

ISSN 1728-7936

ВЕСТНИК

ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«Московский государственный
агроинженерный университет
имени В.П. Горячкина»**

Научный журнал

Основан в 2003 году
Периодичность: 6 номеров в год

№ 4 (74)
ИЮЛЬ–АВГУСТ
2016

Москва

ISSN 1728-7936

VESTNIK

OF FEDERAL STATE EDUCATIONAL INSTITUTION
OF HIGHER PROFESSIONAL EDUCATION
“**Moscow State Agroengineering University
named after V.P. Goryachkin**”

Scientific Journal

Founded in 2003
Publication Frequency: 6 issues per year

№ 4 (74)
JULY–AUGUST
2016

Moscow

УДК 378.4(066):63+631.3.004.5+
(631.171:621.31)+631.145
ББК 74.58+40.7+ 65.32
В 378

Учредитель и издатель
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА
имени К.А. Тимирязева

Свидетельство о регистрации средства
массовой информации ПИ № ФС 77-60739
от 09 февраля 2015 г.

ISSN 1728-7936

В Е С Т Н И К

ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Московский государственный агроинженерный
университет имени В.П. Горячкина»

№ 4 (74) /2016

Рецензенты:

Алдошин Н.В., доктор технических наук
Андреев С.А., кандидат технических наук
Балабанов В.И., доктор технических наук
Белов М.И., доктор технических наук
Герасенков А.А., доктор технических наук
Глухонюк Н.С., доктор психологических наук
Голубев И.Г., доктор технических наук
Дидманидзе О.Н., член-корреспондент РАН, доктор технических наук
Евграфов В.А., доктор технических наук
Иванов Ю.Г., доктор технических наук
Кобозева Т.П., доктор сельскохозяйственных наук
Косырев В.П., доктор педагогических наук
Кузьмин В.Н., доктор экономических наук
Лысенко Е.Г., член-корреспондент РАН, доктор экономических наук
Морозов Н.М., академик РАН, доктор экономических наук
Новиков Д.А., член-корреспондент РАН, доктор технических наук
Федоров В.А., доктор педагогических наук
Шевченко В.А., доктор сельскохозяйственных наук
Шевчук В.Ф., доктор педагогических наук

Журнал включен в перечень изданий, рекомендованных ВАК РФ для публикации трудов соискателей ученых степеней кандидата и доктора наук

Издание включено в систему РИНЦ, AGRIS (Agricultural Research Information System)

Полнотекстовые версии доступны на сайте <http://elibrary.ru>

Главный научный редактор:

Ерохин М.Н., академик РАН, доктор технических наук, профессор

Редакционный совет:

Дорохов А.С., доктор технических наук, – заместитель главного научного редактора
Водяников В.Т., доктор экономических наук, профессор, – заместитель главного научного редактора
Кубрушко П.Ф., член-корреспондент РАО, доктор педагогических наук, – заместитель главного научного редактора
Алдошин Н.В., доктор технических наук, профессор
Бердышев В.Е., доктор технических наук, профессор
Деянин С.Н., доктор технических наук, профессор
Загинайлов В.И., доктор технических наук, профессор
Казанцев С.П., доктор технических наук, профессор
Кобозева Т.П., доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Кошелев В.М., доктор экономических наук, профессор
Левшин А.Г., доктор технических наук, профессор
Марковская В.И., кандидат филологических наук, доцент
Назарова Л.И., кандидат педагогических наук, доцент
Силайчев П.А., доктор педагогических наук, профессор
Скорородов А.Н., доктор технических наук, профессор
Судник Ю.А., доктор технических наук, профессор
Тенчурина Л.З., доктор педагогических наук, профессор
Худякова Е.В., доктор экономических наук, профессор
Чумаков В.Л., кандидат технических наук, профессор
Чутчева Ю.В., доктор экономических наук

Иностранные члены редакционного совета:

Абдыров А.М., доктор педагогических наук, профессор, Казахский агротехнический университет им. С. Сейфуллина, Казахстан
Баффингтон Дение, профессор, доктор наук, Департамент сельскохозяйственной техники, Университет Штата Пенсильвания, США
Буксман В.Э., кандидат технических наук, директор по экспорту компании «Амазонен Верке», Германия
Куанто Фредерик, профессор, Высший национальный институт аграрных наук, продовольствия и окружающей среды (АгроСюп, Дижон), Франция
Миклуш В.П., кандидат технических наук, профессор, декан факультета «Технический сервис», Белорусский государственный аграрно-технический университет, Беларусь
Билек Мартин, кандидат педагогических наук, профессор университета в г. Крелов, Чехия

© ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2016
© Издательство РГАУ-МСХА, 2016

УДК 378.4(066):63+631.3.004.5+
(631.171:621.31)+631.145
ББК 74.58+40.7+ 65.32
В 378

Founder and Publisher
Federal State Budget Establishment
of Higher Education – “Russian Timiryazev
State Agrarian University”

The mass media registration certificate
ПИ № ФС 77-60739 of the 9th of February, 2015

ISSN 1728-7936

VESTNIK

OF FEDERAL STATE EDUCATIONAL INSTITUTION
OF HIGHER PROFESSIONAL EDUCATION
“Moscow State Agroengineering University named
after V.P. Goryachkin”

№ 4 (74) /2016

Reviewers:

Aldoshin N.V., Doctor of Engineering
Andreev S.A., PhD in Engineering
Balabanov V.I., Doctor of Engineering
Belov M.I., Doctor of Engineering
Gerasenkov A.A., Doctor of Engineering
Glukhanyuk N.S., Doctor of Psychology
Golubev I.G., Doctor of Engineering
Didmanidze O.N., Corresponding Member
of the Russian Academy of Sciences,
Doctor of Engineering
Yevgrafov V.A., Doctor of Engineering
Ivanov Yu.G., Doctor of Engineering
Kobozeva T.P., Doctor of Agricultural
Kosyreva V.P., Doctor of Education
Kuz'min V.N., Doctor of Economics
Lysenko E.G., Corresponding Member
of the Russian Academy of Sciences,
Doctor of Economics
Morozov N.M., Member of the Russian
Academy of Sciences, Doctor of Economics
Novikov D.A., Corresponding Member
of the Russian Academy of Sciences,
Doctor of Engineering
Fedorov V.A., Doctor of Education
Shevchenko V.A., Doctor of Agricultural
Shevchuk V.F., Doctor of Education

The journal is included in the list
of publications recommended by Higher
Attestation Commission of the Russian
Federation for publishing papers of those
seeking PhD and DSc scientific degrees

The issue is listed in the Russian Science
Citation Index,
AGRIS (Agricultural Research
Information System)

Full versions are posted on the site
<http://elibrary.ru>

Chief Science Editor:

Erokhin M.N., Member of the Russian Academy of Sciences,
Doctor of Engineering, Professor

Editorial board:

Dorokhov A.S., Doctor of Engineering – Deputy Chief Scientific Editor
Vodyannikov V.T., Doctor of Economics, Professor – Deputy Chief
Scientific Editor
Kubrushko P.F., Corresponding Member of the Russian Academy
of Education, Doctor of Education – assistant of chief scientific editor
Aldoshin N.V., Doctor of Engineering, Professor
Berdyshev V.Ye., Doctor of Engineering, Professor
Devyanin S.N., Doctor of Engineering, Professor
Zaginailov V.I., Doctor of Engineering, Professor
Kazantsev S.P., Doctor of Engineering, Professor
Kobozeva T.P., Doctor of Agricultural, Professor
Koshelev V.M., Doctor of Economics, Professor
Levshin A.G., Doctor of Engineering, Professor
Markovskaya V.I., PhD (Phil), Associate Professor
Nazarova L.I., PhD (Ed), Associate professor
Silaichev P.A., Doctor of Education, Professor
Skorokhodov A.N., Doctor of Engineering, Professor
Sudnik Yu. A., Doctor of Engineering, Professor
Tenchurina L.Z., Doctor of Education, Professor
Khudyakova Ye.V., Doctor of Economics, Professor
Chumakov V.L., PhD (Eng), Professor
Chutcheva Yu.V., Doctor of Economics

Foreign members of the editorial board:

Abdyrov A.M., Doctor of Education, Professor, Kazakh Agrotechnical
University named after S. Seifullin, Kazakhstan
Buffington Dennis, PhD, P.E., Professor and Department Head,
Department of Agricultural and Biological Engineering, Pennsylvania
State University, USA
Buxmann V.E., PhD (Eng), Export Director of Amazonen-Werke,
Germany
Cointault Frédéric, Professor, National Institute of Higher Education
in Agronomy, Food and Environmental Sciences (AgroSup Dijon), France
Miklush V.P., PhD (Eng), Professor, Dean of Farm Machinery Service
Faculty, Belarusian State Agrarian Technical University, the Republic
of Belarus
Bilek Martin, PhD (Ed), Professor of Charles University, the Czech
Republic

- © Federal State Budgetary Establishment of Higher Education –
Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy
named after K.A. Timiryazev, 2016
- © Publishing House of Russian State Agrarian University – Moscow
Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, 2016

СОДЕРЖАНИЕ

ПО СТРАНИЦАМ ИСТОРИИ

<i>Павлов А.Е., Сорокин С.В., Павлова Л.А.</i> Пространственные механизмы Мерцалова.....	7
---	---

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ АПК

<i>Ломакин С.Г., Бердышев В.Е.</i> Условия уборки зерна в Российской Федерации и обеспеченность сельскохозяйственных предприятий зерноуборочными комбайнами	11
<i>Рудобашта С.П., Казуб В.Т., Кошкарова А.Г.</i> Водное экстрагирование сырья под воздействием импульсного электрического поля высокой напряженности	16
<i>Алдошин Н.В., Золотов А.А., Аладьев Н.А., Лылин Н.А.</i> Исследование повреждаемости и всхожести белого люпина в лабораторных условиях	21
<i>Ломакин С.Г., Щиголов С.В.</i> К оценке поперечной устойчивости колесных самоходных сельскохозяйственных машин ...	28
<i>Старовойтова О.А., Шабанов Н.Э.</i> Влияние ширины междурядий на температуру, влажность, плотность почвы и урожайность картофеля	34

ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС В АПК

<i>Краевичко И.Н., Корнеев В.М., Захарова М.С., Ахметов Т.А.</i> Методика выбора критериев оптимизации при формировании машинно-тракторных парков	41
<i>Пыдрин А.В.</i> Повышение коррозионной стойкости низкоуглеродистых сталей применением полифункциональных ингибиторов	46

ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

<i>Тарушкин В.И.</i> Воздействие на семена электрического поля, создаваемого разноименно заряженными электродами	51
<i>Вендин С.В., Мамонтов А.Ю.</i> Автоматизация механических и тепловых процессов в многокамерном биогазовом реакторе непрерывной загрузки сырья	55
<i>Лещинская Т.Б., Князев В.В.</i> Ранжирование очередности проведения реконструкции сельских электрических сетей 10 кВ	60

CONTENTS

CHRONICLES

<i>A. Ye. Pavlov, S. V. Sorokin, L. A. Pavlova</i> Mertzalov's spatial mechanisms	7
--	---

FARM MACHINERY AND TECHNOLOGIES

<i>S. G. Lomakin, V. Ye. Berdyshev</i> Conditions of grain harvesting in Russia and availability of combine harvesters in agricultural enterprises	11
<i>S. P. Rudobashta, V. T. Kazub, A. G. Koshkarova</i> Aqueous extraction of raw materials impacted by high intensity pulsed electric field	16
<i>N. V. Aldoshin, A. A. Zolotov, N. A. Aladiev, N. A. Lylin</i> Laboratory study of damageability and germination of white lupine	21
<i>S. G. Lomakin, S. V. Shchigolev</i> Assessing lateral stability of wheeled self-propelled farm machines.....	28
<i>O. A. Starovoitova, N. E. Shabanov</i> Effects of row spacing on temperature, humidity, soil density and potato yield	34

TECHNICAL SERVICE IN AGRICULTURE

<i>I. N. Kravchenko, V. M. Korneyev, M. S. Zakharova, T. A. Akhmetov</i> Methods for selecting criteria to optimize farm-machinery stock formation.....	41
<i>A. V. Pydrin</i> Increasing corrosion resistance of low-carbon steels using multifunctional inhibitors.....	46

POWER SUPPLY AND AUTOMATION OF AGRICULTURAL PRODUCTION

<i>V. I. Tarushkin</i> Impact on seeds of electric field made by oppositely charged electrodes	51
<i>S. V. Vendin, A. Yu. Mamontov</i> Automation of mechanical and thermal processes in multichamber biogas reactor with continuous raw stock feed	55
<i>T. B. Leshchinskaya, V. V. Knyazev</i> Priority ranking of reconstructing rural electric grids of 10 kV	60

ПО СТРАНИЦАМ ИСТОРИИ

УДК 621(075.8)

ПАВЛОВ АЛЕКСАНДР ЕГОРОВИЧ, канд. физ.-мат. наук, доцент¹

E-mail: alexpavlov60@mail.ru

СОРОКИН СЕРГЕЙ ВАСИЛЬЕВИЧ, канд. техн. наук, доцент¹

E-mail: sergsor2011@yandex.ru

ПАВЛОВА ЛАРИСА АЛЕКСАНДРОВНА, доцент¹

E-mail: krasilnikowa.larisa2011@yandex.ru

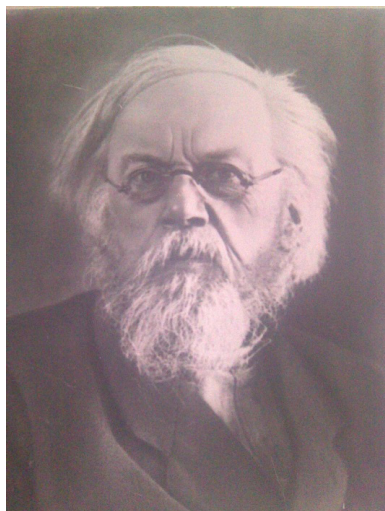
¹ Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, ул. Лиственничная аллея, 2А, Москва, 127550, Российская Федерация

ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ МЕХАНИЗМЫ МЕРЦАЛОВА

К 150-летию со дня рождения Николая Ивановича Мерцалова

Основные исследования Н.И. Мерцалова относятся к теории машин и механизмов, термодинамике, теории трения. Николай Иванович является одним из основоположников теории динамики машин и теории пространственных механизмов. Он создал и впервые в 1921 г. прочитал курс теории пространственных механизмов, используя методы проективной геометрии. Н.И. Мерцалов в период работы в нашей академии занимался вопросами теории сельскохозяйственных машин.

Ключевые слова: кинематика пространственных механизмов, гироскоп, волчок Ковалевской.



Николай Иванович Мерцалов

Николай Иванович Мерцалов в 1888 г. окончил математическое отделение физико-математического факультета Московского университета. Несколько лет он работал на машиностроительных

заводах Германии и в то же время посещал лекции в Дрезденском высшем техническом училище. По возвращении в Россию в 1892 г. он сдал магистерские экзамены; в 1894 г., окончив Императорское Московское высшее техническое училище, получил звание инженера-механика. С 1895 по 1912 гг. он преподавал в Московском университете; в 1897 г. по рекомендации Н.Е. Жуковского был избран адъюнкт-профессором Императорского Московского высшего технического училища по кафедре прикладной механики и термодинамики. С 1899 по 1930 гг. он – ординарный профессор. В 1920 г. Николай Иванович избран профессором инженерного факультета Московской сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева, преобразованной в 1930 г. в Московский институт механизации и электрификации сельского хозяйства.

Мерцалов является одним из основоположников теории пространственных механизмов [1]. Впервые в мировой науке он обобщил методы динамического анализа машин и механизмов в курсе лекций «Динамика механизмов» [2]. В его книге «Кинематика механизмов» были изложены основы кинематической геометрии, её практическое приложение к задачам исследования механизмов [3]. Эти работы

$$C \frac{dr}{dt} + (B - A) pq = 0.$$

Недостающий интеграл найти нетрудно. Умножим первое уравнение на Ap , второе – на Bq , третье – умножим на Cr и сложим их. Получим закон сохранения величины $A^2 p^2 + B^2 q^2 + C^2 r^2 = const$.

2. *Случай Лагранжа* (симметричный гироскоп): $A = B$, $x_c = y_c = 0$.

Тело имеет ось симметрии O_ξ . Закреплённая точка O и центр масс находятся на этой оси. Остаётся одно уравнение движения: $dr/dt = 0$.

Отсюда получаем недостающий интеграл движения: $r = const$.

3. *Случай Ковалевской*: $A = B = 2C$, $z_c = y_c = 0$.

Закреплённая точка располагается на оси симметрии O_ξ , центр масс находится в эквивалентной плоскости эллипсоида инерции (плоскости $O\xi\eta$). Уравнения Эйлера в этом случае имеют вид:

$$2 \frac{dp}{dt} - qr = 0;$$

$$2 \frac{dq}{dt} + rp = c\gamma_3;$$

$$\frac{dr}{dt} = -c\gamma_2.$$

Здесь введено обозначение $c \equiv mgx_c/C$. Покажем, как нашла недостающий интеграл С.В. Ковалевская. Умножим второе уравнение на мнимую единицу i и сложим с первым. Получим уравнение:

$$2 \frac{d}{dt}(p + iq) = -ir(p + iq) + ic\gamma_3.$$

Рассмотрим два первых уравнения Пуассона. Умножим второе из них на мнимую единицу i и сложим с первым. Получаем следующее уравнение:

$$\frac{d}{dt}(\gamma_1 + i\gamma_2) = -ir(\gamma_1 + i\gamma_2) + i\gamma_3(p + iq).$$

Чтобы исключить из последних двух уравнений величину γ_3 , умножим первое из них на выражение $(p + iq)$, а второе умножим на $(-c)$ и сложим их. Найдём

$$\frac{d}{dt} \log[(p + iq)^2 - c(\gamma_1 + i\gamma_2)] = -ir.$$

Сложим теперь полученное уравнение с комплексно-сопряжённым. Получим интеграл Ковалевской:

$$(p^2 - q^2 - c\gamma_1)^2 + (2pq - c\gamma_2)^2 = C_4.$$

Отметим, что интеграл является полиномом четвёртой степени. В рассмотренных трёх случаях задача сводится к квадратурам, и её удаётся явно проинтегрировать.

