэффициентов [9-12] изменения основных потерь, массы и стоимости активной части. Дополнительно качество СИУ предлагается определять коэффициентом $k_{ко}$ использования геометрического или контурного объема и коэффициентом $k_{ис}$ использования электротехнической стали при производстве пространственных магнитопроводов. Однако указанные коэффициенты не учитывают особенности конструкции и технологии, обуславливающие добавочные потери и трудоемкость производства.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Основной целью настоящей работы является систематизация технических решений и дополнение количественных показателей сравнительного анализа ПЭМС [8] вспомогательной группой признаков, характеризующих геометрические и конструктивно-технологические особенности.

МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Из [1-7] следует, что ПЭМС подразделяются, в соответствии с расположением осей обмоток в пространстве, на радиальное и аксиальное исполнения, а конфигурация витков и положение осей катушек обмоток определяются типом магнитопровода (рис. 2).

В качестве основных признаков типа магнитопровода предлагается направление магнитного потока стержней, а также форма и расположение образующих поверхностей (ОП) стержней и обмоточных окон (рис. 2). В свою очередь типы магнитопроводов подразделяются на группы, которые могут состоять из подгрупп. Группы и подгруппы отличаются определенными конструктивно-геометрическими особенностями. Плоские пересекающиеся, цилиндрические или плоские параллельные поверхности формируют стержни соответственно прямоугольного сечения, сечения вписываемого в окружность, а также более сложного сечения секторной или ромбической формы. При этом стержни

образуются участками разомкнутых контуров (рис. 1, а и б), а также могут соединяться с ярмами «треугольником» (рис. 1, в и д) или «звездой» (рис. 1, г). Соответственно образуются обмоточные окна изменяющегося или постоянного сечения.

Согласно [2-4,6,7] наиболее технологичными являются магнитопроводы выполняемые способом навивки из ленты (рулона) электротехнической стали. Максимально свойства рулонной анизотропной стали используются в магнитопроводах из непрерывных («неразрезных») секций аксиального (рис. 1, а) и радиального (рис. 1, б) типов.

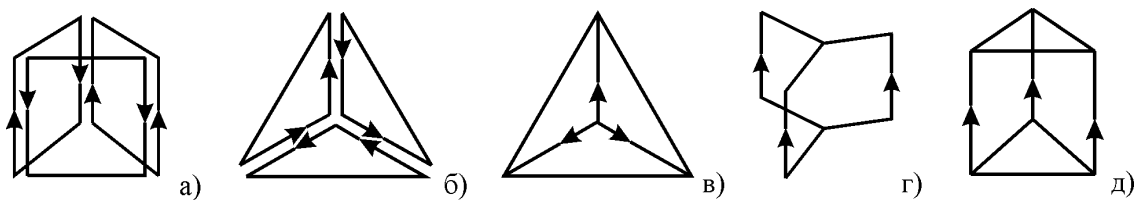


Рис. 1. Схемы симметричных пространственных магнитопроводов:

а – аксиальная разомкнутая; б – радиальная разомкнутая; в – радиальная замкнутая «треугольником»; г – аксиальная замкнутая «звездой»; д – аксиальная замкнутая «треугольником»

Fig. 1. Schemes symmetric space of cores: а - axial open-loop, б - radial open loop "a triangle"; г - axial closed "star", and д - axial closed "triangle"

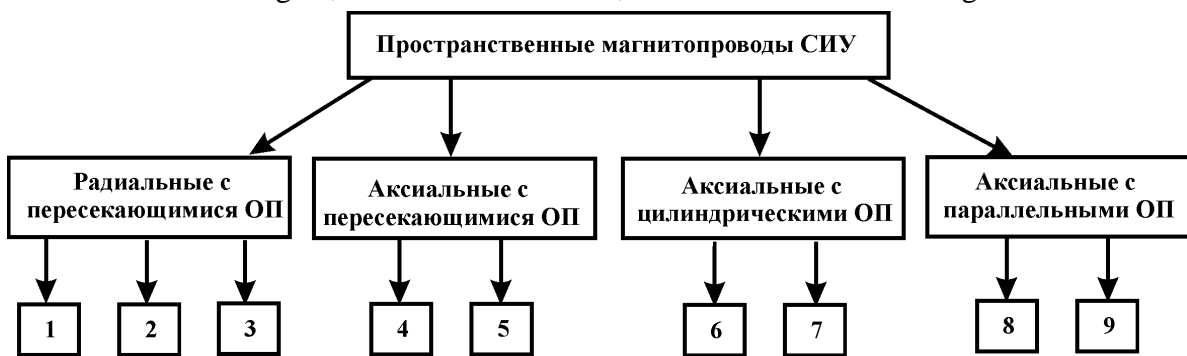


Рис. 2. Типы и группы магнитопроводов пространственных электромагнитных систем: 1 – разомкнутые из непрерывных секций; 2 – с радиальным стыком; 3 – с аксиальным стыком; 4 – соединение стержней «звездой»; 5 – соединение стержней «треугольником»; 6 – с трехплоскостным стыком; 7 – с двумя одноплоскостными стыками; 8 – из коаксиально-эквилидистантных элементов стержней; 9 – с ромбическими образующими стержней

Fig. 2. Types and groups of magnetic spatial electromagnetic systems: 1 - open the continuous sections 2 - radial junction 3 - with axial butt-com, 4 - connect the rods "star", 5 - connect the rods "triangle", 6 - with a three-plane junction 7 - with two single-plane joints; 8 - of coaxial elements equidistant rods, 9 - with rhombic forming rods

Подобные магнитопроводы обеспечивают пониженный ток холостого хода ПЭМС и, в случае плоскостной конфигурации и прямоугольного сечения отдельных секций, отлич-

чаются минимальной трудоемкостью изготовления. Однако их применение обуславливает низкий коэффициент заполнения контуров катушек сталью стержней и повышен-

ную материалоемкость ПЭМС. При отсутствии взаимной магнитной связи поток одной секции в стержне в $\sqrt{3}$ раз меньше потока стержня вместо 2 раз в случае наличия стыков секций, что обуславливает необходимость завышения сечения стали стержней в $2\sqrt{3}$ раз [4,5]. Для обеспечения стыковки стержневой части каждой из смежных секций (рис. 3, а) непрерывные участки магнитопровода формируются посредством термического и деформационного воздействия (радиус R_k на рис. 3, б) и для вписывания в контур окружности выполняются составными. Другим способом формовки и совмещения участков стержней с цилиндрическими ОП является использование лент (рулонов) стали с изменяющейся шириной и их намотка со смещением витков для обеспечения плоскости стыка [4].

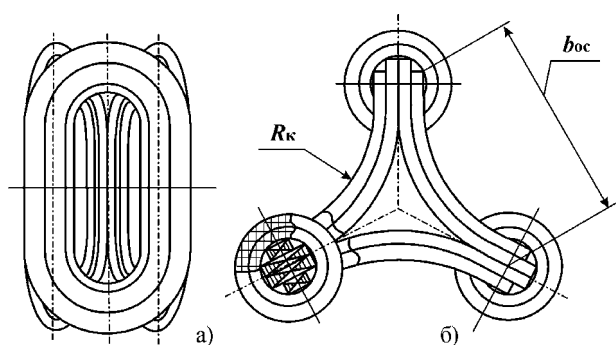


Рис. 3. Пространственная электромагнитная система с аксиальным магнитопроводом из непрерывных секций:
а – магнитопровод (вид сбоку); б – схема активной части

Fig. 3. Space by an electromagnetic system with axial magnetic circuit of continuous sections:
and - magnetic (side view), б - diagram of an active part

В целом сборные конструкции ПЭМС как с непрерывными секциями разомкнутого магнитопровода, так и со стыком частей стержня, характеризуются повышенным расстоянием b_{oc} между геометрическими центрами сечения стержней и минимальным $k_{к0} = 0,25...0,35$, обусловленными необходимостью вмотки катушек на специальных станках.

В случае обеспечения магнитной связи секций (рис. 3), в связи с пересечением плоскостей сопряжения (трехплоскостной стык по схеме «звезда»), магнитная связь возможна лишь при заполнении стыковых зазоров ферромагнитным клеем. Технологические сложности формовки магнитопровода и выполнения обмотки ограничивают мощность систем подобных ПЭМС (рис. 3) до 1000 кВ·А [2,4].

Из [1-7] и патентной документации следует, что количество разновидностей радиальных магнитопроводов (рис. 1, б и в) представлено всего одним признаком ОП (рис. 2). Стержни непрерывных и стыковых магнитопроводов радиального типа образуются плоскостными пересекающимися ОП, причем ПЭМС с магнитопроводами (рис. 1, а и б) по показателям и характеристикам существенно не отличаются друг от друга. Одностыковым шихтованным вариантом схемы (рис. 1, в) является цельноштампованный магнитопровод (рис. 4, а). Данный вариант характеризуется относительно сложным для СИУ производством по традиционной технологии магнитопроводов вращающихся машин. Его применение обеспечивает пониженный ток холостого хода ПЭМС. Недостатками являются ухудшенные массогабаритные показатели при использовании традиционной для СИУ прямоугольной формы сечения катушек и весьма низкий $k_{ис} = 0,3...0,35$. Показатель технологической материалоемкости радиальной схемы улучшается в конструкции комбинированного магнитопровода (рис. 4, б) с $k_{ис} = 0,8...0,85$. Такое техническое решение отличается наличием витых ярем и их аксиальной стыковкой со стержнями, выполненными изгибом полос стали. Однако магнитопровод (рис. 4, б) по показателям удельной материалоемкости уступает шихтованной конструкции (рис. 4, а) в связи с наличием дополнительных объемов стали в зонах стыков. Эти объемы обеспечивают изменение направления магнитного потока из радиального в аксиальное. Кроме того, в местах соприкосновения участков магнитопровода направления слоев стали взаимно перпендикулярны, что повышает добавочные потери и требует изоляции стыков.

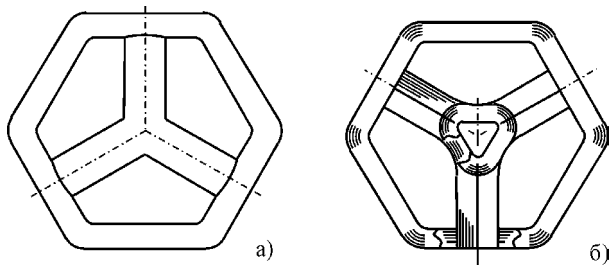


Рис. 4. Варианты конструкции радиального стыкового магнитопровода:

а – шихтованный с радиальным стыком; б – комбинированный с аксиальными стыками витых ярем и шихтованно-прессованных стержней

Fig. 4. Variations in the design of radial magnetic butt: а - laminated with a radial junction, б - combined with axial joints twisted yokes and laminated, extruded rods.

Из [1-7] и анализа патентной документации также следует, что наибольшее конструктивно-технологическое развитие получили ПЭМС аксиального исполнения с тремя признаками ОП (рис. 2). При этом в системах с пересекающимися ОП стержни соединяются по схеме «звезда» (рис. 1, г) и по схеме «треугольник» (рис. 1, д), а в системах с цилиндрическими и параллельными ОП стержни замыкаются «треугольником».

В схеме с соединением «звезда» используются стыковые шихтованные (рис. 5, а и б) или витые магнитопроводы конфигурации, соответствующей (рис. 5, б) с вариантами «сложного» стыка, например по рис. 5, в и г. Недостатками магнитопровода (рис. 5, а) является наличие стыков с пересечением плоскостей сопрягаемых поверхностей (трехплоскостной стык по схеме «треугольник») и взаимная перпендикулярность слоев стали стержней и ярем. Согласно [6] магнитопроводы с одноплоскостным стыком стержней (рис. 5, б) применялись в США. Такие магнитопроводы формируются изгибом выступов в пакете плоских пластин посредством опрессовки и образования стыковых поверхностей механической обработкой периферийных участков. Преимущество конструкции (рис. 5, б) – пониженное магнитное сопротивление, существенный недостаток – самый высокий уровень отходов электротехнической стали с $k_{ис} = 0,25...0,3$. В отличие от конструкции (рис. 4, а и рис. 5, б), малоот-

ходному производству соответствуют магнитопроводы из витых заготовок с прямоугольным внутренним контуром и «косыми» разрезами, $k_{ис} = 0,9...0,95$. Подобные разрезы формируют трехплоскостной (рис. 5, в) или шестиплоскостной (рис. 5, г) стыки. Магнитопроводы (рис. 5, в и г) обеспечивают низкие добавочные потери, снижение которых обусловлено совпадением направлений слоев стали стыкуемых элементов. Наиболее совершенным из конструкций (рис. 5) представляется магнитопровод (рис. 5, г), характеризующийся повышенной площадью стыкуемых поверхностей. Однако сложные стыки также требуют использования ферромагнитного клея, при этом конструкции ПЭМС становятся неразборными.

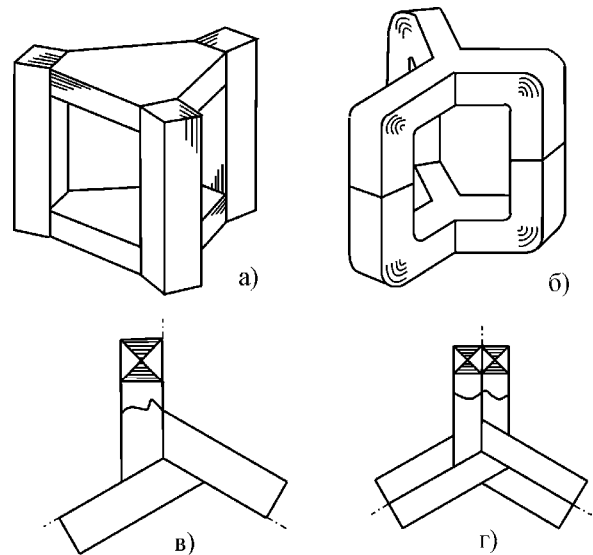


Рис. 5. Варианты конструкторско-технологических решений стыковых магнитопроводов с соединением стержней по схеме «звезда»:

а – шихтованный; б – шихтованно-прессованный;

в, г – разрезной из витых заготовок

Fig. 5. Variants of design and technological such solutions with the butt of magnetic connection rods on a "star": а - laminated б - laminated-pressed; в, г - split, twisted pieces

В отличие от схем (рис. 1, а, б и г) и конструкции (рис. 3), в магнитопроводах (рис. 1, в и д) магнитный поток ярма в $\sqrt{3}$ меньше потока стержня. Поэтому ярма следует выполнять отдельно от стержней с сечением составляющим 58% сечения стержня [4,5]. Стыковые магнитопроводы с ярмом замкну-

тым треугольником и цилиндрическими ОП выпускаются зарубежом и их применение, согласно [4], уменьшает массу активной части и потери холостого хода ПЭМС на 9...10%. Варианты конструкций магнитопроводов схемы (рис.1, д) с тремя возможными признаками ОП и различными технологиями изготовления представлены на рис. 6.

Магнитопроводу (рис. 6, а) присущи недостатки, обусловленные трехплоскостным стыком и взаимной перпендикулярностью шихтовки стержней и ярма. Магнитопроводы (рис. 6, б) используются в трехфазных реакторах [3] и отличаются наличием добавочных потерь в периферийных витках стержней. Взамен витых стержней в трансформаторах схемы, подобной (рис. 6, б), используется стержни вписываемого в окружность ступенчатого сечения из шихтованных пакетов стали различной ширины, а также стержни из эвольвентно изогнутых листов стали [2-4]. Предельная мощность СИУ с ПЭМС ограничена железнодорожным габаритом (ширина платформы), соответствует схеме (рис. 5, б) с шихтованными стержнями и составляет 6300 кВ·А [4].

На рис. 6, в и г представлены некоторые из возможных вариантов [7-12] магнитопроводов с параллельными ОП и «сложной» конфигурацией стержней. Конструкция (рис. 6, в) предполагает использование аналогичной (рис. 5, в и г) технологии навивки и резки цилиндрических заготовок для стержней и, в связи с совпадением ориентации слоев стали стержней и витого ярма, обеспечивает пониженные добавочные потери. Магнитопровод (рис. 6, г) отличается повышенной технологичностью (стержни выполняются из идентичных плоских листов). Однако, как и другие конструкции (рис. 6, а и б) с взаимным пересечением направлений расположения слоев стали стержней и ярем, требует изоляции стыков. Следует отметить, что в конструкциях (рис. 4, б, рис. 5, б и рис. 6, б-г) технологические зазоры могут быть сведены к минимуму в связи с расположением стыков в одной плоскости.

Согласно [11,12] ПЭМС с параллельными ОП обеспечивают лучшие массогабаритные показатели относительно систем, в которых используются рассмотренные выше магнитопроводы с традиционной конфигурацией

стержней. Компактность ПЭМС с параллельными ОП обусловлена минимальным межосевым расстоянием b_{oc} (рис. 6, г), а также высоким $k_{ко} = 0,65...0,85$ и позволяет повысить мощность СИУ пространственной схемы до 10000 кВ·А.

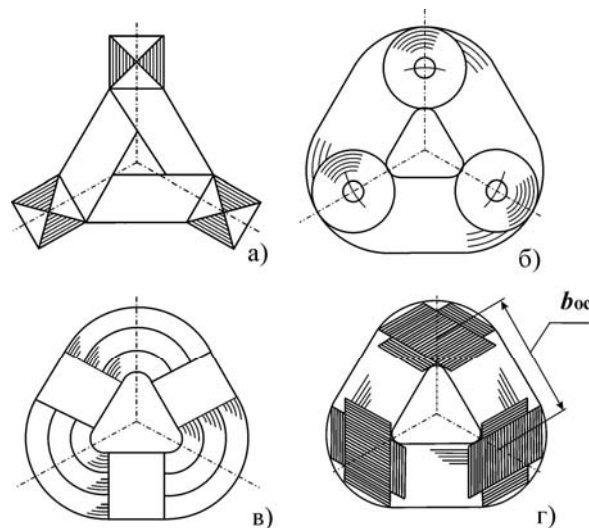


Рис. 6. Конструктивно-технологические решения стыковых магнитопроводов с соединением стержней по схеме «треугольник»: а – шихтованный; б – витой; в – витой разрезной; г – комбинированный (шихтованно-витой)

Fig. 6. Design and technology of the solution with the butt of magnetic compound of cores on a "triangle": and - a laminated, б – helical, в - helical-carved times; г - combined (laminated-twisted)

ВЫВОДЫ

1. Технический уровень ПЭМС определяется конструктивно-геометрическими и технологическими признаками, основными из которых являются тип магнитопровода, форма и расположение ОП стержней и обмоточных окон, а также расположение (наличие и число пересекающихся плоскостей) стыков.

2. Вспомогательными признаками магнитопроводов, оказывающими влияние на качество ПЭМС являются: число стыков на фазу; наличие совпадения и угол расхождения направлений слоев стали в плоскостях стыков; количество единиц используемой технологической оснастки; наличие единиц специального технологического оборудования (штампов, гибочных прессов...). 3. Наи-

большой практический интерес представляют ПЭМС аксиального исполнения со стыковыми витыми разрезными и комбинированными магнитопроводами, а также параллельными ОП.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Petrov G. 1974. Jelektricheskie mashiny. ch.1 – M.: Jenergija, –240.
- Magnitoprovody silovyh transformatorov (tehnologija i oborudovanie)/ A.I. Majorec, G.I. Pshenichnyj, Ja.Z. Checheljuk i dr. – M.: Jenergija, 1973. – 272.
- Dorozhko L., Libkind M. 1977. Reaktory s poperechnym podmagnichivaniem. – M.: Jenergija, –176.
- Tihomirov P. 1976. Raschet transformatorov: Ucheb. Posobie dlja vuzov. – 4-e izd. pererab. i dop. – M.: Jenergija, – 544.
- Lejtes L. 1981. Jelektromagnitnye raschety transformatorov i reaktorov. – M.: Jenergija, – 392.
- Bal'jan R. 1961. Transformatory maloj moshhnosti. – L.: Sudpromgiz, – 368.
- Plahtyr O. 2002. Varianty konstrukcii i klassifikacija prostranstvennyh magnitoprovodov trehfaznyh transformatorov i reaktorov// Elektrotehnika i elektromehanika. — №3. – 64-65.
- Stavinskij A., Plahtyr O., Stavinskij R. 2003. Pokazateli kachestva i strukturnoj optimizacii prostranstvennyh jelektromagnitnyh sistem trehfaznyh transformatorov, reaktorov i drossel'ej// Elektrotehnika i elektromehanika. – №4. – 79-82.
- Stavinskij A., Plahtyr O., Stavinskij R. 2003. Zavisimost' poter' trehfaznyh prostranstvennyh transformatorov s parallel'nymi stenkami obmotochnyh okon ot geometricheskikh sootnoshenij aktivnoj chasti// Visnik Shidnoukr. nac. un-tu im. V. Dalja. – №4. – 95-100.
- Stavinskij A., Plahtyr O., Stavinskij R. 2002. Zavisimosti masso–stoimostnyh pokazatelej trehfaznyh prostranstvennyh transformatorov s rombicheskim katushkami obmotok ot geometricheskikh sootnoshenij aktivnoj chasti// Elektromashinobuduvannja ta elektroobladnannja: Mizhvid. nauk.-tehn. zb. — Vip. 58 – 85–91.
- Stavinskij A., Plahtyr O. 2003. Sravnitel'nyj analiz materialoemkosti variantov trehfaznyh prostranstvennyh jelektromagnitnyh sistem// Visnik Kremen-chuc'kogo derzhavnogo politehničnogo univer-sitetu: Naukovi praci KDPU. – Kremenčuk: KDPU, - №2 (19), tom 1. – 53-56.
- Stavinskij A., Plahtyr O. 2003. Masso-stoimostnaja model' optimizacii prostranstvennyh magnitnyh sistem statičeskikh indukcionnyh ustrojstv// Elektromashinobuduvannja ta elektroobladnannja: Mizhvid. nauk.-tehn. zb. — Vip. 61. – 66–74.
- Plahtyr O. 2009. Uovershenstvovanie trehfaznyh statičeskikh indukcionnyh ustrojstv na osnove netradicionnyh konstrukcijsko-tehnologicheskikh rešenij proizvodstva prostranstvennyh magnitoprovodov // Lublin. — Volume 10B. – 58–63.
- Plahtyr O. 2010. Matematičeskaja model' aksial'noj prostranstvennoj jelektromagnitnoj sistemy trehfaznogo transformatora s cilindričeskimi obrazujušimi poverhnostjami sterzhnej magnitoprovoda// MOTROL. – Lublin. — Volume 12A. – 15–24.
- Plahtyr O., Koshkin D. 2012. Konstrukcijsko-tehnologični rišennja udoskonalennja regul'ovanih statičnih indukcionnyh ustrojstv dlja elektronnyh sistem i peretvorjuval'noj tehniki. – Visnik KNUTD. — №1. – 39–42.
- Plahtyr O. 2011. Uovershenstvovanie reguliruemnyh statičeskikh indukcionnyh ustrojstv dlja jelektronnyh sistem i preobrazovatel'noj tehniki // MOTROL. – Lublin. — Volume 13A. – 81–86.
- Stavinskij A., Stavinskij R., Plahtyr O., Ciganov A. 2008. Napravlenie usovershenstvovanija indukcionnyh statičeskikh ustrojstv na osnove jelektromagnitnyh sistem s mnogoploskostnymi obrazujušimi poverhnostjami i metod ih strukturnoj optimizacii // Vestnik Nacional'nogo tehničeskogo universiteta «HPI». – Har'kov: HPI. — Vip. 40. – 115–124.
- Plahtyr O., Koshkin D. 2012. Povyšenie predel'noj moshhnosti i strukturnaja optimizacija statičeskikh indukcionnyh ustrojstv s prostranstvennymi magnitoprovodami. – Visnik agrarnoj nauki Prihornomor'ja : naukov-teoretičnij fahovij zhurnal / V. S. Shebanin (gol. red.) ta in. — Mikolaïv, — T.1, Vip. 4 (68). — 228-234.

**THE CONSTRUCTIVE-TECHNOLOGICAL
PARTICULARITIES OF SPATIAL MAG-
NETIC CORES OF THREE-PHASED STATIC
INDUCTION DEVICES OF UP TO
10000 KV·A POWER**

Summary. The analysis of constructive-geometrical and technological particularities is fulfilled and the classification of spatial magnetic cores of three-phased static induction devices is presented in the work. The direction of magnetic flux of rods, the shape and location of forming surfaces of rods and winding windows are accepted as the basic signs of magnetic core's type.

