



ISSN 2073-7599

Сельскохозяйственные МАШИНЫ и ТЕХНОЛОГИИ

№ 6 2015

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ И ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЖУРНАЛ

Современные сельхозмашины – ключевой фактор
реализации программы импортозамещения

Совершенные технологии посева зерновых культур



НОВЕЙШАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ТЕХНИКА XXI ВЕКА
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА (ВИМ)



*Уважаемые
читатели!*

*Поздравляю вас с Новым
2016 годом!*

*Желаю в Новом году крепкого здоровья,
благополучия вам и вашим близким,
большого человеческого счастья и
дальнейших успехов на благо
нашей Родины!*

*Директор ВИМ,
академик РАН*

А.Ю. Измайлов



Учредитель и издатель: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства» Российской академии наук

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ
И ИНФОРМАЦИОННЫЙ ЖУРНАЛ

Журнал зарегистрирован Федеральной службой
по надзору за соблюдением законодательства
в сфере массовых коммуникаций и охране
культурного наследия

Свидетельство ПИ № ФС77-27860
от 12 апреля 2007 г.

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

В.А. Колесникова,

канд. техн. наук, Заслуженный
работник сельского хозяйства РФ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ:

В.В. Альт, член-корр. РАН,
СибФТИ, Новосибирск

А.А. Ежевский, почетный академик
РАСХН, ГОСНИТИ, Москва

М.Н. Ерохин, академик РАН,
РГАУ-МСХА, Москва

Ю.А. Иванов, член-корр. РАН,
ВНИИМЖ, Москва

А.Ю. Измайлов, академик РАН,
ВИМ, Москва

В.М. Кряжков, академик РАН,
ВИМ, Москва

И.М. Куликов, академик РАН,
ВСТИСП, Москва

Ю.Ф. Лачуга, академик РАН,
Москва

Э.И. Липкович, академик РАН,
АЧИИ ДГАУ, Волгоград

Я.П. Лобачевский, д.т.н., проф.,
ВИМ, Москва

В.Д. Попов, академик РАН,
ИАЭП, Санкт-Петербург

Б.А. Рунов, академик РАН,
ЦНСХБ, Москва

Д.С. Стребков, академик РАН,
ВИЭСХ, Москва

ИНОСТРАННЫЕ ЧЛЕНЫ РЕДКОЛЛЕГИИ:

В.И. Кравчук, член-корр. НААН
Украины, Киев

Ж.С. Садыков, д.т.н., проф.,
НИИ АИПИИТ, КазНАУ,
Казахстан, Алматы

С.Г. Яковчик, к.с.-х.н., НПЦ НАН
Беларуси, Минск

НАД НОМЕРОМ РАБОТАЛИ:

В.В. Бижаев

С.В. Гришуткина

Р.М. Нурбагандова

АДРЕС РЕДАКЦИИ:

109428, Москва,

1-й Институтский проезд, 5

Телефоны: (499) 174-88-11

(499) 174-89-01

E-mail: smit@vim.ru

Сельскохозяйственные МАШИНЫ и ТЕХНОЛОГИИ

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

СОДЕРЖАНИЕ

КОЛОНКА РЕДАКТОРА

17-я Российская агропромышленная выставка
«Золотая осень – 2015» 3

РАСТЕНИЕВОДСТВО

Лобачевский Я.П., Ахалая Б.Х., Сизов О.А., Ловкис В.Б.
Экономически эффективный и экологически обоснованный
способ уплотненных посевов сельхозкультур 4

Пехальский И.А.
Универсальная классификация травматических повреждений
внутренних структур семян сельскохозяйственных культур 9

Шибряева Л.С., Тертышная Ю.В., Пальмина Д.Д., Левина Н.С.
Биодеградируемые полимеры как материалы для высева семян
зерновых культур 14

Блохин Ю.И., Ананьев И.П., Зубец В.С.
Исследование частотно-влажностных диэлектрических
характеристик кормовых трав 19

ПОЧВООБРАБОТКА

Миронов Д.А., Лискин И.В., Сидоров С.А.
Влияние геометрических параметров долота на тяговые
характеристики и ресурс лемехов отечественных плугов 25

Мосяков М.А., Зволинский В.Н.
Комбинированный почвообрабатывающий агрегат
для основной и предпосевной обработки почвы 30

ХИМИЗАЦИЯ

Марченко Л.А., Мочкова Т.В., Колесникова В.А., Козлова А.И.
Состояние производства и применения жидких минеральных
удобрений в сельском хозяйстве 36

Гайбарян М.А., Ушаков О.В., Соколин В.М.
Новые технические решения в технологической линии
для производства гуминовых удобрений 42

ЭКОНОМИКА

Коротченя В.М.
Интегральная оценка эффективности машинно-тракторного
парка сельского хозяйства 46

Перечень статей, опубликованных в 2015 году 51

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). Полные тексты
статей размещаются на сайте электронной научной библиотеки: elibrary.ru



Founder and publisher:
Federal State Budgetary
Scientific Institution
All-Russia Research Institute
of Mechanization for Agriculture
of Russian Academy of Science

SCIENTIFIC-PRODUCTION AND
INFORMATION JOURNAL

The journal is registered by Federal Agency
of supervision of legislation observance
of mass communications sphere and cultural
heritage protection

Certificate ПИ № ФЦ77-27860
from April, 12th, 2007

EDITOR-IN-CHIEF
Kolesnikova V.A.

EDITORIAL BOARD:

Al't V.V. – D.Sc.(Eng), corr.m. of RAS
Ezhevskiy A.A. – honorary m. of RAAS
Erokhin M.N. – D.Sc.(Eng), m. of RAS
Ivanov Yu.A. – D.Sc.(Agr.), corr.m. of RAS
Izmaylov A.Yu. – D.Sc.(Eng), m. of RAS
Kryazhkov V.M. – D.Sc.(Eng), m. of RAS
Lachuga Yu.F. – D.Sc.(Eng), m. of RAS
Lipkovich E.I. – D.Sc.(Eng), m. of RAS
Lobachevskiy Ya.P. – D.Sc.(Eng), prof.
Popov V.D. – D.Sc.(Eng), m. of RAS
Runov B.A. – D.Sc.(Eng), m. of RAS
Strebkov D.S. – D.Sc.(Eng), m. of RAS

EDITORIAL BOARD
FOREIGN MEMBERS:

Kravchuk V.I. – D.Sc.(Eng), corr.m. of NAAS
of Ukraine
Sadykov Zh.S. – D.Sc.(Eng), prof.
of Kazakhstan
Yakovchik S.G. – C.Sc.(Agr.), SPC of NAS
of Belarus

THEY WORKED
WITH JOURNAL NUMBER:

Bizhaev V.V.
Grishutkina S.V.
Nurbagandova R.M.