Библиографический список

1. Артоболевский И.И. Жизнь и деятельность Николая Ивановича Мерцалова // Труды семинара по теории машин и механизмов. Т. 7. Вып. 26. Изд-во АН СССР; Ин-т машиноведения. М., 1949.
2. Мерцалов Н.И. Динамика механизмов, 1912.
3. Мерцалов Н.И. Кинематика механизмов, 1916.
4. Мерцалов Н.И. Теория пространственных механизмов // Избранные труды: В 3-х тт. / Ред. Н.Г. Бруевич, Н.Г. Смирнов. М.: Изд-во Машгиз, 1950–1952.
5. Движение твёрдого тела вокруг неподвижной точки // Сборник, посвящённый памяти С.В. Ковалевской / Ред. С.А. Чаплыгин, Н.И. Мерцалов. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1940.
6. Павлов А.Е., Павлова Л.А. Теоретическая механика: Конспект лекций. LAP Lambert Academic Publishing. Saarbrücken. Germany. 2013. URL: <http://www.ljubluknigi.ru/>.
7. Павлов А.Е., Павлова Л.А. Динамика твёрдого тела для агроинженеров. LAP Lambert Academic Publishing. Saarbrücken. Germany. 2014. URL: <http://www.ljubluknigi.ru/>.

Статья поступила 13.11.2015

MERTZALOV'S SPATIAL MECHANISMS

ALEKSANDR YE. PAVLOV, PhD (Phys-Math), Associate Professor¹

E-mail: alexpavlov60@mail.ru

SERGEY V. SOROKIN, PhD (Eng), Associate Professor¹

E-mail: sersor2011@yandex.ru

LARISA A. PAVLOVA, Associate Professor¹

E-mail: krasilnikowa.larisa2011@yandex.ru

¹ Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Timiryazevskaya str., 49, Moscow, 127550, Russian Federation

Nikolai I. Mertsalov's basic research works relate to the theory of machines and mechanisms, thermodynamics, and the theory of friction. Nikolai Mertsalov was one of the founders of the theory of dynamics of machines and the theory of spatial mechanisms. In 1921, he developed and presented for the first time a course on the theory of spatial mechanisms based on projective geometry methods. N.I. Mertsalov developed the theory of agricultural machines while working in our academy.

Key words: kinematics of spatial mechanisms, gyroscope, Kovalevskaya's wheel.

References

1. Artobolevsky I.I. Zhizn' i deyatel'nost' Nikolaya Ivanovicha Mertsalova [The life and work of Nikolai Ivanovich Mertsalov]. Proceedings of the Seminar on the theory of machines and mechanisms. V. 7, Issue 26. Publishing House of the USSR Academy of Sciences. Institute of Mechanical Engineering, Moscow, 1949.
2. Mertsalov N.I. Dinamika mekhanizmov [Dynamics of mechanisms]. 1912.
3. Mertsalov N.I. Kinematika mekhanizmov [Kinematics of mechanisms]. 1916.
4. Mertsalov N.I. Teoriya prostranstvennykh mekhanizmov [Theory of spatial mechanisms]. Selected papers in 3 volumes. Brouevich N.G. (Ed.), Smirnov N.G. (Ed.). Publishing House of MashGiz. Moscow, 1950–1952.
5. Dvizhenie tverdogo tela vokrug nepodvizhnoy tochki [A rigid body motion around a fixed point]. The collection of papers dedicated to the memory of S.V. Kovalevskaya. Chaplygin S.A. (Ed.), Mertsalov N.I. (Ed.). Publishing House of the USSR Academy of Sciences. Moscow – Leningrad, 1940.
6. Pavlov A.Ye., Pavlova L.A. Teoreticheskaya mekhanika: Konspekt lektsiy. [Theoretical Mechanics. Lecture notes]. LAP Lambert Academic Publishing. Saarbrücken. Germany. 2013. <http://www.ljubluknigi.ru/>.
7. Pavlov A.Ye., Pavlova L.A. Dinamika tverdogo tela dlya agroinzhenerov [Rigid Body Dynamics for Agroengineers]. LAP Lambert Academic Publishing. Saarbrücken. Germany. 2014. <http://www.ljubluknigi.ru/>.

Received on November 13, 2015

ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ АПК

УДК 631.354.2

ЛОМАКИН СЕРГЕЙ ГЕРАСИМОВИЧ, канд. техн. наук, профессор¹

E-mail: irina17-12-69@mail.ru

БЕРДЫШЕВ ВИКТОР ЕГОРОВИЧ, докт. техн. наук, профессор¹

E-mail: v.berdishev@timacad.ru

¹Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, ул. Тимирязевская, 49, Москва, 127550, Российская Федерация

УСЛОВИЯ УБОРКИ ЗЕРНА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ЗЕРНОУБОРОЧНЫМИ КОМБАЙНАМИ

Рассмотрели современное состояние и динамику изменения численности парка зерноуборочных комбайнов в Российской Федерации. Провели анализ производства зерна в различных регионах по структуре и площади посевов, объемам производства и урожайности. Рассмотрели почвенно-климатические условия уборки зерновых культур. Выявили, что динамика изменения численности парка зерноуборочных комбайнов свидетельствует о серьезном регрессе в механизации уборки зерна в стране. Условия уборки в различных регионах страны существенно отличаются конфигурацией полей, почвенно-климатическими характеристиками, состоянием хлебной массы и зерна. Уровень сезонных нагрузок на 1 зерноуборочный комбайн в отдельных регионах достигает 1000 га и более, что приводит к несоблюдению агротехнических сроков уборки, чрезмерным потерям зерна и снижению его качества. Установили, что для повышения обоснованности выбора зерноуборочных комбайнов и эффективности их применения необходимо провести исследования как зональных особенностей условий уборки, так и технических и технологических возможностей используемых зерноуборочных комбайнов.

Ключевые слова: зерновая культура, урожайность, уборка, зерноуборочный комбайн, потери зерна, производительность, годовая загрузка.

Введение. Одна из главных проблем человечества – продовольственная. В Российской Федерации Указом Президента страны от 30 января 2010 г. № 120 утверждена Доктрина продовольственной безопасности, в которой указывается, что продовольственная безопасность является составной частью национальной безопасности.

Большую роль в решении продовольственной безопасности играет производство зерна. Важнейшей задачей в сфере производства зерна остается снижение потерь при его уборке и переработке. Для этого необходима технологическая модернизация, освоение новых технологий и технических средств, обеспечивающих повышение производительности труда и ресурсосбережения. Если учесть, что валовой сбор зерна в России в последние годы колебался от 60 до 108 млн т, снижение потерь при уборке хотя бы на 1% дает прибавку от 0,5 до 1,1 млн т.

Цель исследований – анализ условий уборки зерновых культур в Российской Федерации, состава и состояния парка зерноуборочных машин.

Материалы и методы. Для проведения анализа использованы материалы статистических сборников, проспекты фирм-производителей сельскохозяйственной техники, источники литературы.

Результаты и обсуждение. Анализ показал, что системный кризис в сельскохозяйственном производстве продолжает негативно отражаться и на одной из базовых его отраслей – производстве зерна. Площадь посевов зерновых и зернобобовых культур колеблется в последние 15 лет от 47,5 млн га (2000 г.) до 43,2 млн га (2010 г.) и 46,2 млн га (2014 г.). Сбор зерна меняется по годам от 61 млн т (2010 г.) до 105,3 млн т (2014 г.). Даже считающийся рекордным 2008 г. (108,2 млн т) уступает 1990 г. (116,7 млн т), и тем более далекому 1979 г. (130 млн т) [1–4].

По разным причинам в стране резко сократилось производство зерноуборочных комбайнов (равно как тракторов и других видов сельскохозяйственных машин) и их поступление в сельское хозяйство.

Библиографический список

1. Кара-Мурза С.Г. Белая книга. Экономические реформы в России 1991–2001 годы. М.: Алгоритм, 2002. URL: <http://istmat.info/node/533>.
2. Сборник материалов «Агропромышленный комплекс России в 2008 году». М., 2009. 685 с.
3. Сборник материалов «Агропромышленный комплекс России в 2010 году». М., 2011. 698 с.
4. Сборник материалов «Агропромышленный комплекс России в 2014 году». М., 2015. 704 с.
5. Ежевский А.А. Технологическая и техническая обеспеченность сельскохозяйственного про-

изводства России на 2013–2020 годы / А.А. Ежевский // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2014. № 1. С. 3–6.

6. Ломакин С.Г. Зерноуборочные комбайны: потребности покупателей, предложения производителей / С.Г. Ломакин // Аграрное обозрение. 2010. № 3. URL: <http://agroobzor.ru/sht/a-143.html>.

7. Ломакин С.Г. Зерноуборочные комбайны: потребности покупателей, предложения производителей / С.Г. Ломакин // Аграрное обозрение. 2010. № 2. URL: <http://agroobzor.ru/sht/a-137.html>.

Статья поступила 27.04.2016

CONDITIONS OF GRAIN HARVESTING IN RUSSIA AND AVAILABILITY OF COMBINE HARVESTERS IN AGRICULTURAL ENTERPRISES

SERGEY G. LOMAKIN, PhD (Eng), Professor¹

E-mail: irina17-12-69@mail.ru

VIKTOR Ye. BERDYSHEV, DSc (Eng), Professor¹

E-mail: v.berdishev@timacad.ru

¹ Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Timiryazevskaya str., 49, Moscow, 127550, Russian Federation

The authors have examined the current state and change dynamics in the commercial availability of combine harvesters in Russia. They have conducted analysis of grain production in different regions concerning the cultivation structure and area, the volume of production and crop yield, examined the soil and climatic conditions of crop harvesting, and revealed that the population dynamics of the stock of combine harvesters indicates a serious regression in grain harvesting mechanization in the country. Harvesting conditions in various regions of the country differ greatly in field configuration, soil and climatic features, grain mass and grain conditions. The level of seasonal workload of a combine harvester in some regions is up to 1000 ha and more, which leads to non-compliance with agronomic harvesting periods, excessive grain loss and a decrease in its quality. It has been established that to improve the validity of selecting combine harvesters and their performance it is necessary to conduct the study of both zonal features of harvesting conditions, and technical and technological capabilities of utilized combine harvesters.

Key words: cereal crop, yield, harvesting, grain combine harvester, grain losses, productivity, annual workload.

References

1. Kara-Murza S.G. Belaya kniga. Ekonomicheskie reformy v Rossii 1991–2001 gody [White paper. Economic reforms in Russia in 1991–2001]. M.: Algoritm, 2002. URL: <http://istmat.info/node/533>.
2. Collection of scientific materials "Agribusiness industry in Russia 2008". M., 2009. 685 p.
3. Collection of scientific materials "Agribusiness industry in Russia 2010". M., 2011. 698 p.
4. Collection of scientific materials "Agribusiness industry in Russia 2014". M., 2015. 704 p.
5. Ezhevsky A.A. Tekhnologicheskaya i tekhnicheskaya obespechennost' sel'skokhozyaystvennogo

proizvodstva Rossii na 2013-2020 gody [Technological and technical support of agricultural production in Russia for 2013–2020] / A.A. Ezhevsky // Farm Machinery and Technologies. 2014. Issue 1. Pp. 3–6.

6. Lomakin S.G. Zernoubochnye kombayny: potrebnosti pokupateley, predlozheniya proizvoditeley [Combine Harvesters: customer needs and producers' offers] / S.G. Lomakin // Agricultural Review. 2010. Issue 3. URL: <http://agroobzor.ru/sht/a-143.html>.

7. Lomakin S.G. Zernoubochnye kombayny: potrebnosti pokupateley, predlozheniya proizvoditeley [Combine Harvesters: customer needs and producers' offers] / S.G. Lomakin // Agricultural Review. 2010. Issue 2. URL: <http://agroobzor.ru/sht/a-137.html>.

Received on April 27, 2016

УДК 542.61:66.086.2:661.12

РУДОБАШТА СТАНИСЛАВ ПАВЛОВИЧ, докт. техн. наук, профессор¹

E-mail: rudobashta@mail.ru

КАЗУБ ВАЛЕРИЙ ТИМОФЕЕВИЧ, докт. техн. наук, профессор²

E-mail: bukva46@mail.ru

КОШКАРОВА АННА ГЕННАДЬЕВНА, преподаватель²

E-mail: vip.any@yandex.ru

¹ Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, ул. Тимирязевская, 49, Москва, 127550, Российская Федерация² Пятигорской медико-фармацевтический институт – филиал ГБОУ ВПО ВолгГМУ Минздрав РФ, пр. Калинина, 11, Пятигорск, 357500, Российская Федерация

ВОДНОЕ ЭКСТРАГИРОВАНИЕ СЫРЬЯ ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ИМПУЛЬСНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ВЫСОКОЙ НАПРЯЖЕННОСТИ

Технология, основанная на воздействии на объект импульсного электрического поля высокой напряженности, обладает ощутимыми преимуществами перед традиционными методами и снижает вероятность появления металлических примесей в целевом продукте по сравнению с процессом электроразрядного экстрагирования. Теоретические и экспериментальные исследования процесса водного экстрагирования биологически активных соединений импульсным электрическим полем высокой напряженности позволили выявить и раскрыть основные факторы, влияющие на интенсификацию экстрагирования водорастворимых соединений. Под действием поля с напряженностью порядка 5 МВ/м, реализуемого в наших условиях импульсом напряжения колоколообразной формы амплитудой до 50 кВ, длительностью 0,2 мкс и фронтом импульса напряжения 0,1 мкс, на границе раздела сред возникает пондеромоторная сила, направленная в сторону убывания диэлектрической проницаемости. Сила приводит к растяжению и разрыву пористой частицы и тем самым способствует проникновению экстрагирующей жидкости внутрь структуры сырья. Выявлено, что обработка воды импульсами напряжения амплитудой 20 кВ в течение 200 сек. приводит к снижению сил поверхностного натяжения, о чем свидетельствует изменение коэффициента поверхностного натяжения от 72,956 мН/м до 65,04 мН/м. Проведенные эксперименты показали целесообразность промышленного использования технологии импульсного электрического экстрагирования целевых компонентов из растительного сырья, поскольку она позволяет сократить длительность процесса примерно на 7 сут., снизить в 10 раз энергозатраты, заменить этиловый спирт на воду, а в сравнении с процессом электроразрядного экстрагирования – получать более чистый экстракт.

Ключевые слова: водное экстрагирование, импульсное электрическое поле, высокая напряженность, диэлектрическая проницаемость, измельчение, поверхностное натяжение.

Введение. Интенсификация процессов экстрагирования направлена на ускорение массообмена в системе «Твердое тело-жидкость». По этому пути осуществляется поиск и разработка новых методов, в основе которых лежит передача системе «Твердое тело-жидкость» вибраций, пульсаций, колебаний различных частот и амплитуд. Широкое внедрение экономичных технологий водной экстракции в химической, пищевой, фармацевтической и других отраслях промышленности сдерживается из-за неполного извлечения целевых компонентов и небольшой скорости процессов.

Известные методы интенсификации процессов не всегда приемлемы из-за высокотемпературных

режимов, приводящих к деструкции извлекаемых веществ [1]. Метод обработки растительного сырья, помещенного в жидкость, с помощью электрических разрядов [2–5, 11] обладает ощутимыми преимуществами перед традиционными методами, однако, несмотря на высокую скорость и полноту извлечения при экстрагировании под воздействием электрических разрядов, происходит загрязнение экстракта продуктами эрозии металлических электродов, что требует принятия специальных мер по их удалению.

Цель исследований – теоретически и экспериментально изучить процессы водного экстрагирования биологически активных соединений под

7. Способ экстрагирования биологически активных соединений из растительного сырья: Пат. № 2200022 РФ. МКИ А61К35/78 / В.Т. Казуб, Н.В. Криворотов, Ю.Н. Кудимов, Е.В. Голов; заявл. 19.07.99; опубл. в БИ. № 7. 2003.

8. Губкин А.Н. Физика диэлектриков. М. «Высшая школа», 1971. 272 с.

9. Казуб В.Т., Кошкарлова А.Г. Моделирование гидродинамических потоков методом электрогидродинамической аналогии // Математическая физика и ее приложения: Материалы Междунар. молодежной научн. конф. 28–30 июня 2012 г., Пятигорск. 2012. Т. 3. С. 152–155.

10. Казуб В.Т. Определение скорости продвижения экстрагента в растительный материал при его набухании / В.Т. Казуб, А.Г. Кошкарлова // Вестник ТГТУ. 2014. Т. 20. № 4. С. 773–779.

11. Kazub V.T., Orobinskaya V.N., Kononov D.A. The influence of biologically active substances of non traditional plants on the biochemical processes in human body. The Second International Conference on Eurasian scientific development, Austria, Viena. 26th May. 2014. P. 77–83.