Key words: spatial magnetic core, three-phased static induction devices.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ОСЕСИММЕТРИЧНЫХ ВОЛН С ТОНКИМ КРУГОВЫМ УПРУГИМ ВКЛЮЧЕНИЕМ НУЛЕВОЙ ИЗГИБНОЙ ЖЕСТКОСТИ

Вячеслав Шебанин, Лариса Вахонина

Николаевский национальный аграрный университет

54020, г. Николаев, ул. Парижской коммуны, 9

Vjacheslav Shebanin, Larisa Vakhonina

Nikolaev National Agrarian University

54020, Nikolaev, st. Paris Commune, 9

Аннотация. Решена задача о осесимметричных колебаниях упругого изотропного пространства в результате распространения в нем волн, в котором содержится тонкие упругие круговые включения. Учитывалось, что изгибная жесткость включения пренебрежительно мала, а на боковые кромки действуют усилия, которые находятся при решении. Метод решения базируется на использовании разрывного решения уравнения гармонических колебаний упругой среды. В результате начальная граничная задача сведена к интегральному уравнению относительно неизвестных скачков касательных напряжений, которое решается численно.

Ключевые слова: концентрация напряжений, круговое упругое включение, осесимметричные волны.

ВВЕДЕНИЕ

Наличие в деталях машин и инженерных сооружениях технологических дефектов или конструктивных элементов в виде тонких жестких включений является источником концентрации напряжений, которая может привести к разрушению конструкции. Задачи о колебаниях упругих тел, содержащих тонкие включения, чаще всего рассматривались в предположении о том, что включение является абсолютно жестким [1 - 4]. Такое допущение значительно облегчает математическое решение, но с другой стороны не позволяет учитывать влияние упругих свойств включения на концентрацию напряжений вблизи него [5 - 7]. В настоящей работе методом, основанным на применении разрывных решений, решается задача о гармонических колебаниях упругой среды с тонким упругим круговым включением. При этом включение считается настолько тонким, что можно пренебречь его изгибной жесткостью.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Рассмотрим неограниченную упругую изотропную среду, в которой находится упругое включение в виде тонкой круглой пластины толщины h и радиуса a . Включение в плоскости $z=0$ занимает круг $0 \leq \theta < 2\pi$, $0 \leq r \leq a$. В среде происходят осесимметричные колебания (ось симметрии проходит через центр включения перпендикулярно к нему) в результате распространения в ней упругих волн. Это может быть плоская продольная волна с фронтом параллельным плоскости включения с потенциалом [8]:

$$\varphi_0(z) = \frac{A}{\kappa_1} e^{i\kappa_1 z};$$

и вызывающая в среде следующие перемещения:

$$u_z^0 = iAe^{i\kappa_1 z}; \quad u_r^0 \equiv 0 \quad (1)$$

Так же возможно распространение продольных или поперечных цилиндрических волн. Продольная волна задается потенциалом [8]:

$$\varphi_0(r, z) = \frac{A_0}{\beta_1} J_0(\beta_1 r) e^{i\gamma z},$$

а вызванные ней перемещения определяются по формулам:

$$\begin{aligned} u_z^0 &= \frac{i\gamma A}{\beta_1} J_0(\beta_1 r) e^{i\gamma z}, \\ u_r^0 &= -A_0 J_1(\beta_1 r) e^{i\gamma z}. \end{aligned} \quad (2)$$

Потенциал поперечной волны равен [8]

$$\Psi_0(r, z) = \frac{B_0}{\beta_2^2} J_0(\beta_2 r) e^{i\gamma z};$$

и она вызывает следующие перемещения:

$$\begin{aligned} u_z^0(r, z) &= B_0 J_0(\beta_2 r) e^{i\gamma z}, \\ u_r^0(r, z) &= -B_0 \frac{i\gamma}{\beta_2} J_1(\beta_2 r) e^{i\gamma z}. \end{aligned} \quad (3)$$

Граничные условия на включении в виду его малой толщины сформулируем на его срединной плоскости $z=0$. Будем считать изгибную жесткость включения пренебрежительно малой, и что между ней и средой выполнены условия полного сцепления. Тогда на включении терпят разрыв касательные напряжения с некоторым скачком:

$$\langle \tau_{rz} \rangle = \tau_{rz}(r, +0) - \tau_{rz}(r, -0) = \chi_2(r), \quad 0 < r < a; \quad (4)$$

Для радиального перемещения выполняется равенство:

$$u_r(r, \pm 0) = u(r), \quad 0 \leq r \leq a \quad (5)$$

В равенстве (5) $u^{(r)}$ перемещение в срединной плоскости включения. Оно находится из дифференциального уравнения [9]:

$$\frac{d}{dr} \left(\frac{1}{r} \frac{d}{dr} u \right) + q^2 u = -\frac{P}{D_0 h} - \frac{\chi_2(r)}{D_0 h}, \quad q^2 = \frac{\rho_2 \omega^2}{D_0},$$

$$D_0 = \frac{E_0}{1 - \nu_0^2}; \quad (6)$$

где: ρ_0, ν_0, E_0 - плотность, коэффициент Пуассона, модуль упругости материала включения. Граничные условия для уравнения (6) сформулируем исходя из того, что в центре включения радиальное перемещение равно нулю, а со стороны среды на боковую кромку включения действуют силы растяжения сжатия:

$$N = N_0 + N_1, \quad N_k = \int_{-h/2}^{h/2} \sigma_{rr}^{(k)}(a+0, z) dz; \quad (7)$$

Здесь $\sigma_{rr}^{(0)}, \sigma_{rr}^{(1)}$ - напряжения, вызванные падающей волной и напряжения, источником которых является включение. Тогда должны выполняться равенства:

$$N_r(0) = D_0 \left(\frac{du}{dr} + \nu_0 \frac{u}{r} \right) \Big|_{r=a} = N;$$

$$u(0) = 0. \quad (8)$$

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ

Представим перемещения среды в виде:

$$u_r = u_r^0 + u_r^1, \quad u_z = u_z^0 + u_z^1; \quad (9)$$

где: u_r^0, u_z^0 - перемещения падающей волны, а u_r^1, u_z^1 - перемещения вызванные волнами, отраженными от включения. Перемещения

u_r^1, u_z^1 удовлетворяют уравнения Ламе для гармонических колебаний в условиях осевой симметрии. Поэтому они могут быть представлены разрывным решением этих уравнений со скачком (4). Так радиальное перемещение определится формулой [10]:

$$u_r^1 = \int_0^a \eta \frac{\chi_2(\eta)}{\mu_1} g_{42}(\eta, r, z) d\eta; \quad (10)$$

$$g_{42}(\eta, r, z) = -\frac{1}{2\pi\kappa_2^2} \int_0^\infty \left[\frac{\lambda^2}{\sqrt{\lambda^2 - \kappa_1^2}} \cdot e^{-\sqrt{\lambda^2 - \kappa_1^2}|z|} - \sqrt{\lambda^2 - \kappa_2^2} \cdot e^{-\sqrt{\lambda^2 - \kappa_1^2}|z|} \right] \lambda J_1(\lambda r) J_1(\lambda \eta) d\lambda.$$

Для того, чтобы выразить через скачок касательных напряжений перемещение самого включения, следует решить граничную задачу (6), (8). Это решение определяется формулой:

$$u = -\frac{1}{D_0 h} \int_0^a (P(\eta) + \chi_2(\eta)) \cdot G_1(\eta, r) d\eta + a \frac{NB_0}{hD_0} J_1(qr), \quad (11)$$

где: $G_1(\eta, r)$ - функция Грина граничной задачи (7).

После того как радиальное перемещение среды и перемещения самого включения выражены через скачок касательных напряжений, он может быть определен из граничного условия (5). В результате подстановки (9), (10), (11) в (5) получим интегральное уравнение относительно $\chi_2(r)$, которое с помощью преобразований подробно изложенных в [11,12] приводится к виду:

$$\frac{1+\xi^2}{2} g_2(y) + \frac{1}{2\pi} \int_{-1}^1 g_2(\zeta) \left[-\frac{2m_0}{\varepsilon} \ln|\zeta - y| + F(\zeta, y) \right] d\zeta = f(y); \quad (12)$$

$$F(\zeta, y) = W(\zeta - y) + Q(\zeta - y) - \frac{4\pi m_0}{\varepsilon} B_0 B(\zeta) \sin q_0 y;$$

$$W(z) = \frac{2m_0}{\varepsilon} (D(z) - B_1 \cos q_0(z));$$

$$D(z) = (\ln|z| - \alpha(q_0|z|)) + 2\sin^2 \frac{q_0|z|}{2} \alpha(q_0|z|) - \sin(q_0|z|) (\sin(q_0|z|) + \frac{\pi}{2}).$$

Вид функции $Q(z)$ подробно приведен в [13]

Новые неизвестные функции $g_2(\zeta)$ связаны со скачком $\chi_2(\zeta)$ формулами:

$$\varphi(\tau) = \int_\tau^a \frac{\tau \chi_2(r)}{\sqrt{r^2 - \tau^2}} dr; \quad g_2(\zeta) = -\frac{\varphi_2(a\zeta)}{\mu_1 a}; \quad (13)$$

$$g_2(-\zeta) = -g_2(\zeta);$$

$$\chi_2(r) = \frac{2}{\pi} \int_r^a \varphi_2(\tau) \frac{d}{dr} \left(\frac{1}{\sqrt{\tau^2 - r^2}} \right) d\tau$$

Функция $g_2(\zeta)$ была продолжена нечетным образом на $[-1, 1]$.

При выводе уравнений (12), также была получена формула для неизвестных усилий N_1 из формулы (7). Для этого напряжения σ_r^1 были выражены через скачок (4) с помощью разрывного решения [14 - 16]. После подстановки этого решения в (7) и интегрирования с учетом (13) была получена формула:

$$N_1 = 2a\mu_1 \int_{-1}^1 g_2(\zeta) B(\zeta) d\zeta, \tag{14}$$

где:

$$B(\zeta) = B_1(\zeta) + B_2(\zeta),$$

$$B_k(\zeta) = \int_0^\infty R_k(u) \sin(\kappa_0 u \zeta) du; \quad k = 1, 2,$$

$$R_1(u) = \kappa_0^2 J_1(u\kappa_0) \left[\frac{(2\zeta^2 - 2\zeta^2 + 1) \left(1 - e^{-\frac{\kappa_0 p_1(u)\epsilon}{2}} \right) - 2 \left(1 - e^{-\frac{\kappa_0 p_2(u)\epsilon}{2}} \right)}{p_1(u)^2} \right],$$

$$R_2(u) = 2u J_1(u\kappa_0) \left[\frac{u^2 \left(1 - e^{-\frac{\kappa_0 p_1(u)\epsilon}{2}} \right) - 2 \left(1 - e^{-\frac{\kappa_0 p_2(u)\epsilon}{2}} \right)}{p_1(u)^2} \right].$$

Уравнение (12) решается численным методом, основанным на приближении интеграла с логарифмической особенностью по квадратурной формуле из [17,18,19], а регулярных интегралов формулой Гаусса. В результате из (12) получаем систему линейных алгебраических уравнений

$$\frac{1+\zeta^2}{2} g_k + \frac{1}{2\pi} \sum_{m=1}^n A_m g_m \left[\frac{2\theta}{\epsilon} B_{km} + F(\zeta_m - \zeta_k) \right] = f(\zeta_k), k=1,2,..n \tag{15}$$

где $A_m = \frac{2}{(1-\zeta_m^2)[P_n'(\zeta_m)]^2}$; ζ_m - корни многочлена Лежандра $P_n(\zeta)$, $g_m = g_2(\zeta_m)$.

После решения системы (15) неизвестную функцию приблизим интерполяционным многочленом:

$$g_2(\zeta) = \sum_{m=1}^n g_m \frac{P_n(\zeta)}{(\zeta - \zeta_m) P_n'(\zeta_m)}; \tag{16}$$

Для оценки напряженного состояния введем коэффициент интенсивности напряжений (КИН) равный[2]

$$K = \lim_{r \rightarrow a-0} \sqrt{a-r} \chi_2(r)$$

После подстановки выражения для $\chi_2(r)$ из (15), выполнения предельного перехода найдем

$$K = -\sqrt{2a}\mu_1 k, \quad k = \frac{g_2(1)}{\pi}; \tag{17}$$

После подстановки в (14) значения $g_2(1)$ найденного из (16) получим окончательную формулу для безразмерного значения КИН

$$k = \frac{1}{\pi} \sum_{m=1}^n c_m g_m; \quad c_m = 1/((1-\zeta_m) P_n'(\zeta_m)); \tag{18}$$

Результаты численного анализа и выводы. С помощью формулы (18) проведено численное исследование зависимости КИН от безразмерного волнового числа κ_0 и отношения модулей упругости включения и внешней среды e_0 . Ниже приводятся графики этих зависимостей для некоторых случаев воздействия на включение.

На рис. 1 приведены графики зависимости абсолютной величины безразмерных КИН от κ_0 при указанных значениях e_0 , когда на включение действует плоская продольная волна. Можно видеть, что при возрастании κ_0 абсолютные значения КИН возрастают до максимального значения, а затем практически не изменяются. С увеличением e_0 значение КИН также увеличивается, а если e_0 приближается к 0, то КИН та стремится к 0, что соответствует случаю абсолютно жесткого включения [4]. Графики на рис.2 построены для случая взаимодействия с включением продольных цилиндрических волн. В этом случае при возрастании κ_0 место возрастания абсолютных значений КИН до достижения максимума, а затем медленное убывание. Для малых значений e_0 ($e_0 \leq 0,0001$) график совпадает с аналогичным графиком для абсолютно жесткого включения, возле которого концентрация будет наибольшей. С увеличением e_0 абсолютные значения КИН быстро убывает.

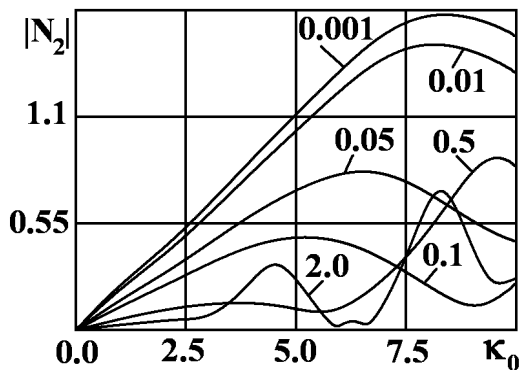


Рис. 1. Воздействие плоской продольной волны

Fig. 1. The impact of the plane-wave

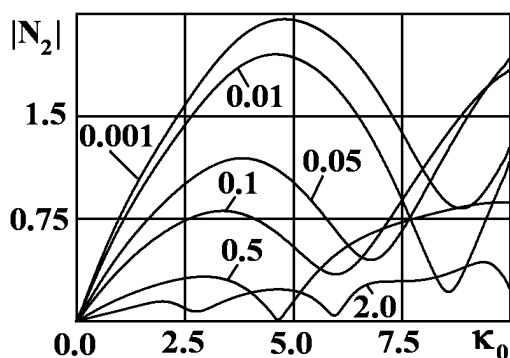


Рис. 2. Воздействие продольных цилиндрических волн

Fig. 2. The impact of longitudinal cylindrical waves

ВЫВОДЫ

Сравнение графиков на рис. 1 и рис. 2 устанавливает, что при взаимодействии с продольными цилиндрическими волнами имеет место несколько большая концентрация напряжений, чем при взаимодействии с плоской продольной [20, 21].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Попов Г.Я. Концентрация упругих напряжений возле штампов, разрезов, плоских включений и подкреплений. - М.: Наука, 1982. - 342 с.
2. Александров В.М., Сметанин В.И., Соболев В.В. Тонкие концентраторы напряжений в упругих телах. - М.: Наука, 1993. - 224 с.
3. Андрейкив А.Е., Стадник М.М. Растяжение тела с системой тонких упругих включений. - ПМ. 1979, 15, № 5. - С. 61-66.
4. Вахонина Л.В., Попов В.Г. Концентрация напряжений вблизи круглого тонкого абсолютно жесткого отслоившегося включения при взаимодействии с волной круче-

ния // Известия РАН. Механика деформируемого твердого тела. - 2004. - № 4. - С. 70-76.

5. Babeshko V.A. Obobshchennyj metod faktorizacii v prostranstvennyh dinamicheskikh smeshannyh zadachah teorii uprugosti. - M.: Nauka, 1984. - 256s.

6. Grilickij D.V., Sulim G.T. Uprugie naprjazhenija v ploskosti s tonkostennymi vkljuchenijami // Mat. metody i fiz.-meh. polja. - 1975 - vyp. 1. - S. 41 - 48.

7. Kit G.S., Kunec Ja.I., Mihas'kiv V.V. Vzaimodejstvie stacionarnoj volny s tonkim diskoobraznym vkljucheniem maloj zhestkosti v uprugom tele // Izvestija RAN. Mehanika tverdogo tela. - 2004. - № 5. - S. 82-89.

8. Guz' A.N., Kubenko V.D., Cherevko M.A. Difrakcija uprugih voln. - K.: Naukova dumka, 1978. - 308 s.

9. Percev A.K., Platonov Je.G. Dinamika obolochek i plastin. - L.: Sudostroenie, 1987. - 316 s.

10. Попов Г.Я. Построение разрывных решений дифференциальных уравнений теории упругости для слоистой среды с межфазными дефектами // Доклады РАН. - 1999. - Т. 364. - № 6. - С. 769-773.

11. Morar' G.A. Metod razryvnyh reshenij v mehanike deformiruemyh tel. - Kishinev: Shtiinca, 1990. - 130s.

12. Попов Г.Я. Математические проблемы контактных задач. - Odessa, 1976. - 115s.

13. L. Vahonina, V. Popov. Krutil'ni koli-vannja neobmezenogo pruzhnogo sredovishha, shho mistit' tonke pruzhne krugove vkljuchen-nja // Mashinoznavstvo. - 2001. - № 7(49). - S. 13-16.

14. Попов Г.Я. Об одном способе решения задач механики для областей с разрезами или тонкими включениями // PMM. - 1978. - Т. 42, вып. 1. - С. 122-136.

15. Ditkin V.A., Prudnikov A.P. Integral'nye preobrazovaniya i operacionnoe ischislenie. - M.: Fiz. mat. meh. 1961. - 524s.

16. Kanaun S.K. O singuljarnih modeljah tonkogo vkljuchenija v odnorodnoj uprugoj srede. // Prikladnaja matematika i mehanika. 1984. - Т. 48, вып. 1. С. 81-91.

17. Belocerkovskij S.M., Lifanov I.K. Chislennye metody v singuljarnyh integral'nyh uravnenijah i ih primenenie v ajerodinamike, teorii uprugosti, jelektrodinamike. - M.: Nauka, 1985. - 283 s.

18. Nazarchuk Z.T. Chislennoe issledovanie difrakcii voln na cilindricheskikh struk-turah. – K.: Nauk. dumka, 1989. –256s.
19. Krylov V.I. Priblizhennoe vychislenie integralov. -M.:Nauka, 1967. -500 s.
20. Butakov B. Artjuh V. 2010. Islelovanie fiziko himicheskikh svojstv stal'nih detalej posle obkatyvanija rolikom so stabilizaci-ej rabocheho usilija - MOTROL. – Lublin. — Volume 12A – p. 27-30.
21. Butakov B. Zubechina O. 2011. Modelirovanie processa obkatyvanija igol'chатыми rolikami rez'b s shirokoj vpadinoj i arhimedovyh chervjakov obkatyvaniem konusov i giperboloidov // MOTROL. – Lublin. — Volume 13A – p. 23-24.

INTERACTION AXISYMMETRIC WAVES WITH A THIN CIRCULARELASTIC INCLUSION OF ZERO FLEXURAL RIGIDITY

Summary. The problem about axis-symmetric oscillations of the elastic isotropic medium as a result of spreading waves in it is solved. The medium contains the thin elastic circular inclusion. It is assumed, that the bent rigidity of the inclusion is so small that it can be disregarded, and the efforts calculated in the process of the solution act on the lateral edge of the inclusion. The method of the solution is based on the use of the discontinuous solution of harmonic oscillations equations for elastic medium. As a result the initial border problem is reduced to the integral equation concerning the unknown jump of tangent stresses. The integral equation was solved numerically.

Key words: stress concentration, a circular elastic inclusion of axially symmetric wave.

АНАЛИЗ СРЕДСТВ МЕХАНИЗАЦИИ ПОЛУЧЕНИЯ СЕМЯН БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР

Елена Горбенко, Алексей Норинский, Наталья Горбенко, Наталья Ким

Николаевский национальный аграрный университет

54020, г. Николаев, ул. Парижской коммуны, 9

Elena Gorbenko, Alex Norinskaya, Natalia Gorbenko, Natalie Kim

Nikolaev National Agrarian University

54020, Nikolaev, st. Paris Commune, 9

Аннотация. Проанализировано существующие отечественные и зарубежные технологии и оборудование для выделения семян овощебахчевых культур, которые используются в сельском хозяйстве. В статье приведена структурно – технологическая схема выделения семян овощебахчевых культур, а анализ недостатков в работе машины и технологической линии ЛСБ-20.

Ключевые слова: семенной материал, сепарация семян, роторный сепаратор, технологическая схема.

ВВЕДЕНИЕ

Производство овощных и бахчевых культур является одной из наиболее трудоемких отраслей сельскохозяйственного производства. Объемы производства зависят не только от условий выращивания, но и от качества семенного материала. Получение семян овощебахчевых культур на сегодняшний день не соответствует потребности сельского хозяйства и приводит к необходимости использования валютных запасов для закупки семенного материала за рубежом: в Венгрии, Болгарии, США, Голландии и др.

Производство семян овощебахчевых культур в Украине осуществляется в условиях сельскохозяйственных предприятий, фермерских хозяйств.

Опыт производства семян овощебахчевых культур в условиях специализированных хозяйств, который использовался в прошлом столетии в СССР, на сегодняшний день не используется. В Украине функционировали специализированные хозяйства в Николаевской, Херсонской областях и в Крыму.

Объем производства районированных семян арбуза, дыни, огурца были значительными и обеспечивали семенным материалом практически полностью хозяйства Украины.

Таким образом, развитие семеноводства овощебахчевых культур, таких как арбуз, дыня, огурец и т.д., сделает возможным обеспечение семенным материалом производителей Украины.

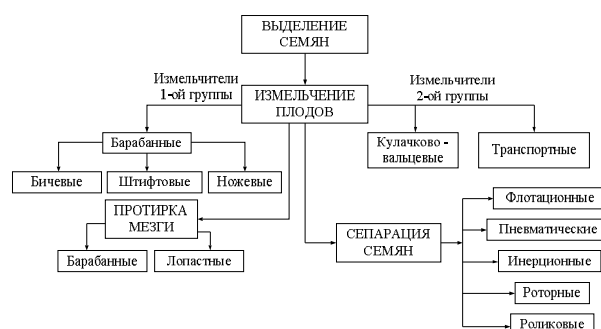


Рис. 1. Структурно – технологическая схема выделения семян овощебахчевых культур
Fig. 1. Structural - flowsheet selection of vegetable-melon seed crops

В настоящее время процесс измельчения семенных плодов достаточно изучен и освещен в работах. В то же время сепарация семян осуществляется в основном на сепараторах механического типа: инерционных, роторных или роликовых. Причем последние нашли весьма ограниченное применение в семеноводстве бахчевых культур. Флотационная сепарация практически не используется из-за большого расхода воды и значительной материалоемкости технологического оборудования. Пневмофторировка имеет значительную энергоёмкость и трудоёмкость при переоборудовании сепараторов с одной культуры на другую.

Инерционные и роторные сепараторы имеют примерно одинаковую производительность и качественные показатели технологического процесса. Применение того или иного типа роторных сепараторов связано со спецификой получения конкретной культуры, объемов ее производства и технической обеспеченности хозяйства.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Такая проблема определяет разный подход к комплектации технологического оборудования линий конкретных производств и зависит от ассортимента продукции, которая перерабатывается, и объемов производства. Проанализировать линии для выделения и доработки семян овоще-бахчевых культур.

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Проблемами механизации процессов получения семян овоще-бахчевых культур занимались ведущие ученые: И.Ф.Анисимов, В.П.Медведев, А.В.Дураков, В.А.Лудилов и некоторые другие. Большинство оборудования, оставшегося в специализированных хозяйствах Юга Украины в настоящее время, является морально и физически устаревшим. В результате чего большинство полученных семян не соответствует агротехническим требованиям, в связи с тем, что появляется большое количество частиц равновеликих по размеру с семенами.