EDITORS OFFICE'S ADDRESS

109428, Moscow,
1st Institutskiy proezd, 5
Tel.: +7 (499) 174-88-11
+7 (499) 174-89-01

E-mail: smit@vim.ru

Printed by FSBSI VIM
Russian Academy of Science

The magazine is included in the Russian
Index of Scientific Citation (RISC).
Full texts of articles are placed on the
website of electronic library: elibrary.
ru

The format is 205 × 290 mm
Passed for printing 15.11.2015
The circulation is 500 copies

CONTENTS

EDITOR'S NOTE

17th Russian agro-industrial exhibition
«Golgen autumn – 2015» 3

PLANT GROWING

Ya.P.Lobachevskiy, B.Kh.Akhalaya, O.A.Sizov, V.B.Lovkis
Economically effective and ecologically reasonable way of band seedig .. 4

I.A. Pekhal'skiy
Universal classification of traumatic damages of internal structures
of crops seeds 9

L.S.Shibryaeva, Yu.V.Tertyshnaya, D.D.Pal'mina, N.S.Levina
Biodegraded polymers as materials for sowing of grain crops seeds 14

Yu.I. Blokhin, I.P. Anan'ev, V.S. Zubetz
Investigation of fodder grasses frequency and moisture dielectric
characteristics 19

SOIL CULTIVATION

D.A.Mironov, I.V.Liskin, S.A.Sidorov
Influence of geometrical parameters of chisel on traction
characteristics and resource of domestic ploughshares 25

M.A.Mosyakov, V.N.Zvolinskiy
Tilthmaker for once-over soil tillage 30

CHEMICALIZATION

L.A.Marchenko, T.V.Mochkova, V.A.Kolesnikova, A.I. Kozlova
Condition of production and application of liquid mineral
fertilizers in agriculture 36

M.A.Gaybaryan, O.V.Ushakov, V.M.Sokololin
New technical solutions in technological line for humic fertilizers
production 42

ECONOMICS

V.M.Korotchenya
Integral assessment of efficiency of a fleet of agricultural
machinery and tractors 46

INFORMATION

List of articles published in 2015 51

*The magazine is included in the periodical editions list
for the International data base AGRIS*

*Журнал включен в список периодических изданий
для Международной базы данных AGRIS*

Редакция журнала не несет ответственности за информацию, содержащуюся в статье.
Перепечатка материалов, опубликованных в журнале, допускается только с разрешения редакции.

На выставке среди новейших разработок в области механизации сельского хозяйства была представлена техника Всероссийского научно-исследовательского института механизации сельского хозяйства (ВИМ).

Председатель Правительства Российской Федерации Д.А. Медведев посетил экспозицию инновационных разработок ВИМ, размещенную на выставке.



Директор ВИМ, академик РАН А.Ю. Измайлов представил Председателю Правительства Российской Федерации Д.А. Медведеву разработки института. Неподдельный интерес вызвала новая разработка института – трактор ВИМ 5007 на шинах сверхнизкого давления

Экспозицию научных разработок ВИМ посетил руководитель Федерального агентства научных организаций М.М. Котюков. Он с интересом познакомился с новинками техники, среди которых отметил инновационную разработку института – робототехническое средство с модулем магнитно-импульсной обработки растений, отмеченное Золотой медалью и Дипломом выставки.



Директор ВИМ, академик РАН А.Ю. Измайлов представил руководителям ФАНО М.М. Котюкову и В.А. Багирову новейшие разработки ВИМ

При осмотре выставки Д.А. Медведев отметил важность научных разработок ВИМ в области сельскохозяйственного машиностроения и выразил уверенность, что научные разработки будут внедрены в сельхозпроизводство.

Необходимым условием решения этой задачи Д.А. Медведев назвал технико-экономическое обоснование применения представленной техники.

На выставке в целях реализации программы импортозамещения, увеличения производства сельскохозяйственной продукции было заключено соглашение о сотрудничестве в области «Защищенного грунта».



Соглашение подписали: директор ВИМ, академик РАН А.Ю. Измайлов, генеральный директор ООО «Агрисовгаз» Д.С. Колбичев и ректор РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, академик РАН В.М. Лукомец.

**Достижения ВИМ были отмечены 5-ю медалями выставки
«Золотая осень – 2015»**



УДК 631.33

ЭКОНОМИЧЕСКИ ЭФФЕКТИВНЫЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОБОСНОВАННЫЙ СПОСОБ УПЛОТНЕННЫХ ПОСЕВОВ СЕЛЬХОЗКУЛЬТУР

ЛОБАЧЕВСКИЙ Я.П.¹,
докт. техн. наук,
профессор,

АХАЛАЯ Б.Х.¹,
канд. техн. наук,

СИЗОВ О.А.¹,
канд. техн. наук,

ЛОВКИС В.Б.²,
канд. техн. наук

¹Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, 1-й Институтский проезд, 5, Москва, 109428, Российская Федерация, e-mail: smit@vim.ru.

²Белорусский государственный аграрный технический университет, просп. Независимости, 99, г. Минск, 220023, Республика Беларусь

Одна из причин вывода пашни и других посевных сельхозугодий из севооборота – снижение плодородия почвы. Поэтому важно сохранять и улучшать ее плодородие различными методами. Одним из эффективных способов достижения цели может быть использование уплотненных посевов. Разработали специальный пневматический высевательный аппарат для одновременного высева семян двух культур в один рядок. Для проведения эксперимента выбрали культуры с различным размером семян – сою и кукурузу. Предложили подвести дополнительные патрубки к пневматической системе для обслуживания двух дозирующих элементов, вместо металлического выталкивателя семян применили пневматический, позволяющий исключить повреждение семян. Для одновременного высева семян двух культур создали диск, состоящий из двух частей. Их смещение относительно друг друга позволяет менять схему посева без замены дисков. Показали, что для гарантированного заполнения конических ячеек высевательного диска и достижения бесперебойной работы дозирующей системы необходимо определить основные параметры высевательного аппарата. Установили угол загрузки семян различных культур в конические ячейки, равный 20-30 градусам. Определили, что для гарантированного заполнения ячеек семенами длина основания конуса осыпания должна быть 60-80 мм, величина отношения количества семян, вынесенных диском на ленту, к числу оборотов диска – 1,2-1,6, что зависит от типа культуры. Для сои с малым размером семян этот показатель не превышает 1,6; для кукурузы с меньшей подвижностью семян в конусе осыпания и более высокой неравномерностью процесса заполнения ячеек он равен 1,4. В зависимости от высеваемой культуры можно корректировать размеры высевательного аппарата. Экономия посевного материала составляет 20-30 процентов.

Ключевые слова: пневматический высевательный аппарат, сеялка, экология, семена, уплотненный посев.

Важнейшая задача земледелия – получение максимума растениеводческой продукции с единицы площади пашни, при сохранении почвенного плодородия. Достижение этой цели возможно при использовании метода уплотненных посевов [1-6].

Уплотненные посевы характеризуются следующим преимуществом по сравнению с чистыми посевами:

- вследствие размещения корневых систем разных видов в разных слоях почвы полнее используются минеральные вещества и влага;
- создается более плотный травостой, который позволяет успешно подавлять сорные растения;
- растения разных видов в совокупности реже,

чем чистые посевы страдают от вспышек вредителей и болезней;

- введение в состав посева бобовых культур улучшает азотное питание;
- плотный растительный покров замедляет развитие водной и ветровой эрозии, способствует сохранению почвенного плодородия.

У уплотненных посевов экологическая составляющая выше на 20-30%, чем у одновидовых за счет сокращения количества проходов агрегата, минимизации использования минеральных удобрений и снижения уплотнения почвы.