Статья поступила 20.04.2016

AQUEOUS EXTRACTION OF RAW MATERIALS IMPACTED BY HIGH INTENSITY PULSED ELECTRIC FIELD

STANISLAV P. RUDOBASHTA, DSc (Eng), Professor¹

E-mail: rudobashta@mail.ru

VALERY T. KAZUB, DSc (Eng), Professor²

E-mail: bukva46@mail.ru

ANNA G. KOSHKAROVA, Lecturer²

E-mail: vip.any@yandex.ru

¹ Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Timiryazevskaya str., 55, Moscow, 127550, Russian Federation

² Pyatigorsk Medical Pharmaceutical Institute – Branch of Volgograd State Medical University, Kalinina ave., 11, Pyatigorsk, 357500, Russian Federation

The technology based on the impact of high intensity pulsed electric field on an object has significant advantages over traditional methods and reduces the probability of metallic impurities appearing in the final product as compared with the process of electric discharge extraction. Theoretical and experimental studies of the aqueous extraction of bioactive compounds by high intensity pulsed electric field have revealed the main factors affecting the intensification of extracting water-soluble compounds. Under the influence of the field with an intensity of about 5 MV/m implemented in our case with bell-shaped voltage impulse with an amplitude of up to 50 kV, the duration of 0,2 mks, and the voltage pulse front of 0,1 mks, a ponderomotive force directed towards the dielectric permittivity decreasing is developed at the environment interface. The force leads to stretching and rupturing of porous particles, and thus facilitates the penetration of extracting liquid inside the raw material structure. It has been revealed that the water treatment with voltage pulses with an amplitude of 20 kV for 200 seconds reduces the surface tension forces, as indicated by the change of the surface tension from 72.956 mN/m to 65.04 mN/m. The experiments have proved the industrial use feasibility of the pulsed electric extraction of target components from vegetable raw materials, because it reduces the processing time for about 7 days, and power inputs by 10 times, provides for ethanol replacing with water, and, to obtain more pure extract, as compared with electric extraction.

Key words: aqueous extraction, pulsed electric field, high intensity, dielectric permittivity, comminution, surface tension.

References

1. Lomachinskiy V.A. Nauchnoe obosnovanie effektivnykh ekstraktsionnykh tekhnologiy pererabotki rastitel'nogo syr'ya [Scientific grounds for effective extraction technologies of processing vegetable raw

materials]. Self-review of DSc (Eng) thesis. Moscow, 2002. 61 p.

2. Rudobashta S.P., Kazub V.T., Borisov A.G. Vliyaniye rezhimnykh parametrov protsessa na kinetiku elektrorazryadnogo ekstragirovaniya tselevogo komponenta iz rastitel'nogo syr'ya [Influence of operating

process parameters on the kinetics of electric extraction of target components from plant materials]. Storage and Processing of Agricultural Raw Materials. 2006. Issue 12. Pp. 27–30.

3. Kazub V.T., Koshkarova A.G. Ispol'zovanie elektrorazryadnoy tekhnologii dlya izvlecheniya biologicheskikh aktivnykh komponentov [Use of discharge technology to extract biologically active components] // Ways of scientific and education development in modern conditions: Proceedings of the International Symposium. Sochi, 2013. Pp. 202–206.

4. Kazub V.T., Solovyova Ye.V. Kinetika protsessov ekstragirovaniya polisakharidov pod vozdeystviem elektricheskikh razryadov [Kinetics of extraction of polysaccharides under the influence of electrical discharges] // Proceedings of XV International Scientific Practical Conference. "Social-and-economic development of Russian regions in terms of modernization" 24–26 September 2011. Belek (Turkey). Pyatigorsk, 2011. Pp. 213–220.

5. Kazub V.T. Kinetika i osnovy apparaturnogo oformleniya protsessov elektrorazryadnoy ekstragirovaniya biologicheskikh aktivnykh soedineniy [Kinetics and basics of implementation of electric extraction of biologically active compounds]: Self-review of DSC (Eng) thesis. Tambov: TSTU, 2002. 32 p.

6. Kazub V.T. Intensifikatsiya protsessov ekstragirovaniya impul'snym elektricheskim polem vysokoy napryazhennosti [Intensification of extracting processes with a high intensity pulsed electric field] / V.T. Ka-

zub, A.G. Koshkarova // TSTU Vestnik. 2014. Vol. 20. Issue 3. Pp. 496–501.

7. Sposob ekstragirovaniya biologicheskikh aktivnykh soedineniy iz rastitel'nogo syr'ya [The method of extraction of bioactive compounds from plant materials]: Patent № 2200022 RF. ICI A61K35/78 // V.T. Kazub, N.V. Krivorotov, Yu.N. Kudimov, E.V. Golov; Applied on 19.07.99. Published in IB Issue 7 in 2003.

8. Gubkin A.N. Fizika dielektrikov [Physics of dielectrics]. Moscow. Vysshaya shkola. 1971. 272 p.

9. Kazub V.T., Koshkarova A.G. Modelirovanie gidrodinamicheskikh potokov metodom elektrogidrodinamicheskoy analogii [Modelling of hydrodynamic flows by an electrohydrodynamic analogy method] // Mathematical physics and its applications: Proceedings of International Youth Scientific Conference. 28–30 June, 2012. Pyatigorsk. 2012. Pp. 152–155.

10. Kazub V.T. Opredelenie skorosti prodvizheniya ekstragenta v rastitel'nyy material pri ego nabukhanii [Determination of the feed-up rate of swollen extracting plant material] / V.T. Kazub, A.G. Koshkarova // TSTU Vestnik. 2014. Vol. 20. Issue 4. Pp. 773–779.

11. Kazub V.T., Orobinskaya V.N., Kononov D.A. The influence of biologically active substances of non-traditional plants on the biochemical processes in human body. The Second International Conference on Eurasian scientific development, Austria, Vena. 26th May. 2014. P. 77–83.

Received on April 20, 2016

УДК 631.354.2

АЛДОШИН НИКОЛАЙ ВАСИЛЬЕВИЧ, докт. техн. наук¹

E-mail: cxm.msau@yandex.ru

ЗОЛОТОВ АЛЕКСАНДР АНИСИМОВИЧ, канд. техн. наук, профессор¹

E-mail: zolotov46@mail.ru

АЛАДЬЕВ НИКОЛАЙ АЛЕКСЕЕВИЧ, инженер¹

E-mail: cxm.msau@yandex.ru

ЛЫЛИН НИКОЛАЙ АЛЕКСЕЕВИЧ, инженер¹

E-mail: lylin2015@yandex.ru

¹ Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, ул. Тимирязевская, 49, Москва, 127550, Российская Федерация

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВРЕЖДАЕМОСТИ И ВСХОЖЕСТИ БЕЛОГО ЛЮПИНА В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Раскрыли проблему производства растительного белка путем расширения производства белого люпина. Рассмотрели лабораторные методы определения макро и микроповреждений зерна белого люпина. Представили лабораторную установку, имитирующую молотильное устройство и позволяющую оценить зависимость повреждаемости зерна от скорости молотильного барабана. Показали, что с увеличением ско-

рости соударения наблюдается возрастание количества поврежденных семян во всем диапазоне изменения влажности. Так, для семян с влажностью 10 процентов при скорости удара, равной 7,8 м/с, повреждение составило 12 процентов, а при 18,3 м/с – уже более 60 процентов. В то же время при влажности 33 процента при тех же скоростях повреждение семян увеличилось всего до 5 процентов. Снижение влажности с 33 до 10 процентов ведет к 10...12-кратному увеличению повреждений зерна люпина во всем диапазоне исследуемых скоростей. Определили всхожесть белого люпина при различной влажности зерна от 9,5 до 33,0 процентов и частоте вращения била лабораторной установки от 300 до 800 1/мин. Показали, что с увеличением частоты вращения ротора установки с 300 до 800 1/мин наибольшее снижение всхожести наблюдается у зерна люпина с влажностью 9,5 процентов с 85 процентов до 20...30 процентов, т.е. практически в 3 раза. Во всех других случаях при влажности 12, 15,5 и 33 процентов в этом же диапазоне увеличения скорости снижение всхожести не превышало 20...30 процентов.

Ключевые слова: зерно, белый люпин, повреждаемость зерна, всхожесть, энергия прорастания, растительный белок.

Введение. Во многих странах мира, в том числе и в России, очень остро стоит проблема производства растительного белка, которая может быть решена за счет выращивания и расширения производства белого люпина. Содержание растительного белка менее 105...115 г в 1 корм. ед. ведет к тому, что корм получается не сбалансированным по протеину аминокислотам. В результате снижается продуктивность животных, отмечается перерасход кормов, растёт их себестоимость.

Белый люпин имеет наибольший производственный потенциал среди возделываемых кормовых видов люпина – 4...5 т/га. В семенах содержится 35...40% белка и 10...12% жира. Себестоимость выращивания люпина составляет 3...4 тыс. руб/т при цене сои на отечественном и мировом рынках 14...17 тыс. руб/т. В отличие от сои семена люпина не содержат ингибиторов трипсина, поэтому их можно использовать в корм без термической обработки [1–3].

Белый люпин выращивается без внесения минеральных удобрений, может использовать труднорастворимые фосфаты, благодаря симбиотической азотфиксации использует до 300 кг азота атмосферы.

Для большинства сельскохозяйственных культур белый люпин – лучший предшественник.

Цель исследования – в лабораторных условиях оценить влияние интенсивности воздействия рабочих органов зерноуборочных комбайнов на степень повреждаемости и всхожесть зерна белого люпина.

Методика исследований. Реализация производственного потенциала возможна только при наличии качественного семенного материала. Важный момент в технологии производства семян люпина белого – обеспечение их высоких посевных качеств за счет снижения их повреждений в процессах уборки и последующих операций по подготовке к посеву. Имеющиеся в литературе данные о травмировании люпина при уборке говорят о том, что количество травмированных семян и характер травм (дробление) сильно зависят от режима обмолота и от влажности убираемых семян.

В процессе уборки и послеуборочной обработки рабочие органы машин в той или иной мере повреждают зерно или семена, снижая их товарные, технологические (продовольственные), посевные,

продуктивные качества. Зерна с явными механическими повреждениями (битые, раздавленные, обрушенные), раздутые при сушке, поврежденные самоогреванием, являясь зерновой примесью, снижают товарность партии [4–6].

Нарушение целостности зерна (семян) приводит к увеличению интенсивности дыхания, ускоренному развитию микроорганизмов, снижению стойкости и сроков безопасного хранения. Наличие в исходном зерновом материале повреждений увеличивает их количество при каждом последующем пропуске через машины, что снижает выход первосортной товарной продукции.

Непосредственные повреждения зародыша и повышенная степень поражения поврежденных семян бактериями, грибковыми организмами и клещами снижают полевую всхожесть семян, замедляют рост и уменьшают продуктивность растений.

Все повреждения зерна делят на две большие группы: макроповреждения и микроповреждения. К макроповреждениям относят дробление, раздавливание, обрушивание, т.е. такие повреждения, которые изменяют физико-механические свойства семян (размеры, удельный вес, состояние поверхности, парусность). Большинство макроповрежденных зерен можно выделить на очистительных и сортировальных машинах.

Микроповреждения (царапины, трещины, выбоины, повреждения оболочки и т.п.) практически не изменяют физико-механических свойств зерна, но оказывают отрицательное воздействие на его посевные и продовольственные качества. Зерно (семена) с микроповреждениями практически невозможно отделить от неповрежденного даже на самом совершенном оборудовании [7, 8].

Наибольшему повреждению зерна люпина подвергаются при уборке зерноуборочным комбайном в молотильно-сепарирующем устройстве. Чтобы уменьшить повреждение зерен это устройство настраивают на так называемый «мягкий» режим работы [9, 10]. Однако в полевых условиях оценить влияние скорости рабочих органов на повреждения зерна люпина из-за множества факторов, влияющих на травмирование и недостатка времени, не представлялось возможным. Поэтому в лаборатории кафедры сельскохозяйственных машин Института механики и энергетики РГАУ-МСХА имени

Как следует из приведенных графиков (рис. 4) с увеличением частоты вращения ротора установки с 300 до 800 мин⁻¹ наибольшее снижение всхожести наблюдается у зерна люпина с влажностью 9,5% с 85% до 20...30%, т.е. практически в 3 раза. Во всех других случаях при влажности 12, 15,5 и 33% в этом же диапазоне увеличения скорости снижение всхожести не превышало 20...30%.

Выводы

1. Для семян с влажностью 10% при скорости удара, равной 7,8 м/с, повреждение составило 12%, а при 18,3 м/с – уже более 60%. При влажности 33% при тех же скоростях повреждение семян увеличилось всего до 5%.

2. Снижение влажности с 33 до 10% ведет к 10...12-кратному увеличению повреждений зерна люпина во всем диапазоне исследуемых скоростей.

3. При изменении частоты вращения ротора установки с 300 до 800 мин⁻¹ наибольшее снижение всхожести наблюдается у зерна белого люпина с влажностью 9,5% с 85% до 20...30%, т.е. практически в 3 раза. Во всех других случаях при влажности 12,0, 15,5 и 33,0% в этом же диапазоне увеличения скорости снижение всхожести не превышало 20...30%.

Библиографический список

1. Бердышев В.Е. Влияние типа дек на качество работы аксиально-роторной молотильно-сепарирующей системы / В.Е. Бердышев, С.Г. Ломакин, А.В. Шевцов // Вестник ФГБОУ ВПО «МГАУ имени В.П. Горячкина». 2015. № 1. С. 20–24.

2. Алдошин Н.В. Влияние травмируемости зерна белого люпина на его всхожесть / Н.В. Алдошин, Н.А. Аладьев // Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства: Материалы Международной научно-практической конференции. Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский ГАУ», 2016. С. 292–299.

3. Алдошин Н.В. Оценка повреждений зерна белого люпина при уборке урожая / Н.В. Алдошин, А.А. Золотов, А.С. Цыгуткин, В.Д. Сулеев, А.Е. Кузнецов, Н.А. Аладьев, Малла Бахаа // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 2. С. 26–29.

4. Тарасенко А.П. Улучшение качества зернового вороха при уборке / А.П. Тарасенко, В.И. Оробинский, И.А. Резниченко, А.М. Гиевский, А.А. Сундеев, В.В. Милованов // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2009. № 2 (9). С. 45–47.

5. Алдошин Н.В. Стабильность технологических процессов в растениеводстве / Н.В. Алдошин // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2007. № 3. С. 5–7.

6. Алдошин Н.В. Анализ технологических процессов в растениеводстве / Н.В. Алдошин // Техника в сельском хозяйстве. № 1. 2008. С. 34–36.

7. Алдошин Н.В. Обоснование технологических параметров на уборке белого люпина / Н.В. Алдошин, А.А. Золотов, А.С. Цыгуткин, В.Д. Сулеев, А.Е. Кузнецов, Н.А. Аладьев, Малла Бахаа // Достижения науки и техники АПК. 2015. № 1. Т. 29. С. 64–66.

8. Алдошин Н.В. Исследование технологических процессов в растениеводстве при помощи стохастических матриц / Н.В. Алдошин // Техника в сельском хозяйстве. № 3. 2007. С. 45–47.

9. Гатаулина Г.Г. Особенности уборки и послеуборочной обработки семян белого люпина / Г.Г. Гатаулина, В.И. Вагин // Белый люпин. 2014. № 2. С. 34–36.

10. Алдошин Н.В. Механизация уборки смешанных посевов зерновых культур / Н.В. Алдошин, А.А. Золотов, А.С. Цыгуткин, Малла Бахаа // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 10. С. 41–45.

11. Алдошин Н.В. Механизация уборки смешанных посевов зерновых культур методом очёса / Н.В. Алдошин // Инновационные направления развития технологий и технических средств механизации сельского хозяйства: Материалы Международной научно-практической конференции. Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронежский ГАУ», 2016. С. 192–198.

12. Алдошин Н.В. Сравнительная оценка комбайнов на уборке белого люпина / Н.В. Алдошин // Сельский механизатор. 2015. № 11. С. 10–13.

13. Aldoshin N. Damage of white lupine grain during harvesting. Technoforum 2015. “New trends in machinery and technologies for biosystems”. Slovakia. Nitra. Slovenska polnohospodarska univerzita v Nitre, 2015. P. 14–18.

Статья поступила 15.03.2016

LABORATORY STUDY OF DAMAGEABILITY AND GERMINATION OF WHITE LUPINE

NIKOLAI V. ALDOSHOIN, DSc (Eng)¹

E-mail: naldoshin@yandex.ru

ALEKSANDR A. ZOLOTOV, PhD (Eng), Professor¹

E-mail: zolotov46@mail.ru

NIKOLAI A. ALADIEV, engineer¹

E-mail: cxm.msau@yandex.ru

NIKOLAI A. LYLIN, engineer¹

E-mail: lylin2015@yandex.ru

¹ Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Timiryazevskaya str., 49, Moscow, 127550, Russian Federation

The authors have revealed the problem of vegetable protein production by enhancing the production of white lupine, reviewed laboratory methods used to determine macro- and microdamage of white lupine grains, presented a laboratory installation simulating the threshing unit allowing to assess the grain damageability dependence on the threshing drum speed. It has been shown that increasing the impact velocity results in the increase in the number of damaged seeds over the whole humidity change range. So, for seeds with a moisture content of 10 percent at an impact speed of 7.8 m/s, the damage has amounted to 12 percent, and at 18.3 m/s it has exceeded 60 percent. At the same time, at a humidity of 33 percent at the same speeds, the damage of seeds has increased up to 5 percent. The decrease in humidity from 33 to 10 percent leads to a 10 to 12-fold increase in the damage of lupine grain in the whole range of the studied speeds. The authors have determined the germination of white lupine under different grain moisture content from 9.5 to 33.0 percent and the laboratory installation beater speed from 300 to 800 1/min. It has been shown that with increasing the installation rotor speed from 300 to 800 1/min, the highest reduction in germination has been observed in lupine grains with a moisture content of 9.5 percent from 85 percent to 20...30 percent, i.e. almost three times lower. In all other cases, at a humidity of 12, 15.5 and 33 percent in the same range of speed increasing the reduction of germination has not exceeded 20...30 percent.