Чистота семян составляет всего 78...86%, а потери достигают 15 ... 20% [1, 4]. Кроме того, оборудование для получения семян данных культур требует большого количества воды и, в основном, адаптированное для получения семян на стационарных линиях требует дополнительных транспортных расходов и приводит к повышению себестоимости производства.

Исследования посвящены проблемам получения семян овоще-бахчевых культур встречаются в литературе в конце 80-х и начале 90-х годов прошлого века. Это в основе своей публикации, посвященные довольно устаревшим технологиям, которые не используются сейчас, поскольку не удовлетворяют современные агротехнические требования к качеству полученных семян и его себестоимости.

За последние 16 лет украинской государственности полностью отсутствуют любые исследования, научные публикации, связанные с проблемой механизации процесса получения семян арбуза, дыни и огурца. Хотя за это время в производстве появилось достаточное количество новых продуктивных сортов данных культур, для которых отсутствуют показатели физико-

механических характеристик, является основой исследований, связанных с разработкой современного оборудования для механизации процесса производства семян овоще-бахчевых культур.

Существующие показатели физико-механических характеристик плодов и семян овоще-бахчевых культур, которые были получены в 80-х, 90-х годах прошлого века, не отражают реалии современных сортов. Поэтому опираться на эти данные, выбирая технологию и средства механизации процесса выделения семян, не является верным [2].

В связи с этим возникает настоятельная необходимость, во-первых, в проведении комплексных исследований в области физико-механических свойств перспективных сортов перца, дыни и огурцов является районированных и наиболее используемыми в настоящее время на юге Украины. Во-вторых, в создании нового мобильного технологически и энергоэффективного оборудования для производства семян овоще-бахчевых культур. Решение этой двуединой проблемы имеет важное народнохозяйственное значение, поскольку качественный семенной материал - это одно из основных условий, что позволяет повысить урожайность и снизить себестоимость выращиваемой продукции.

Учитывая то, что способ выделения семян путем измельчения семенников, который использовался в предыдущем оборудовании, не является обязательным, поскольку есть энергозатратным и приводит к появлению большого количества мелких примесей, следует перейти к ударной или давящей способу действия рабочих органов. Поэтому наиболее ответственным и важной задачей, которая требует качественного решения, являются теоретические исследования, связанные с обоснованием выбора конструкции оборудования для механизации процесса получения семян овоще-бахчевых культур.

ИЗЛОЖЕНИЕ МАТЕРИАЛА

Для выделения семян из плодов огурца в условиях небольших семеноводческих хозяйств используется семеотделительная машина СОМ – 2.

Отделение семян осуществляется из измельченной массы, подающейся на решето

грохота, совершающего возвратно – поступательное движение и омывается струёй воды из душевого устройства.

Семена, мелкая фракция корки и вода проходят через отверстия решета и по поддону грохота поступают в протирочный барабан. Фракция отходов, превышающая размер отверстий решета, сходит по решетку грохота в отходы. Поступивший в протирочный барабан семенной ворох протирается. При этом мезга мелкие частицы кожицы вместе с водой проходят через отверстия решета по лотку в канализацию, а чистые семена билами перемещаются вдоль протирочного барабана и выталкиваются в выходной патрубке и далее – в сборник семян.

Производительность машины при переработке семенников огурца составляет 2,0 т/ч, потери семян достигают 20 %, при содержании примесей до 10%.

К недостаткам данной конструкции следует отнести необходимость доработки семян после выделения из-за их значительной засоренности остатками измельченной корки, малую производительность и значительные потери семян.

Измельчитель-выделитель ИБК-5 является универсальной машиной и предназначен для выделения семян из тыквенных культур (тыква, кабачок, огурцы, арбуз, дыня). Привод рабочих органов осуществляется от вала отбора мощности трактора Т-25. При необходимости можно использовать также электродвигатель, для установки которого на машине предусмотрена площадка.

Измельчение плодов осуществляется штифтовым барабаном. Сепарация семенной массы и отделение семян осуществляется за счет возвратно-колебательного движения грохота и действия душевого устройства. Семена, вода и фракция крошки, имеющая размер меньше отверстий решета, проходят через последнее и по дну грохота поступают в протирочный барабан. Из поддона измельченная масса шнеком подается к насосу и отводится от машины. Семена, очищенные в протирочном барабане от примесей, выталкиваются бичами через лоток в сборник. При переработке плодов арбуза дополнительной подачи воды через душевое устройство не требуется. При переработке плодов всех остальных тыквенных культур (огурец, каба-

чок, тыква, дыня) обязательно требуется подача воды.

Производительность машины зависит от перерабатываемой культуры и колеблется в пределах 1,5...5,0 т/ч. Потери семян и их засоренность достигают 7...10%. Для снижения потерь необходимо тщательно регулировать зазор между штифтовым барабаном и декой и не допускать перегрузки рабочей поверхности решета измельченной массой. Это достигается регулировкой скорости подающего транспортера. Травмирование семян зависит от правильности регулировки зазора между протирочным барабаном и поддоном и не превышает 5 %.

Основными недостатками измельчителя ИБК-5 являются: несоответствие семян по засоренности требованиям стандартов, высокая трудоемкость переоборудования машины при переходе с одной культуры на другую, сложность технологических регулировок.

Машины СОМ-2 и ИБК-5 для выделения семян из бахчевых культур по производительности и качественным показателям предназначены для работы на сравнительно небольших селекционно-семеноводческих участках с сезонным объемом переработки плодов 400 – 600 т. Указанные машины не отвечают требованиям крупного специализированного производства, где объемы переработки семенников превышают 10 тыс. т. Для решения вопроса переработки семенных плодов бахчевых культур в специализированных семеноводческих хозяйствах Николаевским филиалом ГСКБ по машинам для овощеводства разработаны и до 1995 г выпускались поточные линии ЛСБ-20; ЛСБ-30 [22]. Линия ЛСБ-20 отличается от линии ЛСБ-30 типом выделителя, в первой установлен выделитель грохотного типа, устройство которого будет рассмотрено ниже, а в линии ЛСБ-30 установлен роторный, принцип действия которого аналогичен выделителю.

Эти линии предназначены для приемки плодов, выделения из них семян, протирки, отделения от семян слизистой оболочки путем барботирования (перемешивание семян в водной среде с помощью воздуха), отмычки и сушки семян, а также для сбора отходов. Технологическая схема линии ЛСБ -20 представлена на рис. 2.

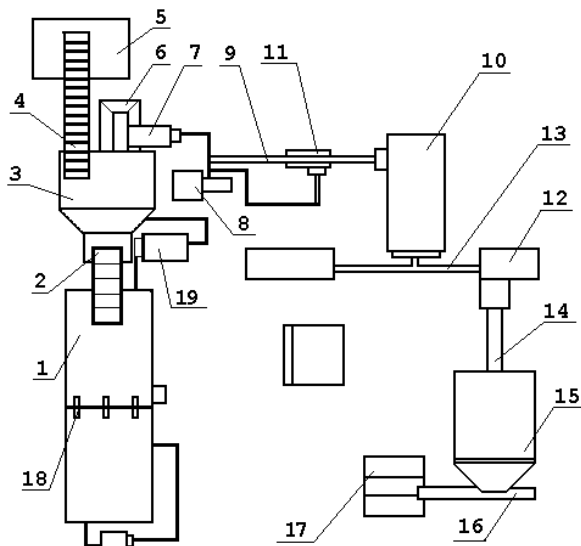


Рис. 2. Технологическая схема линии ЛСБ – 20: 1-приемная ванна; 2 - подающий транспортер; 3 - выделитель семян; 4 - транспортер отходов; 5 - бункер отходов; 6 - сборник семян; 7 - фекальный насос; 8 - протирщик семян; 9 - транспортер; 10 - сепаратор семян; 11 - воздуходувный агрегат; 12 - протирщик; 13 - транспортер; 14 - транспортер; 15 сушильное оборудование; 16 - транспортер; 17 - шлифовщик; 18 - мотовило; 19 - насос

Fig. 2. Flow sheet line LSS – 20: 1 - reception bath, 2 - feeding transporter 3 - highlighter seeds, 4 - waste transporter, 5 - waste hopper, 6 - a collection of seeds, 7 - fecal pump, 8 - moppers of seeds, 9 - conveyor; 10 - seed separator, 11 - blower unit, 12 - moppers, 13 - conveyor, 14 - transporter, 15 the drying equipment, 16 - conveyor, 17 - grinder, 18 - reel, 19 - pump

Выделитель семян – это одна из главных машин, определяющих пропускную способность всей линии. К нему предъявляются особые требования по качественным показателям, эксплуатационной надежности и материалоемкости. Выделитель осуществляет функцию измельчения плодов бахчевых культур и выделения семян из измельченной массы. Технологическая схема работы выделителя показана на рис.3.

Сепарирующее устройство включает два одинаковых взаимно уравновешенных горизонтально качающихся трехступенчатых грохота (верхний 5 и нижний 6), два душевых устройства 7 и привод. Кинематические режимы и конструктивные параметры грохотов (длина рабочей зоны, тип решета, угол

их наклона к горизонту, частота и амплитуда колебаний) одинаковы. Они отличаются лишь тем, что верхний и нижний грохот колеблются в противофазе. Однако, это связано не с протеканием технологического процесса, а с необходимостью динамического уравновешивания грохотов. Решета, которыми комплектуется грохот, позволяют перерабатывать семенные плоды всех бахчевых культур и огурца.

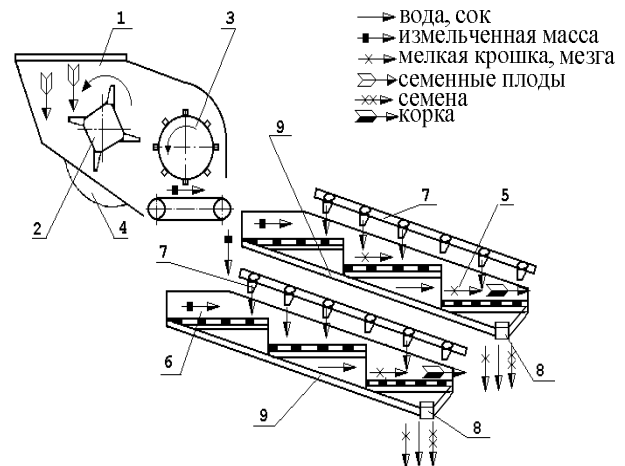


Рис.3. Технологическая схема выделителя бахчевых культур: 1-бункер плодов; 2 - штифтовой барабан; 3 - бичевой барабан; 4 - подбарабанье (дека); 5 - верхний грохот; 6 - нижний грохот; 7 - душевое устройство; 8 - выгрузной патрубков

Fig. 3. Flow sheet extractor melons: 1-bin of fruit, 2 - pin reel, 3 - Flail drum 4 - concave (deck), 5 - upper din 6 - lower rumble, 7 - do shevov device, 8 - ejector nozzle

По данным Южно-Украинской МИС при производительности 9,08...24,8 т/ч потери семян колеблются в пределах 5,8...8,4%; чистота семян составляет 9,1...24,8 %. Такие низкие показатели обусловлены одностадийной сепарацией. В сепараторе происходит не отделение семян от примесей, а отделение корки от мезги, мякоти и сока.

ВЫВОДЫ

Таким образом, решение вопроса механизации производства семян видится в комплексном подходе к данной проблеме. Комплексный подход заключается в разработке и создании биоконверсного комплекса, который является замкнутой на себя системой, позволяющей получить безотходное производство. Цель создания комплекса - получение

ние высококачественной экологически чистой продукции, улучшение экологической обстановки в зоне ее производства и полная утилизация имеющихся отходов.

В семеноводстве бахчевых культур основными путями создания биоконверсного комплекса являются:

1. Разработка высокоэффективной точной механизированной технологии получения семян без использования на первом этапе воды. В качестве рабочей жидкости целесообразно применять собственную влагу плодов, а для измельчения и сепарации плода найти нетрадиционные способы или оптимизировать конструктивные параметры и кинематические режимы оборудования;

2. Разработка технологии утилизации отходов основного производства: корки, мезги, сока овощных культур. Т.к. процесс получения семян является сезонным и незначительным по времени, то скормливание скоту отходов не приводит к желаемому результату, значительное число отходов просто не используется а сбрасывается на поля, принося непоправимый вред окружающей среде. Работы по консервированию отходов в виде комбисилоса проводились лишь на арбузе и дыне и не получили серьезного научного обоснования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Medwedew W.P., Durakow A.W. Mechanisa-zija proiswodctwa cemjan owoshnich i bachtschewich kul'tur. – М.: Agroproisdat 1985. – 320с.
2. Pactuschenko C.I., Obladnannja dlja widlennja i dorobki nacinnja owotsche-baschtinnich kul'tur / C.I. Pctuschenko, K.M. Dumeko, A.C . Pactuschenko, A.O. Dubowik // Wicnik Agrarnoi nauki pritschornomor'ja – Mikolaïw, 2007. – 300с.
3. Bjettschel'or Dzh. Wwedenie w dinamiku zhid-kocti. Perew. s angl. – М.: Mir, 1973. –758 с.
4. Anicimow I. V. Maschiny i pototschnye linii dlja proiswodctwa cemjan owoshebachtschewych kul'tur. - Kischinew: Schtiinza, 1987. - 292с.
5. Pactuschenko C.I., Technologitschna linija dlja otrimannja nacinnja owotsche-baschtannich kul'tur / MOTROL – Ludlin 2009. – 251 с.
6. Pactuschenko C.I., Teoretitschni aspekti do-clidzhennja prozecu ceparazii technologitschnoi

nacinnewoi maci owotsche-baschtannich kul'tur / MOTROL – Ludlin 2012. – 200 с.

7. Kusnezow D.C. Spezial'nye vunkzii. – М.: Wycsch. schk., 1965. – 424 с.
8. Bogomolow A.I., Michajlow K.A. Gidrawlika.- М.:Ctrojisdat, 1972. - 648 с.
9. Gegusin Ja.E. Pusyri / Gegusin Ja.E. – М.: Nauka, 1985. – 176 с.
10. Vedorowckij A.D. Prozeccy perenoca w cictemach gas – zhidkoct' /Vedorowckij A.D., Nikivorowitsch E.I., Prichod'ko N.A. – К.: Nauk. dumka,, 1988. – 256 с.
11. Posdeew W.A. Impul'cnnye wosmushenija w gasozhidkoctnych credach / W.A. Posdeew, N.M. Beckarawajnyj, W.G. Kowalew. – К.: Nauk. dumka, 1981. – 190 с.
12. Posdeew W.A. Nectazionarnye wolnowye polja w oblactjach s podwizhnymi granizami. – К.: Nauk. dumka, 1979. – 192 с.
13. Knjep R., Dejl D.Zh., Chjemmit V. Kawitazija . – М.: Mir, 1974. – 668 с.
14. Anicimow I.V. Maschiny i pototschnye linii dlja proiswodctwa cemjan owoshebachtschewych kul'tur / I.V Anicimow.- Kischinew: Schtiinza, 1987.
15. Aleschkewitsch W.A., Achmet'ew W.M. Awto-kolebanija w kurce obshej visike// Visitsche-ckoe obrasowanie w wusach. T.8 №3, 2002. – С.7 -13.
16. Tschitschinadse A.W. Ocnowy tribologii: Utschebnik dlja technitscheckich wusow. – М.: Ma-schinocroenie, 2001. – 352 с.
17. Perwoswanckij A.A. Trenie – cila snakomaja, no tainctwennaja//Caratowckij obrasowatel'nyj zhurnal, №2, 1998. – С. 129 – 134.
18. Jebert G. Kratkij cprawotschnik po visi-ke. – М.: Vismatgis, 1963. – 552 с.
19. Cprawotschnik po tribotechnike. Tom 1. Teoretitscheckie ocnowy. – Warschawa: Maschino-ctroenie, 1989. – 397 с.
20. Pactuschenko C.I. Ekcperimental'ni do-clidzhennja komponentiw podribnenoï maci ta visiko-mechanitschnich wlactiwoctej nacinnja owotschebaschtannich kul'tur / C.I. Pactuschenko, O.A. Gorbenko, M.M. Ogienko // Wicnik Char-kiwc'kogo NTUCG im. P. Wacilenka. – Charkiw, 2007. – Wip. 62. C. 318-323.

ANALYSIS OF MECHANIZATION OBTAIN SEEDS OF MELONS

Summary. After analyzing the existing domestic and foreign technology and equipment for the isolation of seed melons that ispolzyvayutsya in agriculture. The article describes the structure - technological scheme of allocation of seeds melons, as well as the production line for the allocation of seeds melons.

Keywords: seed, seed separation, rotary separator, the flow chart.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СПОСОБОВ И СРЕДСТВ ДЛЯ СЕПАРАЦИИ СЕМЯН

Сергей Кюрчев, Александр Колодий

*Таврический государственный агротехнологический университет
72316 Украина, г. Мелитополь, проспект Б.Хмельницкого, 18*

Sergei Kyurchev, Alexander Kolodiy

*Taurian State University Agrotechnological
72316 Ukraine, Melitopol, B.Hmelnitskogo Avenue, 18*

Аннотация. В статье представлен анализ сепараторов, которые используют электрическое поле и воздушный поток.

Ключевые слова: сепаратор, семена, воздушный поток, электрическое поле.

ВСТУПЛЕНИЕ

Проблема увеличения урожайности в растениеводстве является актуальной на данное время. Одним из возможных путей увеличения рентабельности растениеводства есть отбор из общей массы наиболее биологически ценного семени методом сепарации являются надежным методом увеличения урожайности сельскохозяйственных культур, что позволяет дополнительно получить 10-25% продукции в сравнении с несепарированными семенами.

Основное направление теоретического обоснования процесса воздушной и других видов сепарации заложил Петр Василенко, который еще с 20-х годов прошлого столетия занимался исследованиями веялок и сепараторов.

В Харьковском университете им. Петра Василенко разрабатывались теоретические основы и методики вибрационной и пневматической сепарации семян.

Основателем школы сепараторщиков был д.т.н. Заика П.М., и его последователи - к.т.н., М.В. Бакум, д.т.н., Ю.О. Манчинский и д.т.н., Тищенко Л.М., в ННЦ "ИМЕСГ" работала научная школа д.т.н., Котова Б.И., но др..

Под руководством д.т.н. Тищенко Л.М. была разработана система дифференциальных уравнений, что с помощью нелинейной динамики двухфазной среды приближенно очерчивает разделение сепарируемого материала в пневматическом сепараторе вертикального действия [16-20].

Одним из широкоизвестных способов сепарации семян есть использование в качестве агента, что в результате взаимодействия с семенами их отсепаирует - способ сепарации с использованием поля электрокоронного разряда.

АНАЛИЗ СЕПАРАТОРОВ, КОТОРЫЕ ИСПОЛЬЗУЮТ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ

При работе электрокоронного сепаратора, семена подаются на отсаживающий электрод, который выполнен в виде барабана с возможностью вращения, как показано на рис. 1 (а). В ходе работы, семена подаются из бункера 1 питателем в верхнюю часть отсаживающего электрода 2, который вращающийся.

Семена, которые находятся на поверхности барабана движется с ним, попадая в поле коронного разряда между электродом "+" и соединенным с массой отсаживающим электродом 2. При этом, получает электрический заряд, пропорциональный электрическим характеристикам семян, в результате чего оно содержится на поверхности осаждающего электрода.

Семена, в соответствии с собственной удельной массой отрывается в разных углах нижней части отсаживающего барабана 2, попадая по бункерам фракций I-III.

Наиболее наполнено, то есть удельно тяжелое семена попадают в бункер I, потому что отрываются самыми первыми. Средние за удельной массой семена отрываются в бункер фракции II, в самой нижней части барабана 2, см. Рис. 1 (а).

Удельно легкие, семена отпадают последними или счищаются не показанным на схеме очистным устройством - в бункер фракции III, выполненным в виде щетки.

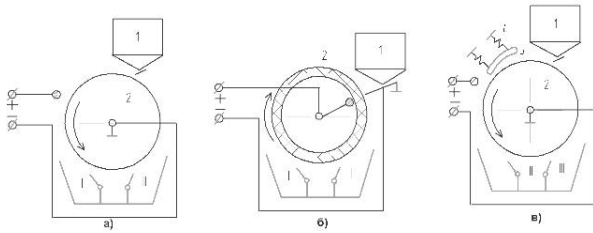


Рис. 1 Схема вариантов электрокоронных сепараторов.

Fig. 1 Chart of variants of electro-corona separators

Основным недостатком электрокоронных сепараторов является зависимость величины заряда семян от собственной влажности, которая изменяет диэлектрическую проницаемость и в результате ухудшает четкость отбора семян за удельной массой.

Последующим совершенствованием такого способа сепарации, есть сепаратор, изображенный на рис. 1(б).

Отсаживающий электрод в нем выполнен в виде расположенного в середине подвижного диэлектрического барабана 2 электрода, который взаимодействует с коронирующим электродом, который соединен с массовым проводом.

В результате изготовления барабана 2 из диэлектрического материала, при сепарации семян уменьшаются расходы заряда семян при взаимодействии с электропроводной поверхностью барабана 2, как имело место на рис.1(а).

Семена из бункера 1 (см. Рис. 1(б)) подаются на лоток, которым скользит и попадает в поле коронного разряда между электродом, который ионизируется и подсоединенный к “+” и соединенного с негативной клеммой источника питания концом лотка.

За счет приобретенного заряда, семена взаимодействуют с диэлектрической поверхностью барабана 2, двигаясь с которым разделяется на фракции за электрическими свойствами и удельной массой.

Наиболее удельно тяжелые семена попадают в результате деления к бункеру фракции I, отпад от поверхности барабана 2. Средние за удельной массой семена оторвутся в нижней части барабана 2 во фракцию II, а наиболее некачественное, удельно легкое семена будут счищены или отвалится к фракции III.

Для обеспечения более качественного разделения семян за удельной массой, в работе было использовано выравнивающее устройство 5, что закрепленный над поверхностью отсаживающего электрода 2 с помощью пружин 4, как приведено на рис.1(в).

Общий слой семян подается питателем из бункера 1 на поверхность отсаживающего электрода 2, выполненного в виде барабана, который вращающийся. Устройство для выравнивания семян за слоем 5 выполнено из диэлектрического материала в виде цилиндрической поверхности, которая имеет большой зазор на входе семян и малый зазор на выходе семян, по отношению к поверхности отсаживающего электрода цилиндрической формы.

Выравнивание слоя семян в одно семечко позволяет получить электрический заряд равномерно, за счет исключения случаев перекрытия семян соседними семями, что могут создавать верхний “экранирующий” слой на поверхности отсаживающего электрода 2.

Для увеличения эффективности разделения семян за удельной массой в электрическом поле коронного разряда, сепаратор имеет дополнительный электрод, подсоединенный через полупроводниковый диод к “+” высоковольтного источника напряжения, как показано на рис 2(а).

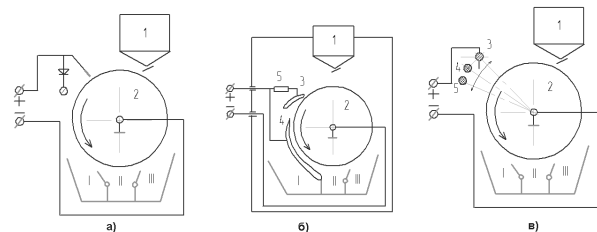


Рис.2 Схема вариантов электрокоронных сепараторов

Fig. 2 Chart of variants of electro-corona separators

При работе сепаратора семена подаются из бункера 1 на поверхность подсаживающего электрода 2, при этом оно попадает сначала в поле коронного разряда между коронирующим электродом прямого действия, а затем в поле, полученное между отклоняющим электродом, который соединен через диод, см. Рис. 1(а).

Разброс в просторные расстояния между основным и дополнительным коронирующим электродами позволяет расширить зону рас-

пределения траекторий сепарируемых семян, что положительно сказывается на четкости сепарированного процесса такого способа.

Также, использование совместимых электрических полей от постоянного и импульсного тока (через диод) позволяет ввести элементы ориентации семян на поверхности отсаживающего электрода – барабана 2.

Известен также случай использования эффекта стабилизации поля коронного разряда в зоне разделения семян на поверхности верхней части отсаживающего электрода 2, как приведено на рис. 1(б).

Стабилизация электрического поля коронного разряда проводится за счет расположения кроме основного коронующего электрода 4, дополнительного коронующего электрода 3, что подсоединенный к “+” источнику питания через резистор, который стабилизирует электрическое поле предыдущего заряжения семян на поверхности верхней части барабана 2.