Анализ работы применяемых в настоящее время существующих высевательных аппаратов пневматических сеялок показал, что они не обеспечивают

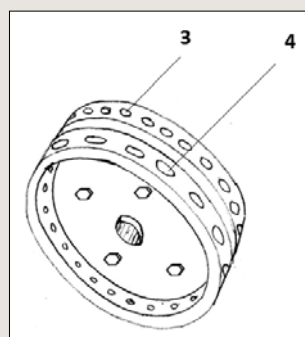
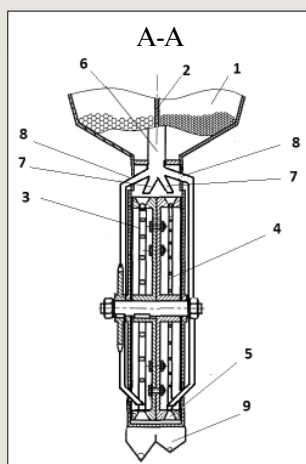
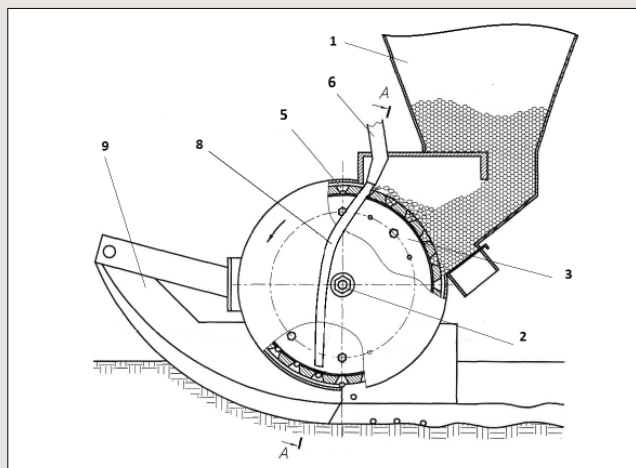


Рис. 1. Пневматический высевательный аппарат для уплотненного посева

одновременного высева семян двух культур, различающихся физико-механическими и аэродинамическими свойствами. Поэтому разработка пневматических аппаратов сеялок для уплотнения посевов является актуальной.

Цель исследования – разработка экономически эффективного и экологически обоснованного способа уплотненного посева, повышающего его продуктивность [7, 8].

Задачей исследования является разработка высевательного аппарата пневматической сеялки, позволяющей производить посев двух культур в один рядок уплотненным способом с соблюдением агротребований [9-11].

Материалы и методы. Для проведения эксперимента выбрали культуры с различным размером семян – сою и кукурузу.

Пневматический высевательный аппарат для уплотненного посева (рис. 1) содержит семенной бункер 1, разделенный перегородкой 2 на две части, сдвоенный высевательный диск, части 3 и 4 которого скреплены между собой (диск выполнен со сквозными коническими ячейками 5), воздушное сопло 6 разделено на два патрубка 7 и 8 одинакового диаметра. Патрубок 7 служит для прижатия одного семени ко дну сквозной конической ячейки, патрубок

8 – для выталкивания из ячеек застрявших семян, при этом второй патрубок 8 выполнен в виде рукава, огибающего верхнюю часть высевательного диска и подводящего воздушный поток к конической ячейке 5 с внутренней стороны.

Пневматический высевательный аппарат для уплотненного посева работает следующим образом.

Семена двух культур из разных частей семенного бункера самотеком попадают в конические ячейки частей сдвоенного высевательного диска.

Вращающийся высевательный диск подводит ячейки, заполненные семенами, к воздушному соплу, которое обеспечивает как удаление излишнего посевного материала из конических ячеек, так и выдувание семян, застрявших на дне ячейки, что гарантированно обеспечивает посев семян различных культур.

Части диска соединены между собой с возмож-

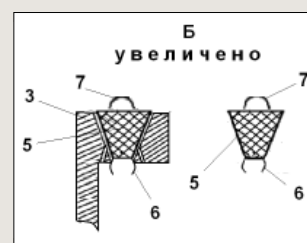
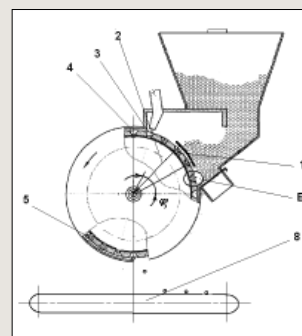


Рис. 2. Экспериментальная установка

ностью их смещения и замены диска. Это позволило изменять схемы посева. Такой высевательный диск упрощает конструкцию, исключая дополнительную цепную передачу, и удобен в эксплуатации.

На модернизированный пневматический высевательный аппарат подана заявка на изобретение.

Чтобы определить влияние положения высевательного диска на процесс загрузки ячеек семенами, провели экспериментальное исследование, для чего изготовили специальное приспособление (рис. 2). В приемной камере высевательного аппарата разместили козырек 1, удерживаемый радиальными тягами 2, закрепленными на оси дозирующего диска 3 таким образом, что между диском и козырьком остается зазор 1 мм. Контакт поверхности ячейки диска с зерном в основании конуса осыпания наступает при различных углах загрузки ячеек 3, то есть козырек играет роль скользящего щита.

Все ячейки дозирующего диска 4, за исключением одной, закрывали эластичными заглушками 5, выполненными с подпружиненными лапами 6 и извлекающим кольцом 7, что позволяет без особого труда закреплять и удалять их из ячеек. На эластичные заглушки получен патент [12-13]. При выключении подачи воздуха в сопло диск вращали с окружной скоростью 0,4; 0,8 и 1,0 м/с и быстро

открывали дно приемной камеры, смещая козырек против часовой стрелки на заданный угол φ_3 . После того, как диск совершал некоторое число оборотов N_1 , измеряемое счетчиком оборотов, подсчитывали количество семян N_2 , вынесенных диском из приемной камеры на клейкую ленту 8 транспортера.

Результаты и обсуждение. В качестве показателя заполняемости ячейки брали отношение:

$\Theta_0 = N_2/N_1$. Визуальный контроль за распределением семян сои на клейкой ленте показал, что для сои с малым размером семян $\Theta_0 \geq 1,6$ в исследованном диапазоне скорости вращения диска пропуски практически не наблюдаются. Поэтому можно считать величину $\Theta_0=1,6$ условием гарантированной загрузки. Анализ полученной зависимости Θ_0 от угла загрузки φ_3 показал, что проникновение зерна в полость ячейки возможно и при малых углах вследствие действия сил бокового давления верхних зерен на нижние в конусе осыпания приемной камеры (рис. 3). Однако этот механизм при $\Theta_0=1$ малоэффективен, то есть при малых углах загрузки φ_3 вероятность пропусков ячеек достаточно велика.

В случае высева кукурузы значение Θ_0 несколько меньше ($\Theta_0=1,4$) оптимальной величины, что можно объяснить меньшей подвижностью семян кукурузы в конусе осыпания и, как следствие, более высокой неравномерностью процесса заполнения ячеек.