Key words: grain, white lupine, grain damageability, germination, germinating force, germinator.

References

1. Berdyshev V.E. Vliyanie tipa dek na kachestvo raboty aksial'no-rotornoy molotil'no-separiruyushchey sistemy [The influence of the concave type on the performance quality of axial rotary threshing-and-separating systems] / V.E. Berdyshev, S.G. Lomakin, V.A. Shevtsov // Herald of Federal State Educational Establishment of Higher Professional Education "Moscow State Agroengineering University named after V.P. Goryachkin". 2015. Issue 1. Pp. 20–24.
2. Aldoshin N.V. Vliyanie travmiruemosti zerna belogo lyupina na ego vskhozhest' [The impact of white lupine grain damageability on its germination] / N.V. Aldoshin, N.A. Aladiev // Innovative development trends in technologies and technical means of farm mechanization: Proceedings of the International Scientific-and-Practical Conference. Voronezh: Federal State Budgetary Educational Establishment "Voronezh State Agrarian University", 2016. Pp. 292–299.
3. Aldoshin N.V. Otsenka povrezhdeniy zerna belogo lyupina pri uborke urozhaya [Damage assessment of white lupine grain during harvesting] / N.V. Aldoshin, A.A. Zolotov, A.S. Tsygutkin, V.D. Suleyev, A.Ye. Kuznetsov, N.A. Aladiev, Malla Bahaa // Tractors and Farm Machinery. 2015. Issue 2. Pp. 26–29.
4. Tarasenko A.P. Uluchshenie kachestva zernovogo vorokha pri uborke [Improving the quality of harvested grain heaps] / A.P. Tarasenko, V.I. Orbinsky, A.I. Reznichenko, A.M. Gievskaya, A.A. Sundeyev, V.V. Milovanov // Farm Machinery and Technologies. 2009. Issue 2 (9). Pp. 45–47.
5. Aldoshin N.V. Stabil'nost' tekhnologicheskikh protsessov v rastenievodstve [Stability of technological processes in crop production] / N.V. Aldoshin // Farm Mechanization and Power Supply. 2007. Issue 3. Pp. 5–7.
6. Aldoshin N.V. Analiz tekhnologicheskikh protsessov v rastenievodstve [Analysing technological processes in crop production] / N.V. Aldoshin // Machinery in agriculture. Issue 1. 2008. Pp. 34–36.
7. Aldoshin N.V. Obosnovanie tekhnologicheskikh parametrov na uborke belogo lyupina [Substantiation of technological parameters of white lupine harvesting] / N.V. Aldoshin, A.A. Zolotov, A.S. Tsygutkin, V.D. Suleyev, A.Ye. Kuznetsov, N.A. Aladiev, Malla Bahaa // Achievements of Agricultural Science and Technology. 2015. Issue 1. Vol. 29. Pp. 64–66.
8. Aldoshin N.V. Issledovanie tekhnologicheskikh protsessov v rastenievodstve pri pomoshchi stokhasticheskikh matrits [Studying technological processes in crop production using stochastic matrices] / N.V. Aldoshin // Farm Machinery. Issue 3. 2007. Pp. 45–47.
9. Gataulina G.G. Osobennosti uborki i posleuborochnoy obrabotki semyan belogo lyupina [Characteristics of harvesting and post-harvest treatment of white lupine seeds] / G.G. Gataulina, V.I. Vagin // White lupine. 2014. Issue 2. Pp. 34–36.
10. Aldoshin N.V. Mekhanizatsiya uborki smeshannykh posevov zernovykh kul'tur [Mechanization of mixed crop harvesting] / N.V. Aldoshin, A.A. Zolotov, A.S. Tsygutkin, Malla Bahaa // Tractors and Farm Machinery. 2015. Issue 10. Pp. 41–45.
11. Aldoshin N.V. Mekhanizatsiya uborki smeshannykh posevov zernovykh kul'tur metodom ochesa [Mechanization of harvesting mixed crops of cereals by stripper header] / N.V. Aldoshin // Innovative development trends of technologies and technical means of

farm mechanization: Proceedings of the International Scientific-and-Practical Conference. Voronezh: Federal State Budgetary Educational Establishment "Voronezh State Agrarian University", 2016. Pp. 192–198.

10. Aldoshin N.V. Sravnitel'naya otsenka kombaynov na uborke belogo lyupina [Comparative assessment of combine harvesters for white lupine har-

vesting] / N.V. Aldoshin // Farm Mechanical Engineer. 2015. Issue 11. Pp. 10–13.

11. Aldoshin N. Damage of white lupine grain during harvesting. Technoforum 2015. "New trends in machinery and technologies for biosystems". Slovakia. Nitra. Slovenska polnohospodarska univerzita v Nitre, 2015. Pp. 14–18.

Received on March 15, 2016

УДК 629.017

ЛОМАКИН СЕРГЕЙ ГЕРАСИМОВИЧ, канд. техн. наук, профессор¹

E-mail: irina17-12-69@mail.ru

ЩИГОЛЕВ СЕРГЕЙ ВИКТОРОВИЧ, ст. преподаватель¹

E-mail: sergeysch127@mail.ru

¹ Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, ул. Тимирязевская, 49, Москва, 127550, Российская Федерация

К ОЦЕНКЕ ПОПЕРЕЧНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ КОЛЕСНЫХ САМОХОДНЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН

Одним из факторов, влияющих на безопасность работы самоходных сельскохозяйственных машин, является способность сохранять свое устойчивое положение в различных условиях эксплуатации. Эта способность характеризуется углами поперечной и продольной устойчивости. Значительная часть самоходных машин (зерно- и кормоуборочные комбайны, тракторы) не имеет подрессоренных элементов ходовой части, а снижения нагрузки на раму этих машин при движении по неровностям добиваются за счет шарнирной установки на нее моста управляемых колес. При определении углов статической устойчивости машин с шарнирно установленным (качающимся) мостом управляемых колес часто допускается излишнее упрощение расчетной схемы, приводящее к снижению точности анализа. Представили уточненную методику расчета угла поперечной статической устойчивости колесных машин с качающимся мостом управляемых колес. В соответствии с предложенной методикой и методиками, рекомендованными в технической и учебной литературе, определили значения указанного угла для ряда сельскохозяйственных машин. Полученные результаты расчетов по предложенным зависимостям показали их значительное отклонение от значений, полученных при расчете по общепринятым методикам. Сделали выводы о зависимости угла поперечной статической устойчивости машин с качающимся мостом управляемых колес от конструктивных параметров их ходовой части, а также от вертикальной и горизонтальной координат расположения их центра масс.

Ключевые слова: колесная машина, зерноуборочный комбайн, трактор, поперечная устойчивость, ось опрокидывания, качающийся мост управляемых колес, центр масс, предельный угол статической устойчивости.

Введение. Одним из факторов, влияющих на безопасность работы самоходных сельскохозяйственных машин, является способность сохранять свое устойчивое положение в различных условиях эксплуатации. Эта способность характеризуется углами поперечной и продольной устойчивости.

Значительная часть самоходных машин (зерно- и кормоуборочные комбайны, тракторы) не имеет подрессоренных элементов ходовой части, а сниже-

ния нагрузки на раму этих машин при движении по неровностям добиваются за счет шарнирной установки на нее моста управляемых колес.

При теоретическом анализе как динамической, так и статической поперечной устойчивости самоходных колесных и полугусеничных сельскохозяйственных машин (комбайнов зерноуборочных и кормоуборочных, тракторов) с качающимся мостом управляемых колес в учебниках, учебных пособиях и технической литературе [1–4] допускается из-

Библиографический список

1. Богатырев А.В., Лехтер В.Р. Тракторы и автомобили / Под ред. А.В. Богатырева. М.: КолосС, 2008. 400 с.
2. Кутьков Г.М. Тракторы и автомобили: теория и технологические свойства: Учеб. 2-е изд., перераб. и доп. М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. 506 с.
3. Кутьков Г.М., Лехтер В.Р. Теория трактора и автомобиля: Лабораторный практикум. М.: МГАУ, 2012.
4. Мирошниченко А.Н. Основы теории автомо-

биля и трактора: Учебное пособие. Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2014. 490 с.

5. Кленин Н.И., Киселёв С.Н., Левшин А.Г. Сельскохозяйственные машины. М.: КолосС, 2008. 816 с.
6. Ксенович И.П., Амелченко П.А., Степаныук П.Н. Трактор МТЗ-80 и его модификации. М.: Агропромиздат, 1991. 397 с.
7. Ростсельмаш. URL: http://rostselmash.com/products/grain_harvesters.
8. Ростсельмаш. URL: http://rostselmash.com/products/forage_harvesters.

Статья поступила 4.04.2016

ASSESSING LATERAL STABILITY OF WHEELED SELF-PROPELLED FARM MACHINES

SERGEY G. LOMAKIN, PhD (Eng), Professor¹

E-mail: irina17-12-69@mail.ru

SERGEY V. SHCHIGOLEV, Senior Lecturer¹

E-mail: sergeysch127@mail.ru

¹ Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Timiryazevskaya str., 49, Moscow, 127550, Russian Federation

One of the factors that affect safe operation of self-propelled farm machines is an ability to maintain their stable position in various operating conditions. This ability is characterized by angles of lateral and longitudinal stability. A significant part of self-propelled machines (grain and forage harvesters, tractors) is not provided with sprung chassis components, so loads on the machine frame when driving along uneven surfaces achieve can be reduced by hinging the steerable axle. When determining the static stability angles of machines with a hinged (oscillating) steerable axle the design scheme is often excessively simplified, and this leads to a decrease in the analysis accuracy. The authors offer an updated methodology for calculating the angle of lateral static stability of wheeled vehicles with oscillating steerable axle. In accordance with the proposed methodology and the methods recommended in technical and scientific literature, they have determined the value of the considered angle for a number of farm machines. The obtained calculation results concerning the proposed dependencies have shown significant deviation from the values obtained in the calculation made according to conventional calculation procedures. Finally, the authors have made some conclusions about the dependence of the lateral static stability angle of machines with oscillating steerable axle on the running gear design parameters, as well as vertical and horizontal coordinates of their mass center location.

Key words: wheeled machine, combine harvester, tractor, lateral stability, overturning axis, oscillating steerable axle, mass center, limit angle of static stability.

References

1. Bogatyrev A.V., Lehkter V.R. Traktory i avtomobili [Tractors and automobiles] / Ed. by A.V. Bogatyrev. M.: KolosS, 2008. 400 p.
2. Kutkov G.M. Traktory i avtomobili: teoriya i tekhnologicheskie svoystva [Tractors and automobiles: theory and technological properties]: 2nd ed., revised and extended. M.: INFRA-M, 2014. 506 p.
3. Kutkov G.M., Lehkter V.R. Teoriya traktora i avtomobilya: Laboratornyy praktikum [Automobile and tractor theory: Laboratory workshop]. M.: MSAU 2012.
4. Miroshnichenko A.N. Osnovy teorii avtomobilya i traktora: Uchebnoe posobie [Fundamentals of the

automobile and tractor theory: Textbook]. Tomsk: Publishing House of TSABU, 2014. 490 p.

5. Klenin N.I., Kiselev S.N., Levshin A.G. Sel'skokozyaystvennyye mashiny [Farm machines]. M.: KolosS, 2008. 816 p.
6. Ksenovich I.P., Amelchenko P.A., Stepanyuk P.N. Traktor MTZ-80 i ego modifikatsii [Tractor MTZ-80 and its modifications]. M.: Agropromizdat, 1991. 397 p.
7. Rostselmash. URL: http://rostselmash.com/products/grain_harvesters.
8. Rostselmash. URL: http://rostselmash.com/products/forage_harvesters.

Received on April 4, 2016

УДК 635.21:631.5

СТАРОВОЙТОВА ОКСАНА АНАТОЛЬЕВНА, канд. сел.-хоз. наук, ведущ. науч. сотрудник¹

E-mail: agronir2@mail.ru

ШАБАНОВ НИЗАМ ЭМИРСУЛТАНОВИЧ, канд. сел.-хоз. наук, ст. науч. сотрудник¹

E-mail: agronir2@mail.ru

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт картофельного хозяйства имени А.Г. Лорха, ул. Лорха, 23, п. Красково, Люберецкий р-н, Московская обл., 140051, Российская Федерация

ВЛИЯНИЕ ШИРИНЫ МЕЖДУРЯДИЙ НА ТЕМПЕРАТУРУ, ВЛАЖНОСТЬ, ПЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТЬ КАРТОФЕЛЯ

Целью исследований послужило изучение влияния ширины междурядий на влажность, температуру, плотность почвы в зоне клубневого гнезда, урожайность клубней картофеля. Полевые опыты проводили в ОПХ «Ильинское» Домодедовского района Московской области на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве с использованием сортов Любимец (среднеранний) и Лорх (среднепоздний). Также исследования выполняли на экспериментальной базе ФГБНУ ВНИИКХ Коренёво Люберецкого района Московской области на дерново-подзолистой среднекультуренной супесчаной почве с использованием сортов Удача (ранний) и Ильинский (среднеранний). При возделывании картофеля по грядовой схеме посадки средняя за период вегетации величина температуры оказалась ниже на 0,8 градусов Цельсия – на суглинках и на 0,35 градусов Цельсия – на супесях, чем при возделывании по гребневой схеме. Отмечено, что с увеличением ширины междурядий немного улучшились значения влажности почвы, т.е. увеличились на 0,4 процента. В кратковременные засушливые периоды объём почвы при схеме посадки в грядах даёт возможность сохранить продуктивной большее количество влаги, чем при междурядьях 70(75) см. В среднем по сорту Любимец прибавка к контрольному варианту с шириной междурядий 70 см составила 5,6 т/га (16,7 процента), по сорту Лорх – 9,2 т/га (34,5 процента). На раннем сорте Удача на вариантах с шириной междурядий (120 + 30) см получена незначительная прибавка к контрольному варианту на 0,1 т/га (0,3 процента). На среднераннем сорте Ильинский отмечена прибавка к контрольному варианту с шириной междурядий 75 см на 1,7 т/га (5,7 процента). Посадки на грядах позволяют получить условный чистый доход 0,1...2,04 тыс. руб/га.

Ключевые слова: картофель, сорт, технология возделывания, ширина междурядий, температура, влажность и плотность почвы.

Введение. Основная часть России находится в зоне рискованного земледелия. Наблюдения за погодой показывают, что происходят изменения климата. Глобальное и локальное изменение климата характеризуется сильными ливнями и засухами, что вызывает температурные и влажностные стрессы растений, размывание гребней и сложности при осенней уборке урожая из-за переувлажнения почвы [1]. В условиях непредсказуемого развития климатических условий в наиболее ответственный период формирования урожая необходимо заранее продумать возможность модификации технологий возделывания картофеля [2]. С учетом этого необходимо создать технологии возделывания картофеля, адаптированные к этим условиям и изменениям [3].

Применяемые технологии возделывания картофеля с шириной междурядий 70 (75) см приводят к излишнему уплотнению почвы, ухудшению физи-

ческих, химических и биологических процессов в почве, влияющих на рост и развитие растений, повреждению корневой системы, ботвы, клубней [4]. Гребень, как среда, в которой развивается корневая система и клубневое гнездо, оказывает влияние на параметры растения за счет микробиологических, температурно-влажностных и аэрационных динамических процессов, которые происходят под влиянием метеорологических и техногенных воздействий.

Пищевая промышленность России потребляет в основном импортный картофель, а отечественное сырье использует мало из-за неодинакового размера и неправильной формы клубней, большого количества позеленевших клубней в связи с отсутствием специализированных технологий [6]. Во ВНИИ картофельного хозяйства совместно с другими организациями с использованием созданных рабочих органов разработаны новые технологии

Выводы

1. При возделывании картофеля по схеме (110(120)+30) × 30 см улучшаются условия в зоне клубневого гнезда для развития растений и на среднесуглинистой почве и на супесчаной, а именно: снижается средняя величина температуры на 0,35...0,8°C, улучшаются значения влажности почвы (особенно в жаркие часы и при обильных дождях).

2. Возделывание на грядах позволяет повысить значения урожайности клубней на 0,1...9,2 т/га (0,3...34,5%).

3. Посадки на грядах позволяют получить условный чистый доход 0,1...2,04 тыс. руб/га.