Таким образом, по ходу движения семян находится под действием растущего за величиной электрического поля что постепенно увеличивает заряд семян, которые потом по ходу движения отсаживающего электрода 2, попадает по бункерам соответствующих фракций. Удельно тяжелое семена попадают к фракции I, отваливаясь первым за направлением движения барабану 2, под действием силы притяжения. Средние за удельной массой семена попадают к бункеру II, а удельно легкое соответственно собирается в бункере фракции III.

Одним из путей последующего совершенствования электрокоронных сепараторов есть использование дополнительного шунтирующего электрода 4, который создает дополнительный заряд семян за счет собственной ионизации, установленный за основным коронующим электродом 3, по ходу движения семян.

Дополнительный ионизирующий электрод установлен с возможностью регуляции от положения 4 к положению 5, для подбора оптимальной величины заряда в зоне разделения семян

Также внесение дополнительного электрода в зону заряда частей дополнительно позволяет очищать основной коронующий электрод от пыли и мусора, который налипают на него в процессе работы.

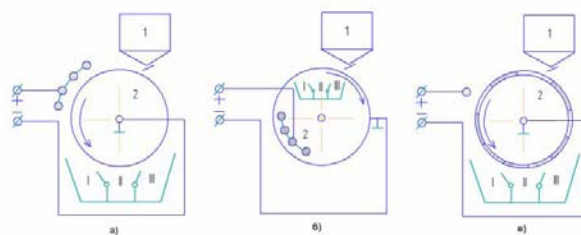


Рис. 3 Схема вариантов электрокоронных сепараторов

Fig. 3 Chart of variants of electro-corona separators

Для увеличения величины приобретенного заряда семян проходит большую зону предыдущего заряжения, которая образована несколькими коронующими электродами, соединенными из “+” высоковольтного источника питания, установленными на одинаковом расстоянии от поверхности отсаживающего электрода 2, выполненного в виде барабану, который вращается, как показано на рис. 2(а).

Семена, которые поставляются питателем из бункера 1 по получении электрического заряда в зоне действия коронующих электродов, под действием силы притяжения отрывается по бункерам фракции I-III.

Известно также использование ИК-луча длиной 0,8...2,5мк для предыдущего нагревания сепарируемого семени, с целью выравнивание диэлектрической проницаемости и стабилизации процесса разделения частей.

Для этого используют внешний источник ИК луча, что устанавливают над зоной снабжение семян из бункеру к зоне разделения или используют нагретый коронующий электрод, выполненный в виде ленты нихрома, в которую вмонтированные иглы коронующего электрода, как приведено на рис. 3(б).

Для достижения самоочистения рабочей зоны отсаживающего электрода известно его изготовление с перфорацией, как показано на рис 2(в). Кроме этого, возможно соединить лоток бункера с виброгенератором, для достижения наивысшей производительности работы.

Также известно использование в качестве рабочего агента, который предоставляет электрический заряд семенам электростатического поля, которое возникает при снабжении электрического поля высокого напряжения на два электрода.

Между этих электродов, один из которых обычно изготавливают с возможностью вращения вокруг своей оси из электропроводного материала, поставляются семена, которые в результате получают заряд и разделяются по фракциям I-III в зависимости от удельной массы.

Обычно, сепараторы такого типа имеют конструкцию, которая приведена на рис. 4(а). Семена из бункера 1 питателем поставляются на поверхность барабана 2 и под электродом 3, после чего разделяются. Наиболее удельные тяжелые семена сразу отрываются под действием силы притяжения, наполняя бункер фракции И. Среднее за удельной массой семян попадает к бункеру фракции II, а наиболее легкое, удельные легкие семена попадают к бункеру фракции III.

Также известные пути улучшения электростатического сепаратора путем нанесения на поверхность отсаживающего электрода - барабана 2 полупроводникового покрытия и использования источника света 4, для быстрого перераспределения заряда семян на поверхности отсаживающего электрода при работе, как показано на рис. 4(б).

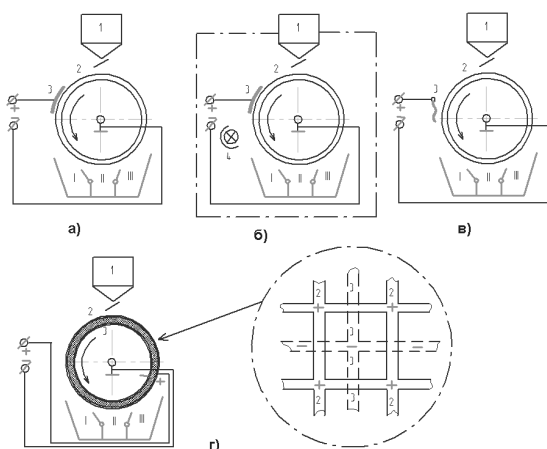


Рис.4. Схема вариантов электростатических сепараторов

Fig. 4 Chart of variants of electro-corona separators

С целью улучшения процесса самоочистки коронующего электрода от мелких частей семян и пыли, которых за счет электростатических сил, частично оседающий и на коронующем электроде, известный случай его изготовления из подвижной электропроводной ткани, как показано на рис. 4(в).

За счет действия силы воздушного сопротивления, которое возникает при вращении отсаживающего электрода 2 и вибраций, коронующий электрод 3 самоочищается, обеспечивая бесперебойную и качественную работу сепаратора.

Также известным является вариант изготовления отсаживающего электрода, с интегрированным коронующим электродом, который расположен извне барабана в виде сетки, как показано на рис. 4(г).

Сам барабан изготовлен из диэлектрического материала и содержит две сетки, одна закреплена извне, а вторая - в середине барабана. Причем, расположение летков этих сеток, которые выполняют функцию электродов такое, как показано на рис.4(г) в правой стороне. Семена притягиваются к барабану за счет электрического поля между электродами, которые разделены слоем диэлектрика.

Известно также много вариантов сепараторов с электрокоронным разрядом, в которых используется в качестве отсаживающего электрода неоконченная лента, которая вращающаяся.

Семена из бункера 1 подается на поверхность неоконченной ленты, которая изготовлена из электропроводного материала и вращающийся против часовой стрелки, как показано на рис. 5(а).

Попав в зону действия электрокоронного разряда, который происходит между коронующим электродом 3 и соединенной с негативным полюсом источника высокого напряжения подставки 4 и барабаном 2.

Получая электрический заряд, семена перераспределяются при сепарации по бункерам фракции I-III. Да, в бункер фракции И попадает наиболее удельно тяжелое семена, которые первым отрывается от поверхности неоконченной ленты.

В бункер фракции II попадают средние за удельной массой семена, а наиболее удельно легкое счищается разрядной пластиной 5 к бункеру фракции III.

С целью увеличения эффективности сепарации семян в такой сепаратор был дополнительно введен дополнительный коронующий электрод 4, присоединен к "+" источнику питания через резистор, который ограничивает силу тока, как показано на рис. 5(б). За счет предыдущего подзарядки семена попадают в

зону основного коронного разряда между основным коронующим электродом 3 и отсаживающим электродом, поверхностью которого движется бесконечная лента 2.

В результате предварительно заряженные семена, которые подаются питателем из бункера 1 поставляются на поверхность ленты 2, перераспределяются по бункерам фракции И - III.

В бункер фракции И попадает наиболее удельно тяжелое семена, что под действием силы притяжения осыпается первым. В бункере фракции II собираются средние за удельной массой семена, а наиболее удельно легкое семена остаются после сепарации в бункере фракции III.

Другим путем создание предыдущего заряжения семян является использованием источника света 4, что закреплено над неоконченной лентой 2, которой вместе с которой двигаются семена в зону коронного разряда, что подаются питателем из бункеру 1, как показано на рис.5(в).

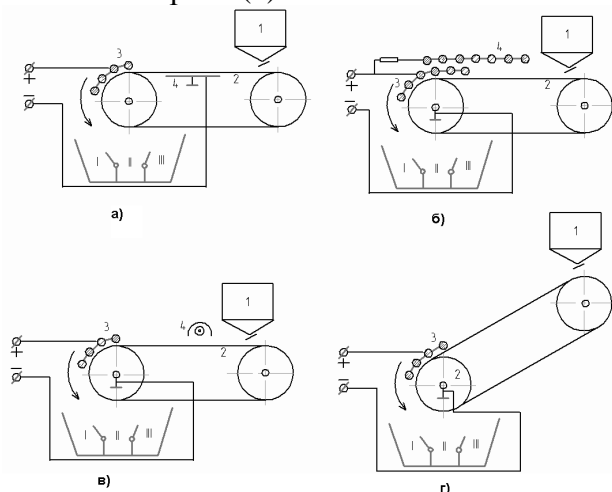


Рис.5. Схема вариантов сепараторов с бесконечной лентой, которая движется
Fig.5. A chart of variants of separators is with an unfinished ribbon which moves

Коронный разряд образуется за счет приложения высокого напряжения от источника питания между коронующим электродом 3 и отсаживающим электродом, вокруг которого движется электропроводная бесконечная лента 2.

Предыдущее заряжение семян с помощью источника света позволяет увеличить эффективность разделения, за счет увеличения удельной величины электрического заряда, что приобретают семечка во время сепарации.

АНАЛИЗ СЕПАРАТОРОВ, КОТОРЫЕ ИСПОЛЬЗУЮТ ВОЗДУШНЫЙ ПОТОК

Первые попытки механизировать процесс сепарации привели к разработке пневматического способа сепарацию.

В таком способе сепарации в качестве агента, который взаимодействует с семенами и разделяет их, - был воздушный поток, который подан горизонтально к падающим сверху семян. Время разработки и начала использования таких сепараторов - 40-х годы прошлого столетия; в них семена подавались в горизонтальный воздушный поток, который создавался вентилятором с ручным приводом с помощью двух людей.

Воздушный поток при обдувке семян, относил удельно легкие из них на большее расстояние, чем удельно тяжелые.

Схематически, такой способ сепарации представлен на рис. 6.

Из бункеру 1 семена подаются питателем 2 в горизонтальный воздушный поток, который создается с помощью вентилятора 3. После разделения, удельно легкие семена относились потоком за распределительную заслонку 4 к бункеру фракции II, а качественное, удельно тяжелое семена попадают к бункеру фракции I.

Основными недостатками рассмотренного способа сепарации в горизонтальном воздушном потоке является то, что семечка, при свободном выпадении из бункеру, занимают случайное положение в пространстве.

В результате, со стороны горизонтального воздушного потока на две близкие за размерами и удельной массой семечка, будут действовать разные силы.

Эти силы будут зависеть от положения каждой из семени относительно горизонтального воздушного потока, который сепарирует.

В одном из возможных положений сила, которая действует со стороны потока на семечко будет максимальной, а в другом случае - минимальной. Следовательно, при расположении удельно легкой семечки в положении наименьшей аэродинамической силы со стороны горизонтального воздушного потока, она не будет перемещена за разделяющей заслон 4 (см. рис. 8) к бункеру 5 фракции II.

С другой стороны, напротив, если удельно тяжелая семечко расположится в положении максимальной аэродинамической силы со стороны потока, то она может попасть в бункер фракции II (к удельно легких).

Последующим совершенствованием вышеупомянутого способа сепарации является способ с использованием аспирационного воздушного канала, который изображен на рис.7. При работе семечка подаются из бункера 1 на наклонное решето 2. Двигаясь по решету, семечка попадают в вертикальный воздушный поток вентилятору 5. После прохождения сквозь решето 2, поток вентилятору 5 получает хорошую равномерность. Удельно легкие семечка увлекаются вертикальным потоком и поднимаются им вверх по аспирационному каналу 3, попадая в отстойник 6. Удельно тяжелые скатываются решето 2 в бункер 4. В настоящее время, такой способ сепарации приобрел широкое распространение в промышленном оборудовании типа ЗАВ-10.30000А, ЗД10.000, СВУ-5А, ЗВС-20, ТОВП-20А, СМ-4 [9].

Главным недостатком рассмотренного способа сепарации являются большие энергетические расходы. Большие энергозатраты обусловлены необходимостью создания мощного вертикального потока воздуха, который способен транспортировать удельно легкие семена на высоту камеры отстойника 6, проходя при этом сквозь сетку наклонного решета 2.

Одной из разновидностей пневматических сепараторов есть сепаратор, который разделяет семена в псевдо-жидкостном слое воздуха.

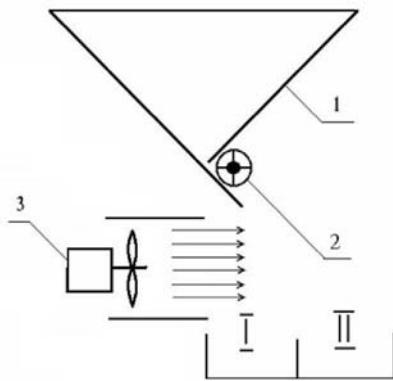


Рис.6. Схема сепаратора в горизонтальном воздушном потоке

Fig.6. A chart of separator is in the horizontal current of air

Также известен пневматический сепаратор, который разделяет семена в псевдо-жидкостном слое воздуха.

При работе семян из бункера 1 подается сверху на стол, который состоит из планок 2, какие закреплены на поверхности решета 3 (рис. 8).

Поверхность пневматического стола при работе колеблется. За счет действия воздушного потока вентилятора 4, семена с малой удельной массой поднимаются над планками 2 и сползают в поперечном направлении решета к бункеру фракции II. Удельно тяжелое семя, не поднимается выше планок 2 и движется в бункер фракции I.

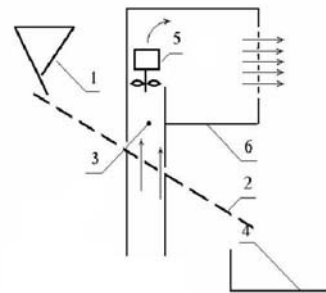


Рис.7. Схема сепарации в аспирационном вертикальном канале

Fig.7. A chart of separacii is in an aspirating vertical channel

Пневматический сортировальный стол имеет большие энергетические расходы, вызванные необходимостью создания мощного воздушного потока для псевдо-жидкостного воздушного слоя на большой площади решета 3, что должен быть хорошо уровненный за скоростью, например ПСС-2,5

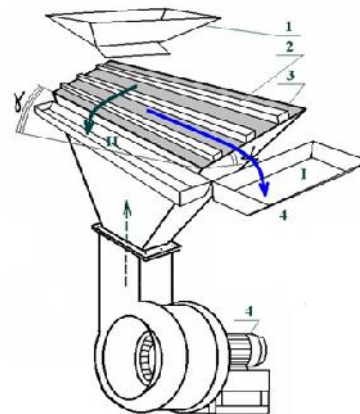


Рис.8. Схема пневматического сортировального стола типа ПСС

Fig.8. A chart of pneumatic sorting table is as PSS

Основные рабочие органы ПСС-2,5 дека и вентилятор. Дека, которая продувается снизу воздушным потоком, выполнена в виде металлического каркаса, на который туго натянута металлическая сетка с отверстиями 0,5-0,6 мм. Под сеткой расположены двух воздухоуравняющих ворот. Над сеткой к каркасу прикреплены продольные планки (риффы) с постепенно уменьшаемой к выходу высотой. Наклон деки в продольном и поперечном направлениях можно регулировать к 8°. Частоту колебаний деки изменяют в пределах от 360 до 600 колебаний в минуту.

Зерновой материал, который высыпался из бункера на возвышенную часть стола, перемещается между рифами и равномерно размещается на сетке. Под воздействием колебательных движений стола и воздушного потока происходит перераспределение семян в слое смеси. Более тяжелые зерна опускаются к сетке, а легкие поднимаются в верхний слой. Тяжелые зерна перемещаются между рифами и всходят из стола — образуется фракция I из наиболее плотных семян.

Подачу семени на сетку регулируют заслоном бункера таким образом, чтобы зерно находилось на сетке во взвешенном состоянии (для улучшения процесса очистки).

ВЫВОДЫ

1. Установлено, путем анализа литературных источников, что наиболее простыми и надежными являются аэродинамические сепараторы семян, что являются ближайшими к природе аналогами.

2. Проанализировано развитие конструкций и теоретических основ проектирования сепараторов семян сельскохозяйственных культур.

3. Доказано, что наиболее перспективным является аэродинамический сепаратор, что обеспечивает разделение семян путем смещения семян в горизонтальном направлении путем расщепления их вертикальной траектории при свободном падении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Sheredenkin V.V. Razdelenie sil'nozasorjnnogo voroha napravlennymi vozdushnymi potokami pri pnevmotransporte: Avtoreferat dis... kand. tehn. nauk. - Voronezh, 1998. - 19s.

2. Ermak V. Obosnovanie racional'nyh parametrov vstrechnogo vozdushnogo potoka pri separacii semjan podsolnechnika v vertikal'no-gorizont'al'nom vozdushnom potoke // Zbirnik naukovih prac' Lugans'kogo nacional'nogo agrarnogo universitetu. Serija: Tehnichni nauki. - MOTROL – Ludlin 2008. - S. 59-61.

3. Ermak V.P. Obgruntuvannja sposobu separuvannja nasinin sonjashnika v povitranjih potokah: Dis... kand. tehn. nauk. - Lugans'k: LNAU, 2003.-166s.

4. Goncharov E.S. Doslidzhennja procesu rozpodilu chastinok u shari nasinnevoi sumishi / Goncharov E.S., Grod I.M. // Mehanizacija ta elektrofikacija s/g. — 1993. — № 77. — S. 18—23.

5. Toropov V.R. Issledovanie tehnologicheskogo processa planetarnogo reshetnogo separatora zerna s cel'ju opredelenija ego parametrov i rezhimov raboty : avtoref. dis. na soiskanie nauch. step. kand. tehn. nauk : 05.20.01 "Tehnologii i sredstva mehanizacii sel'skogo hozjajstva" / V.R. Toropov — Omsk, 1974. — 23s.

6. Zavgorodnij A.I. Nauchnye osnovy processov ochistki otverstij reshet zernoochistitel'nyh mashin: dis. ... dokt. tehn. nauk : 05.05.11 / Zavgorodnij Aleksej Ivanovich. — H., 2001. — 327s.

7. Zavgorodnij A.I. Ochistka reshet v zernoochistitel'nyh mashinah / Zavgorodnij A.I. — K.: USHA, 1992. — 179s.

8. Cecinovskij V.M. Jeffektivnost' separirovanija zernovyh smesej / Cecinovskij V.M. // Trudy VNIIZ. — 1950. — № 20. — S. 5—15.

9. Cecinovskij V.M. Teoreticheskie osnovy razdelenija sypuchih smesej / . Cecinovskij V.M. // Trudy VNIIZ. — 1951. — № 23. — S.5—24.

10. Taran A.I. Vlijanie napravlenosti kolebanij ploskih reshet na proseivaemost' / Taran A.I. // Trudy VNIIZ. — 1963. — № 42. — S. 189—202.

11. Kozhuhovskij I.E. Zernoochistitel'nye mashiny / Kozhuhovskij I.E. — M.: Kolos, 1974. — 200s.

12. Zjumin A.N. Issledovanie processa separacii v uslovijah ravnomernogo raspredelennogo materiala na poverhnosti resheta / Zjumin A.N.

- // Trudy VIM. —1971. — Т. 55. — S. 146—153.
13. Zjumin A.N. K voprosu intensivacii processa separacii ploskimi reshetami // Trudy ChIMJeSH.-Cheljabinsk.-1972.-Vyp. 69.-S.127-132.
14. Gortinskij V.V. Sortirovanie sypuchih tel pri ih poslojnom dvizhenii po sitam / Zjumin A.N. // Trudy VIM. — 1964. — Т. 34. — S. 121—191.
15. Gortinskij V.V. Processy separirovaniya na zernopererabatyvajushhих predpriyatijah / Gortinskij V.V., Demskij A.B., Boriskin M.A. — M.: Kolos, 1980. — 304s.
16. Mazorenko D.I. Povyszenie jeffektivnosti raboty vibrocentrobezhnyh separatorov na osnove opredelenija ih racional'nyh shem i parametrov / Mazorenko D.I. // Vibracii v tehnike i tehnologijah. — MOTROL – Ludlin 2009. – 251 c.S. 3—12.
18. Neljubov A.I. Izyskanie i issledovanie pnevmoseparirujushhих sistem trostnikovouborochnyх kombajnov / Neljubov A.I., Vetrov E.F. // Trudy VISHOM. — 1971. — № 66. — S. 85—165.
19. Neljubov A.I. Pnevmoeparirujushhie sistemy sel'skohozjajstvennyh mashin / Neljubov A.I., Vetrov E.F. — M: Mashinostroenie, 1977. — 190s.
20. Garmash N.T. Bezreshetnaja separacija melkogo zernovogo voroha / Garmash N.T. — K., 1955. — S. 96—104.

THE ANALYSIS OF EXISTING SEPARATORS WHICH ARE USING FOR THE SEPARATION OF THE SEED

Summary. It is represented an analysis of separators which are using an electric field and current of air.

Key words: cage, seeds, the air flow, the electric field.

МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ СЕПАРАТОРА СЕМЯН ПРЕДЛОЖЕННОГО ТИПА

Сергей Кюрчев, Александр Колодий

*Таврический государственный агротехнологический университет
72316 Украина, г. Мелитополь, проспект Б.Хмельницкого, 18*

Sergei Kyurchev, Alexander Kolodiy

*Taurian State University Agrotechnological
72316 Ukraine, Melitopol, B.Hmelnitskogo Avenue, 18*

Аннотация. В данной статье были разработаны: методика исследования рационального диаметра патрубка снабжения семян в середине вертикального аспирационного, методика исследования рациональной длины вертикального аспирационного канала сепаратора, методика исследования рациональной производительности работы разработанного сепаратора семян, методика исследования рационального диаметра бункера фракции И для отбора удельно тяжелого семени и методика исследования рациональной производительности работы разработанного сепаратора семян.

Ключевые слова: сепаратор, семена, аспирационный канал.

ВСТУПЛЕНИЕ

На сегодняшний день проблема сельскохозяйственного производства в Украине является основной. Известно, что одним из методов увеличения урожайности есть использование для посева семян с ценными семенными свойствами. Такие семена возможно получать путем сепарирования.

Так как совершенных способов и средств для проведения сепарации пока еще не существует, появляется актуальная проблема разработки новых способов и средств сепарации для отбора потерь биологически ценных семян.

Основное направление теоретического обоснования процесса воздушной и других видов сепарации заложил Петр Василенко, который еще с 20-х годов прошлого столетия занимался исследованиями веялок и сепараторов.

В Харьковском университете им. Петра Василенка разрабатывались теоретические основы и методики вибрационной и пневматической сепарации семян.

Основателем школы сепараторщиков был д.т.н. Заика П.М., но его последователи - к.т.н., М.В. Бакум, д.т.н., Ю.О. Манчинский и д.т.н., Тищенко Л.М., в НИЦ "ІМЕСГ" работала научная школа д.т.н., Котова Б.И., и др.

Под началом д.т.н. Тищенко Л.М. была разработана система дифференциальных уравнений, что с помощью нелинейной динамики двухфазной среды приближенно очерчивает разделение сепаруемого материала в пневматическом сепараторе вертикального действия.

Нами была предложена установка для сепарации семян. Принцип работы аэродинамического сепаратора, который предлагается заключается в следующем, : при прохождении воздушного потока семян расщепляются на фракции I, II, III и падают в соответствующие разделители.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ДИАМЕТРА ПАТРУБКА СНАБЖЕНИЯ СЕМЯН В СЕРЕДИНЕ ВЕРТИКАЛЬНОГО АСПИРАЦИОННОГО КАНАЛА

При исследовании перед нами появилась проблема разработки методики исследования рационального диаметра патрубка снабжения семян в середине вертикального аспирационного канала.

Величина диаметра патрубка, который поставляет семена в верхнюю часть вертикального аспирационного канала сепаратора имеет большое влияние как на качество сепарации семян за удельной массой, так и на общую производительность работы разработанного аэродинамического сепаратора.

Если, величина диаметра патрубка снабжения семян внутри вертикального аспирационного канала сепаратора будет маловатой, то мы получим малую производитель-

ность сепаратора, который приведет к ухудшению его экономических показателей.

С другой стороны, слишком большая величина диаметра патрубка снабжения семян приведет к миграции семян по соседним фракциям, что получается в результате их предыдущего положения в пространстве, когда семена могут находиться на расстоянии диаметру патрубка снабжения от своего необходимого положения, то есть положение гарантированного разделения, которое имеет место при точном расположении семян при снабжении точно посередине перереза вертикального аспирационного канала, в его верхней части.