В конструкцию пневматического высевающего аппарата, по сравнению с аналогами, введены новые элементы:

- вместо металлического выталкивателя семян из конических ячеек применили пневматический, что позволило исключить повреждение семян;
- высевающий диск выполнен составным из двух

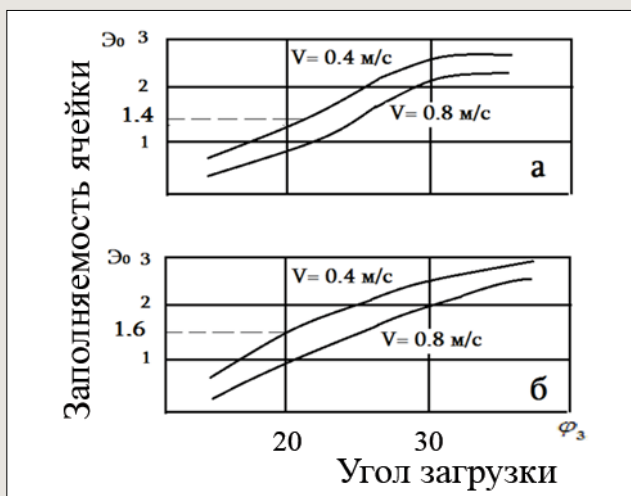


Рис. 3. Влияние угла загрузки на заполняемость ячейки семенами кукурузы (а) и сои (б) при окружной скорости диска $V = 0,4$ и $0,8$ м/с

частей, жестко скрепленных между собой болтами, это дает возможность смещать части диска по отношению друг к другу и менять схему посева без смены дисков.

Выводы. Для гарантированного заполнения ячеек семенами длина основания конуса осыпания должна быть в пределах 60-80 мм, угол загрузки φ_3 конических ячеек семенами может колебаться в пределах 20-30°, а величина отношения $\Theta_0 = 1,2-1,6$. Это требование накладывает определенные ограничения на соотношения размеров приемной камеры и радиуса диска.

Внедрение пневматического высевающего аппарата позволит при уплотненном способе посева сократить посевные площади на 50%, уменьшить затраты на горюче-смазочные материалы на 20-30%, улучшить экологию среды и повысить выход растениеводческой продукции на 15-20%.

Литература

1. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П. Система технологий и машин для инновационного развития АПК России // Система технологий и машин для инновационного развития АПК России: Сб. докл. Междунар. науч.-техн. конф. Ч.1. – М.: ВИМ, 2013. – С. 6-10.
2. Лобачевский Я.П. Современные почвообрабатывающие технологии. – М.: МГАУ им. В.П. Горячкина, 1999. – 39 с.
3. Лобачевский Я.П. Новые почвообрабатывающие технологии и технические средства // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2000. – № 8. – С. 30-32.
4. Кондратов А.Ф., Логин А.Д., Лобачев-

ский Я.П., Кондратов В.А., Медведчиков В.М., Шаров В.В., Воробьев В.И., Демидов В.П., Ляпин В.Г., Чулкина В.А. Современные технологии и средства механизации обработки почвы, посева, посадки, внесения удобрений и защиты растений. – Новосибирск: Новосибирский ГАУ, 2001. – 248 с.

5. Сизов О.А., Беликова Р.Р. Роль совмещенного посева для получения сбалансированных кормов // Вестник. – 2015. № 3 (19). – С. 151-153.

6. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Сизов О.А., Волобуев В.А. Технологии и технические средства для восстановления неиспользуемых и деградированных сельхозугодий // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2009. – № 4. – С. 17-21.

7. Заявка № 2014143103. Способ совмещенного посева. Ахалая Б.Х., Личман Г.И., Марченко А.Н., Федюнин В.В. 27.10.2014.

8. Пат. № 155628 РФ. Пневматический высевающий аппарат для совмещенного посева / Ахалая Б.Х. // Бюлл. 2015. № 28.

9. Ахалая Б.Х. Модернизация пневматической сеялки // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2011. – № 1. – С. 35-36.

10. Ахалая Б.Х. Сулейманов М.И., Сизов Д.О. Перспективы создания почвообрабатывающего посевного комбинированного агрегата // Модернизация сельскохозяйственного производства на базе инновационных машинных технологий и автоматизированных систем: Сб. науч. тр. Междунар. науч.-техн. конф. Т. I. – М.: ВИМ, 2012. – С. 362-366.

11. Ахалая Б.Х., Сизов О.А., Текушев А.Х., Сулейманов М.И. Анализ конструкций пневматических высевающих аппаратов // Инновационные машинные технологии АПК России на базе интеллектуальных машинных технологий: Сб. докл. Междунар. науч.-техн. конф. – М.: ВИМ, 2014. – С. 130-133.

12. Пат. 2384992 РФ. Пневматический высевающий аппарат / Измайлов А.Ю., Ахалая Б.Х., Сизов О.А., Бычков В.В., Гахокидзе Д.Н., Михеев В.В. // Бюлл. 2010. № 9.

13. Пат. 126888 РФ. Пневматический высевающий аппарат / Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Ахалая Б.Х., Сизов О.А., Марченко О.С., Пехальский И.А., Гахокидзе Д.Н., Сулейманов М.И., Ахалая А.Х., Захарова Т.В. // Бюлл. 2013. № 11.

ECONOMICALLY EFFECTIVE AND ECOLOGICALLY REASONABLE WAY OF BAND SEEDING

Ya.P.Lobachevskiy¹, B.Kh.Akhalaya¹, O.A.Sizov¹, V.B.Lovkis²

¹All-Russia Research Institute of Mechanization for Agriculture, 1st Institutskiy proezd, Moscow, 109428, Russian Federation

²Belarusian State Agrarian Technical University, Nezavisimosti av., 99, Minsk, 220023, Republic of Belarus

One of the reasons of an elimination of an arable land and other sowing farmland from crop rotation is soil fertility decrease. Therefore, it is important to keep and improve its fertility by various methods. Use of band seeding can be one of effective ways of achievement of this purpose. The authors developed a special pneumatic sowing device for simultaneous seeding of seeds of two crops in one row. The chosen for experiment cultures, soy and maize, have seeds with various size. A pneumatic system for service of two dosing elements was equipped with additional branch pipes, pneumatic seed ejector blade is applied instead of a metal one, so seeds damage eliminates. A disk created for simultaneous sowing of seeds of two crops has two pieces. Their moving relatively each other allows sowing scheme changing without replacement of disks. Key parameters of the sowing device should be determine to provide guaranteed filling of conic cells of the sowing disk and achievement of non-stop operation of the dosing system. Seeds feeding angle for conic cells equals 20-30 degrees. For a guaranteed filling of cells with seeds, length of the basis of a dejection cone should to be 60-80 mm, the relation of quantity of the seeds, which are taken out by a disk on a tape to number of disk turns equals 1.2-1.6 that depends on culture type. For soy with a small seeds, this indicator is less than 1.6. Corn seeds have smaller mobility of seeds and higher unevenness of process of filling of cells, so it is equal 1.4. It is possible to correct the sizes of the sowing device depending on a sowed culture. A seeds saving makes 20-30 percent.

Keywords: Pneumatic sowing device; Seeder; Ecology; Seeds; Band seeding.

References

1. Izmaylov A.Yu., Lobachevskiy Ya.P. Sistema mashin i tekhnologiy dlya kompleksnoy mekhanizatsii i avtomatizatsii sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva na period do 2020 goda [System of machinery and technologies for integrated mechanization and automation of agricultural production for the period till 2020]. Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii. 2013. No. 6. pp. 6-10 (Russian).