Библиографический список

1. Старовойтов В.И., Старовойтова О.А. Инновационные грядковые технологии и технические средства для возделывания картофеля и топинамбура // Земледелие 2015. № 7. С. 40–42.
2. Федотова Л.С., Кравченко А.В., Тимошина Н.А., Князева Е.В. Изменение климатических условий и продуктивность картофеля // Сб. мат-лов науч. практич. конфер. «Современные тенденции и перспективы инновационного развития картофелеводства». Чебоксары: КУП ЧР «Агроинновации», 2011. С. 132–134.
3. Старовойтов В.И., Воронов Н.В., Старовойтова О.А., Колядко И.И., Ярошевич И.М. Программа «Инновационное развитие производства картофеля и топинамбура» на 2013–2016 годы // Сб. науч. тр. «Картофелеводство». Т. 21. Ч. 2. Минск: РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства», 2013. С. 6–15.
4. Шабанов Н.Э. Рост, развитие и формирование урожая картофеля в зависимости от высоты и профиля гребней в условиях дерново-подзолистых среднесуглинистых почв: Автореферат диссертации на соиск. уч. степ. к. с.-х. н. М.: НИИКХ п/о Коренево, 1991. 20 с.
5. Симаков Е.А., Старовойтов В.И., Анисимов Б.В. и др. Индустрия картофеля: Справочник. Изд. 2-е, доп. М.: ГУП Академцентр «Наука» РАН, ОП ПИК «ВИНИТИ» – «Наука», 2013. 272 с.
6. Starovoitov V.I., Voronov N.V. and Pavlova O.A. Prospects of potato growing techniques in wide rows // Potato production and innovative technologies. Wageningen Academic Publishers The Netherlands. 2007. Pg. 246–251.
7. Картофель России. Т. 2. Технология возделывания / Под ред. А.В. Коршунова. М.: ФГУП «ПИК ВИНИТИ», 2003. 321 с.
8. Пономарев А.Г., Кабаков Н.С., Джававов Р.Д. Можно рассчитывать на успех при разных технологиях // Картофель и овощи. 2001. № 5. С. 27–28.
9. Симаков Е.А., Анисимов Б.А., Коршунов А.В. и др. Возделывание картофеля в сельскохозяйственных предприятиях и хозяйствах населения: Практическое руководство / МСХ РФ ВНИИКХ. М., 2005. 110 с.
10. Старовойтов В.И. Современные технологии возделывания картофеля: состояние, перспективы развития // В кн.: Картофелеводство в регионах России. М.: ВНИКХ им. А. Г. Лорха, 2006. С. 48–58.
11. Старовойтов В.И., Павлова О.А. Грядковая технология возделывания картофеля // Науч. тр. ВИМ. Т. 141. Ч. 1. М., 2002. С. 175–181.
12. Старовойтов В.И., Павлова О.А. Температурно-влажностные параметры гряды при возделывании картофеля // Научные труды ВНИИКХ «Вопросы картофелеводства». М., 2002. С. 148–153.
13. Старовойтов В.И., Павлова О.А. Исследования по обоснованию грядковой технологии возделывания картофеля // Агробизнес и пищевая промышленность. 2004. № 7 (49). С. 11–12.
14. Старовойтов В.И. Технология производства картофеля с учетом глобального изменения климата // Перспективы инновационного развития картофелеводства: Сб. мат-лов науч.-практич. конфер. г. Чебоксары. КУП ЧР Агро-Инновации – НН ПРЕСС, 2009. С. 33–34.
15. Писарев Б.А. Сортовая агротехника картофеля. Разд. Интенсивная технология. М.: Агропромиздат, 1990. С. 155–160.
16. Коршунов А.В. Управление урожаем и качеством картофеля. М., 2001. 369 с.
17. Манохина А.А. Разработка технологического процесса посадки картофеля с применением гранулированных органических удобрений: Автореферат на соиск. уч. степени канд. сельскохозяйственных наук. М.: МГАУ, 2012. 19 с.

Статья поступила 16.03.2016

EFFECTS OF ROW SPACING ON TEMPERATURE, HUMIDITY, SOIL DENSITY AND POTATO YIELD

OKSANA A. STAROVOITOVA, PhD (Ag)¹

E-mail: agronir2@mail.ru

NIZAM E. SHABANOV, PhD (Ag)¹

E-mail: agronir2@mail.ru

¹ All-Russian Research Institute of Potato Growing named after A.G. Lorkh, Lorkh str., 23, Kraskovo, Lyubertsy district, Moscow region, 140051, Russian Federation

The present research objective is to study the effects of row spacing on temperature, humidity, soil density in the area of tuberous nests, and the yield of potato tubers. Field experiments were carried out in farm enterprise "Il'inskoye", the Domodedovo district of the Moscow region on sod-podzolic medium cultivated loamy soil with the use of potato varieties of Lyubimets (middle) and Lorch (middle late). Also the study was carried out on experimental base of All-Russian Research Institute of Potato Growing named after A.G. Lorkh (VNIKH) in Korenevo, the Lyubertsy district of Moscow region on sod-podzolic sandy loam soil using varieties of Ydacha (early) and Il'yinsky (medium early). In case of potato cultivation with the bed planting scheme the average temperature in the vegetation period was lower than in case of cultivation according to the ridge planting scheme – by 0.8 degrees Celsius on loam soil, and by 0.35 degrees Celsius on sandy loam soil. It has been noted that an increase of inter-row spacing slightly improved the values of soil moisture, i.e. by 0.4 percent. In short dry periods the volume of soil in case of the ridge planting scheme allowed to preserve more moisture than in case of inter-row distances of 70(75) cm. The average increase of Lyubimets variety as compared with the control variant with wide inter-row spacing of 70 cm was 5.6 t/ha (16.7 percent), for Lorch variety– 9.2 t/ha (34.5 percent). Early Ydacha variety in case of wide-row spacing (120+30) cm produced a slight increase as compared with the control version – 0.1 t/ha (0.3 percent). Ilyinsky mid-variety demonstrated a marked increase as compared with the control variant with wide inter-row spacing of 75 cm by 1.7 t/ha (5.7 percent). Planting in ridges allows obtaining conditional net income of 0,1...2,04 thousand rub/ha.

Key words: potato, variety, cultivation technology, inter-row spacing, temperature, soil humidity and density.

References

1. Starovoitov V.I., Starovoitova O.A. Innovatsionnye gryadovye tekhnologii i tekhnicheskie sredstva dlya vozdelvaniya kartofelya i topinambura [Innovative ridge planting technologies and technical means for potato and artichoke cultivation] // Crop Farming. 2015. Issue 7. Pp. 40–42.
2. Fedotova L.S., Kravchenko V.A., Timoshina N.A., Knyazeva Ye.V. Izmenenie klimaticheskikh usloviy i produktivnost' kartofelya [Climate change and potato productivity] // Proceedings of Scientific-and-practical conference "Modern trends and prospects of innovative development of potato growing". Cheboksary: "Agroinnovatsia", 2011. Pp. 132–134.
3. Starovoitov V.I., Voronov N.V., Starovoitova O.A., Kolyadko I.I., Yaroshevich M.I. Programma "Innovatsionnoe razvitie proizvodstva kartofelya i topinambura" na 2013–2016 gody ["Innovative development of potatoes and artichoke production" programme for 2013-2016] // Collection of scientific papers "Potato growing". Vol. 21. Part 2. Minsk: RUE "SPC Belarus NAS for Farm Mechanization", 2013. Pp. 6–15.
4. Shabanov N.Ye. Rost, razvitie i formirovanie urozhaya kartofelya v zavisimosti ot vysoty i profilya grebney v usloviyakh dernovo-podzolistykh sredne-suglinistykh pochv [Growth, development and yield formation of potato depending on the height and profile of ridges in sod-podzolic medium loamy soils] // Self-review of PhD (Ag) thesis. M.: VNIKH, Korenevo, 1991. 20 p.
5. Simakov Ye.A., Starovoitov V.I., Anisimov B.V. et al. Industriya kartofelya: Spravochnik [Potato growing industry (Handbook)]. 2nd ed., extended. M. Akademsentr "Nauka", Russian Academy of Sciences, VINITI - Nauka, 2013. 272 p.
6. Starovoitov V.I., Voronov N.V., Pavlova O.A. Prospects of potato growing techniques in wide rows // Potato production and innovative technologies. Wageningen Academic Publishers The Netherlands. 2007. Pp. 246–251.
7. Kartofel' Rossii. T. 2. Tekhnologiya vozdelvaniya [Russian potato. Vol. 2. Cultivation technology] / Edited by A.V. Korshunov. M.: Federal State Unitary Enterprise "VINITI", 2003. 321 p.
8. Ponomarev A.G., Kabakov N.S., Dzhavavov R.D.

Mozhno rasschityvat' na uspekhi pri raznykh tekhnologiyakh [Do expect to succeed with different technologies] // Potato and Vegetables. 2001. Issue 5. Pp. 27–28.

9. Simakov Ye.A., Anisimov B.A., Korshunov A.V., et al. Vozdelyvanie kartofelya v sel'skokhozyaystvennykh predpriyatiyakh i khozyaystvakh naseleniya: Prakticheskoe rukovodstvo [Potato growing in agricultural enterprises and households: Practical guide] / PF Ministry of Agriculture, VNIKH // M., 2005. 110 p.

10. Starovoitov V.I. Sovremennyye tekhnologii vozdelyvaniya kartofelya: sostoyaniye, perspektivy razvitiya [Modern technologies of potato cultivation: status and prospects] // Potato growing in the regions of Russia. M.: VNIKH named after A.G. Lorkh, 2006. Pp. 48–58.

11. Starovoitov V.I., Pavlova O.A. Gryadovaya tekhnologiya vozdelyvaniya kartofelya [Ridge technology of potato growing] // VIM scientific papers. Vol. 141. Part 1. M., 2002. Pp. 175–181.

12. Starovoitov V.I., Pavlova O.A. Temperaturno-vlazhnostnyye parametry gryady pri vozdelyvanii kartofelya [Temperature and humidity parameters of ridges in potato growing] // VNIKH scientific papers "Potato growing". M., 2002. Pp. 148–153.

13. Starovoitov V.I., Pavlova O.A. Issledovaniya po obosnovaniyu gryadovoy tekhnologii vozdelyvaniya kartofelya [Providing grounds for ridge potato cultivation technology] // Agribusiness and Food Industry. 2004. Issue 7 (49). Pp. 11–12.

14. Starovoitov V.I. Tekhnologiya proizvodstva kartofelya s uchetom global'nogo izmeneniya klimata [Technology of potato growing based on global climate change] // Prospects of innovative development of potato cultivation / Proceedings of scientific-and-practical conference. Cheboksary. Agro-Innovatsii – NN PRESS, 2009. Pp. 33–34.

15. Pisarev B.A. Sortovaya agrotekhnika kartofelya [Variety-based potato agrotechnology]. Section: Intensive technology. M.: Agropromizdat, 1990. Pp. 155–160.

16. Korshunov A.V. Upravlenie urozhayem i kachestvom kartofelya [Controlling potato yield and quality]. M., 2001. 369 p.

17. Manokhina A. Razrabotka tekhnologicheskogo protsessa posadki kartofelya s primeneniem granulirovannykh organicheskikh udobreniy [Development of potato planting technological process with the application of granular organic fertilizers] // Self-review of PhD (Ag) thesis. M.: MSAU. 2012. 19 p.

Received on March 16, 2016

ТЕХНИЧЕСКИЙ СЕРВИС В АПК

УДК 656.13:338.47

КРАВЧЕНКО ИГОРЬ НИКОЛАЕВИЧ, докт. техн. наук, профессор¹

E-mail: kravchenko-in71@yandex.ru

КОРНЕЕВ ВИКТОР МИХАЙЛОВИЧ, канд. техн. наук, профессор¹

E-mail: tsmio@ramber.ru

ЗАХАРОВА МАРГАРИТА СЕРГЕЕВНА, аспирант¹

E-mail: ritik68rus@mail.ru

АХМЕТОВ ТИМУР АЗАТОВИЧ, аспирант¹

E-mail: akhmetovtimur.msc@gmail.com

¹ Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, ул. Тимирязевская, 49, Москва, 127550, Российская Федерация

МЕТОДИКА ВЫБОРА КРИТЕРИЕВ ОПТИМИЗАЦИИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ ПАРКОВ

Выяснилось, что для рациональной организации сельскохозяйственных работ большое значение имеет правильное оснащение предприятия парком машин. Анализ показал, что существует множество факторов, влияющих на увеличение затрат на эксплуатацию машинно-тракторного парка (МТП). Кроме того, в существующих парках отмечено большое количество однотипных машин, которые не эксплуатируются на полную мощность. Это, как правило, определяется их частыми отказами из-за физического старения и щадящего режима использования. Выявлено, что в среднем 30 процентов парка техники простаивало или находилось в ремонте. В работе проведен расчет, определяющий минимум эксплуатационных затрат на поддержание техники в исправном состоянии. Приведено возможное решение проблемы оптимизации МТП. Определены основные критерии оптимизации МТП. Выявленные закономерности износа и отказов сельскохозяйственной техники в зависимости от природно-климатических условий, возраста и условий работ позволили разработать методику определения оптимального состава МТП с возможностью его обновления. Это позволяет рационально использовать ремонтные мощности предприятий, обеспечивать работоспособность эксплуатируемых парков машин, а также минимизировать затраты на их содержание в работоспособном состоянии и свести к минимуму внезапные отказы. Установлено, что учет климатических, возрастных и эксплуатационных факторов при формировании МТП путем введения поправочных коэффициентов позволяет прогнозировать возможную производительность и вероятность отказа с достаточной степенью точности. С использованием математических моделей определен оптимальный состав парка специализированной (сельскохозяйственной) техники для выполнения прогнозируемого объема работ. Предложено экономическое обоснование выбора типа «Приобрести в парк новую машину или продолжать эксплуатировать имеющуюся» при помощи математических методов. Разработан алгоритм формирования МТП по критерию минимума стоимости единицы объема сельскохозяйственных работ.

Ключевые слова: оптимизация машинно-тракторного парка, критерии оптимизации, влияние возраста сельскохозяйственных машин на надежность, влияние времени года на производительность сельскохозяйственной техники.

Введение. Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 гг. [1] предусматривает инновационное развитие АПК, обеспечивающее высокую эффективность. В настоящее время темпы обновления АПК находятся на уровне 2007 г.

Так, в 2012 г. ежегодные затраты на ремонт техники превысили 50 млрд руб., а на закупку запасных частей – более 30 млрд руб. [2–4]. Большое количество технических средств, эксплуатируемых в сельском хозяйстве, значительно изношены и имеют низкие показатели технической готовности. Поддержание машинно-тракторного парка АПК в исправном со-

12. Соловьев Р.Ю. Актуальность проблемы импортозамещения в техническом сервисе сельскохозяйственной техники / Р.Ю. Соловьев, С.А. Горячев // Техника и оборудование для села. 2014. № 12. С. 24–26.

13. Липницкий Т. Импортозамещение как фактор обеспечения экономического развития агропро-

изводства / Т. Липницкий // АПК: экономика, управление. 2014. № 3. С. 63–67.

14. Милосердов В.В. Продовольственная безопасность и импортозамещение / В.В. Милосердов // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2015. № 2. С. 2–7.

Статья поступила 22.03.2016

METHODS FOR SELECTING CRITERIA TO OPTIMIZE FARM-MACHINERY STOCK FORMATION

IGOR N. KRAVCHENKO, PhD (Eng), Professor¹

E-mail: kravchenko-in71@yandex.ru

VICTOR M. KORNEYEV, PhD (Eng), Professor¹

E-mail: tsmio@ramber.ru

MARGARITA S. ZAKHAROVA, PhD student¹

E-mail: ritik68rus@mail.ru

TIMUR A. AKHMETOV, PhD student¹

E-mail: akhmetovtimur.msc@gmail.com

¹ Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Timiryazevskaya str., 49, Moscow, 127550, Russian Federation

It has been found that optimizing the performance of agricultural operations requires to a great extent the optimal provision of farm machinery stock (FMS). The analysis has shown that there are many factors affecting the increased FMS operating costs. In addition, the existing stocks feature a large number of identical machines, which are not operated at full capacity. As a rule, this is determined by their frequent refusals because of physical aging and partial load mode of use. It has been revealed that 30 percent of the stock on average has been idle or under repair. The authors have made a calculation to determine the minimum operating costs of maintaining equipment in good condition. Moreover, they offer a possible solution to optimization problems of farm machinery stock. The main criteria for optimization of farm machinery stock have been defined as well. The identified patterns of farm machinery wear and failure depending on climatic conditions, age, and operating conditions have made it possible to develop a methodology of determining the optimal composition of the farm machinery stock with a possibility of its upgrading. This provides for the efficient use of repair capacity of farm enterprises, ensures the efficiency of farm machinery stock operation, as well as minimizes expenses on its maintenance in serviceable condition and sudden failures. It has been found that taking into account climatic, age and operational factors in the FMS formation by introducing correction factors, allows predicting probable performance and failures with a reasonable degree of accuracy. Using mathematical models the authors have determined the optimal stock of specialized (farm) machinery to perform the estimated workload. The authors have also proposed economic substantiation for selecting between "buying a new machine, or keep on using the existing one" with the help of mathematical methods. They also present an elaborated algorithm of forming farm machinery stock using the criterion of minimum cost per unit of farm work load.

Key words: optimization of farm machinery stock, optimization criteria, impact of farm machinery age on its reliability, impact of seasonality on farm machinery performance.

References

1. O Gosudarstvennoy programme razvitiya sel'skogo khozyaystva i regulirovaniya rynkov sel'sko-khozyaystvennoy produktsii, syr'ya i prodovol'stviya na 2013–2020 gody: Postanovlenie Pravitel'stva RF.

[On the State program of agricultural development and the regulation of markets for farm produce, raw materials and food for 2013–2020: RF Government Decree]. M.: the Russian Government, 2012. 173 p.

2. Terentyeva O.N. Sovremennaya organizatsiya sistemy material'no-tekhnicheskogo obespecheniya

regional'nogo sel'skogo khozyaystva [Modern organization of regional agriculture logistics systems] // Economic Analysis. Theory and Practice. Issue 23 (278). M., 2012. Pp. 51–60.