Таким образом, будет в результате миграции семян между соседними фракциями происходить уменьшение средней массы семян в бункере семенной фракции I, и соответственно, увеличение средней удельной массы в бункере технической фракции II, за счет перераспределения в ходе миграционного процесса семян по "не своим" фракциям.

Таким образом, в ходе экспериментальных исследований необходимо определить рациональное значение диаметра патрубка снабжения семян.

Для этого, необходимо провести исследование в следующей последовательности.

1. Установить в вертикальном аспирационном канале рациональную величину скорости воздушного потока, которая была определена в ходе предыдущих исследований.

2. Расположить устройство для фиксации и введения семян в расстояние от нижнего конца вертикального аспирационного канала, который отвечает рациональной величине длины канала, которая была определена в предыдущих исследованиях.

3. Под нижним концом вертикального аспирационного канала на расстоянии установление подилювачів фракций - 10 см необходимо установить мишень для фиксации положения семян при выпадении в процессе сепарации из этого канала.

Мишень является собой кусок из ДСП или доски толщиной 20-40мм, с размерами 300 x 300 мм или больше.

На поверхность мишени следует нанести тонким слоем в 0.5-1.0мм вязкую жидкость - жидкость для смазки типа Литол - 24.

4. Выставить точно по центру перереза вертикального аспирационного канала сепаратора в его верхней части устройство для фиксации и снабжения семян, и провести исследование расстояния разнесения (радиуса разнесения) 7 семян разной удельной массы.

Каждый опыт необходимо проводить с трехкратной повторностью, и высчитывать среднее значение исследуемого расстояния.

5. По результатам исследований п. 4 необходимо построить график зависимости расстояния разнесения семян (радиусу разнесения) от удельной массы.

6. Пользуясь графиком, полученным при реализации п. 5 следует определить радиус отбора семян к семенной фракции II (удельно-тяжелых семян), по максимальным агрономическим требованиям к семенному материалу - для семян подсолнуха сорта популяций это представляет 100 г для 1000шт семян (пределы 80...100г).

7. За полученными при реализации п. 6 методики радиусами отбора (радиусу разнесения), которые отвечают средней массе 1000шт семян по агрономическим требованиям, то есть 90 г на 1000 семян для подсолнуха сорта популяций (при пределах 80...100г), необходимо изготовить цилиндрический патрубок из оцинкованной стали толщиной 0.55 мм, который имеет высоту 10см.

С помощью саморезов и угольников необходимо закрепить на деревянной мишени полученный цилиндрический патрубок из оцинкованной стали, что обеспечиваю отбор семян в ходе сепарации с массой 1000 семян 90г (средняя по агрономическим требованиям для сорта популяций).

После чего, необходимо закрепить полученную мишень для отбора семян к фракции II(удельно-тяжелого), на расстоянии 20см от нижнего конца аспирационного вертикального канала сепаратора, то есть цилиндрический имитатор горловины фракции II из оцинкованной стали расположится точно в месте будущего штатного расположения приемопередатчика продуктов разделения фракции семенного материала II - 10см.

8.Для фракции II следует изготовить цилиндрический патрубок из оцинкованной стали толщиной 0.55мм, и высотой 10см с внешним диаметром 300мм.

Патрубок отбора семян к фракции II следует закрепить равномерно вокруг цилиндру фракции I, на той же мишени для отбора семян из дерева, что и в п.3.

9. Изменяя в ходе опытов с трехкратной повторностью расстояние снабжения семян, начиная от центрального положения п. 1, к положению п.2, следует проводить сепарацию подопытных 10 семян разной удельной массы, которые представляют сепарируемую фракцию семян - от наиболее удельно-тяжелых к наиболее удельно-легких семян.

В ходе проведения исследований необходимо записывать результаты перераспределения 10 сепарируемых семян по бункерам фракции I и II (при их попадании к цилиндрическим имитаторам мишени, согласно п.3 и п.8).

10. По результатам экспериментов п. 9 следует построить графическую зависимость перераспределения семян по фракциям I и II в зависимости от расстояния снабжения семян в верхней части вертикального аспирационного канала сепаратора, который равняется соответствующему диаметру патрубка снабжения семян.

11. По результатам полученных графических зависимостей п. 10 необходимо сделать вывод о рациональной величине диаметра патрубка снабжения семян в верхней части вертикального аспирационного канала предложенного сепаратора.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ДИАМЕТРА ОСНОВНОГО АСПИРАЦИОННОГО КАНАЛА УСТАНОВКИ

Толщина вертикального аспирационного канала сепаратора имеет большое влияние на энергетические и качественные показатели, которые получаются при работе установки.

Если диаметр вертикального аспирационного канала будет малым, в результате действия воздушного потока на семена, которые падают в свободном падении навстречу всасываемому воздуху, расщепление траектории падающих семян будет ограничено боковыми внутренними стенками этого канала, а следовательно четкость отбора семян за удельной массой будет ухудшаться.

Кроме этого, недостаточный диаметр вертикального аспирационного канала не позво-

лит установить в его середину устройство для снабжения семян - патрубок необходимого диаметра, который будет в результате сдерживать производительность работы проектируемого сепаратора.

С другой стороны, слишком большой диаметр вертикального аспирационного канала приведет к большим энергозатратам на создание воздушного потока большой производительности.

Тому, необходимо в ходе экспериментальных исследований определить рациональную величину диаметра вертикального аспирационного канала проектируемого сепаратора следующим образом.

1. Необходимо установить устройство для фиксации и подачи семян точно в центре перереза верхней части вертикального аспирационного канала сепаратора, как показано на рис. 1.

Конструктивно устройство для фиксации и подачи семян изготовлено в виде электромагнитного реле типа РС-6 со снятым корпусом 2, сзади которого, на булавку для крепления с резьбой М3 накрученная скоба для зажимания 3 и металлическая полоса для фиксации всего устройства в пространстве (см. рис.1).

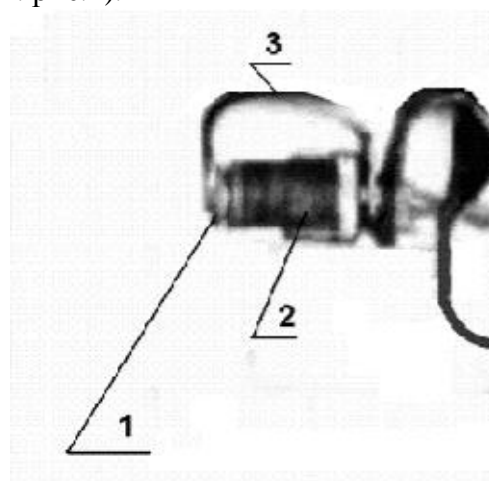


Рис.1. Устройство для фиксации и снабжения семян на базе электромагнитного реле типа РС-6: 1 - семечко в зафиксированном состоянии; 2 - навивка и сердечник реле РС-6; 3 - скоба для зажимания семян.

Fig. 1. Device for fixing and supply of seed on the base of electromagnetic relay as RES-6: 1 is a pip in the fixed state; 2 - navivka and mandrel of relay RES-6; 3 is a staple for stopping up of seed.

2. Под нижним концом вертикального аспирационного канала на расстоянии установления бункеров разделитель - 10 см необходимо расположить мишень для регистрации места приземления семян, выполненную в виде куска прямоугольной формы из ДСП размерами 300мм x 300мм толщиной 20мм.

На поверхности этой мишени для приземления семян следует тонким слоем (0.5-1мм) равномерно нанести консистентную жидкость для смазки типа "Литол - 24".

3. Подавать 10 семян разной собственной удельной массы и в результате их приземления на мишень определять и очерчивать радиус разнесения семян, в зависимости от их удельной массы, как показано на рис.2.

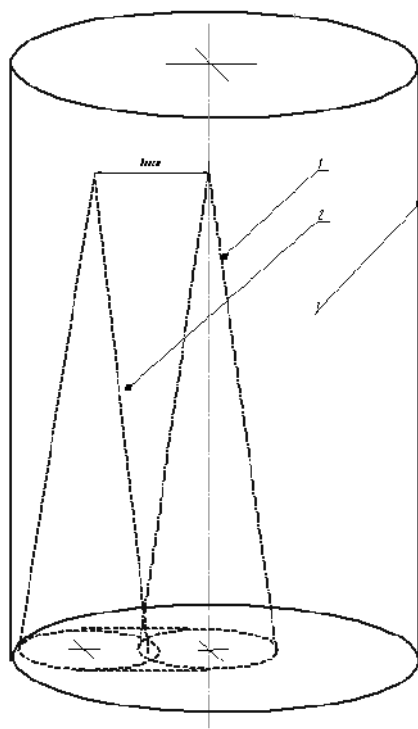


Рис.2. Схема, которая иллюстрирует методику проведения исследований рационального диаметра вертикального аспирационного канала сепаратора, : 1 - начальное место вброса 7 семян; 2 - конечное положение вброса подопытных семян; 3 - аспирационный вертикальный канал сепаратора.

Fig.2. Chart which illustrates the method of leadthrough of researches of rational diameter of vertical aspiration kanala separator: 1 is an initial place of overfault of 7 seed; 2 is eventual position of overfault of experimental seed; 3 is an aspirating vertical channel of separator.

4. После трехкратной повторности вброса каждой из 10 подопытных семян следует измерять наименьшее полученное расстояние от семечка к ближайшей стенке вертикального аспирационного канала сепаратора и определять среднее значение.

5. По результатам серии проведенных исследований необходимо построить график зависимости расстояния к ближайшей боковой стенке аспирационного вертикального канала от расстояния смещения точки вброса семян в верхней части вертикального аспирационного канала сепаратора.

6. По результатам экспериментальных исследований следует сделать вывод, что к максимальному расстоянию снабжения семян в верхней части аспирационного вертикального канала сепаратору, при котором не происходит столкновения семян с малой удельной массой с боковыми стенками вертикального канала предложенного сепаратора.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ДИАМЕТРА БУНКЕРА ФРАКЦИИ И ДЛЯ ОТБОРА УДЕЛЬНО-ТЯЖЕЛЫХ СЕМЯН

Величина диаметра фракций поділення имеет большое влияние на среднюю удельную массу відбираемого при сепарации семян.

Тому, диаметр поділювача, что обеспечивает отбор семян к бункеру фракции И должен быть установлен в рациональное значение, которое будет обеспечивать отбор к фракции И удельно-тяжелым семенам, которые имеют высокую энергию прорастания и сходство, а также отвечают за массой 1000 семян, - агрономическим требованиям, которые выдвигаются к семенному материалу.

Если диаметр отбора семян к фракции И будет слишком большим, то к фракции И попадут очень много семян с небольшой собственной удельной массой - то есть удельно-легких семян, которые в результате приведут к уменьшению средней массы семени в бункере фракции И, - будут полученные семена, которые не отвечают агрономическим требованиям за массой 1000 семян.

Таким образом, в ходе экспериментальных исследований необходимо определить зависимость средней массы 1000 семян, что

получаются в ходе сепарации в бункере фракции I, в зависимости от ее диаметра, при рациональной длине вертикального канала.

Поэтому необходимо провести серию исследований следующим образом:

1. Установить рациональное расстояние снабжения семян в вертикальном аспирационном канале, который отвечает рациональной длине путем установления устройства для введения семян - пластиковой трубы рационального диаметра.

В середине аспирационного вертикального канала сепаратора необходимо установить рациональную величину скорости воздушного потока.

2. Отобрать из сепарируемой фракции путем равномерного деления 1кг семян, 200 г навески для проведения опытов.

3. Под нижним концом вертикального аспирационного канала следует расположить экспериментальный приемопередатчик продуктов разделения, выполненный в виде доски или куска ДСП, с внешними размерами 300 x 300 мм, расположенной в центре перереза вертикального аспирационного канала, на расстоянии 10 см от его нижнего конца.

4. Симметрично к центру перереза вертикального аспирационного канала сепаратора в ходе исследований будут закреплены цилиндрические имитаторы бункеру фракции I.

Эти имитаторы делителя фракций И выполнены из оцинкованной стали толщиной 0.55мм в размерах от 40мм к 200мм(что равняется диаметру пластиковой трубы вертикального канала сепаратора), с шагом 10мм между соседними размерами.

От центра экспериментального приемопередатчика продуктов разделения необходимо расчертить круги с диаметрами от 40мм к 200мм, с шагом 10мм между соседними кругами.

На каждом из кругов с помощью уголков, винтов и саморезов будут закреплены соответствующие цилиндрические имитаторы фракций разделения.

5. Потом, необходимо проводить трехкратные исследования, в ходе которых необходимо измерять среднюю массу 1000 семян, что получается при сепарации в бункере фракций И и II.

Для определения массы 1000 семян необходимо после каждого из сепараций свеши-

вать по 200шт семян, с трехкратной повторностью.

6. По данным, которые будут получены в ходе экспериментальных исследований следует будет построить графику зависимости средней массы семян, которые получатся во фракциях I и II в зависимости от диаметра отбора к фракции I.

7. За полученной графикой необходимо сделать выводы, что к рациональному диаметру цилиндрического отделителя к бункеру фракции I.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ РАЦИОНАЛЬНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ РАБОТЫ РАЗРАБОТАННОГО СЕПАРАТОРА СЕМЯН

Производительность сепаратора имеет большое значение для получения высоких экономических показателей работы установки для сепарации семян.

Поскольку при недостаточной производительности за счет недостаточного снабжения семян в сепаратор, будут увеличиваться энергозатраты - эффективность его работы будет уменьшена.

С другой стороны, при преувеличении нормы снабжения семян в сепаратор при его работе будет уменьшено качество семенного материала - за счет попадания некачественных удельно-легких семян из фракции II в семенную фракцию для удельно-тяжелых семян I.

Кроме этого, часть высококачественных семян из сепарируемой фракции, в результате перегрузки пропускной способности сепаратора будет в результате миграции из фракции И перенесена к фракции II - то есть в результате будет потеряна.

Таким образом, производительность предложенного сепаратора должна быть установлена в рациональное значение.

Для определения рациональной производительности сепаратора необходимо провести экспериментальные исследования по следующей методике.

1. В верхней части вертикального аспирационного канала необходимо точно по середине установить штатное устройство для снабжения семян, выполненный в виде пластиковой трубы рационального диаметра.

2. В середине аспирационного вертикального канала сепаратора необходимо установить рациональную величину скорости воздушного потока.

Устанавливать штатный патрубок необходимо на расстоянии от нижнего конца вертикального аспирационного канала установки, которая отвечает рациональной величине длины этого канала.

3. Под нижним концом аспирационного вертикального канала сепаратора необходимо установить на расстоянии расположение разделитель фракции И - 10см имитатор бункера фракции И, выполненный в виде мишени.

Сама мишень выполнена в виде квадратного куска из дерева или ДСП толщиной 22-40мм с внешними размерами 300 x 300мм, на которую симметрично к центральной вертикальной вехе аспирационного канала сверху прикручена цилиндрическая поверхность, которая имитирует приемопередатчик продуктов разделения фракции I с рациональным диаметром.

4. Потом, необходимо проводить трехкратные исследования, в ходе которых необходимо измерять среднюю массу 1000 семян, что получается при сепарации в бункере фракций И и II, изменяя производительность снабжения семян от минимально возможной к максимально возможной, что способен пропустить патрубок снабжения семян(к 100-120кг/г).

Для определения массы 1000 семян необходимо после каждого из сепараций взвешивать по 200шт семян, с трехкратной повторностью.

Регулировать производительность след изменяя диаметр отверстия выпадения семян в нижней части бункера, а производительность между опытами мерять путем намерения времени сепарации навски семян из 10кг.

5. По данным, которые будут получены в ходе экспериментальных исследований следует будет построить графику зависимости средней массы семян, которые получатся во фракции И в зависимости от производительности.

6. За полученной графикой необходимо сделать выводы, что к рациональной производительности подопытного сепаратора.

ЭЛЕКТРОННЫЙ ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ МАЛЫХ СКОРОСТЕЙ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА ВНУТРИ АСПИРАЦИОННОГО КАНАЛА СЕПАРАТОРА

Измерение малых скоростей воздушного потока усложнено невозможностью использования стандартного оборудования, что применяется для таких целей - трубки Пито, соединенной с микроманометром.

При скоростях воздушного потока меньше 10 м/с динамическое давление, которое образуется трубкой Пито является очень малым, чтобы с высокой точностью определить величину скорости воздушного потока в месте нужных измерений.

Тому, нами разработан электронный измеритель скорости воздушного потока, изготовленный на основе оптического датчику, для считывания частоты вращения свободно закрепленного гиринту, который вращается с частотой вращения, которое зависит от величины скорости имеющегося воздушного потока в месте исследования.

Он состоит из электронного счетчика оборотов, который выполнен на однокристалльном микроконтроллере фирмы Микрочип PIC16F624.

Основным методом измерения скорости воздушного потока является измерение частоты вращения сверхлегкого двухлопастного винта, что с помощью клея закреплен на вехе маятника от больших часов.

Сама ось вращается с минимальным трением, которое обеспечивается использованием у опорных поверхностях подшипников скольжения рубиновых камней.

Считывание показаний количеству оборотов в единицу времени, которое неявно будет указывать на скорость воздушного потока в месте измерения происходит за счет установления оптической пары светодиод - фотодиод, причем световых покік за один полный оборот двухлопастного винта перекрывается лопастями дважды.

Для этого в трубке из пластика, внутри которой вдоль установлена ось винта, пробурованы два отверстия - один напротив второго, размещенных таким образом, что при вращении лопасти винта перекрывают просвещения, которые образуют эти два отверстия.

В одно из отверстий на клею закреплен светодиод, а во втором зафиксирован фотодиод.

Считывания показаний частоты вращения проводят путем измерения величины интегрированного на электрическом конденсаторе С1 напряжения, которая зависит от частоты вращения винта оптического датчика D.

ВЫВОДЫ

Нами были разработанные методики исследования параметров предложенного сепаратора а именно: рационального диаметра патрубка снабжения семян в середине вертикального аспирационного, рациональной длины вертикального аспирационного канала сепаратора, рациональной производительности работы разработанного сепаратора семян, методика исследования рационального диаметра бункера фракции И для отбора удельно-тяжелых семян и методика исследования рациональной производительности работы разработанного сепаратора семян

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Abduev M.M., Bakum M.V., Manchins'kij Ju.O., Sichov V.V., Leonov V.P. Teoretichni doslidzhennja harakteristik ruhu chastok u nahilenomu povitranomu kanali pri zmini harakteristik epjuri shvi kosti povitrya po visoti kanalu // Visnik Harkivs'kogo derzhavnogo tehničnogo universitetu sil's'kogospodarstva. Serija: Mehanizacija sil's'kogo gospodarstva. — Harkiv: HDTUSG. №21. — S.
2. Kotov B.I. Perspektivi rozvitku konstrukcij zernonasinnoochisnoj tehniki //Konstruivannja , virobništvo ta ekspluatacija s.-g. mashin /Kirovograd. -2001. - Vmp.Zi: - S.110-111.
3. Kotov B.I. Tendencii rozvitku konstrukcij mashin ta obladnannja dlja ochishhennja ta sortuvannja zernomaterialiv, //Konstruivannja, virobništvo ta ekspluatacija s.-g. mashin /Kirovograd, 2000. - Vip.ZZ. - S.505. Gladkov N.G. Zernoochistitel'nye mashiny. Konstrukcija, raschet, proektirovanie i jekspluatacija / Gladkov N.G. — M: Mashgiz, 1961. — 368s.
4. Terskov G.D. Optimal'naja skorost' vozdušnogo potoka v sortirovkah i postroenie traektorii dvizhenija zerna / Terskov G.D. // Sel'skohozjajstvennaja mashina. — 1936. — № 2. — S. 15—18.
5. Andrienko G.P. Puti uluchshenija kachestva raboty aspiracionnyh kanalov zernoochistitel'nyh mashin / Andrienko G.P. // Mehanizacija i jelektrifikacija socialističeskogo sel'skogo hozjajstva. — 1960. — № 6. — S. 16—18.
6. Bushuev N.M. Semeochistitel'nye mashiny. Teorija, konstrukcija i raschet / Bushuev N.M. — M—S: Mashgiz, 1962. — 238s.
7. Shabanov P.A. Mehaniko-tehnologičeskie osnovy obmolota zernovyh na kornju: avtoref. dis. na soiskanie nauch. step. dokt. tehn. nauk : spec. 05.20.01 "Tehnologii i sredstva mehanizacii sel'skogo hozjajstva" / P.A. Shabanov —Cheljabinsk, 1988. — 44s.
8. Polujektov N.I. Issledovanie centrifugirovanija semennyh smesej: avtoref. dis. na soiskanie nauch. step. kand. tehn. nauk : spec. 05.20.01 "Tehnologii i sredstva mehanizacii sel'skogo hozjajstva" / N.I. Polujektov —Saratov, 1961. — 17s.
9. A.s. 1452596 SSSR, MKI3 V 07 V 13/00. Vibrofrikcionnyj jelektroseparator semjan / G.E. Maznev, S.V. Zadnichenko (SSSR). — № 3878995/29—03 ; zajavl. 21.03.88 ; opubl. 23.01.89, Bjul. №3.
10. A.s. 1251958 SSSR, MKI3 V 07 V 1/26. Sposob separacii sypuchih materialov / V.I. Tarushkin, V.N. Hrustalev, F.E. Jegel', R.H. Hajtrejdinov (SSSR). — № 3796323/29—03 ; zajavl. 24.05.87 ; opubl. 30.06.88, Bjul. № 24.
11. Mazorenko D.I. Teoretičeskoe i jeksperimental'noe issledovanie vibracionno-centrobezhnogo separatora s prostranstvennym dvizheniem osi vrashhenija rotora dlja ochistki semjan risa ot trudnootdelimyh sornjakov: dis. ... kand. tehn. nauk : 05.20.01. / Mazorenko Dmitrij Ivanovich — Har'kov, 1971. — 183s.
12. Mazorenko D.I. Puti povyšennja proizvoditel'nosti vibrocentrobezhnogo separatora s prostranstvennym dvizhenie osi vrashhenija resheta / Mazorenko D.I., Mironov P.A. // Sb. nauchn. trudov MIISP. — 1977. — T. 14. — S. 102—111.
13. Mazorenko D.I. Povyšennje jeffektivnosti raboty vibrocentrobezhnovyh separatorov na osnove opredelenija ih racional'nyh shem i parametrov / Mazorenko D.I. // Vibracii v tehnike i tehnologijah. — MOTROL – Ludlin 2008. — S. 3—12.3-60.
14. Ljubimov A.M. Vlijanie vozdušnogo potoka na srednjuju skorost' dvizhenija zerna po

- reshetu / Ljubimov A.M. // Trudy ChIMJeSH. — 1958. — № 4. — S. 291—298.
15. Matveev A.S. Separirovanie zernovoj smesi vertikal'nym vozdušnym potokom / Matveev A.S. // Mehanizacija i jelektrifikacija socialističeskogo sel'skogo hozjajstva. — 1969. — № 11. — S. 17—19.
16. Matveev A.S. K vyboru sečenija pnevmoseparirujuščego kanala / Matveev A.S. // Mehanizacija i jelektrifikacija socialističeskogo sel'skogo hozjajstva. — 1971. — № 9. — S. 26—27.
17. A.s. 153729 SSSR, MKI3 V 07 V 1/26. Barabannyj jelektričeskij separator / A.I. Mesnjashin, V.V. Ermakov, V.G. Ogurcov, N.A. Kalinin (SSSR). — № 3786725/28—04 ; zajavl. 12.05.89 ; opubl. 23.01.90, Bjul. № 3.
18. A.s. 92348 SSSR, MKI3 V 07 V 1/26. Jelektrostatičeskij klassifikator / K.S.Andreev. — №415185 ; zajavl. 1.10.84 ; opubl. 15.02.85, Bjul. №2.

THE METHODIC OF RESEARCH OF PARAMETERS OF SEPARATOR OF SEED OF THE OFFERED TYPE

Summary. In this article were developed method of research of rational diameter of the union coupling of supply of seed in a middle vertical aspiration, method of research of rational length of vertical aspirating channel of separator, method of research of the rational productivity of work of the developed separator of seed, method of research of rational diameter of bunker of faction And for a selection specifically heavy seed and method of research of the rational productivity of work of the developed separator of seed.