2. Lobachevskiy Ya.P. Sovremennyye pochvoobrabatyvayushchie tekhnologii [Modern soil-cultivating technologies]. Moscow: MGAU, 1999. – 39 pp. (Russian).

3. Lobachevskiy Ya.P. Novyye pochvoobrabatyvayushchie tekhnologii i tekhnicheskiye sredstva [New soil-cultivating technologies and technical means]. Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva. 2000. No. 8. pp. 30-32 (Russian).

4. Kondratov A.F., Login A.D., Lobachevskiy Ya.P., Kondratov V.A., Medvedchikov V.M., Sharov V.V., Vorob'ev V.I., Demidov V.P., Lyapin V.G., Chulkina V.A. Sovremennyye tekhnologii i sredstva mekhanizatsii obrabotki pochvy, poseva, posadki vneseniya udobreniy i zashchity rasteniy [Modern technologies and means of mechanization of soil cultivation, sowing, planting, fertilization and protec-

tion of plants]. Novosibirsk: Novosibirskiy GAU, 2001. 248 pp. (Russian).

5. Sizov O.A., Belikova R.R. Rol' sovmeshchennogo poseva dlya polucheniya sbalansirovannykh kormov [Role of band seeding for balanced forages production]. Vestnik. 2015. No. 3 (19). pp. 151-153 (Russian).

6. Izmaylov A.Yu., Lobachevskiy Ya.P., Sizov O.A., Volobuev V.A. Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva dlya vosstanovleniya neispol'zuemykh i degradirovannykh sel'khozugodiy [Technologies and technical means for restoration of not used and degraded farmland]. Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii. 2009. No. 4. pp. 17-21 (Russian).

7. Zayavka No. 2014143103. Sposob sovmeshchennogo poseva [Way of band seeding]. Akhalaya B.Kh., Lichman G.I., Marchenko A.N., Fedyunin V.V. 27.10.2014 (Russian).

8. Pat. No. 155628 RF. Pnevmaticheskiy vysewayushchiy apparat dlya sovmeshchennogo poseva [Pneumatic feed of band seeding]. Akhalaya B.Kh. Byull. 2015. No. 28 (Russian).

9. Akhalaya B.Kh. Modernizatsiya pnevmaticheskoy seyalki [Modernization of pneumatic drill]. Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii. 2011. No. 1 pp. 35-36 (Russian).

10. Akhalaya B.Kh. Suleymanov M.I., Sizov D.O. Perspektivy sozdaniya pochvoobrabatyvayushchego

posevnogo kombinirovannogo agregata [Prospects of creation of soil-cultivating sowing combined unit]. Modernizatsiya sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva na baze innovatsionnykh mashinnykh tekhnologii i avtomatizirovannykh sistem: Sb. nauch. tr. Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. T. I. Moscow: VIM, 2012. pp. 362-366 (Russian).

11. Akhalaya B.Kh., Sizov O.A., Tekushev A.Kh., Suleymanov M.I. Analiz konstruktivnykh pnevmaticheskikh vysewayushchikh apparatov [Analysis of designs of the pneumatic seed-feeding mechanisms]. Innovatsionnye mashinnyye tekhnologii APK Rossii na baze intellektual'nykh mashinnykh tekhnologii: Sb. dokl. Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. Moscow: VIM, 2014. pp. 130-133 (Russian).

12. Pat. 2384992 RF. Pnevmaticheskiy vysewayushchiy apparat [Pneumatic seed-feeding mechanism]. Izmaylov A.Yu., Akhalaya B.Kh., Sizov O.A., Bychkov V.V., Gakhokidze D.N., Mikheev V.V. Byul. 2010. No. 9 (Russian).

13. Pat. 126888 RF. Pnevmaticheskiy vysewayushchiy apparat [Pneumatic seed-feeding mechanism]. Izmaylov A.Yu., Lobachevskiy Ya.P., Akhalaya B.Kh., Sizov O.A., Marchenko O.S., Pekhal'skiy I.A., Gakhokidze D.N., Suleymanov M.I., Akhalaya A.Kh., Zakharova T.V. Byul. 2013. No. 11 (Russian).



УДК 631.53.02 : 631.53.011.2

УНИВЕРСАЛЬНАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ТРАВМАТИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ВНУТРЕННИХ СТРУКТУР СЕМЯН СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР



ПЕХАЛЬСКИЙ И.А.,
канд. техн. наук

Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, 1-й Институтский проезд, 5, Москва, 109428, Российская Федерация, e-mail: 5895225@bk.ru

Качество посевного материала в значительной мере зависит как от биологического состояния семян, так и от технологий и технических средств, применяемых при машинной подготовке. При этом существенное значение имеют различного рода повреждения зерновок, возникающие при механическом и термо-механическом воздействии со стороны рабочих органов машин и агрегатов. Помимо нарушений целостности покровов зерновок имеют место травматические изменения их внутренних структур, которые зачастую скрыты оболочками и не определяются при визуальном осмотре. Исследовали состояние внутренних структур зерновок рентгенографическим методом, определили возможные виды их травматических изменений и оценили влияние выделенных видов травм на посевные качества семян. Выявили, что семена с вмятинами в эндосперме снижали полевую всхожесть, по сравнению с неповрежденными, на 2,25-3,75 процента. Определили, что снижение полевой всхожести семян, имеющих до четырех внутренних трещин, составило 30,25-37,00 процента; для семян с количеством трещин четыре и более – соответственно, 38,00-48,75 процента. Отметили, что семена ячменя в первом случае снизили всхожесть на 37 процентов; во втором – на 48,75 процента (для сравнения, у овса и пшеницы – 39 и 38 процентов соответственно). Установили, что уменьшение полевой всхожести на 1 процент приводит к снижению урожайности яровых зерновых культур на 1,5-2,0 процента, а озимых – на 1,0-1,5 процента. Предложили универсальную классификацию травматических повреждений внутренних структур семян сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: семена, классификация внутренних повреждений семян, посевные свойства, полевая всхожесть.

Современное аграрное производство предъявляет повышенные требования к качеству технико-технологического обеспечения процессов возделывания сельскохозяйственных культур и непосредственно биологического материала [1, 2]. Вместе с тем, существующие промышленное зернопроизводство и семеноводство предполагают многочисленные механические и термомеханические воздействия на зерновой и семенной ворох на этапах посева, уборки, послеуборочной обра-

ботки и хранения промышленных партий зерна и семян, что травмирует наружные покровы и внутренние ткани зерновок [3, 4]. Повреждения семян снижают их полевую всхожесть и продуктивность полученных из них растений. Это обусловлено как непосредственным угнетением ростового потенциала в результате травмирования ростообразующих органов зерновок, так и облегченным доступом почвенных микроорганизмов к тканям зерновок (через поврежденные наружные покровы). Про-

дукты их жизнедеятельности оказывают токсическое действие и снижают сопротивляемость проростков болезням и неблагоприятным агрометеорологическим условиям. Повреждения товарного и фуражного зерна негативно сказываются на его технологических свойствах и сохранности пищевых качеств при хранении.

Практика показала, что повреждения зерновок могут быть различными в зависимости от вида и величины нагрузок, физико-механических свойств семян при этом различные травмы дифференцированно влияют на качество семян.

Цель исследования – разработка универсальной классификации внутренних повреждений семян, учитывающей их физико-химические и анатомо-морфологические свойства, виды механических и термомеханических воздействий в процессе машинной обработки, а также влияние травм на ростовой потенциал зерновок.