3. Formirovanie investitsionnogo mekhanizma v sfere tekhnicheskogo servisa v sel'skom khozyaystve: Monografiya [The formation of investment mechanism in the field of technical service in agriculture: Monograph] / Ed. by V. I. Chernoi vanov. M.: GOSNITI, 2013. 298 p.

4. Kravchenko I.N. Metodika otsenki tekhnicheskogo sostoyaniya mashin i tekhnologicheskogo oborudovaniya dlya spetsial'nogo stroitel'stva: Monografiya [Methodology of evaluating the technical condition of machinery and technological equipment for special construction: Monograph] / I.N. Kravchenko S.V. Kartcev, M.N. Yerofeyev. Balashikha: Publishing House of the VTU at the Federal Agency for Special Construction, 2008. 98 p.

5. Prokhorov V.S. Innovatsionnyy podkhod k formirovaniyu parkov tekhniki stroitel'nykh organizatsiy: Monografiya [Innovative approach to the development of technology parks construction organizations: Monograph] / V.S. Prokhorov, B.G. Kim // Innovations in Construction and Architecture. VISU, 2011. Pp. 168–184.

6. Povyshenie effektivnosti ispol'zovaniya mashinno-traktornogo parka v sovremennykh usloviyakh [Increasing the efficiency of farm-machinery stock utilization in modern conditions] / V.I. Chernoi vanov, A.A. Ezhevsky, V. Fedorenko [and others]. M.: FSBSI "Rosinformagrotekh", 2015. 336 p.

7. Borshchev A. The big book of simulation modeling: multimethod modeling with Anylogis 6 / A. Borshchev. Hardcover: Anylogis North America, 2013. 614 p.

8. Grigoryev I. Anylogis 7 in three days: a quick course in simulation modeling / I. Grigoryev. Amazon Digital Services, Inc., 2014. 210 p.

9. Zakonodatel'naya i normativnaya baza pri sertifikatsii i litsenzirovanii v sfere proizvodstva i servisa tekhnologicheskikh mashin i oborudovaniya. [Legislative and regulatory base for certification and licensing in the products and services of technological machines and equipment]. In 2 parts. Part 2 / S.A. Solovyov, V.I. Ignatov, B. Gerasimov [et al.]. M.: FSBSI GOSNITI, 2015. 228 p.

10. Golubev I.G. Opyt importozameshcheniya zapasnykh chastey zarubezhnoy sel'skokhozyaystvennoy tekhniki [Experience of import substitution of spare parts for foreign agricultural machinery] / I.G. Golubev, P.I. Nosikhin, A.Y., Fadeyev. M: FSSI "Rosinformagrotekh", 2010. 32 p.

11. Ob utverzhdenii plana meropriyatiy po sodeystviyu importozameshcheniyu v sel'skom khozyaystve na 2014–2015 gg.: Rasporyazhenie Pravitel'stva RF [On the approval of the set of measures to assist import substitution in agriculture for 2014–2015: Decree of the RF Government]. Moscow: Government of Russian Federation, 2014. 9 p.

12. Solovyev R.Yu. Aktual'nost' problemy importozameshcheniya v tekhnicheskoy servise sel'skokhozyaystvennoy tekhniki [The vitality of the import substitution problem in farm machinery maintenance] / R.Y. Soloviev, S.A. Goryachev // Farm Machinery and Equipment. 2014. Issue 12. Pp. 24–26.

13. Lipnitsky T. Importozameshchenie kak faktor obespecheniya ekonomicheskogo razvitiya agroproduktov [Import substitution as a factor of agricultural production economic development] / T. Lipnitsky // Agribusiness Industry: Economy, Management. 2014. Issue 3. Pp. 63–67.

14. Miloserdov V.V. Prodovol'stvennaya bezopasnost' i importozameshchenie [Food security and import substitution] / V.V. Miloserdov // Economics, Labor, Management in Agriculture. 2015. Issue 2. Pp. 2–7.

Received on March 22, 2016

УДК 620.193.272

ПЫДРИН АЛЕКСАНДР ВИКТОРОВИЧ, аспирант

E-mail: pydrin89@mail.ru

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, ул. Тимирязевская, 49, Москва, 127550, Российская Федерация

ПОВЫШЕНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ НИЗКОУГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ ПРИМЕНЕНИЕМ ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ИНГИБИТОРОВ

Для большей части машин в сельском хозяйстве характерна занятость в году всего 150...300 ч. В остальное время они находятся на хранении, чаще всего на открытых площадках, подвергаясь воздействию различных атмосферных факторов. Это способствует протеканию коррозионных процессов

на поверхностях деталей, разрушению покрытий и снижению механических свойств деталей, что приводит к снижению работоспособности техники. Целесообразным для консервации техники является применение рабоче-консервационных составов, не требующих дополнительных технологических операций для применения. Исследованы защитные свойства консервационных составов на основе товарного масла, модифицированные ингибиторами коррозии отечественного производства АКОР-1 и Телаз-ЛС. Приведены рецептуры исследуемых составов. Проведены ускоренные испытания на стойкость к коррозии при воздействии соляного тумана согласно ГОСТ 9.054. Определялось количество циклов до появления первых очагов коррозии и время разрушения защитного покрытия. Установлено, что в данных условиях наилучшими защитными характеристиками обладает состав на основе товарного масла, проработавший 250 моточасов с добавлением 10 процентов по объему ингибитора коррозии Телаз-ЛС, которое выдержало 6 циклов до появления первых очагов коррозии и 8 циклов до разрушения защитного слоя, что больше по каждому определяемому параметру, чем у прочих исследуемых составов.

Ключевые слова: коррозия, эксперимент, ингибитор, рабоче-консервационные составы, консервация.

Введение. В современной металлургии большую часть выпускаемой продукции составляют черные сплавы. Черные сплавы составляют более 90% всех используемых в мировой экономике металлов и сплавов. Широкое применение черных металлов в различных областях техники объясняется их ценными физическими и механическими свойствами, а также их сравнительной дешевизной.

Наиболее распространенными из всего ассортимента черных сплавов являются низкоуглеродистые стали. Они легко обрабатываются резанием, хорошо свариваются, обладают хорошими показателями ковкости и низкой ценой. Из таких сталей изготавливают различный горячекатаный рядовой прокат: балки, швеллеры, уголки, прутки, а также листы трубы и проволоку. Низкоуглеродистые стали применяют для производства сварных конструкций, деталей, изготавливаемых методами пластического деформирования, а также различных деталей машин и механизмов (валы, оси, зубчатые колеса и т.д.) [1]. В то же время низкоуглеродистые стали не обладают высокой коррозионной стойкостью, что приводит к необходимости применения различных мер по защите деталей из этих сплавов и сборочных единиц, в которые они входят, от различных видов коррозии, в результате которой снижаются механические свойства и ресурс этих изделий [2].

Разработка технологических мероприятий, повышающих коррозионную стойкость изделий из низкоуглеродистых сталей, является актуальным на данный момент вопросом, который и рассмотрен в данной работе [3].

Цель исследований – разработка и исследование антикоррозионных составов, выявление составов с наилучшими защитными характеристиками.

Поскольку для внутренней консервации, которая является технологически более трудоемкой и сложной в практическом выполнении, зачастую используются рабочие и рабоче-консервационные составы на основе серийных масел, которые, как правило, уже отработали некоторый ресурс в данном узле [4], для эксперимента были составле-

ны композиции на основе товарного масла марки MANOL. Часть из этих составов была модифицирована добавлением распространенных ингибиторов коррозии отечественного производства Телаз-ЛС и АКОР-1.

Антикоррозионная присадка АКОР-1 (ГОСТ 15171–78) изготавливается на основе нитрованных базовых масел марок М-8, М-11, АС-9,5 с добавлением 10% стеариновой кислоты и последующей нейтрализацией гидроксидом кальция. Присадка представляет собой густую маслянистую жидкость черного цвета, прозрачную в тонком слое, применяется в основном для приготовления рабоче-консервационных составов, 5...10% добавляют к маслам, 3,5% – к дизельному топливу. Для наружной консервации техники при хранении в помещениях и под навесом содержание АКОР-1 в свежих и отработанных маслах доводят до 20%.

Ингибитор коррозии Телаз-ЛС представляет собой продукт конденсации карбоновых кислот с этаноламидами.

В результате синтеза получают органические соединения с асимметричной молекулярной структурой, содержащие гидрофобный радикал и гидрофильную часть [5].

Материалы и методы. Были получены и испытаны следующие составы:

- 1) состав № 1 – Масло MANOLTS-5;
- 2) состав № 2 – Масло MANOLTS-5 + 10% Телаз-ЛС;
- 3) состав № 3 – Масло MANOLTS-5 + 10% АКОР-1;
- 4) состав № 4 – Масло MANOLTS-5 с пробегом 90 моточасов;
- 5) состав № 5 – Масло MANOLTS-5 с пробегом 90 моточасов + 10% Телаз-ЛС;
- 6) состав № 6 – Масло MANOLTS-5 с пробегом 90 моточасов + 10% АКОР-1;
- 7) состав № 7 – Масло MANOLTS-5 с пробегом 250 моточасов;
- 8) состав № 8 – Масло MANOLTS-5 с пробегом 250 моточасов + 10% Телаз-ЛС;
- 9) состав № 9 – Масло MANOLTS-5 с пробегом 250 моточасов + 10% АКОР-1.

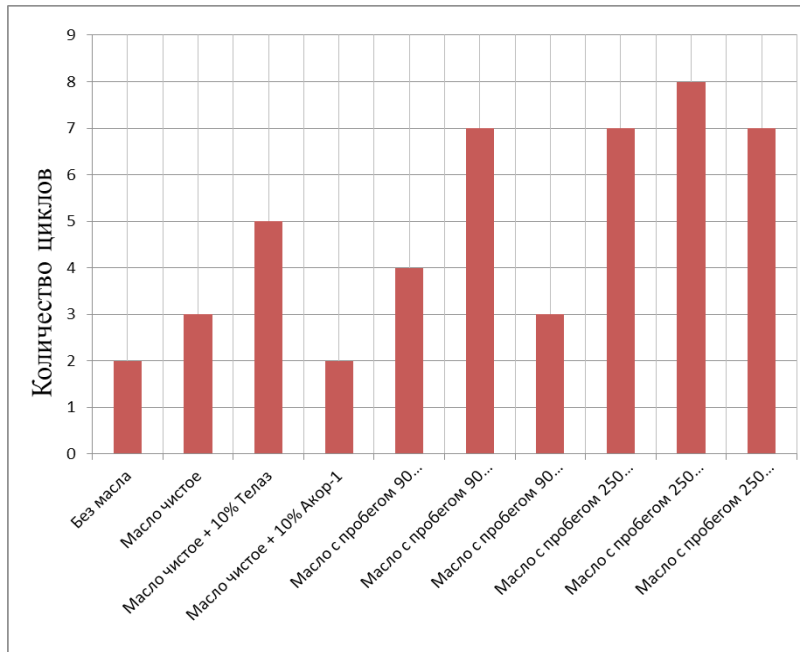


Рис. 2. Количество циклов, которое выдержало защитное покрытие

Выводы

1. Наилучшими антикоррозионными свойствами среди исследованных смазочных композиций обладает композиция № 8.

2. У рабоче-консервационных материалов на базе масла MANOLTS-5, частично или полностью отработавших цикл между техническими обслуживаниями (чаще всего 250 моточасов), коррозионно-защитные характеристики не ухудшаются.

3. Для консервации смазочной системы ДВС при создании рабоче-консервационного состава рекомендуется применять ингибитор коррозии Телаз-ЛС.

Библиографический список

1. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Материаловедение: Учебник для высших технических учебных заведений. М.: Машиностроение, 1990. 528 с.

2. Гайдар С.М., Низамов Р.К., Гурьянов С.А. Теория и практика создания ингибиторов атмосферной коррозии // Техника и оборудование для села. 2012. № 4. С. 8–10.

3. Гайдар С.М., Заяц Ю.А., Заяц Т.М., Власов А.О. Подходы к определению технического состояния транспортных средств. Грузовик. 2015. № 5. С. 27–30.

4. Гайдар С.М., Низамов Р.К., Голубев М.И. Концепция создания ингибиторов коррозии с использованием нанотехнологических подходов // Вестник Московского государственного университета леса – Лесной вестник. 2012. № 7(90). С. 140–142.

5. Гайдар С.М., Низамов Р.К., Прохоренков В.Д., Кузнецова Е.Г. Инновационные консервационные составы для защиты сельскохозяйственной техники от коррозии // Техника и оборудование для села. 2012. № 11 (184). С. 40–43.

Статья поступила 30.03.2016

INCREASING CORROSION RESISTANCE OF LOW-CARBON STEELS USING MULTIFUNCTIONAL INHIBITORS

ALEKSANDR V. PYDRIN, PhD student

E-mail: pydrin89@mail.ru

Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Timiryazevskaya str., 49, Moscow, 127550, Russian Federation

The majority of machines are typically employed in agriculture for only 150-300 hours a year. For the rest of the time they are stored, often in open areas, being exposed to different weather conditions. This leads to more intensified surface corrosion, the fracture of coatings and the deterioration of mechanical properties of machine parts, resulting in lower efficiency of the machinery. The author proves the necessity to apply preservative and operating compounds that do not require additional processing steps for the machinery preservation. The author has studied protective properties of preservative compounds based on commercial oil and modified with domestically produced corrosion inhibitors ACOR-1 and Telaz-LS. The paper features the composition of the considered compounds and the report on the results of accelerated tests on corrosion resistance when exposed to salt spray in accordance with State Standard (GOST) 9.054. The author has determined the number of cycles before the onset of corrosion and the protective coating destruction time. It has been found that under these conditions the best protective properties are shown by the compound based on the commercial oil, which has served for 250 service hours with the addition of 10 percent by volume of the corrosion inhibitor Telaz-LS. It has operated 6 cycles before the onset of corrosion and 8 cycles before the destruction of the protective coating. This is greater in terms of each considered parameter as compared with the other studied compounds.

Key words: corrosion, experiment, inhibitor, preservative-and-operating compounds, preservation.

References

1. Lakhtin Yu. M., Leontieva V.P. *Materialovedenie: Uchebnik dlya vysshikh tekhnicheskikh uchebnykh zavedeniy* [Materials Science. Textbook for higher technical schools]. M.: "Engineering", 1990. 528 p.
2. Gaidar S.M., Nizamov K.R., Guryanov S.A. *Teoriya i praktika sozdaniya ingibitorov atmosferno korrozii* [Theory and practice of developing inhibitors of atmospheric corrosion] // *Farm Machinery and Equipment*. 2012. Issue 4. Pp. 8–10.
3. Gaidar S.M., Zayats Yu.A., Zayats T.M., Vlasov A.O. *Podkhody k opredeleniyu tekhnicheskogo sostoyaniya transportnykh sredstv. Gruzovik* [Approaches to

the assessment of vehicle technical condition. Truck]. 2015. Issue 5. Pp. 27–30.

4. Gaidar S.M., Nizamov R.K., Golubev M.I. *Konceptsiya sozdaniya ingibitorov korrozii s ispol'zovaniem nanotekhnologicheskikh podhodov* [The concept of developing corrosion inhibitors with the use of nanotechnology approaches] // *Moscow State Forest University Bulletin – Lesnoy Vestnik*. 2012. Issue 7 (90). Pp. 140–142.

5. Gaidar S.M., Nizamov R.K., Prokhorenkov V.D., Kuznetsova Ye.G. *Innovatsionnye konservatsionnye sostavy dlya zashhity sel'skokhozhajstvennoy tekhniki ot korrozii* [Innovative preservative compositions for farm machinery protecting against corrosion] // *Farm Machinery and Equipment*. 2012. Issue 11 (184). Pp. 40–43.

Received on March 30, 2016

ЭЛЕКТРИФИКАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 631.362.36:633

ТАРУШКИН ВЛАДИМИР ИВАНОВИЧ, докт. техн. наук, профессор

E-mail: s777z@mail.ru

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, ул. Тимирязевская, 49, Москва, 127550, Российская Федерация

ВОЗДЕЙСТВИЕ НА СЕМЕНА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ, СОЗДАВАЕМОГО РАЗНОИМЕННО ЗАРЯЖЕННЫМИ ЭЛЕКТРОДАМИ

В теории диэлектрической сепарации при исследованиях взаимодействия семян с разноименно заряженными электродами систему «Семя-электроды» следует рассматривать как единую информационную систему. Информационный ресурс системы определяется свойствами семени и параметрами разноименно заряженных электродов. Обобщающими количественными показателями, оценивающими систему «Семя-электроды», являются либо электрическая емкость, образованная семенем и электродами, либо поляризационная сила, действующая на семена со стороны электродов. При известных параметрах электродов по электрической емкости или поляризационной силе можно судить о качестве семени. При известных свойствах семени по величине электрического воздействия на семя емкости можно судить об эффективности исследуемой системы электродов. Установлено, что чем выше диэлектрическая проницаемость изоляции, тем большая поляризационная сила будет действовать на семя. При выборе оптимальной системы электродов для диэлектрического сепарирующего устройства (ДСУ) необходимо стремиться к тому, чтобы либо ёмкость, образованная семенем и электродами, либо поляризационная сила имели наибольшее значение при минимальном напряжении, подаваемом на электроды. Осуществлена классификация факторов, определяющих электрическое воздействие на семена: конструктивные параметры системы электродов; технологические (величина подаваемого напряжения на электроды и частота переменного напряжения); свойства семян. Такая классификация полезна при проектировании ДСУ и при интенсификации процессов сепарации различных семенных смесей.