Key words: cage, seeds, aspiration channel.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ И ПОЛИТИЧЕСКИЙ ВЕКТОР ДВИЖЕНИЯ АНТИГЛОБАЛИСТОВ КАК ПРОТИВОДЕЙСТВИЕ НИВЕЛИРОВАНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО СУВЕРЕНИТЕТА

Кристина Машура

*Черноморский государственный университет имени Петра Могилы
54003, Украина, г. Николаев, ул. 68 десантников, 10*

Christina Mashura

*Petro Mohyla Black Sea State University
54003, Ukraine, Nikolaev st. Desantnykiv 68, 10*

Аннотация. В статье проанализировано экологический и политический вектор движения антиглобалистов в условиях мировых интеграционных процессов, в частности его роль в противодействии нивелирования государственного суверенитета стран Европейского Союза и ведущих стран мира. Проанализированы механизмы взаимодействия антиглобалистов с властными структурами, методы борьбы антиглобалистов и их основные требования. На примере образования гражданского общества в отдельно взятой стране проанализировано механизм противодействия интеграционным процессам и борьбы за интересы общины, социально-культурную идентичность, права и свободы человека и гражданина.

Ключевые слова: антиглобализм, движение антиглобалистов, глобализация, государственный и национальный суверенитет, внутренний и внешний суверенитет, глобальные процессы, Европейский Союз.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Один из главных вопросов, который поднимается в мировой общественности вот уже второе десятилетие, связан с глобальными процессами во всем мире. Глобализация носит настолько массовый характер, что почти все страны мира почувствовали на себе ее влияние. Критикой последствий глобализации занимаются представители движения антиглобалистов, которое и будет охарактеризовано в статье.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Проблемы глобализации исследовали такие ученые, в частности, как З. Бауман, Н. Бреннер, К. Валиева, Э. Гидденс, Э. Макгрю,

Г. Синягин, С. Тейлор. Вопросы антиглобализма касались работы Л. Баевой, А. Блинова, А. Исакова, С. Ле Квикса, К. Рудого, К. Эшла. Аспекты существования национального государства и проблем суверенитета в условиях глобализации были освещены в исследованиях А. Блинцова, Л. Гринина, А. Негри, А. Снегурина, М. Хардта, К. Штойера и др.

ПОСТАНОВКА ЗАДАНИЯ

Задачей этой статьи является детальный анализ движения антиглобалистов в контексте процесса нивелирования государственного суверенитета.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Глобализация – это цивилизационный процесс, который оказывает огромное влияние на политическую, экономическую, социальную и другие сферы человеческой жизни. При определении понятия «глобализация» можно выделить четыре основных вектора: определение глобализации как процесса взаимодействия между отдаленными частями мира; как распространение единых и общих для всего мира технологий, культуры, идей и ценностных ориентиров, моделей поведения и др.; глобализация как способ определения общих проблем и вызовов человечества – будь то глобальное потепление, угроза третьей мировой войны, либо проблемы стран третьего мира; как процесс возрастания всеобщих интересов во всех сферах человеческого бытия, что приводит к углублению связей и взаимозависимости стран и народов [7, с. 163]. Поэтому к процессу глобализации можно относиться по-разному.

Антагонистические позиции к каким-либо проявлением глобализации высказывают представители движения антиглобалистов. В движение антиглобалистов объединяют политические и социальные группировки, политические партии и движения, гражданские организации и объединения. Под общим понятием антиглобализм подразумевают реакционное движение философии левого толка, главной целью которого является противодействие объединению всех мировых процессов в единую форму, которая будет общей для всех государств, всех наций, всех социальных и территориальных объединений [3]. В этом определении антиглобализм рассматривается через призму его главного антитезиса – противодействие и противостояние глобальным тенденциям. Это наиболее распространенное понимание антиглобалистского движения.

Антиглобалистские настроения возникают еще в 60-х годах XX столетия после того, как коммунистическая идеология отходит на задний план во многих странах мира, но все еще существует потребность в противостоянии огромным массам капитала ведущих стран. Антиглобализм начинает объединять вокруг себя в первую очередь традиционные левые силы – коммунистические и социалистические партии, троцкистов, маоистов, анархистов, некоторые организации социал-демократов. Все эти силы объединяются в движение антиглобалистов. Это общее название общественных организаций, инициативных групп и движений, которые ведут борьбу с социальными, экономическими, политическими и экологическими последствиями глобализации.

Часть групп, которые принимают участие в движении антиглобалистов, создана специально с целью борьбы против последствий глобализации. Другие же представители антиглобалистов связаны с общественными и политическими движениями – пацифистами, экологистами, движениями солидарности со странами и народами третьего мира, леворадикальными и др. Все участники подобных движений критикуют неолиберальный вариант капитализма, международные валютные и финансовые организации, например, Всемирный банк, Международный валютный фонд, Организация экономи-

ческого сотрудничества и развития, Всемирная торговая организация; международные договоры о свободе торговли, политические и экономические встречи и конференции.

Предшественниками движения антиглобалистов является Сапатистская армия национального освобождения. 1 января 1994 года вступило в силу соглашение о свободной торговле в Северной Америке. Это соглашение подписали США, Мексика и Канада, и с этого момента была создана организация – НАФТА. В этот день произошло восстание индейцев штата Чапас в Мексике под руководством субкоманданте Маркоса. Он обратился ко всем известным людям мира, заявляя о смерти транснациональных корпораций и о будущей четвертой мировой войне [13]. Таким образом, была создана Сапатистская армия национального освобождения, а в апреле 2001 года Маркос возглавил мирное шествие на Мехико. К шествию присоединились Габриэль Гарсия Маркес, Оливер Стоун, редактор «Монд Дипломатик» Игнасио Рамоне, некоторые депутаты Европарламента. В конце июля 1996 года в штате Чапас произошла историческая встреча более чем 3000 активистов из 42 стран пяти континентов, которые обговаривали борьбу против неолиберализма в глобальном масштабе [15]. Между властью и представителями общины идут результативные переговоры, обе стороны идут на уступки, в частности, в 2000 году мексиканской властью было провозглашено постепенное закрытие всех военных баз в штате Чапас, а представителями общины была высказана готовность вести переговоры с властью, так как главной целью Сапатистской армии было прекращение вооруженной борьбы и решение конфликта мирным путем. С 2001 года правительство Мексики начало работу над законопроектом о правах и культуре индейцев. В ходе конституционной реформы касательно прав и культуры индейцев в 2001 году только часть требований протестующих было удовлетворено, поэтому противоречия между властью и представителями общины существуют и сейчас [10, с. 413].

Борьба мексиканских революционеров стала ярким примером функционирования гражданского общества, которому по силу противостоять каким-либо глобальным пре-

образованиям и сохранить собственную идентичность, культуру и ценности. Именно гражданское общество в рамках государства может противостоять негативным тенденциям глобализации, аккумулируя в себе не только представителей движения антиглобалистов, а также государственные объединения и организации, политические партии и движения, обычных граждан, которые не хотят видеть исчезновение их государства и народа. В данном случае национальное государство – это самый эффективный политический инструмент разрешения этнических, религиозных и культурных проблем в обществе, которые связаны с различными проявлениями нетерпимости и экстремистскими настроениями.

Принято считать, что антиглобализм впервые появился во Франции. В июне 1998 года несколько французских изданий, общественных ассоциаций и профсоюзов объединились в Ассоциацию граждан за налогообложение финансовых операций «АТТАК-Франция». Главным требованием АТТАК является установление «Налога Тобина». Это налог, который в 1972 году предложил нобелевский лауреат Джеймс Тобин, сущность которого в том, что 0,1% от всех финансовых операций направляется на борьбу с бедностью и на поддержку экономик стран третьего мира [14]. Даже если бы этот налог составил 0,05%, то это позволило бы ежегодно собирать более 150 млрд. дол., что и обеспечило бы перераспределение денег между развитыми и развивающимися странами. В 2001 году конгрессмен-демократ Питер де Фацио из США предложил обсудить в Конгрессе США проект закона о введении «Налога Тобина» на рассмотрение в Европарламенте. Однако дальнейшего рассмотрения не последовало [6, с. 53].

В 2001-2002 годах правительство Бельгии также подняло вопрос касательно того, что закон о «Налоге Тобина» должен быть рассмотрен на заседании Европарламента. На основе этого начали возникать множество общественных организаций и движений, которые выступают с общей целью – поставить на порядок дня вопрос о бедности в третьих странах мира и капитализации основных мировых лидеров, которые зачастую используют ресурсы тех же самых третьих стран. Та-

ким образом, тенденции антиглобализма начали распространяться по всей Европе и среди стран Америки.

Одна из главных форм движения антиглобалистов – это акции протеста, которые носят массовый характер. Они сопровождаются шествиями и митингами; за последние 15 лет нельзя вспомнить собрание Большой Восьмерки без ярких акций протеста, которые часто приводили к стычкам с правоохранительными органами, массовым побоищам. Редко такие акции можно характеризовать как мирные. В 1998 году в качестве децентрализованной сети инициатив противостояния против «свободной торговли» и ВТО была создана организация «Глобальное действие народов» [6, с. 54]. На сегодняшнем этапе существования движения антиглобалистов марши протеста проводятся не одной отдельной организацией, а коалицией групп. Такие выступления организуются общими комитетами, которые создаются из представителей той или иной организации, решения принимаются по принципу общего согласия. При этом отсутствует какая-либо иерархия в структуре, все равны перед другом и у всех одна цель.

При активном использовании Интернет-технологий встречи представителей антиглобалистов для обсуждения акций протеста не являются необходимым – договоренности происходят посредством электронной почты, форумов антиглобалистов, видеоконференций и др. Тем самым антиглобалисты не затрачивают финансовые средства на подготовку акций протеста, главное их оружие – они сами и их сплоченность. Еще в 1999 году во время очередных акций в Сиэтле, США, был создан своеобразный орган массовой информации антиглобалистов – «Индимедиа» – система электронного обмена информацией и планами, который на данный момент превратился в своеобразную базу данных всех сил сопротивления глобальным процессам [10, с. 404].

Основными субъектами движения антиглобалистов являются общественные, неправительственные или политические группы и ассоциации. Характер действия этих групп может быть различным – от местного (локального), регионального до национального и международного. Объект деятельности

этих групп может также различаться – от местных вопросов, которые беспокоят конкретный регион до глобальных проблем в масштабах мирового сообщества. Например, в состав «Социального форума Генуи», который организовал акции протеста в 2001 году на встрече Большой Восьмерки, вошло более 500 разнообразных групп. Среди участников акций протеста были пацифистские, правозащитные, общественные, антивоенные, экологические, женские, студенческие и молодежные организации, представители религиозных групп, группы солидарности, профсоюзы и другие объединения.

На сегодняшний день актуальным становится вопрос о существовании государственности, национального и государственного суверенитета в условиях все более нарастающих темпов интеграционных процессов. На первый план политической и международной деятельности выходят международные организации и объединения, в которых главную роль играют ведущие страны мира, а интересы менее развитых стран не учитываются. Экономически развитые страны имеют влияние над менее развитыми, тем самым покоряя их волю своей, что и является камнем преткновения в вопросе дальнейшей актуальности сохранения такого понятия как национальный суверенитет. Нужен ли национальный суверенитет государству, или в условиях глобализации он утратил свое содержание и деактуализировался? С активной точкой зрения выступают представители движения антиглобалистов – они выступают за сохранения национального суверенитета, против негативных последствий глобализации, которые и рушат четкие границы и функции государства. В условиях существования таких объединений как Европейский Союз сразу разграничиваются две группы государств-членов – первая, от мнения которых зависит вектор политической и экономической деятельности ЕС, и вторая, мнение которых не столь весомое и которые подстраиваются под лидирующее большинство. Одно из предложений антиглобалистов заключается в том, чтобы сохранить сильное национальное государство со своими традициями, культурой, идентичностью, задание которого состоит в проведении разумной

внутренней политики, а не внешние ориентиры.

Еще в XX веке член Римского клуба А. Печчеи утверждал, что в эпоху глобальных преобразований главным препятствием к преодолению проблем интегрированного общества будет существование суверенного государства [10, с. 408]. Мы не можем предположить, что США станут не суверенным государством, а именно они выступают во главе глобальных процессов. Государственный суверенитет США неприкасаемый, однако, также мы не можем представить себе единый Европейский Союз, который будет действовать во внешней и внутренней политике как единое государство. В ЕС существуют множество споров среди его членов, которые и за экономическими, и за культурными, и за религиозными показателями не является однородными. Суверенитет в его традиционной форме утратил свою гибкость, перестал быть эффективным, по мнению представителей Римского клуба, в решении важных заданий, уступая свои функции новым центрам власти – корпорациям и экономическим объединениям.

Представители Римского клуба еще в 70-х годах XX столетия заявили о неспособности национального государства противостоять всем последствиям глобальных процессов, их проблемам и вызовам. Представители антиглобалистов показывают, что еще не все потеряно в отстаивании интересов государства и его жителей. На примере общины штата Чапас было продемонстрировано, что интересы гражданского общества должны ставиться на первый план, а коалиция с государствами-соседями не должна мешать внутренней политике государства.

Профессор политологии Дьюкского университета, США, Р. Кеохейн отмечает возрастающую роль надгосударственных структур в процессе принятия решений. Ярким примером этого является Европейский Союз. В связи с этим Кеохейн утверждает, что государства частично теряют свой суверенитет. Это проявляется у слабых государств, которые используют суверенитет только как способ ведения переговоров. Альтернативой нивелирования национального суверенитета, по мнению Кеохейна, является усиление роли сетевых структур в межнациональном го-

сударстве [10, с. 365]. Примером подобных структур могут служить альтернативные движения, экологисты, объединения ученых и др.

Глобализация в отдельных сферах общественного бытия приводит к нивелированию государственного суверенитета. Так, в ходе единой глобальной экономики нивелируется малый и средний бизнес, на первый план выходят большие транснациональные корпорации, что в дальнейшем приводит к исчезновению границ, свободного передвижения капиталов и товаров. Сегодня наблюдается тенденция увеличения количества правительственных и неправительственных организаций, претендующих на эквивалентный статус с национальными государствами или даже превосходя в некоторой степени их [12]. Глобальные экологические проблемы приводят к тому, что государство не может действовать в его внутренней и внешней политике автономно, оно должно принимать во внимание влияние экологических проблем на весь мир, поэтому совместные усилия группы стран должны регулировать экологический вектор деятельности всех стран мира. Также, в ходе глобальных преобразований происходят изменения в сознании людей, которые в меньшей степени соотносят себя с государством, и которым присуща космополитическая идеология. Все это является следствием культурной глобализации. Однако, даже при распространении идеологии глобализации во всем мире, существуют очаги национальных культур, которые не может погасить глобализация – так, представители Страны Басков никогда не примут американских веяний в культуре, будут бороться за свою автономность, что скорее всего приведет к образованию нового государства на карте Европы.

Другой подход к проблемам национального суверенитета заключается в том, что глобальные преобразования не уменьшают значение суверенитета государства, качественно не влияют на него. В ходе истории слабые государства всегда находились под влиянием сильных держав [1, с. 91]. Усиление интеграционных процессов не приводит к уменьшению количества государств. Даже в рамках Европейского Союза тенденции к

образованию новых государств не свелись на нет.

Однако, на сегодняшний день сохраняются прецеденты вмешательства во внутренние дела слабого государства ее сильным соседом или международной организацией. Это ставит под вопрос саму идею суверенитета как такую. Подобное вмешательство зачастую идет под эгидой наблюдательной деятельности касательно прав и свобод человека и гражданина. Но где та черта, которую нельзя перейти государству-соседу или международной организации в его вмешательстве во внутреннюю политику другого государства? Таким образом, принцип невмешательства вступает в разногласие с принципом законного вмешательства мировой общности во внутренние дела государства.

Можно выделить ряд факторов, влияющих на процессы «размытия» государственного суверенитета:

- государственные границы становятся транспортными и не являются барьером для потока капиталов, товарообмена и обмена информацией;

- новые актеры появляются на мировой арене, такие как международные организации, гражданские объединения, ТНК, неправительственные организации и др.;

- регионы в середине государства стремятся к обретению больших прав и свобод, распространяются сепаратистские тенденции;

- проявляется противоречие между соблюдением прав человека и принципом невмешательства во внутренние дела другого государства;

- формирование нового типа мышления – космополитического человека, который выходит за рамки национальной общины [10, с. 384].

ВЫВОДЫ

Таким образом, процесс «размытия» государственного суверенитета происходит во многих странах, подверженных глобальным тенденциям. Противостоять данному процессу может лишь нация, народ, население того или иного государства, целью которого является сохранение национальной идентичности, свободы и прав в обществе. Построение гражданского общества в государстве может стать на пути уничтожения государ-

ственного суверенитета. Важную роль в противостоянии глобализации начало играть движение антиглобалистов. На примере штата Чапас мы увидели, что взаимодействие между гражданским обществом и властью может привести к позитивным результатам, в частности, к выявлению негативных последствий глобализации, борьбе с этими последствиями. Антиглобалисты в данном случае выступают активными борцами за сохранение национального государства. Конечно, методы борьбы не всегда оправдывают цель, однако, механизмы взаимодействия между различными группировками антиглобалистов совершенствуются, акции протеста носят более мирный и массовый характер, нежели это было 10 лет назад. В статье мы охарактеризовали основные проблемы, с которыми столкнулось современное национальное государство, показали, какую роль играет социально активное население, в частности движение антиглобалистов, во внутренней и внешней политики государства и как оно может влиять на сохранение государственного суверенитета.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Bauman Z. Globalizacija. Posledstvija dlja cheloveka i obshhestva / Z. Bauman / Per. s angl. – M.: Izdatel'stvo «Ves' mir», 2004. – 188 s.
2. Blinov A. S. Nacional'noe gosudarstvo v uslovijah globalizacii: kontury postroenija politiko-pravovoj modeli formirujushhego-sja global'nogo porjadka. /A. S. Blinov. – M.: Maks press, 2003. – 150 s.
3. Gavrish O. Antiglobalizm – priznak ob#-edinenija mirovoj jekonomiki // Zerkalo ne-deli, №28, 27 ijulja 2002 [Jelektronnyj re-surs] / Rezhim dostupa k resursu: http://zn.ua/economics/antiglobalizm_priznak_obedineniya_mirovoy_ekonomiki-29029.html
4. Ganin O.N. Gosudarstvo v uslovijah globalizacii // Fundamental'nye issledovanija, 2005. – № 2. – S. 91-93.
5. Grinin L.E. Globalizacija i nacional'-nyj severenitet // Istorija i sovremennost', 2005. – № 1. – S. 6-31.
6. Isakov A. Antiglobalizm segodnja i zavtra // Obozrevatel' – observer, 2007. – № 7. – S. 52-58.
7. Krasikov S.A. Globalizacija: politiche-skie riski otkrytosti // Polis, 2008. – № 2. – S. 162-170.
8. Kundrikova E.V. Mesto i rol' nacional'-nogo gosudarstva v uslovijah globalizacii // social'no-gumanitarnye znanija. - 2009. - №4. - S. 319-326.
9. Pisarenko S. Derzhavnij, nacional'nij, narodnij suverenitet v umovah globalizacii // viche, [elektronnyj resurs] – rezhim dostupu: <http://www.viche.info/journal/2546/>
10. Politika evropejs'koï integracii / pid red. V.G. Voronkovoï – K.: Vid. «Profesional», 2007. – 512 s.
11. Hardt M., Negri A. Imperija / per. S angl., pod red. G.V. Kamenskoj, M.S. Feti-sova. – M.: Praksis, 2004. – 440 s.12. Daboub A. J., Calton J. M. World Trade and Anti-globalization: Ethical Implication [Jelektronnyj resurs] / A. J. Daboub, J. M. Calton / Texas A&M International University, 2002. – Rezhim dostupa k resursu: <http://blue.utb.edu/business/research/DaboubWorldTrade.pdf>
13. Escobar A. Beyond the Third World: Imperial Globality, Global Coloniality, and Anti-globalization Social Movement [Jelektronnyj resurs] / A. Escobar / Rezhim dostupa k resursu: <http://www.nd.edu/~druccio/Escobar.pdf>
14. McGrew A. Globalization and Global Politics [Jelektronnyj resurs] / A. McGrew / Rezhim dostupa k resursu: [https://pure.strath.ac.uk/portal/en/publications/globalization-and-global-politics\(8117079a-fd33-49b7-a50d-66259698d300\)/export.html](https://pure.strath.ac.uk/portal/en/publications/globalization-and-global-politics(8117079a-fd33-49b7-a50d-66259698d300)/export.html)
15. Zapatista army of national liberation [Jelektronnyj resurs] / Rezhim dostupa k resursu: http://en.wikipedia.org/wiki/zapatista_army_of_national_liberation

ECOLOGICAL AND POLITICAL ASPECTS OF ANTI-GLOBALIZATION MOVEMENT AS RESISTANCE TO STATE SOVEREIGNTY'S DESTRUCTION

Summary. The paper analyzes the ecological and political aspects of anti-globalization movement within world integration process, in particular, its' role in the resistance to state sovereignty's destruction in the European Union's state-members and other leading countries. The author describes the mechanism of anti-

globalist's cooperation with power, methods of struggle, and main demands of anti-globalists. On the example of civil society it is shown the mechanism of resistance to integration process and struggle for interests, social and cultural identity, rights and freedoms of human and citizens.

Key words: anti-globalization, anti-globalization movement, globalization, state and national sovereignty, internal and external sovereignty, global process, European Union.

МЕСТО МОЛОДЕЖИ В ГОСУДАРСТВЕННОЙ МОЛОДЕЖНОЙ ПОЛИТИКЕ УКРАИНЫ

Анна Коваль

*Черноморский государственный университет имени Петра Могилы
54003, Украина, г. Николаев, ул. 68 десантников, 10*

Ganna Koval

*Petro Mohyla Black Sea State University
54003, Ukraine, Nikolaev st. Desantnykiv 68, 10*

Аннотация. В статье рассмотрены общие подходы к понятию «молодежь», обозначены специфические особенности этой категории населения в процессе государственного строительства в Украине, а также рассмотрена молодежь как неотъемлемая часть государственной молодежной политики.

Ключевые слова: молодежь, задачи, процессы государственного строительства, страна, экономический успех, общество, демократическое государство.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Сегодня мы имеем большое количество научных трудов, посвященных исследованию государственной молодежной политики и роли молодежи в процессах государственного строительства. В связи с этим, заслуживает внимания вопрос о молодежи как неотъемлемой части государственной молодежной политики, выяснения внимания исследователей к сущности этой категории населения государства.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Исследованию государственной молодежной политики, привлечению молодежи к процессам создания государства уделено внимание в значительном количестве работ отечественных и зарубежных ученых. Среди современных украинских ученых следует выделить труды таких исследователей как: Н. Головатого, В. Головенко, М. Кербаль, А. Коваль, В. Кулика и других. Среди фундаментальных исследований в области молодежной политики можно выделить работы В. Бебик, М. Перепелицы и других.

Среди современных зарубежных исследователей проблемам реализации государственной молодежной политики, участия мо-

лодежи в процессах государственного строительства можно выделить работы Ю. Волкова, В. Добренькова, И. Ильинского, А. Ковалевой, В. Лукова, И. Савченко.

ФОРМУЛИРОВКА ЦЕЛИ СТАТЬИ

Учитывая вышесказанное, целью данной статьи является выяснение содержания понятия «молодежь», определение специфических особенностей этой части социума и освещение общих аспектов молодежи как неотъемлемой части государственной молодежной политики Украины.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА ИССЛЕДОВАНИЯ

В жизни всех стран мира важную, а иногда, и особенно в переломные моменты истории, главную роль играет молодежь. В то же время, она является одной из самых незащищенных, уязвимых слоев общества. На сороковой сессии Генеральной Ассамблеи ООН было заявлено, что молодые люди играют двойную, с первого взгляда, противоречивую роль: с одной стороны, они активно способствуют процессу социальных изменений, а с другой - становятся его жертвами. Поэтому общество должно постоянно уделять внимание подрастающему поколению, способствовать его социальной адаптации.

Молодежь всегда была активной и творческой силой общества. Молодым людям предстоит реализовывать начатые в нашем государстве реформы и развить их до уровня системных социально-экономических преобразований. Поэтому государство, определяя пути становления и развития общества, ориентируется прежде всего на молодежь, чьи потенциал и знания могут стать залогом прогрессивного развития государства [7, с.181].

Молодежь всегда олицетворяла будущее общества. Ведь она не является пассивным наблюдателем процессов и изменений, происходящих в обществе, а всегда стремится активно участвовать в этих процессах. Именно это, по словам А.Карнауха, и делает ее «основной движущей силой прогрессивного общественно-политического развития на этапе становления украинской политической нации» [6, с.64].

Молодежь традиционно рассматривается в науке как большая социально-демографическая группа, выделенная на основе совокупности возрастных характеристик, особенностей социального положения и таких, которые обусловлены теми или иными социально-психологическими качествами. Поэтому молодежь, как социально-демографическая группа, находится на стадии становления социальной и психофизиологической зрелости и адаптации к выполнению социальных ролей взрослых.