Материалы и методы. Для выявления внутренних повреждений в зерновках после механической подготовки проводили их рентгено съемку на исследовательском комплексе, созданном на основе рентгенографического аппарата «Электроника-25». Полученные рентгенограммы сравнивали со стандартными изображениями семян исследуемой культуры. Объектом изучения служили семена зерновых культур (овес, ячмень, пшеница), отобранные на различных этапах машинной послеуборочной обработки [10].

Для оценки влияния внутренней травмированности семян на их посевные качества по методике мелкоделяночного полевого опыта определяли полевую всхожесть зерновок с выделенными типами повреждений.

Результаты и обсуждение. При анализе рентгенографических снимков зерновок оценивали следующие параметры: наличие зародыша, форму эндосперма и зародыша, число трещин в эндосперме. Исследование полученных изображений позволило выявить несколько видов типичных внутренних повреждений (рис. 1).

Вмятины на рентгенограммах расцениваются как отклонения от правильной эллипсоидальной формы зерновки, а также как области пониженной плотности, выраженные на негативном изображении более темным цветом. Они образуются вследствие неупругих деформаций, возникающих при механическом воздействии на семена повышенной влажности, то есть в моменты, когда их пластические свойства выражены в большей степени, чем упругие. Причиной возникновения вмятин становится, как правило, пластическое деформирование тканей зерновки в месте контакта с рабочими органами. Степень деформирования зависит от фи-

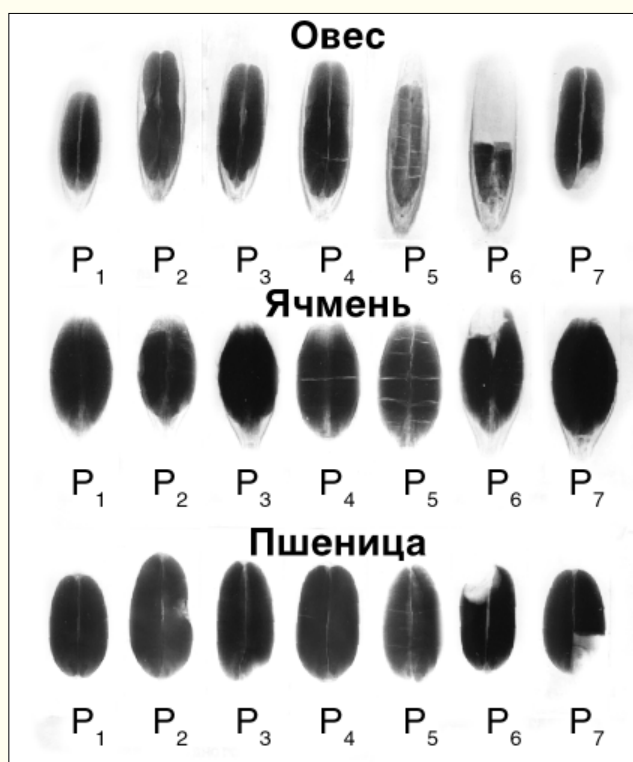


Рис. 1. Классификация внутренних повреждений семян: P₁ – семена целые (контроль); P₂, P₃ – семена с вмятинами в области эндосперма и зародыша; P₄, P₅ – семена, имеющие четыре и более внутренних трещин; P₆ – семена со сколами (выбоинами) в эндосперме; P₇ – семена с поврежденным зародышем

зико-механических свойств, геометрических характеристик и силы воздействия контактирующего рабочего органа. Патологические изменения формы эндосперма (вмятины) объединены в один класс повреждений, так как, очевидно, они обуславливают снижение показателя интенсивности начального роста проростков примерно на одинаковую величину.

Вмятины в области зародыша выявляют аналогично вмятинам в эндосперме. На их возникновение, помимо причин, описанных выше, влияют физико-механические и анатомо-морфологические особенности зародыша. Он имеет большую влажность, чем эндосперм зерновки, и, следовательно, более пластичен, благодаря чему его ткани сильнее подвержены смятию при механических нагрузках. Кроме того, зародыш как правило выступает над поверхностью зерновки, что также обуславливает его повреждаемость. Поскольку скорость прорастания и сила получаемых проростков непосредственно зависят от биологического состояния зародыша, смятие его тканей вызывает более резкое падение ростового потенциала и продуктивных свойств семени, что позволяет выделить эти повреждения в отдельный тип.

Трещины в эндосперме выглядят на рентгенограммах как темные полосы различной ширины на фоне светлого эндосперма. Причины возникновения внутренних трещин следующие: механические воздействия на семена с усилиями, превышающими пределы прочности зерновок; жесткие тепловые режимы сушки; термомеханические воздействия на семена с вмятинами в области эндосперма. Вмятины приводят к уплотнению поверхности зерновки, что вызывает неравномерный вынос влаги из внутренних слоев и, следовательно, возникновение дополнительных касательных напряжений, обуславливающих появление трещин. Наличие внутренних трещин препятствует доступу питательных веществ эндосперма к зародышу в период прорастания семени, что отрицательно сказывается на его продуктивных свойствах [8, 9, 11]. В соответствии с этим трещиноватые семена были разделены на две группы: с количеством внутренних трещин до четырех и более четырех.

Сколы (выбоины) в эндосперме – тип повреждений, связанный с отчленением части зерновки. Объяснить возникновение подобных травм можно следующим образом. По мере потери влаги семена частично утрачивают свои пластические свойства, и под воздействием механических нагрузок, по своим значениям превосходящих пределы прочности тканей зерновки на разрыв, происходит скалывание ее частей.

Повреждения зародыша обычно заключаются в его полном отчленении или потере большей части. Это связано с тем, что зародыш отделяется от эндосперма посредством однослойной столбчатой паренхимы, которая в данном случае служит плоскостью разрыва.

Для оценки влияния различных видов внутренней поврежденности на посевные качества отбирали зерновки без внешних повреждений, но с внутренними травмами согласно разработанной классификации.

Результаты проведенных исследований представлены на *рисунке 2*.

Установлено, что семена с вмятинами в эндосперме снижали полевую всхожесть, по сравнению с неповрежденными, на 2,25-3,75%. Патологичность вмятин обусловлена тем, что вызванные ими уплотнения наружных слоев зерновки при попадании последней в почву приводят к нарушениям поступления влаги к внутренним структурам, вызывающим неравномерное набухание семени, что негативно влияет на начало и весь процесс прорастания. Вмятины также обуславливают некротические поражения тканей, что влияет на интенсивность дыхания зерновки и, следовательно, вызывает локальные изменения температуры поврежденных и не-

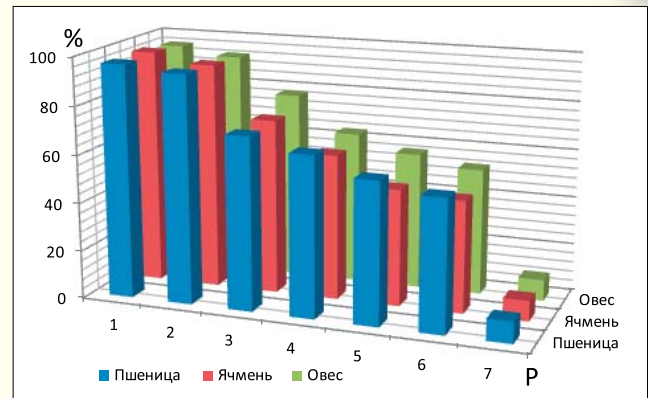


Рис. 2. Влияние внутренних повреждений семян на их полевую всхожесть (тех же, что и на рис. 1)

поврежденных участков в процессе хранения семян. Все это в совокупности приводит к патологическим изменениям семенных качеств зерна.