Ключевые слова: электрическое поле, разноименно заряженные электроды, диэлектрическое сепарирующее устройство, электрическая поляризационная сила.

Введение. Отличительной особенностью диэлектрического сепарирующего устройства (ДСУ) в отличие от известных электрозерноочистительных машин является то, что в ДСУ используется система разноименно заряженных электродов [1, 2]. Поэтому при проектировании диэлектрических сепарирующих устройств важно знать, какие факторы влияют на процесс сепарации.

Цель исследования – выявить взаимосвязь различных факторов, влияющих на поляризационную силу, действующую на семена при помещении их в электрическое поле, создаваемое разноименно заряженными электродами.

Материалы и методы. На рисунке 1 показана характерная для диэлектрических сепарирующих устройств векторная диаграмма сил, действующих

на семена со стороны электродов. Из диаграммы следует, что

$$F_3 = 2F_- \cos \frac{\theta}{2} = 2F_+ \cos \frac{\theta}{2} = 2F \cos \frac{\theta}{2}, \quad (1)$$

где F_- , F_+ – силы взаимодействия поляризованных зарядов семян с соответствующими зарядами на электродах, Н; θ – угол между направлениями действия сил F_- и F_+ на семена со стороны электродов, рад.

Сила F_3 обусловлена электрическим взаимодействием свободных зарядов δ_3 на электродах и поляризованных зарядов δ_3 на поверхности семян, ближайшей к соответствующему заряду электрода.

Как видим из рисунка 3, с увеличением толщины изоляции на электродах или расстояния от частицы до электродов сила F_3 уменьшается. Этот вывод подтвержден экспериментально (рис. 4).

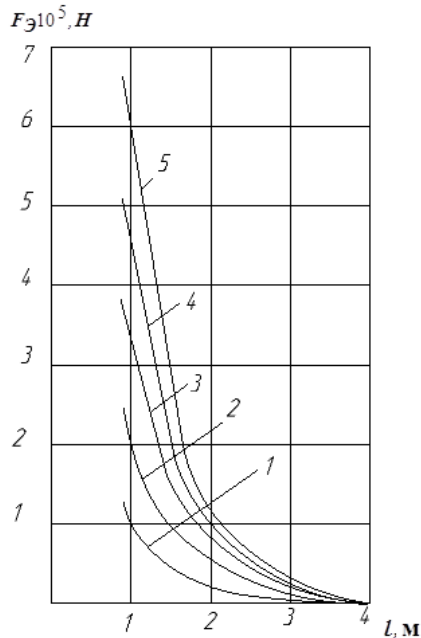


Рис. 4. Зависимость поляризационной силы F_3 , действующей на семена моркови, от расстояния до электродов при подаче на них различных напряжений: 1 – $U = 2$ кВ; 2 – $U = 3$ кВ; 3 – $U = 4$ кВ; 4 – $U = 5$ кВ; 5 – $U = 6$ кВ

Результаты и обсуждение. Исследования проводились на цилиндрических электродах (рис. 1) при изменении напряжения от 2 кВ до 6 кВ.

Чтобы определить, какую диэлектрическую проницаемость должна иметь изоляция электродов, преобразуем формулу (3). С этой целью обозначим $U^2 \epsilon_0 (\epsilon_3 - 1) S_{эф} \cos \frac{\theta}{2} = A$. В этом случае выражение (3) приобретает вид:

$$F_3 = \frac{A \epsilon_{и}^2}{(2a \epsilon_3 + l \epsilon_{и})^2} = \frac{A}{\frac{4a^2 \epsilon_3^2}{\epsilon_{и}^2} + \frac{4al \epsilon_3}{\epsilon_{и}^2} + l^2}. \quad (8)$$

Из (8) следует, что чем больше $\epsilon_{и}$, тем больше сила F_3 . Следовательно, при проектировании диэлектрических сепарирующих устройств желательно брать изоляцию с наибольшей диэлектрической проницаемостью.

С физической точки зрения это объясняется тем, что чем больше $\epsilon_{и}$, тем слабее напряженность электрического поля в изоляции, но больше в зазоре (в рабочей зоне ДСУ). Большая же напряженность в рабочей зоне обеспечивает и больший заряд на зерне, что в свою очередь ведет к возрастанию силы F_3 .

Полученные выводы не противоречат и следующим рассуждениям.

Из (4) и (5) вытекает, что сила F_3 максимальна в том случае, если емкость C , образованная электродами, изоляцией и зерном, будет наибольшей. Для обеспечения максимального значения C , а следовательно, и силы F_3 , необходимо, чтобы толщина изоляции была возможно меньшей, а диэлектрическая проницаемость изоляции – возможно большей.

Из формул (3–5) видим, что сила F_3 есть функция многих параметров, которые целесообразно разделить на 3 группы. К первой группе относятся значения и частота напряжения (при питании электродов переменным напряжением). Следует отметить, что электроды ДСУ можно питать и пульсирующим напряжением. Тогда и частоту пульсации, и форму подаваемого напряжения также можно отнести к первой группе. Указанные параметры являются технологическими, поддающимися регулированию.

Во вторую группу входят конструктивные параметры системы разноименно заряженных электродов, создающих электрическое поле с необходимыми сепарирующими свойствами: конфигурация электродов (в данном случае их диаметр (рис. 1), диэлектрическая проницаемость изоляции, ее толщина, расстояние между электродами).

Третья группа включает в себя параметры самих сепарируемых частиц: размеры и форму семян, их диэлектрическую проницаемость.

Всё это указывает на большие возможности диэлектрического метода сепарации семян в сравнении с зерноочистительными машинами, в которых разделение осуществляется по массо-размерным свойствам семян [4]. Так, изменяя свойства семян путём увлажнения или подсушивания, частоту питаемого напряжения, а также диэлектрическую проницаемость и толщину изоляции, можно создавать конкурентоспособные технические решения, позволяющие отбирать семена с заранее заданными свойствами.

Выводы

1. Определены 3 группы факторов (конструктивные, технологические и свойства семян), влияющих на величину силового воздействия электрического поля на семена при их нахождении на системе разноименно заряженных электродов. Такая классификация факторов позволяет осуществлять интенсификацию процесса сепарации семян.

2. В диэлектрических сепарирующих устройствах систему «Семя-электроды» следует рассматривать как единую информационную систему. Информационный ресурс системы определяется свойствами семян и параметрами разноименно заряженных электродов.

3. Обобщающими косвенными показателями, оценивающими систему «Семя-электроды», является либо электрическая ёмкость C , образован-

ная семенем и электродами, либо электрическая сила F_3 , обусловленная поляризацией семян и действующая на семена со стороны электродов.

При известных параметрах электродов по емкости C или F_3 можно судить о качестве семян. При известных свойствах семян C и F_3 выявляется эффективность исследуемой системы электродов.

4. При выборе оптимальной системы электродов для ДСУ необходимо стремиться к тому, чтобы либо электрическая ёмкость, образованная семенем и электродами, либо поляризационная сила F_3 имели наибольшее значение при минимальном напряжении, подаваемом на электроды.

Библиографический список

1. Тарушкин В.И. Инновационная техника отбора биологически ценных семян и сельскохозяйст-

венных культур / В.И. Тарушкин, А.П. Козлов // Техника и оборудование для села. 2005. № 8. С. 27–30.

2. Басов А.М. Электрозерноочистительные машины: теория, конструкции и расчёт / А.М. Басов, Ф.Я. Изаков, В.Н. Шмичель и др. Машиностроение, 1968. 203 с.

3. Тарушкин В.И. Основные параметры цилиндрического рабочего органа диэлектрического сепарирующего устройства // Техника в сельском хозяйстве. 2012. № 3. С. 18–19.

4. Клёнин Н.И. Сельскохозяйственные машины: элементы теории рабочих процессов, расчет регулировочных параметров и режимов работы / Н.И. Клёнин, И.Ф. Попов, В.А. Сакун. М.: Колос, 1990. 456 с.

Статья поступила 14.03.2016 г.

IMPACT ON SEEDS OF ELECTRIC FIELD MADE BY OPPOSITELY CHARGED ELECTRODES

VLADIMIR I. TARUSHKIN, DSc (Eng), Professor

E-mail: s777z@mail.ru

Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Timiryazevskaya str., 49, Moscow, 127550, Russian Federation

The theory of dielectric separation implies that when studying the contact of seeds with oppositely charged electrodes, the "seed-electrodes" system should be considered a single information system. The system information resource is determined by the seed properties and the parameters of oppositely charged electrodes. Generalized quantitative indicators used for assessing the "seed-electrode" system are either the electrical capacitance formed by the electrodes and the seed, or the polarizing force from the electrodes acting on the seeds. The seed quality can be assessed given the parameters of the electrodes concerning the electrical capacitance or the polarization force. The effectiveness of the tested electrode system can be assessed by the known seed properties concerning the value of electric effect on the seed. It has been found that the higher the insulation dielectric constant is, the greater the polarization force acting on the seed is. When choosing the optimal system of electrodes for dielectric separation unit (DSU) one should ensure that any capacity formed by the seed and the electrodes or the polarization force has the highest value with the minimum voltage applied to the electrodes. The author classifies the factors determining the electrical effect on the seeds: the electrode system design parameters; operating parameters (the value of voltage applied to the electrodes and the frequency of AC voltage); the seed properties. This given classification is useful in DSU designing and the intensification of separation processes of different seed mixtures.

Key words: electric field, oppositely charged electrodes, dielectric separation unit, electric polarization force.

References

1. Tarushkin V.I. Innovatsionnaya tekhnika otbora biologicheskikh tsennykh semyan i sel'skokhozyaystvennykh kul'tur [The innovative screening technique biologically valuable seeds and crops] / V.I. Tarushkin, A.P. Kozlov // Farm Machinery and Equipment. 2005. Issue 8. Pp. 27–30.

2. Basov A.M. Elektrozerноochistitel'nye mashiny: teoriya, konstruktzii i raschet [Electric grain cleaners: theory, design and calculation] / A.M. Basov, F.Ya. Izaikov, V.N. Shmichel et al. Mashinostroenie, 1968. 203 p.

3. Tarushkin V.I. Osnovnye parametry tsilindricheskogo rabochego organa dielektricheskogo

separiruyushchego ustroystva [The main parameters of a cylindrical working body of a dielectric separating device] // Farm Machinery. 2012. Issue 3. Pp. 18–19.

4. Klenin N.I. Sel'skokhozyaystvennyye mashiny: elementy teorii rabochikh protsessov, raschet regulirovochnykh parametrov i rezhimov raboty [Agricultural Machines: elements of the theory of working processes, the calculation of control parameters and operating modes] / N.I. Klenin, I.F. Popov, V.A. Sakun. M.: Kolos, 1990. 456 p.

Received on March 14, 2016

УДК 631.172

ВЕНДИН СЕРГЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ, докт. техн. наук, профессор¹

E-mail: mamontov.ay@mrsk-1.ru

МАМОНТОВ АРТЕМ ЮРЬЕВИЧ²

E-mail: mamontov.ay@mrsk-1.ru

¹ Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина, ул. Вавилова, 1, п. Майский, 308503, Белгородский район, Российская Федерация² Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ул. Костюкова, 46, 308012, Белгород, Российская Федерация

АВТОМАТИЗАЦИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ И ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В МНОГОКАМЕРНОМ БИОГАЗОВОМ РЕАКТОРЕ НЕПРЕРЫВНОЙ ЗАГРУЗКИ СЫРЬЯ

В ходе экспериментальных исследований с выбором наиболее эффективной системы перемешивания и количеством камер в метантенке разработана модель многокамерного реактора непрерывной загрузки сырья, в каждой камере которого осуществляется индивидуальный перемешивающий режим. Причины перехода к индивидуальному для камер режиму: повышенный выход биогаза за счет достижения сбалансированного перемешивания от I камеры, где лопасти самые длинные, а перемешивание наиболее интенсивное, к IV камере, где лопасти наиболее короткие, а перемешивание осуществляется значительно реже. Эффективный выход газа наблюдается, когда загрузка и слив массы непрерывны. Для каждой фазы сбраживания характерна определенная частота перемешивания и температурный режим: возникает необходимость осуществления работы с регулируемым температурным режимом и перемешиванием для реактора в анаэробных условиях. К анализу предлагаются однолинейные схемы индивидуального обогрева, перемешивания исходя из фаз сбраживания, а также автоматизированное управление обогрева камер для уменьшения энергопотребления и максимальной эффективности переработки.

Ключевые слова: энергоэффективность, реактор, биогаз, автоматизация технологических процессов, Белгородская область.

Введение. На данный момент во всем мире эксплуатируется не менее 60 технических методов получения биогаза из растениеводческого и животноводческого субстрата. Анаэробное сбраживание – самый популярный, эффективный и надежный метод получения биогаза. При его сжигании в ГПД или ГТУ появляются тепловые и электроэнергетические ресурсы, направляемые как на поддержание температуры собственных нужд (18...60°C) реактора, так и в промышленную сеть. Анаэробное сбраживание осуществляется в реакторах разного вида, типа, конструкционных предпочтений и формы [1]. Также различают места установки реакторов: например, наземные и подземные, располагающиеся с точки зрения климатических условий и удобства их обслуживания.

Биомасса, смешиваясь в расходной ёмкости с жомом, разбавленная водой до нужной консистенции, попадает в реактор. Процесс реакции проходит при температуре не ниже 25°C. С повышением температуры сбраживания соответственно повышает-

ся интенсивность прохождения реакции. При этом нежелательна пониженная температура обогрева, так как выход биогаза будет недостаточно эффективен. Слишком высокое значение температуры не приведет к повышенному получению биогаза, более того, это чревато потерями энергоресурсов. Так происходит и с перемешиванием массы: на всех этапах эффективны разные циклы перемешивания (12...18 оборотов/4–6 ч) в зависимости от стадии сбраживания.

Цель исследования – создание реактора, в котором каждая фаза брожения будет проходить в своей камере, с отдельным перемешиванием и температурным режимом. Реактор должен учитывать основные параметры физического и химического состояния разбавленной массы и должен предусматривать непрерывную загрузку сырья. Компоновка реактора должна учитывать необходимые коммуникационные отверстия между расходной ёмкостью и реактором, обеспечивающие связь между камерами и сливом удобрений.

Выводы

Использование автоматизированных средств контроля и управления биогазовыми станциями несет в себе повышение надежности выработки газа и сбережение энергоресурсов. Устройства на базе микроконтроллеров имеют возможность интеграции в предложенный реактор непрерывной загрузки сырья с указанными параметрами.

Библиографический список

1. Капустин В.П. Совершенствование систем уборки и транспортировки бес-подстилочного навоза. Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2001. 123 с.
2. Завражнов А.И. Технологии и оборудование для компостирования органических отходов / А.И. Завражнов, В.В. Миронов // Техника и оборудование для села. 2008. № 12. С. 19–21.
3. Мамонтов А.Ю. Программа расчета параметров газгольдера и реактора биоэнергетической станции / А.А. Виноградов, А.Ю. Мамонтов, А.В. Каплин // Вестник Мичуринского аграрного университета. 2015. № 4. С. 186–193.
4. Мамонтов А.Ю. Газовая турбина и газопоршневой двигатель в системах электроснабжения аг-

ропромышленных предприятий / А.А. Виноградов, В.В. Недосеков, А.Ю. Мамонтов, Н.О. Шаршуков // Энергобезопасность и энергосбережение. 2016. № 2. С. 31–35.

5. Мамонтов А.Ю. Компьютерная программа расчета параметров животноводческой фермы с биостанцией / А.А. Виноградов, А.Ю. Мамонтов, А.В. Каплин // Промышленная энергетика. 2016. № 5. С. 46–49.

6. Изготовитель полупроводниковых электронных компонентов [Электронный ресурс]. URL: <http://www.atmel.com/images/doc2535.pdf> (дата обращения 10.02.2016 г.).

7. Белоусов А.В., Кошлич Ю.А., Быстров А.Б. Перспективы применения современных статистических и детерминированных методов прогнозирования в системах мониторинга энергопотребления // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2012. № 4. С. 192–196.

8. Производитель аналоговых и цифро-аналоговых интегральных систем [Электронный ресурс]. URL: <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf> (дата обращения 10.02.2016 г.).

Статья поступила 24.03.2016

AUTOMATION OF MECHANICAL AND THERMAL PROCESSES IN MULTICHAMBER BIOGAS REACTOR WITH CONTINUOUS RAW STOCK FEED

SERGEY V. VENDIN, DSc (Eng), Professor¹

E-mail: mamontov.ay@mrsk-1.ru

ARTEM YU. MAMONTOV²

E-mail: mamontov.ay@mrsk-1.ru

¹Belgorod State Agrarian University named after V.Yu.Gorin, Vavilova str., 1, Maisky, 308503, Belgorod region, Russian Federation

²Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov, Kostyukova str., 46, 308012, Belgorod, Russian Federation

In experimental studies, selecting the most efficient mixing system and the number of chambers in the digester, the authors have designed a model of a multichamber reactor with continuous raw stock feed, each chamber featuring an individual mixing mode. The reasons to select blade-mixers with individual lengths are to ensure increased biogas yield achieved by balanced mixing from Chamber I with the longest blades and the most intense mixing to Chamber IV with the shortest blades, and less frequent mixing. Efficient gas yield is observed in case of continuous raw stock loading and draining. Each phase of fermentation is characterized by a certain mixing frequency and temperature: the work should be carried out with a controlled reactor temperature and mixing mode under anaerobic conditions. The analysis is supplemented with single-line diagrams of separate heating and mixing modes based on the fermentation phases, as well as automatic control of chamber heating to reduce energy consumption and maximize processing efficiency.