В современных условиях украинская молодежь является одной из наиболее уязвимых слоев населения в экономическом и социально-правовом аспекте, чья жизнь подвергается угрозе, а благополучие не соответствует минимальным стандартам.

Молодое поколение живет в условиях повышенной социальной напряженности и психологического дискомфорта, и как следствие этого, в молодежной среде распространяются наркомания, токсикомания, алкоголизм, проституция и другие негативные явления, которые влияют на физическое и психологическое состояние здоровья не только самого индивида, но и на общество в целом.

Первичным пунктом разработки любой стратегии государственной молодежной политики является определение понятия «молодежь», выступающего объектом молодежной политики.

Вопросам о сущности понятия «молодежь» и ее возрастных границ посвящены работы украинских ученых, а именно: Н.Головатого, В.Головонька, А.Карнауха, В.Кулика, С.Литвинчук, М.Пирен, М.Перепилицы [3; 5; 10; 11; 14; 15]. Эти ученые в целом исследовали проблему формирования и реализации молодежной политики, а также вопросы профессиональной со-

циализации молодого поколения. Г.Приходько изучает влияние рыночных факторов на социальную активность молодежи. Е.Головаха, на основе исследований, проведенных Институтом социологии НАН Украины, анализирует отношение к власти и политический выбор молодежи, выделяя при этом отдельную категорию молодежи в возрасте до 22 лет, которая проходит первичную социализацию в условиях первичной семьи и учебной деятельности. Н.Головатий и Ю.Криворучко считают, что примерно с 14 лет личность начинает осознавать свои социальные связи и свое место в обществе [4; 8; 9]. До 18 лет практически завершается формирование основных психофизических особенностей человека, а к 24 годам заканчиваются процессы роста в организме человека и формируется социальный статус человека, который связан в Украине с получением на это время образования, демобилизации из Вооруженных Сил Украины (армии) и приобретением профессиональных знаний. Н.Панина и Н.Головатый делают акцент на вопросах социализации молодежи, как части общества с точки зрения общественного развития. Молодежь – продукт истории и определенной культуры и одновременно их движущая сила и фактор изменений, социальная ценность как часть различных классов, социальных слоев и наций [12; 2].

Учитывая вышесказанное и на основе проанализированных подходов, нами предлагается следующее определение: молодежь – это социально-демографическая группа общества, которая переживает период становления социальной зрелости, адаптации к миру взрослых, экономических, политических, культурных, нравственных изменений в государстве и постоянно пополняет экономически и политически активное население страны.

Как специфическая социально-демографическая группа, молодежь характеризуется не только возрастными границами, но и местом, которое она занимает в социальной структуре общества, особенностями социального становления и развития. Это, с одной стороны, отличает молодежь от других возрастных социальных групп общества, а с другой - позволяет ей объективно занимать совершенно своеобразное место и иг-

рать определенную роль во всех сферах жизнедеятельности государства [1].

Стратегической задачей государства в процессе социализации молодежи является обеспечение возможностей для каждой молодой личности, получение равного доступа к информационным ресурсам, которые открывают новые перспективы для развития и профессионального становления личности в современном мире, ее положительной информационной социализации, к качественному образованию, медицинским услугам, рабочему месту, спорта, досуга, которые накопило человечество за свою вековую историю.

Современное состояние украинского общества отражает объективную необходимость рассматривать молодежь как неотъемлемую часть социальной системы, которая выполняет особую роль в процессе развития человечества.

Молодежь, как органическая часть общества, на каждом этапе его развития выполняет интеграционные функции, объединяя и развивая опыт предыдущих поколений, способствуя социальному прогрессу. Важной функцией молодежи является трансформация из прошлого в будущее культурного и исторического наследия всего человечества в условиях естественного развития социальной системы. Молодой человек чувствует отношение к себе и своим потребностям путем внедрения молодежной политики. Если в результате осуществления государственной молодежной политики создаются необходимые условия, предоставляются достаточные гарантии для социального становления и развития молодого поколения, то оно будет способно и будет иметь желание направлять свой потенциал в соответствии с интересами общества. Недостаток такой политики или ее неадекватное проведение, как отмечает Н. Головатый, приводит к серьезным кризисным явлениям в молодежной среде, в частности и во всем обществе в целом [3].

Одной из главных задач государственной молодежной политики, по мнению В. Горбатенко, должны стать: создание необходимых условий для укрепления гарантий обеспечения прав и свобод молодых граждан, помощь молодым людям в реализации и самореализации их творческих возможностей и инициатив, привлечение молодежи к

активному участию в экономическом развитии Украины, предоставление государством каждому человеку социальных услуг по обучению, духовного и физического воспитания, социальной защиты групп молодежи, неспособных самостоятельно решать собственные проблемы или хотя бы облегчить свою жизнь.

О важности участия молодежи в процессах создания государства и национального развития подчеркивало много отечественных и зарубежных ученых, мыслителей и государственных деятелей. Так выдающийся украинский ученый и государственный деятель М. Грушевский называл одной из главных задач национального возрождения Украины воспитание молодого поколения, национальной интеллигенции как творческого начала, двигателя духовного развития. Ученый отмечал, что молодежь - это будущее нации и именно ей принадлежит решающая роль в деле духовного обновления нации, привнесение в украинскую жизнь интеллигентности, принципиальности, идейности. Когда молодежь "... сильная, живая, энергичная, таит в себе задатки будущей плодотворной и творческой деятельности - она должна в определенной мере выделяться со старых протертых, натоптанных дорог", подчеркивал М. Грушевский [8]. Поэтому развитие демократического государства с современной социальной направленной экономикой будет эффективно только при активном участии молодежи, ведь творческий потенциал и социальный ресурс является одним из важнейших основ модернизации общества.

Следует отметить, что в разработке эффективной государственной молодежной политики важную роль играет определение сути и содержания процессов жизненного самоопределения молодого человека.

Итак, на основе проведенного анализа, можно утверждать, что молодежь является движущей силой прогресса развития общества, требует участия всех элементов социальной системы в формировании и направлении процесса развития, а молодое поколение имеет как первичные, так и вторичные его особенности. К первичным (основным) относятся физиологические, психологические, возрастные и социальные характеристики. Вторичные (второстепенные) выте-

кают из первичных и зависят от вида общественно полезной деятельности, места жительства, социального статуса человека.

Государственная молодежная политика Украины является приоритетным направлением деятельности государства и должна осуществляться в интересах молодежи, общества и украинского государства в целом. Молодежь, осознавая тот факт, что перед ней стоят важные задачи, имеет возможность строить ту страну, которая наиболее точно соответствует их видению и современным понятиям [13, с. 4].

ВЫВОДЫ

Ученые достаточно активно занимаются разработкой проблематики, связанной с государственной молодежной политикой, места молодежи в процессах строительства демократического государства в Украине, ведь молодежная политика сегодня рассматривается как приоритетное направление государственной политики Украины вообще.

Перспективы дальнейших исследований в данном направлении заключаются в дальнейших научных исследованиях в сфере государственной молодежной политики и места молодого поколения в процессе строительства демократического государства Украины, ведь молодежь - неотъемлемая часть государственной молодежной политики, а сам процесс становления общества на принципиально новых началах предполагает и перестройку представления о роли молодежи в этом обществе.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Bepaл'ko A. V. Social'naja pedagogika v shemah i tablicah. Uchebnoe posobie. - M.: Finansy, 2003. - 220 s.
2. Volkov Ju.G., Dobren'kov V.I. Sociologija molodezhi. - Rostov-n / D: Feniks, 2001. - 576 s.
3. Golovatyj N.F. Molodezhnaja politika v Ukraine: problemy obnovlenija / / Ukr. nauk. opyt. In-t problem molodezhi. - K.: Naukova dumka. -1993. - S. 6-10.
4. Golovaha E. I. "Zhiznennaja perspektiva i professional'noe samoopredelenie molo-dezhi" [Jelektronnyj resurs] - Rezhim dostu-pa: <http://i-soc.com.ua/institute/golovaha.php>. - Nazvanie s jekrana.

5. Golovushka V.A. Ukrainское molodezhnoe dvizhenie v XXI v. / Ukr. NII problem molodezhi. - M.: A.L.D., 1997. - 158 s.
6. Karnauh A. Problemy molodezhnoj poli-tiki v sovremennoj Ukraine / / Politiche-skij menedzhment. - 2005. - № 4 (13). - S. 63-69.
7. Alevtina Kiktenko. Место инженера-педагога в современном мире // MOTROL. MOTORYZACJA I ENERGETYKA ROLNICTWA. - LUBLIN - Tom 13 A, 99 - 106.
8. Koval' G. V., Ostapjuk A. A. Privlechenie molodezhi k processam sozdanija gosudarstva v Ukraine. Sovremennaja ukrainskaja politika. M.: Izd-vo «Ukrainskij centr politiche-skogo menedzhmenta», 2010. - 345 s.
9. Krivoruchko Ju. Molodezh' kak obshhestvennyj faktor formirovanija grazhdanskogo obshhestva Ukrainy / / Grazhdanskoe obshhestvo kak osushhestvlenie svobody: central'no-vostochnoevropejskij opyt / Pod red. A. Karasja. - L., 1999. - S. 309-316.
10. Kulik V. i dr.. Molodaja Ukraina: sovremennoe molodezhnoe dvizhenie i neformal'naja iniciativa. - M.: Centr issledovanija problem grazhdanskogo obshhestva, 2000. - 460 s.
11. Litvinchuk Svetlana. Модульно-компетентнісний підхід до навчання у вищій школі мире // MOTROL. MOTORYZACJA I ENERGETYKA ROLNICTWA. - LUBLIN - Tom 13 A, 91-98.
12. Lukov V.A. Koncepcija i strategija realizacii gos.molodezhnoj politiki v municipal'nom obrazovanii goroda Bratska na 2008-2012 gody: Innovacionnye modeli i formy optimizacii social'nogo partnerstva municipal'noj vlasti i mestnogo soobshhestva molodyh bratchan: [Tekst] sb. nauch.-metod. materialov / Val. A. Lukov, Ju. L. Vorob'ev, A.V. Doskal'chuk i dr.; Pod red. Ju.L. Vorob'eva, Val. A. Lukova. - Bratsk: Filial Irkut. gos. un-ta v g. Bratske, 2007. - 192 s.
13. Panina N. Molodezh' Ukrainy: struktura cennostej, social'noe samochuvstvie i moral'no psihologicheskoe sostojanie v uslovijah total'noj anomii / / Sociologija: teorija, metody, marketing. - 2001. - № 1. - S. 41 - 48.
14. Perepelica M. P. Gosudarstvennaja molodezhnaja politika v Ukraine / Ukrainskij institut social'nogo issledovanija. Red. M.M. Il'jash. - K.: B.V. - 2001. - 242 s.

15. Piren M.I. Osnovy politicheskoy psi-hologii: Uchebnoe posobie. - K.: Millenium, 2003. - S. 217 - 218.

PLACE OF YOUTH IN THE UKRAINIAN STATE YOUTH POLICY

Summary. The article outlines the general approaches to the definition of the notion "youth", specific characteristics of this category of population in the process of state formation in Ukraine are indicated, the youth as an integral part of the state youth policy and its place in the youth policy of Ukraine are considered.

Key words: youth, task, processes of state formation, country, economic success, society, democratic state, youth policy, Ukraine.

МЕДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АКТИВИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМЕ РАЗВИТИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО КАПИТАЛА

Марина Бургман

Классический приватный университет

69002, Украина, г. Запорожье, ул. Жуковского, 70 Б

Maryna Burgman

Classic Private University

69002, Ukraine, Zaporozhye, st. Zhukovsky, 70 B

Аннотация. В статье предложены методологические аспекты активизации инвестиционных процессов в системе развития человеческого капитала; исследованы основные элементы системы формирования и эффективного использования человеческого капитала, обобщена классификация основных видов инвестиций в человеческий капитал которая объединяет теории различных ученых.

Ключевые слова: человеческий капитал, развитие человеческого капитала, формирование использования человеческого капитала, инвестиции в человеческий капитал.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Исследовать основные элементы системы формирования и эффективного использования человеческого капитала, с целью выявления рычагов активизации инвестиционных процессов в данной сфере.

ВВЕДЕНИЕ

На новом этапе развития экономики Украины возрастает роль человека, его творческого потенциала в общественном производстве, объективно обуславливает необходимость совершенствования качественных характеристик человеческого капитала.

Инвестирование в человеческий капитал - первичное условие и важнейшая предпосылка его формирования, оно является приоритетным, вследствие того, что основным фактором конкурентного преимущества как фирм, так и экономики государства, становится не просто работник, а высококвалифицированный специалист, умеющий эффективно использовать в своей деятельности современные знания и новые технологии. Это обуславливает актуальность исследования всех аспектов воспроизводства человеческо-

го капитала в контексте влияния на развитие экономики, особенно в условиях ее трансформационных преобразований, перехода к новым технологическим укладам и усилению мировых интеграционных процессов.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Предпосылки к возникновению и разработке теории человеческого капитала были заложены в трудах классиков политической экономии и их последователей - Л. Вальраса, Дж.М. Кларка, Г. Маклеода, Т.Мальтуса, К.Маркса, А. Маршалла, Дж. Милля, В.Пети, Д.Рикардо, А.Смита и других.

Современное формирование концепции человеческого капитала и выделения её в качестве самостоятельного течения мировой экономической мысли произошло во второй половине XX столетия и неразрывно связано с работами Г. Беккера, М. Блауга, У. Боуэна, Э. Денисона, Дж. Кендрика, Ф. Махлупа, Г. Псахаропулоса, Л.Туроу, Э.Уилсона, Т.Шульца.

Исследованием проблемы инвестирования в человеческий капитал отводится ведущее место в научных работах отечественных ученых: Д. П. Богини, А.С. Гальчинского, О. Гришновой, С. Кваши, А. Колота, М. Критского, П. Лайка, Е. Либановой, В. Оникиенко, О.Онищенко, П.Саблука и др.

В российской экономической науке интерес к теории человеческого капитала появился в 1990-х годах и в начале не получил должного признания, а отдельные публикации носили только критический характер - Р. Капелюшников, В. Марцинкевич, А. Дайновский. Однако в последнее время начался всплеск работ посвященных проблемам воспроизводства человеческого капитала, это исследование А. Добрынина, С. Дятлова, И.

Ильинского, М. Критского, С. Курганского, И. Цапенко, Г. Колесникова, Е. Головановой и других.

ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Переход к новым технологиям требует значительных затрат, связанных с обновлением знаний. Формальное образование уже давно не является единственным и достаточным методом подготовки рабочей силы.

Получение диплома и начало трудовой деятельности - это не завершение процесса обучения, а, как правило, окончание его общей, предварительной стадии и начало более специализированного и длительного процесса приобретения профессиональной квалификации. Поэтому необходимость развития системы непрерывного образования и постоянной переподготовки людей в настоящее время сомнений не вызывает. Довольно часто переподготовить работника является выгоднее, чем заменить его. Инвестиции в человека, рассматриваются в широком смысле, считаются менее рентабельными, чем инвестиции в физический капитал. Инвестиции в человека в развитых странах мира в отношении производственных инвестиций последние десятилетия неуклонно растут.

Период наиболее динамичного развития сферы образования приходится на 60-80-е годы. В начале 80-х годов инвестиции в образование выросли в Англии, США в 3 раза, ФРГ и Японии - 4, во Франции - в 5,5 раза. Развитые страны в 70-80-е годы тратили на образование до 9% ВВП. В начале 90-х годов доля расходов на образование от ВВП составляла: во Франции - 7,1%, в Японии - 6,3%, в США - 6,1%, в ФРГ - 4,5%. В расчете на каждого школьника в США тратят 3572 долл. в год. [2, с. 115].

В настоящее время наиболее развитые страны тратят более 10% национального дохода на нужды образования, которое занимает первое место среди статей расходов, а страны со средним уровнем развития - 4-7% [5, с. 45]. Это тот порог эффективности, который позволяет обеспечивать экономический рост на инновационной основе. Снижение объема инвестиций, ухудшение их качества неизбежно приводят к ухудшению экономических показателей страны. Например,

с 1982 по 1990 гг. расходы на образование в США выросли в 1,76 раза.

На наш взгляд очень верно заметил президент Гарвардского университета Дерек Бок: «Если вы считаете, что образование слишком дорого, попробуйте посчитать, сколько стоит невежество» [2, с. 116].

Компании США также тратят миллиарды долларов на подготовку и переподготовку кадров. В 2000 г., например, переподготовку прошли 62% всех специалистов и техников, 50% менеджеров, 37-40%) конторских служащих, 27% квалифицированных рабочих.

В Украину диапазон отчислений на переподготовку и повышение квалификации кадров составляет сегодня 0,3 - 0,8% выплаченной заработной платы. По мнению же специалистов, чтобы осуществлять нормальное воспроизводство рабочей силы нашей страны и подтягивать работников до надлежащего уровня квалификации, работодатель должен тратить не менее 1%, а чтобы развиваться - уже 1,5%.

Также нужно учитывать, что падение уровня и углубление имущественного расслоения снизили возможность большей части населения осуществлять инвестиции в основные компоненты индивидуального человеческого капитала за счет собственных средств.

Инвестиции в человеческий капитал - это затраты не только на его образование, профессиональную подготовку, приобретение трудового опыта, улучшение здоровья, но и на миграцию людей, на поиски работы. В первом случае повышается качество работника как ресурса, растут знания, улучшается здоровье, иначе говоря, увеличивается запас данного производственного фактора. Во втором - растет рыночная цена, облегчается реализация человеческого капитала на рынке труда.

Следует подчеркнуть, что не всякие вложения в человека могут быть признаны инвестициями в человеческий капитал, а лишь те, которые морально оправданы и целесообразны.

Сформированный посредством инвестиций человеческий капитал является системой ценностей, качеств, воплощенных в человеке, которые не могут быть скопированы и воспроизведены в другом месте. Несмотря

на такую низкую ликвидность человеческого капитала, обусловленной тем, что он неотделим от личности своего владельца, а значит, не является товаром, характеризуется качественным непостоянством; инвестиции в формирование и развитие человеческого капитала отличает высокая степень риска, гораздо больше, чем для вещественного капитала, поскольку риск, связанный с вложениями в человеческий капитал практически не может быть застрахован.

Степень риска повышается учитывая, что инвестиционный период человеческого капитала может достигать двадцати лет и более, в то время как для физического капитала этот показатель составляет в среднем два года.

Поэтому оценить результативность инвестиций в человеческий капитал и их влияние на экономическое развитие можно только через 10-20 лет с момента их осуществления в течение следующих 5-10 лет.

Государство вкладывает инвестиции в человека в надежде получить общественную отдачу. Отдельные граждане и предприятия, осуществляя вложения, рассчитывают на частную отдачу от инвестиций, но несмотря на индивидуальные интересы, частные инвестиции могут приносить, в том числе и общественную отдачу.

Систему формирования и эффективного использования человеческого капитала следует расценивать как совокупность элементов, находящихся в отношениях и взаимосвязях друг с другом, а также образующих определенную целостность, единство.

В нашем случае, в основе системы формирования и эффективного использования человеческого капитала находится высокопроизводительная, конкурентоспособная, высокооплачиваемая рабочая сила, развитие которой основывается на соответствующих принципах, задачах, блоках, является залогом социальной стабильности и национальной безопасности страны (рис.1.1). Основными элементами указанной системы являются: теоретические основы формирования и использования человеческого капитала, концепция государственной политики, государственная программа ее развития, опирается на определенные принципы, задачи и блоки, которые способствуют реализации государ-

ственной политики в сфере формирования и использования человеческого капитала.

На основе теоретико-методических основ формирования и использования человеческого капитала проводится разработка концепции государственной политики, где ключевое место отводится расширенному воспроизводству человеческого капитала стратегического направления, а также поэтапно разрабатывается государственная программа ее развития.

Разработка и внедрение в практику данной системы должно осуществляться на научно обоснованных принципах, а именно:

- принцип непрерывности связан с надежностью управляющей системы, наличием обратной связи между всеми структурными элементами и объектами управления, определенными процедурами и мерами по устранению дисфункциональных отклонений;

- принцип целевой допускает объединение всех элементов системы и единую направленную на решение одного вопроса - обеспечения максимальной экономической эффективности формирования и использования человеческого капитала;

- принцип стратегического развития обеспечивает решение не только текущих задач, но и долгосрочных относительно человеческого капитала;

- принцип динамизма допускает, что механизм управления должен учитывать требования внешней и внутренней среды, а значит быть мобильным;

- принцип эффективности управления обеспечивается выбором из многих возможных вариантов эффективного.

- принцип стратегического развития обеспечивает решение не только текущих задач, но и долгосрочных относительно человеческого капитала;

- принцип динамизма допускает, что механизм управления должен учитывать требования внешней и внутренней среды, а значит быть мобильным;

- принцип эффективности управления обеспечивается выбором из многих возможных вариантов эффективного.

Главная задача системы формирования и эффективного использования человеческого капитала должно заключаться в:



1) обеспечении эффективного функционирования человеческого капитала;

2) расширенном воспроизводстве человеческого капитала;

3) создание нормативной базы управления человеческим капиталом с целью обоснования управленческих решений, которые принимаются;

4) рациональном использовании всех составляющих человеческого капитала;

5) реализации стимулов, направленных на эффективное использование и воспроизводство человеческого капитала;

6) распределении обязанностей между всеми субъектами управления человеческим капиталом.

Структуру основных элементов системы отражают конкретные блоки, а именно: демографически-пространственный, законодательно-нормативный, бюджетно-финансовый, социально-экономический, организационно-информационный, педагогически-воспитательный, реализация которых способствует результативному принятию управленческих решений в сфере формирования и эффективного использования человеческого капитала.

Отметим, что данные блоки условно можно разделить на две части: те, которые более уместны на этапе формирования человеческого капитала (педагогически-воспитательный) и те, которые более эффективны на этапе его использования (социально-экономический) [16]. Заметим, что эффективность данных блоков заключается в их единстве, комплексности и системности разработки и реализации, то есть тогда, когда они совершаются в рамках правового поля и финансовых возможностей и в тесном взаимодействии исполнителей.

ВЫВОДЫ

Таким образом, обеспечение гармоничного сочетания всех элементов создает возможность повысить сбалансированность развития экономики человеческого капитала и ее сочетание с национальной экономикой в целом. В свою очередь, распределении обязанностей между всеми субъектами управления человеческим капиталом способствовать максимизации внутренних возможностей человеческого капитала, привлечению к производственному процессу квалифицированно-

го, опытного, компетентного и ответственного персонала, заинтересованного в конечных результатах производства и станут залогом конкурентоспособности экономики государства в целом и предприятия в частности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Zinov'ev I.F. Perspektivi realizacii ekonomista v Ukraïni i za kordonom / I.F. Zinov'ev // *Ekonomika ta derzhava*. – 2005. – №10. – S. 66 - 67.
2. Isaenko A.N. Chelovecheskij kapital v sovremennoj jekonomike / A.N. Isaenko // *SŠhA – Kanada: JePK*. – 2008. – №2. – S.114 - 118.
3. Libanova E. Indeks ljuds'kogo rozvitku regioniv Ukraïni/ E. Lianova // *Ekonomika Ukraïni*. – 2000. – №3. – S. 3 - 15.
4. Sagradov A. Chelovecheskij kapital: istochnik razvitija / A. Sagradov // *Jekonomika i zhizn'*. – 1998. – № 1 - 2.
5. Cyrenova E.D. Sovokupnyj chelovecheskij kapital nacii (formirovanie, funkcionirovanie ego na makro-, mezo- i mikrourov-njah): Uchebnoe posobie. – Irkutsk: Izd-vo IGJeA, 2011. – 148s.
6. Экономическая энциклопедия. Политическая экономия : В 4 т. / под ред. А. М. Румянцева. – М. : Сов. Энцикл., 1975. – Т. 2 – 560 с.
7. The Strategy for Innovation and Good Governance at Local Level [Electronic resource]. – Mode of access: http://www.coe.int/t/dgap/localdemocracy/strategy_innovation/Strategy_Brochure_E.pdf].
8. Krivoruchko Ju. Molodezh' kak obshhestvennyj faktor formirovanija grazhdanskogo obshhestva Ukrainy // *Grazhdanskoe obshhestvo kak osushhestvlenie svobody: central'no-vostochnoevropejskij opyt* / Pod red. A. Karasja. - L., 1999. - S. 309-316.
9. Panina N. Molodezh' Ukrainy: struktura cennostej, social'noe samochuvstvie i moral'no psihologicheskoe sostojanie v us-lovijah total'noj anomii // *Sociologija: teorija, metody, marketing*. - 2001. - № 1. - S. 41 - 48.
10. A.Dunsire. Bureaucratic Morality in the United Kingdom, in: *International Political Science Review. Bureaucratic orality*. – 1988. – vol.9. – No.3. – P. 179 – 192.
11. A Guide to developing a municipal affordable housing strategy / Prep. by: R.