Гораздо сильнее выражено негативное влияние вмятин в зародыше, приводящих к травматическим изменениям частей будущего растения. Снижение полевой всхожести семян с вмятинами в зародыше в проведенных опытах составило 18-25%.

Снижение полевой всхожести семян, имеющих до четырех внутренних трещин, составило 30,25-37,00%; для семян с количеством трещин четыре и более – 38,00-48,75%. Причем семена ячменя в первом случае снизили всхожесть на 37,00%; во втором – на 48,75% (для сравнения, у овса и пшеницы – 39,00 и 38,00% соответственно).

Подобная разница обусловлена характером трещин. У семян овса и пшеницы они, как правило, мелкие, их ширина относительно невелика. При набухании зерновок в период прорастания такие трещины могут затягиваться и не препятствуют транспортированию питательных веществ из эндосперма к зародышу. У семян ячменя внутренние трещины выражены отчетливее, имеют в 2-3 раза большую ширину. Кроме того, значительная доля семян (>40%), отнесенных к группе с количеством трещин более четырех, имеет их по 7-9 шт., что в целом и обуславливает более выраженное негативное влияние на полевую всхожесть таких семян ячменя в сравнении с овсом и пшеницей.

Выбоины и сколы в эндосперме зерновок снижали их полевую всхожесть на 42,25-50,75%. В эндосперме сосредоточен основной запас питательных веществ семени. Он также выполняет некоторые функции регулирования прорастания. Поэтому потеря его части снижает способность семян к прорастанию, ослабляет проросток и снижает продуктивность растения.

Повреждение зародыша, представляющего собой целое зачаточное растение со всеми его органами, приводило к почти полной потере семенных

качеств зерновки. Снижение полевой всхожести в этом случае составляло 87,00-88,75%.

Исследованиями установлено, что уменьшение полевой всхожести на 1% снижает урожайность яровых зерновых культур на 1,5-2,0%, а озимых – на 1,0-1,5% [5-7]. В связи с этим можно считать, что травмирование семян оказывает существенное негативное влияние на их урожайные свойства.

Выводы. Таким образом, предложен комплексный метод классифицирования повреждений внутренних структур зерновок, возникающих в процессе механической подготовки, при котором учитываются их физико-химические и анатомо-морфологические свойства, виды механических и тер-

момеханических воздействий в процессе машинной обработки, а также влияние травм зерновок на их ростовой потенциал.

Данная универсальная классификация типов травм охватывает весь спектр возможных травматических изменений внутренних структур зерновок, возникающих на различных этапах машинного производства зерна и семеноводства.

Травмы выделенных типов существенно и дифференцированно влияют на посевные и урожайные качества семян и должны учитываться при выборе технологических схем подготовки, подборе рабочих органов и настройке режимов работы агрегатов при машинном производстве зерна и семян.

Литература

1. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Кынев Н.Г. ВИМ – основатель производства селекционной техники в России // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. – 2008. – № 4. – С. 9-11.
2. Лачуга Ю.Ф., Измайлов А.Ю., Зюлин А.Н. Разработка и внедрение высокоэффективных, ресурсо- и энергосберегающих технологий и технических средств послеуборочной обработки зерна и подготовки семян // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. – 2009. – № 1. – С. 2-9.
3. Лобачевский Я.П. Проблема механизации работ в селекции и семеноводстве // «Золотая осень» – демонстрация достижений российских аграриев (Материалы мероприятий в рамках деловой программы 11-й Российской агропромышленной выставки, 9-12 октября 2009 г.). – М.: Росинформагротех, 2010. – С. 110-111.
4. Жалнин Э.В. Аксиоматизация земледельческой механики. – М.: ВИМ, 2002. – 204 с.
5. Елизаров В.П., Антышев Н.М., Бейлис В.М., Шевцов В.Г. Исходные требования на технологические операции в растениеводстве // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. – 2011. –

№ 1. – С. 11-14.

6. Жалнин Э.В. Стратегия перспективного развития механизации уборки зерновых культур // *Тракторы и сельхозмашины*. – 2004. – № 9. – С. 3-16.

7. Егоров В.Г., Измайлов А.Ю., Леонова Е.В., Личман Г.И. Внедрение точного земледелия в зерновом хозяйстве Центрального Нечерноземья // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. – 2014. – № 3. – С. 15-20.

8. Елизаров В.П., Голубкович А.В., Евтюшенков Н.Е., Крюков М.Л., Калинин Г.А. Заготовка семян зерновых и зернобобовых культур в селекции и первичном семеноводстве // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. – 2014. – № 5. – С. 17-21.

9. Ижик Н.К. Полевая всхожесть семян. – Киев: Урожай, 1976. – 200 с.

10. Пехальский И.А., Кожеевникова М.В. Рентгенографический комплекс для определения и оценки степени механического повреждения семян при машинной обработке // *Зерновые культуры*. – 1992. – № 2-3. – С. 27-28.

11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1979. – 416 с.

UNIVERSAL CLASSIFICATION OF TRAUMATIC DAMAGES OF INTERNAL STRUCTURES OF CROPS SEEDS

I.A. Pekhal'skiy

All-Russia Research Institute of Mechanization for Agriculture, 1st Institutskiy proezd, 5, Moscow, 109428, Russian Federation, e-mail: 5895225@bk.ru

Quality of sowing material considerably depends both on a biological condition of seeds, and on technologies and technical means applied by machine preprocessing. Thus, the caryopsides damages arising at mechanical and thermomechanical influence from working tools of machines and units have essential value. Besides damages of integrity of caryopsides covers there are traumatic changes their internal structures which are often hidden by covers and are not visible at visual inspection. The condition of internal caryopsides structures was researched by a radiographic method. Possible types of their traumatic changes were defined. Influence of the listed types of injuries

on sowing qualities of seeds was estimated. It was revealed that seeds with endosperm bruising had reduced field germination rate, in comparison with intact ones, by 2.25-3.75 percent. It was defined that decrease in field germination of seeds having less than four internal cracks made 30.25-37.0 percent; for seeds with quantity of four cracks and more – respectively, 38.0-48.75 percent. It was noted that barley seeds in the first case reduced germination by the 37 percent; in the second – by 48.75 percent (for comparison, oats and wheat seeds – by 39 and 38 percent respectively). It was established that reduction of field germination by 1 percent reduces yield of spring grain crops by 1.5-2.0 percent, and winter ones – by 1.0-1.5 percent. The universal classification of traumatic damages of crops seeds internal structures was suggested.

Keywords: Seeds; Classification of internal damages of seeds; Sowing qualities; Field germination.

References

1. Izmaylov A.Yu., Lobachevskiy Ya.P., Kynev N.G. *VIM – osnovatel' proizvodstva selektsionnoy tekhniki v Rossii* [WIM is the founder of selection machinery production in Russia]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2008. No. 4. pp. 9-11 (Russian).