Key words: energy efficiency, reactor, biogas, technological process automation, Belgorod region.

References

1. Kapustin V.P. Sovershenstvovanie sistem uborki i transportirovki bespodstilochnogo navoza [Improving non-litter manure cleaning and transportation systems]. Tambov: TSTU Publishing, 2001. 123 p.
2. Zavrazhnov A.I. Tekhnologii i oborudovanie dlya kompostirovaniya organicheskikh otkhodov [Technologies and equipment for organic waste composting] / A.I. Zavrazhnov, V.V. Mironov // Farm Machinery and Equipment. 2008. Issue 12. Pp. 19–21.
3. Mamontov A.Yu. Programma rascheta parametrov gazgol'dera i reaktora bioenergeticheskoy stantsii [Computer program for designing gasholder and bioenergy plant reactor] / A.A. Vinogradov, A.Yu. Mamontov, A.V. Kaplin // Herald of Michurinsk Agrarian University. 2015. Issue 4. Pp. 186–193.
4. Mamontov A.Yu. Gazovaya turbina i gazopornshnevoy dvigatel' v sistemakh elektrosnabzheniya agropromyshlennykh predpriyatiy [Gas turbines and gas engines in power supply systems of farm enterprises] / A.A. Vinogradov, V.V. Nedosekov, A.Yu. Mamontov, N.O. Sharshukov // Energy Security and Energy Efficiency. 2016. Issue 2. Pp. 31–35.
5. Mamontov A.Yu. Komp'yuternaya programma rascheta parametrov zhivotnovodcheskoy fermy s biostantsiey [Computer program for calculating livestock farm parameters with a biostation] / A.A. Vinogradov, A.Yu. Mamontov, A.V. Kaplin // Industrial Power Engineering. 2016. Issue 5. Pp. 46–49.
6. Izgotovitel' poluprovodnikovyykh elektronnykh komponentov [The manufacturer of semiconductor electronic components] [Electronic resource]. URL: <http://www.atmel.com/images/doc2535.pdf> (reference date 10.02.2016).
7. Belousov A.V., Koshlich Yu.A., Bystrov A.B. Perspektivy primeneniya sovremennykh statisticheskikh i determinirovannykh metodov prognozirovaniya v sistemakh monitoringa energopotrebleniya [Prospects for using modern statistical and deterministic forecasting methods in energy consumption monitoring systems] // Herald of Belgorod State Technological University named after V.G. Shukhov. 2012. Issue 4. Pp. 192–196.
8. Proizvoditel' analogovykh i tsifro-analogovykh integral'nykh sistem [The manufacturer of analog and hybrid integrated systems] [Electronic resource]. URL: <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20.pdf> (reference date 10.02.2016).

Received on March 24, 2016

УДК 621.316

ЛЕЩИНСКАЯ ТАМАРА БОРИСОВНА, докт. техн. наук, профессор¹

E-mail: tamara.leschinskaya@gmail.com

КНЯЗЕВ ВЛАДИМИР ВИКТОРОВИЧ, зам. начальника²

E-mail: knyazev@ftc-energo.ru

¹ Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, ул. Тимирязевская, 49, Москва, 127550, Российская Федерация

² Управление перспективного развития ПАО «Федеральный испытательный центр», ул. Беловежская, 4, Москва, 121353, Российская Федерация

РАНЖИРОВАНИЕ ОЧЕРЕДНОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ 10 кВ

В статье выбраны и обоснованы критерии оценки качества функционирования систем электроснабжения потребителей сельских районов. Критерием оценки надежности электроснабжения принят показатель недоотпуска электроэнергии потребителям из-за вероятных отказов электрооборудования. Показателем качества электроэнергии у потребителей выбраны потери напряжения в распределительных сетях 10 и 0,38 кВ, а в ряде случаев – «неодинаковость» напряжения. Экономическая эффективность оценивается показателем технологических потерь электроэнергии в распределительных сетях, а физическое состояние электрических сетей – коэффициентом износа. В работе проведен анализ параметров и показателей существующих электрических сетей Подмосковья, осуществлен выбор варианта реконструкции ВЛ 10 кВ по многокритериальной модели с учетом неопределенности электрических нагрузок. Решена задача ранжирования очередности проведения реконструкции ВЛ 10 кВ конкретного региона по многокритериальному мультипликативному оценочному функционалу (F). При значении оценочного функционала до 1500 не требуется преобразование электрической сети, при значении более 1500 необходима реконструкция сетей.

Для конкретного региона желательно иметь значение F для сетей, подлежащих реконструкции, расположив их по убыванию F . Самое большое значение F соответствует первой очереди реконструкции.

Ключевые слова: многокритериальная оптимизация, частные критерии оценки, электрические распределительные сети 0,38-10 кВ, оценочный функционал, ранжирование очередности реконструкции.

Введение. Сельские электрические сети сооружались исходя из минимума капитальных вложений, поэтому до сих пор в них встречаются алюминиевые провода малых сечений (А35, А-25), большинство подстанций 10/0,4 кВ одностранформаторные, тупиковые, загруженные всего на 10...20%.

В целом ВЛ 10 кВ протяженны и разветвлены, длина одной ВЛ 10 кВ достигает 50 км и более (даже в Подмоскowie). Все это приводит к завышенным потерям электроэнергии и снижению надежности электроснабжения потребителей.

Надежность электроснабжения потребителей оценивается в 70–100 ч перерывов в год (для сравнения: за рубежом этот показатель составляет 7–10 ч/год).

Качество электроэнергии у 50% потребителей не соответствует требованиям ГОСТ по отклонениям напряжения, симметрии напряжения по фазам и другим показателям.

Изношенность ВЛ 10 кВ составляет 70...80%, парк силовых трансформаторов морально и физически устарел, количество новых трансформаторов на подстанциях 10/0,4 кВ не превышает 7%, основное количество подстанций (66,5%) введено в эксплуатацию до 1980 г.; в реальности после ремонта поврежденных трансформаторов они вновь поступают в эксплуатацию.

Продолжается эксплуатация масляных выключателей устаревших конструкций, более 40% из них отработали нормативный срок службы.

Автоматизация распределительных сетей 0,38-10 кВ находится на низком уровне, менее 16% сетей имеют телеуправление. Релейная защита на 98% оснащена электромеханическими реле, около 50% всех устройств защиты и автоматики находятся в эксплуатации более 25 лет, морально и физически устарели.

Таким образом, распределительные сети 10 кВ не отвечают требованиям потребителей к надежности электроснабжения и качеству электроэнергии. Необходима коренная реконструкция этих сетей.

Цель исследований – дать рекомендации по выбору очередности проведения реконструкции сельских электрических сетей напряжением 0,38-10 кВ.

Результаты и обсуждение. Разработана концепция развития сельских электрических сетей, в которой предложен ряд мероприятий и технических решений, направленных на повышение качества функционирования СЭС 0,38-110 кВ [1]. Это преобразование схем ВЛ, строительство разукрупняющих районных трансформаторных подстанций (35-110)/10 кВ, применение нового электрооборудования (выключателей элегазовых, вакуумных, самонесущих изолированных проводов), совершен-

ствование конструкций подстанций 10/0,4; 35/10; 110/10; 110/35/10 кВ, оснащение устройствами телеизмерений, телесигнализации, телеуправления, магистральный принцип построения ВЛ 10 кВ, сокращение длины ВЛ 10 кВ и др.

Учитывая изложенное, можно сделать вывод о необходимости реконструкции и преобразования электрических сетей 0,38-10 кВ. Однако из-за недостаточного финансирования темпы технического перевооружения, реконструкции и нового строительства распределительных сетей снизились начиная с 90-х гг. прошлого столетия, и процесс старения сетевых объектов продолжается.

Суммарная протяженность ВЛ 10 кВ России составляет 1184 тыс. км, ВЛ 0,38 кВ – 826 тыс. км, подстанций 10/0,4 кВ – около 500 тыс. шт., т.е. объем реконструируемых сетей огромен, и возникает проблема ранжирования и очередности проведения реконструкции.

В основу ранжирования положена оценка технического состояния сетей, технико-экономические показатели (потери электроэнергии и др.) и срок нахождения сетей в эксплуатации. Эту задачу целесообразно решать в многокритериальной постановке [2–6], все чаще применяемой при исследовании больших сложных систем, к которым относится и система электроснабжения 0,38-110 кВ [7].

Суть многокритериального выбора состоит в оценке рассматриваемых вариантов по нескольким показателям (критериям), отражающим степень достижения целей функционирования системы, а также в учете неопределенности части исходной информации.

Для анализа технико-экономических показателей СЭС 10-110 кВ рассмотрены сети 10 кВ 45 районных трансформаторных подстанций 110/10; 35/10; 110/35/10 кВ Каширского предприятия электрических сетей.

Расчеты проводились с помощью ПК ТЭРС 10-110 кВ в режимах «Существующая сеть» и «Реконструкция». В результате получены следующие технико-экономические показатели по элементам СЭС (ВЛ 10 кВ, ТП 10/0,4 кВ, РТП (35-110)/10 кВ, ВЛ 35-110 кВ) и на СЭС в целом: потери напряжения, потери электроэнергии, недоотпуск электроэнергии из-за вероятных отказов электрооборудования, издержки на обслуживание, потери электроэнергии, капитальные и текущие ремонты, дисконтированные затраты и др. В режиме «Существующая сеть» применялась замеренная электрическая нагрузка зимних суток.

В качестве частных критериев оценки технико-экономического состояния электрических сетей 10 кВ целесообразно принять показатели качества

№ ранга	№ РТП	$F = \prod_{i=1}^n f_i =$ $= \Delta U \cdot \Delta W \cdot W_{\text{нед}} \cdot K_{\text{из}}$	S_{max} , кВ·А	$L_{\text{ВЛ10}}$, км	$R_{\text{ВЛ10}}$, км
14	246	$137,6 \cdot 10^3$	1558	23,6	12,3
15	529	$131 \cdot 10^3$	870	30	22,5
16	563	$123 \cdot 10^3$	1373	47,9	18,4
17	657	$117,8 \cdot 10^3$	760	43,4	21,8
18	521	$60,4 \cdot 10^3$	1298	22,5	13,1
19	246	$29,6 \cdot 10^3$	1723	6,3	5,6

Выводы

1. Большие значения оценочного функционала означают, что какой-то из параметров, а может, несколько, не соответствуют оптимальным. В частности, длины линий, превышающие 20 км, или мощность на головном участке ВЛ 10 кВ, превышающая 1000...1100 кВ·А. Еще одним показателем, приводящим к большим потерям электроэнергии, является коэффициент загрузки трансформаторов на ТП 10/0,4 кВ, что увеличивает значение оценочного функционала.

2. При значениях оценочного функционала до $1,5 \cdot 10^3$ не требуется преобразование и реконструкция ВЛ 10 кВ.

Если $F > 1,5 \cdot 10^3$, то необходимо далее анализировать параметры и технико-экономические показатели линий и выявлять те из них, которые не соответствуют оптимальным.

В этом случае следует разрабатывать варианты развития (преобразования) сетей, оценивать и выбирать лучший из них по многокритериальной модели с учетом неопределенности исходной информации.

Библиографический список

1. Князев В.В. Развитие распределительного сетевого комплекса. Концепция РОСЭП // Новости электроэнергетики. М., 2006. № 2 (38).

2. Лещинская Т.Б. Применение методов многокритериального выбора при оптимизации систем электроснабжения сельских районов // Электричество. 2003. № 1.

3. Левин М.С., Лещинская Т.Б. Методы теории решений в задачах оптимизации систем электроснабжения: Учебное пособие / Под ред. акад. ВАСХНИЛ И.А. Будзко. М.: ВИПК энерго, 1989. 130 с.

4. Лещинская Т.Б. Методы многокритериальной оптимизации систем электроснабжения сельских районов в условиях неопределенности исходной информации: Научное издание. М.: Агроконсалт, 1998. 147 с.

5. Трухаев Р.И. Модели принятия решений в условиях неопределенности. М.: Наука, 1981. 258 с.

6. Шер А.П. Алгоритмические методы выделения размытых множеств на основе неточечных экспертных оценок // Проблемы управления и теории информации. 1982. Т. II. № 1. С. 41–42.

7. Лещинская Т.Б. Многокритериальная оценка технико-экономического состояния распределительных электрических сетей. М.: МИЭЭ, 2015. 120 с.

Статья поступила 20.05.2016

PRIORITY RANKING OF RECONSTRUCTING RURAL ELECTRIC GRIDS OF 10 KV

TAMARA B. LESHCHINSKAYA, DSc (Eng), Professor¹
E-mail: tamara.leschinskaya@gmail.com

VLADIMIR V. KNYAZEV, Deputy Head²
E-mail: knyazev@ftc-energo.ru

¹ Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Timiryazevskaya str., 49, Moscow, 127550, Russian Federation

² Prospective Development Department of PJSC "Federal Testing Center", Belovezhskaya str., 4, Moscow, 121353, Russian Federation

The paper concerns selecting and justifying criteria for evaluating the functioning quality of power supply systems in rural areas. The criterion for evaluating the reliability of electricity supply is an indicator of electricity under-supply to consumers because of a probability of electrical equipment failure. Serving as indicators of consumed electricity quality are voltage losses in distribution grids of 10 and 0.38 kV, and, in some cases, voltage "dissimilarity". Cost-effectiveness is estimated with an indicator of electricity technological losses in distribution grids, and the physical condition of electric grids with a wear factor. The paper contains an analysis of parameters and performance of existing electric grids in the Moscow region, selection options for the reconstruction of 10 kV OHL using a multiobjective model and taking into account the uncertainty of electrical loads. The authors have solved the problem of priority ranking of the reconstructing 10 kV OHL in a specific region using a multiple criteria multiplicative estimated functional (F). When the estimated functional value is below 1500, no electric grid conversion is required, but with a value of more than 1500 the grids need reconstruction. For a specific region, it is recommended to have a value of F for networks to be reconstructed, placing them according to descending F values. The greatest F value corresponds to the first stage of reconstruction.

Key words: multi-objective optimization, particular assessment criteria, electrical distribution grids of 0,38-10 kV, estimated functional, reconstruction priority ranking.

References

1. Knyazev V.V. Razvitie raspredelitel'nogo setevogo kompleksa. Kontseptsiya ROSEP [The development of the distribution grid facilities. ROSEP Concept] // Electrical Engineering News. M., 2006. Issue 2 (38).
2. Leshchinskaya T.B. Primenenie metodov mnogokriterial'nogo vybora pri optimizatsii sistem elektrosnabzheniya sel'skikh rayonov [Application of multi-criteria selection methods in optimization of rural power supply systems] // Electricity. 2003. Issue 1.
3. Levin M.S., Leshchinskaya T.B. Metody teorii resheniy v zadachakh optimizatsii sistem elektrosnabzheniya: Uchebnoe posobie [Methods of the theory of solutions for solving problems of power systems optimization: Textbook] / Edited by VASKhNIL Academician I.A. Budzko. M.: VIPK Energiya, 1989. 130 p.
4. Leshchinskaya T.B. Metody mnogokriterial'noy optimizatsii sistem elektrosnabzheniya sel'skikh rayonov v usloviyakh neopredelennosti iskhodnoy informatsii: Nauchnoe izdanie [Methods of multi-criteria optimization of power supply systems in rural areas in conditions of initial information uncertainty: Scientific publication]. M.: Agrokonsalt, 1998. 147 p.
5. Truhayev R.I. Modeli prinjatiya resheniy v usloviyakh neopredelennosti [Models of decision-making under uncertainty]. M.: Nauka, 1981. 258 p.
6. Cher A.P. Algoritmicheskie metody vydeleniya razmytykh mnozhestv na osnove netochechnykh ekspertnykh otsenok [Algorithmic methods of fuzzy sets allocation based on nonpoint expert estimations] // Problems of Management and Information Theory. 1982. Vol. II. Issue 1. Pp. 41–42.
7. Leshchinskaya T.B. Mnogokriterial'naya otsenka tekhniko-ekonomicheskogo sostoyaniya raspredelitel'nykh elektricheskikh setey [Multi-criteria evaluation of technical-and-economic condition of electricity distribution grids]. M.: MIEE, 2015. 120 p.

Received on May 20, 2016

Научный журнал

ВЕСТНИК

**ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**«Московский государственный агроинженерный
университет имени В.П. Горячкина»**

№ 4 (74) /2016

Редактор – *И.В. Мельникова*

Литературная обработка текста – *В.И. Марковская*

Компьютерный набор и верстка – *Т.К. Иванова*

Перевод на английский язык – *А.Ю. Алипичев*

Подписной индекс в объединенном каталоге «Пресса России» – **42252**.

Правила оформления научных статей для опубликования в журнале размещены в Интернете (http://timacad.ru/deyatel/izdat/vestnik_MGAU/trebovaniya.php).

По вопросам публикаций статей обращаться по адресу:
127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 58, корпус № 27, к. 321.
E-mail: vestnik@rgau-msha.ru
Телефон: 8-499-976-07-27, 8-926-716-48-00

Подписано в печать 08.07.2016 г.

Формат 60 84/8

Усл. печ. л. 8,4

Тираж 500 экз.

Заказ №

Цена подписная

Издательство РГАУ-МСХА
127550, Москва, Тимирязевская ул., 44
Тел.: (499) 977-00-12; (499) 977-40-64