Tomalty [et al.] for CMHC. – Ottawa: CMHC, 2006. – 267 p.

12. Canadian Housing and Renewal Association. Changing Directions: Building for the Future. – Ottawa, 2008. – 236 p.

13. Carter T. Current Practices for Procuring Affordable Housing: The Canadian Context / T. Carter // Housing Policy Debate. – Volume 8. – Issue 3. – Funny. Ottawa: Penguin. – 632 p.

14. Fainstein S. Justice, Politics, and the Creation of Urban Space / S. Fainstein. – New York: New York University Press, 2009. – 401 p.

15. Work in the global economy [Электронный ресурс]. – режим:

<http://www.ijo.org/public/english/bureau/inst/download/global.pdf>.

METHODOLOGICAL ASPECTS OF INVESTMENT PROCESS ENCOURAGEMENT IN THE SYSTEM OF HUMAN CAPITAL DEVELOPMENT

Summary. The article suggests methodological aspects of investment process encouragement in the system of human capital development; studies the main elements of the formation and effective use of human capital, generalizes the classification of major types of investment in human capital which combines different scientists' approaches.

Key words: human capital, human capital development, formation of human capital, investment in human capital.

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛОГИСТИКИ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Лилия Савченко

*Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины
03041, Украина, г. Киев, ул. Героев Обороны, 15*

Liliya Savchenko

*National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine
03041, Ukraine, Kyiv, str. Heroes of Oborony, 15*

Аннотация. В представленном исследовании логистика рассматривается как инструмент, который позволит использовать транспорт с наименьшими затратами.

Логистика в сельскохозяйственном производстве направлена на решение вопросов, касающихся материальных потоков с товародвижения (сырья, материалов, запасных частей) в целях экономии и получения прибыли. Итак, проведенные исследования направлены на оптимизацию материальных потоков в аграрном секторе, с использованием логистических подходов.

Ключевые слова: логистика, смешанные перевозки, маршрут, материальный поток.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

В сельскохозяйственном производстве, логистика, как наука управления материальными, финансовыми и информационными ресурсами становится все более востребованной. Использование на сельскохозяйственных предприятиях инструментария логистики является особенно актуальным. В частности, в процессах материально - технического обеспечения, сбыта сельскохозяйственной продукции, и организации кратковременного и долговременного хранения на складах предприятий.

При использовании логистики в сельскохозяйственном производстве, обеспечивается управление материальными потоками наиболее рационально. При применении логистики в сельскохозяйственном производстве выделяют такие понятия как: планирование, контроль, транспортировка, и товародвижения с минимизацией времени и денег. Таким образом, создается единая логистическая цепь, объединяющая грузоотправителя и грузополучателя. Сумма расходов при перевозке сельскохозяйственных грузов по территории Украины и за ее пределами дос-

тигает около 35 % от общих затрат [2]. Это является существенным недостатком, яки несет ряд издержек при перевозках в аграрном секторе.

С помощью эффективного управления в сельском хозяйстве предложенные математические модели дают возможность значительно сократить издержки перевозок, что в свою очередь приведет к значительной экономии денежных затрат и получения прибыли при перевозке сельскохозяйственной продукции

При использовании известных математических моделей в логистике позволяет оптимизировать все виды потоков (физические, материальные, энергетические и т.д.). Удовлетворение интересов определяется в минимизации времени доставки, сокращение расходов, увеличение качества сельскохозяйственной техники, значительного улучшения гарантийного и послегарантийного обслуживания техники, налаживание связей между потребителем и производителем.

Исходя из поставленных целей использование логистики в сельскохозяйственном производстве, может обеспечить:

- Поддержание соответствующего уровня цен на те или иные логистические услуги;
- Гарантированную высокую эффективность логистических услуг;
- Обеспечение надежности доставки по требованию;
- Удобство в размещении заказов круглосуточно (по телефону, факсу, через Интернет и т.д.);
- Уведомление клиентов о структуре расходов на логистические услуги;
- Гарантии клиентам в виде дополнительных доходов от использования логистических услуг.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Актуальность проблемы и пути решения опубликованы в научных вестниках [3, 8, 12]. При использовании предлагаемых математических моделей эффективность управления материальными потоками в сельскохозяйственном производстве улучшается на 15%.

Необходимость использования математических моделей в логистике обусловлена эффективностью товародвижения. Ведь логистика в сельском хозяйстве отражает количественную сторону потоковых экономических процессов.

Наиболее выгодно в аграрном секторе использовать смешанные перевозки. При организации смешанных перевозок может использоваться сетевой график, который будет иметь следующие особенности.

- каждой дуге присваивается только одно значение характеризующее потери во временном и стоимостном выражении;

- каждому промежуточному пункту соответствует одно или несколько значений, определяемых как сумма длин дуг. Количество значений зависит от количества альтернативных вариантов доставки в рассматриваемый пункт;

- сетевой график не требует расчетов раннего и позднего сроков выполнения каждой работы;

- выбор вариантов производится на основе сравнения полученных характеристик схемы доставки с заданными условиями доставки.

В практической деятельности выбор варианта доставки груза производится на основе одного из следующих параметров «время» или «стоимость», а также возможен вариант когда используется интегрированный показатель C^* , учитывающий оба параметра и рассчитанный, например, по формуле [14, 15, 16]:

$$C^* = (C_{cp} + C_n)(1 + \Delta)^* \quad (1)$$

где C^* - оценка стоимости груза и его доставка с учетом факторов времени (интегральная оценка);

C_{cp} - закупочная стоимость груза,

C_n - стоимость перевозки;

$(1 + \Delta)^*$ - множитель наращивания процентов по процентной ставке Δ за n периодов, $n = T / 365$.

Учитывая все приведенные особенности сетевой график при смешанных перевозках в общем виде можно представить как пространственно зависимые схемы доставки с учетом различных параметров, используемых для принятия управленческого решения (рис.1) [14, 16].

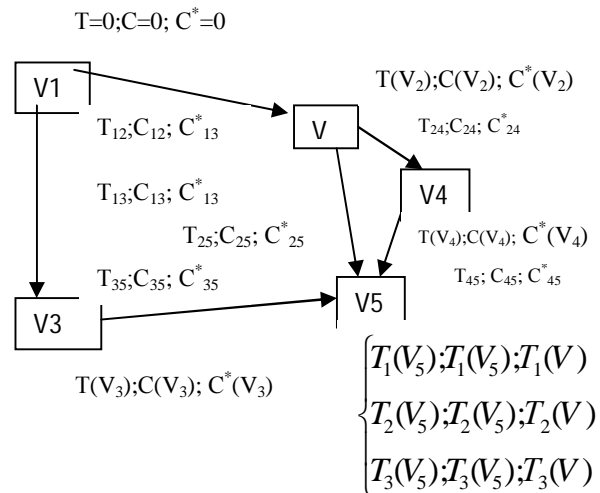


Рис. 1. Сетевой график вариантов доставки груза и его характеристики
Fig. 1. Network Diagram options cargo delivery and performance

Каждой работе (V_i) соответствует три значения – время (T_i), стоимость доставки (C_i), и интегрированный показатель (C^*), который определяется как сумма дуг по различным вариантам доставки в один из указанных показателей при заданных условиях является основным при принятии управленческого решения о выборе варианта доставки.

Дуга сетевого графика представляет собой или процесс непосредственной перевозки груза одним видом транспорта или выполнения какой-либо работы по погрузке, разгрузке, переработке и его оформлению.

Путь следования из одного узла в другой может быть альтернативным, например:

- если дуга означает процесс транспортировки, то это свидетельствует о возможности использования на этом маршруте нескольких альтернативных друг другу вариантов;

- если дуга означает процесс оформления груза в пункте, то привлечение посред-

ников и отказ от их услуг приведет к появлению нескольких альтернативных друг другу вариантов.

Таким образом, для пунктов где пересекаются альтернативные пути доставки появляется несколько суммарных значений T, C, C^* (работа V).

Выбор производится на основе одного определяющего на данный момент времени показателя. В случае, если важность показателей имеет примерно одинаковое значение и если ни для одной из схем доставки не оказалось, что все значения ниже, чем для любой другой, можно использовать критерии принятия решения в условиях неопределенности.

Наиболее известны критерии Лапласа, Сэвиджа, Гурвица, позволяющие принять решения на основе анализа матрицы возможных результатов: срок соответствует возможным действиям R_j (вариантам доставки грузов); столбцы возможным состояниям природы S_j (критерия доставки); элементы матрицы результат при выборе j -го действия и реализации i -го состояния V_{ji} . (рис.2) [14, 15, 16, 18].

	S_1	S_2	...	S_j	...	S_n	
R_1	V_{11}	V_{12}	...	V_{1j}	...	V_{1n}	
R_2	V_{21}	V_{22}	...	V_{2j}	...	V_{2n}	
...	(2)
R_j	V_{j1}	V_{j2}	...	V_{ji}	...	V_{jn}	
...	
R_m	V_{m1}	V_{m2}	...	V_{mj}	...	V_{mn}	

Рис. 2. Общий вид матрицы возможных результатов

Fig. 2. A general view of a matrix of possible outcomes

Критерий Лапласа опирается на принцип недостаточного основания, согласно которому все состояния природы S_i ($i=1, n$) есть равновероятными. Таким образом, каждому состоянию S_i соответствует вероятность q_i определяемая по формуле.

$$q_i = \frac{1}{n}. \quad (3)$$

Для принятия решения для каждого действия R_j вычисляется среднее арифметическое значение потерь:

$$M_j(R) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_{ji}. \quad (4)$$

Среди $M_j(R)$ выбирают минимальное значение, если, как в рассматриваемом случае, матрица возможных результатов представлена матрицей потерь (или максимальное, во всех других ситуациях), которое и будет соответствовать оптимальной стратегии:

$$W = \min \{M_j(R)\}. \quad (5)$$

де W - значение параметра, соответствующее оптимальной стратегии (варианту доставки груза).

Критерий Вальда (минимаксный критерий), основанный на принципе наибольший элемент $\max \{V\}$, а далее выбирается действие R (строка j), которому будет соответствовать наименьший элемент из наибольших вариантов.

$$W = \min_j \max_i \{V_{ji}\} \quad (6)$$

Критерий Сэвиджа использует матрицу рисков, элементы которой определяют по формуле:

$$r_{ji} = V_{ij} - \min_j \{V_{ji}\} \quad (7)$$

Таким образом, r_{ji} - разность между наилучшим значением в столбце i и значениями V_{ji} при том же i . Согласно критерию рекомендуется выбрать ту стратегию, при которой величина риска принимает наименьшее значение в самой неблагоприятной ситуации.

$$W = \min_j \max_i \{r_{ji}\} \quad (8)$$

Критерий Гурвица основан на двух следующих предположениях: «природа» может находиться в в самом невыгодном состоянии с вероятностью α , где α - коэффициент доверия. Если элементы матрицы представляют собой потери, то выбирают действие, которое выполняет следующее условие.

$$W = \min_j \left[\alpha \min_i V_{ij} + (1 - \alpha) \max_i V_{ij} \right] \quad (9)$$

Критерий Гурвица устанавливает баланс между случаями крайнего оптимизма и пессимизма путем взвешивания этих двух способов поведения соответствующими весами $(1 - \alpha)$ и α , где $0 \leq \alpha \leq 1$. Значение α определяется в зависимости от склонности лица, принимающего решение.

ВЫВОДЫ

Рассмотренный алгоритм планирования смешанных перевозок позволяет на конечном этапе получить оптимальный способ доставки грузов, по которым понимается выбор не только вида транспорта, но и состав логистических посредников, привлекаемых для выполнения перевозок. Необходимо учитывать, что эффективность различных вариантов доставки может варьироваться в течении всего периода выполнения договорных обязательств, поэтому рассмотренные, но не реализованные варианты предпочтительно не отбрасывать, а оставлять как резервные.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. S. Ponomarenko, Tanya K., T. I. Lepeiko. Logistichny management: Pidruchnik / For Ed. Dr. EKON. Science prof. VS
2. Sumets OM Logistika: teoriya, situatsii, praktichni zavdannya. Chastina 1. Logistika yak instrument of market economy: Navch. posibnik / O. Sumets, OB Bilotserkivsky, I.P. Golofaeva. - Delhi: Miskdruk, 2010. - 212 p.
3. Alkema VG Logistics: a teaching manual for students of the Department of training foreign students. - C.: University of Economics and Law "CROC", 2004. - 164 p.
4. Dzebko I. The Economist about the logistics. -X.: Center "Consum", 2006. -156с.
5. J. Shapiro Simulation of supply chain / Per. from English. / Ed. VS Lukinskogo - St. Petersburg.: Peter, 2006. - 720 p.
6. Dybsky VV Warehouse Logistics for practitioners: Monograph. - M.: Alpha-Press, 2005. - 208.
7. Nikolaichuk VE Transportation and warehousing logistics: the manual. - Moscow: CTI "Darya and K0", 2006. - 452 p.
8. Sumets AM Logistics Studies. allowance. - H.: Publishing House of the LSA 2006. - 132.
9. John Shraybfeder. Effective Inventory Management: Per. from English. - Moscow: Alpina Business Books, 2005. - 304.
10. Krikavsky EV, Chukhray NI Chornopyska NV Logistics: a compendium and a workshop: the manual. - K.: Condor 2006. - 340.
11. Postan M. Ya Economic-mathematical model of mixed traffic: Monograph. - Odessa: Astroprint 2006. - 376 p.
12. Smirichinsky AV and VV Smirichinsky, Martynuk VF Logistics Management in Construction: Monograph. - Ternopil: Zbruchem 2006. - 264 p.
13. Alkema VG Sumets OM Logistika: teoriya that practice: Navch. posibnik. - K.: VD "Profesional", 2007. - 216 p.
14. Sumets AM logistics vehicle systems. Part 2. Predicting the cost of spare parts components of vehicles: Monograph. - H.: OOO "Contour", 2007. - 112 p.
15. Sumets OM, hungry VF Scho potribno nobility vodievi / Navchalna posibnik. - K.: High-Tech Pres, 2007. - 168.
16. Lukinskiy VS Transportation logistics. Textbook. Spb.: SPbGIEU 2005-139s.
17. 14. Brikin AV, Noise VA formation of industrial policy based on logistics: Monograph. - Moscow: Moscow City Center for Scientific and Technical Information, 2007. - 232.
18. Savchenko LV optimization solutions in logistics: Theory and Practice. -K.: RIO NTU, 2007. - 248.
19. Smirnov, IG, Kosarev T. Transport Logistics: Manual. - K.: Center of textbooks, in 2008. - 234

FEATURES OF LOGISTICS IN AGRICULTURE

Summary. In the present study, logistics is considered as a tool which will allow trucks to use the lowest cost. Logistics in agricultural production aimed at addressing issues of material flows with movement of goods (raw materials, spare parts) in order to save and profit. Thus, research has focused on optimization of material flows in the agricultural sector, using logistic approaches.

Keywords: logistics, multimodal transport route, material flow.

Содержание

Валерий Гавриш: Энергетическая эффективность выращивания подсолнечника на юге Украины	5
Константин Думенко, Дмитрий Бабенко, Екатерина Шевченко: Оптимальные технологические параметры (X1, X2, X3, X4) планетарной машины для измельчения семянок баклажанов при лабораторных испытаниях	11
Борис Бутаков, Виталий Артюх: Волнистость поверхности при обкатывании тел вращения роликами	15
Сергей Пастушенко, Андрей Пастушенко: Особенности методики экспериментальных исследований механизированных процессов получения семенного материала огурца и дыни	23
Елена Цепурит: Расчет прочности стержневых элементов стальных конструкций в области ограниченных пластических деформаций	29
Анатолий Бойко, Александр Бондаренко, Василий Савченко: Варьирование изменений показателей надежности пассивно резервируемой системы при поврежденном основном и исправном дублирующем элементах	35
Константин Думенко, Дмитрий Бабенко, Ирина Павлюченко: Разработка и лабораторные испытания машины для измельчения семянок тыквы	41
Igor Atamanyuk, Yuriy Kondratenko: Information technology of determination of descriptions of optimum polynomial prognosis algorithm of the state of technical systems	47
Руслан Кисилев, Кузьма Матвеев, Петр Лузан, Сергей Лещенко: Исследование влияния параметров смесителя на показатели качества приготовления кормов	51
Владимир Ухо: Расчет прочности и устойчивости колонны морской ветроэнергетической установки по правилам DNV	57
Николай Грипачевский: Исследования путей и повышения эффективности эксплуатации техники в фермерских хозяйствах	65
Геннадий Иванов, Павел Полянский: Расчет и выбор переходных посадок	71
Раджаб Заде Мортеза, Вильям Залого, Александр Ивченко: Система факторов риска, оказывающих влияние на разработку, внедрение и улучшение интегрированных систем менеджмента	79
Алёна Огиенко, Николай Огиенко, Елена Штепа: Исследование энергетических возможностей Украины в рамках таможенного союза	87
Александр Нестеренко, Сергей Лещенко, Дмитрий Петренко, Дмитрий Богатырёв, Олег Кислун: Теоретическое обоснование качественных показателей процесса пневмосепарации для многоуровневого введения зерна	93
Екатерина Васильковская, Николай Петренко, Светлана Гончарова: Обоснование конструктивной схемы пневмомеханического высевающего аппарата для точного высева семян пропашных культур	99
Алексей Васильковский, Сергей Лещенко, Анна Кожанова: Повышение эффективности послеуборочной очистки зерновых культур воздушным потоком	107
Дмитрий Марченко: Численное решение контактной задачи напряженно-деформированного состояния тел при работе при работе стальных канатного блока и каната	113
Николай Завирюха: Исследование параметров траектории полета початков при их отделении на стреперных пластинах	121
Вячеслав Шабанин, Владимир Богза, Сергей Богданов, Иван Хилько: Числовой метод определения напряженно-деформированного состояния и критических нагрузок потери устойчивости арок	129
Василий Грубань: Разработка технологического модуля для уборки кукурузы с очисткой початков	133
Александр Ракул, Владимир Пилип: Теоретическое исследование крутильных деформаций плодоножки початка кукурузы	139

Владимир Коробко, Алексей Московко: Экспериментальные исследования теплообмена в элементах термоакустических аппаратов	145
Алевтина Киктенко: Социально–психологические аспекты воспитания студентов агротехнических специальностей	151
Борис Тимошевский, Михаил Ткач, Александр Митрофанов, Андрей Познанский, Аркадий Проскурин: Экспериментальное исследование особенностей работы искрового ДВС с системой термохимической паровой конверсии биоэтанола	157
Александр Чердниченко, Оксана Ощип: Показатели газотурбинной установки с термохимической регенерацией тепла	165
Ирина Думенко, Вячеслав Курепин: Методика обучения студентов ВУЗ в области охраны труда с использованием компьютерных технологий	171
Олег Плахтырь: Конструктивно-технологические особенности пространственных магнитопроводов трехфазных статических индукционных устройств мощностью до 10000 кВ·А	177
Вячеслав Шебанин, Лариса Вахонина: Взаимодействие осесимметричных волн с тонким коуговым упругим включением нулевой изгибной жесткости	185
Елена Горбенко, Алексей Норинский, Наталья Горбенко, Наталья Ким: Анализ средств механизации получения семян бахчевых культур	191
Сергей Кюрчев, Александр Колодий: Анализ существующих способов и средств для сепарации семян	197
Сергей Кюрчев, Александр Колодий: Методики исследования параметров сепаратора семян предложенного типа	205
Кристина Машура: Экологический и политический вектор движения антиглобалистов как противодействие нивелирования государственного суверенитета	213
Анна Коваль: Место молодежи в государственной молодежной политике Украины	221
Марина Бургман: Методологические аспекты активизации инвестиционных процессов в системе развития человеческого капитала	227
Лилия Савченко: Особенности использования логистики в сельском хозяйстве	233

LIST OF THE REVIEWERS

1. Dmitriy Babenko
2. Valeriy Gavrish
3. Andrey Stavinsky
4. Anatoliy Boiko
5. Yuriy Seleznev
6. Sergey Pastushenko
7. Boris Butakov
8. Karine Gorbunova
9. Elena Shebanina
10. Dmitriy Voitjuk
11. Valeriy Dubrovin
12. Vladimir Nadikto
13. Valeriy Budak
14. Boris Timoshevsky
15. Vitaliy Dorofeev
16. Vjacheslav Evtukhov

Editors of the „Motrol” magazine of the Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture would like to inform both the authors and readers that an agreement was signed with the Interdisciplinary Centre for Mathematical and Computational Modelling at the Warsaw University referred to as “ICM”. Therefore, ICM is the owner and operator of the IT system needed to conduct and support a digital scientific library accessible to users via the Internet called the “ICM Internet Platform”, which ensures the safety of development, storage and retrieval of published materials provided to users. ICM is obliged to put all the articles printed in the “Motrol” on the ICM Internet Platform. ICM develops metadata, which are then indexed in the “Agro” database.

Impact factor of the „Motrol” journal according to the Commission of Motorization and Energetics in Agriculture is 2.0 (September 2013).

GUIDELINES FOR AUTHORS (2013)

The journal publishes the original research papers. The papers (min. 8 pages) should not exceed 12 pages including tables and figures. Acceptance of papers for publication is based on two independent reviews commissioned by the Editor.

Authors are asked to transfer to the Publisher the copyright of their articles as well as written permissions for reproduction of figures and tables from unpublished or copyrighted materials.

Articles should be submitted electronically to the Editor and fulfill the following formal requirements:

- Clear and grammatically correct script in English,
- Format of popular Windows text editors (A4 size, 12 points Times New Roman font, single interline, left and right margin of 2,5 cm),
- Every page of the paper including the title page, text, references, tables and figures should be numbered
- SI units should be used

Please organize the script in the following order (without subtitles):

Title, Author(s) name (s), Affiliations, Full postal addresses, Corresponding author's e-mail

Abstract (up to 200 words), Keywords (up to 5 words), Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion (a combined Results and Discussion section can also be appropriate), Conclusions (numbered), References, Tables, Figures and their captions

Note that the following should be observed:

An informative and concise title; Abstract without any undefined abbreviations or unspecified references; No nomenclature (all explanations placed in the text); References cited by the numbered system (max 5 items in one place); Tables and figures (without frames) placed out of the text (after References) and figures additionally prepared in the graphical file format jpg or cdr.

Make sure that the tables do not exceed the printed area of the page. Number them according to their sequence in the text. References to all the tables must be in the text. Do not use vertical lines to separate columns. Capitalize the word 'table' when used with a number, e.g. (Table1).

Number the figures according to their sequence in the text. Identify them at the bottom of line drawings by their number and the name of the author. Special attention should be paid to the lettering of figures – the size of lettering must be big enough to allow reduction (even 10 times). Begin the description of figures with a capital letter and observe the following order, e.g. Time(s), Moisture (% , vol), (% , $m^3 m^{-3}$) or (% , gg^{-1}), Thermal conductivity ($W m^{-1}K^{-1}$).

Type the captions to all figures on a separate sheet at the end of the manuscript.

Give all the explanations in the figure caption. Drawn text in the figures should be kept to a minimum. Capitalize and abbreviate 'figure' when it is used with a number, e.g. (Fig. 1).

Colour figures will not be printed.

Make sure that the reference list contains about 30 items. It should be numbered serially and arranged alphabetically by the name of the first author and then others, e.g.

7. Kasaja O., Azarevich G. and Bannel A.N. 2009. Econometric Analysis of Banking Financial Results in Poland. Journal of Academy of Business and Economics (JABE), Vol. IV. Nr 1, 202–210.

References cited in the text should be given in parentheses and include a number e.g. [7].

Any item in the References list that is not in English, French or German should be marked, e.g. (in Italian), (in Polish).

Leave ample space around equations. Subscripts and superscripts have to be clear. Equations should be numbered serially on the right-hand side in parentheses. Capitalize and abbreviate 'equation' when it is used with a number, e.g. Eq. (1). Spell out when it begins a sentence. Symbols for physical quantities in formulae and in the text must be in italics. Algebraic symbols are printed in upright type.

Acknowledgements will be printed after a written permission is sent (by the regular post, on paper) from persons or heads of institutions mentioned by name.