2. Lachuga A.M., Izmaylov A.Yu., Zyulin A.N. *Razrabotka i vnedrenie vysokoeffektivnykh, resurso- i energosberegayushchikh tekhnologiy i tekhnicheskikh sredstv posleuborochnoy obrabotki zerna i podgotovki semyan* [Development and deployment of highly effective, resource-energy saving technologies and techniques for postharvest grain processing and seeds preparation]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2009. No. 1. pp. 2-9 (Russian).

3. Lobachevskiy Ya.P. *Problema mekhanizatsii rabot v selektsii i semenovodstve* [Problem of mechanization of operations in selection and seed production]. «Zolotaya osen'» – demonstratsiya dostizheniy rossiyskikh agrariyev (Materialy meropriyatiy v ramkakh delovoy programmy 11-y Rossiyskoy agropromyshlennoy vystavki, 9-12 oktyabrya 2009 g.). Moscow: Rosinformagrotekh, 2010. pp. 110-111 (Russian).

4. Zhalnin E.V. *Aksiomatizatsiya zemledel'cheskoy mekhaniki* [Axiomatization of the agricultural mechanics]. Moscow: VIM, 2002. 204 pp. (Russian).

5. Elizarov V.P., Antyshev N.M., Beylis V.M., Shevtsov V.G. *Iskhodnye trebovaniya na tekhnologicheskie operatsii v rasteniyevodstve* [Initial requirements of technological operations in plant growing]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2011. No. 1.

pp. 11-14 (Russian).

6. Zhalnin E.V. *Strategiya perspektivnogo razvitiya mekhanizatsii uborki zernovykh kul'tur* [Strategy of perspective development of mechanization of grain crops harvesting]. *Traktory i sel'khoz mashiny*. 2004. No. 9. pp. 3-16 (Russian).

7. Egorov V.G., Izmaylov A.Yu., Leonova E.V., Lichman G.I. *Vnedrenie tochnogo zemledeliya v zernovom khozyaystve Tsentral'nogo Nechernozem'ya* [Precision farming introduction in grain production of the Central non-Black Earth Region]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2014. No. 3. pp. 15-20 (Russian).

8. Elizarov V.P., Golubkovich A.V., Evtushenkov N.E., Kryukov M.L., Kalinkin G.A. *Zagotovka semyan zernovykh i zernobobovykh kul'tur v selektsii i pervichnom semenovodstve* [Harvesting of grain and grain legume seeds in selection and primary seed breeding]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2014. No. 5. pp. 17-21 (Russian).

9. Izhik N.K. *Polevaya vskhozhest' semyan* [Field germination of seeds]. Kiev: Urozhay, 1976. 200 pp. (Russian).

10. Pekhal'skiy I.A., Kozhevnikova M.V. *Rentgenograficheskiy kompleks dlya opredeleniya i otsenki stepeni mekhanicheskogo povrezhdeniya semyan pri mashinnoy obrabotke* [Radiographic complex for definition and an assessment of seeds mechanical damage rate at machine processing]. *Zernovye kul'tury*. 1992. No. 2-3. pp. 27-28 (Russian).

11. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta* [Field-plot technique]. Moscow: Kolos, 1979. 416 pp. (Russian).



УДК 633.1:678

БИОДЕГРАДИРУЕМЫЕ ПОЛИМЕРЫ КАК МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ВЫСЕВА СЕМЯН ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

ШИБРЯЕВА Л.С.^{1,2}, ТЕРТЫШНАЯ Ю.В.^{1,2}, ПАЛЬМИНА Д.Д.³, ЛЕВИНА Н.С.¹,
 докт. хим. наук, канд. хим. наук, ст. науч. сотр.

¹Всероссийский институт механизации сельского хозяйства, 1-й Институтский проезд, 5, Москва, 109428, Российская Федерация,
 e-mail: levina_vim@mail.ru

²Институт биохимической физики им. Н.М. Эмануэля, ул. Косыгина, 4, Москва, 119334, Российская Федерация,

³Московский государственный университет тонкой химической технологии им. М.В. Ломоносова, пр. Вернадского, 86, Москва, 119571, Российская Федерация

Повышение эффективности зернового производства, решение проблем продовольственной безопасности требуют поиска и освоения инновационных технологий на всех этапах. Показали, что один из способов получения экологически чистой продукции – высев семян на располагаемый в почве носитель, в качестве которого предложили нетканый материал из экоразлагаемого биodeградируемого полимера. Определили влияние биodeградируемых полимерных материалов на посевные свойства семян зерновых культур, обеспечивающих реализацию их потенциальной продуктивности. Методом электроформования с использованием хлороформа и дихлорэтана получили нетканый материал из поли-3-гидроксibuтирата (ПГБ) и композиции из указанного полимера и синтетического нитрильного каучука (ПГБ-СКН). Исследовали влияние полимерного материала на энергию прорастания и всхожесть семян пшеницы. Рассчитали индекс прорастания, определили теплофизические параметры полимерного носителя. Установили, что основной фактор, влияющий на прорастание семян, – это структура нетканого материала. Выявили, что от морфологических особенностей полимерного материала зависят диффузия воды, ее подвод к семенам и их всхожесть. Определили влияние структуры полимера-носителя на скорость развития корневой системы, от которой, в свою очередь, зависит интенсивность разрушения полимера. Наилучшие показатели энергии прорастания и всхожести семян соответствуют наибольшему значению падения теплоты плавления ПГБ в смеси ПГБ-СКН. Причем среди исследуемых образцов ПГБ-СКН наиболее эффективен материал, полученный из смеси растворителей. Это объясняется особенностью его структуры, благоприятной для проращивания семени.

Ключевые слова: биodeградируемые полимеры, нетканый материал, семена пшеницы, всхожесть, индекс прорастания.

Поиск инновационных технологий стал одной из актуальных задач, стоящих перед современным сельскохозяйственным производством зерновых и овощных культур [1-5]. Эти технологии направлены на повышение урожайности культур, использование нетрадиционных методов их выращивания, хранения, на получение экологически чистой продукции [6]. Один из способов получения экологически чистой продукции – высев семян на располагаемый в почве носитель, в качестве которого рассматривается нетканый материал из экоразлагаемого биodeградируемого полимера [7]. Назначение материала-носителя сводится к обеспечению экологически чистых условий проращивания семян, их защиты от воздействия

патогенных систем, созданию микроклимата, благоприятного для прорастания и последующего развития растений.

Для оптимизации продукционного процесса на стадии прорастания, роста и развития зерновых культур необходимы соответствующие высокие скорости диффузии воды, кислорода и минеральных веществ к корневой системе растений, что может быть обеспечено с помощью полимерного материала. Одним из основных условий, предъявляемых к материалу-носителю семян, считается высокая скорость распада полимера на вещества, не токсичные для растений и окружающей среды, способные улетучиваться, не загрязняя почву. Материал должен разрушиться в про-

цессе вегетации растений.

Для носителя семян необходимо разработать состав, структуру и свойства материала таким образом, чтобы получить взаимное усиление процессов деструкции, достигнуть синергетического эффекта от разных факторов разрушения, включая энергию прорастания семян, напряжений, возникающих от воздействия воды, кислородной среды, локальной температуры. Для обеспечения всхожести семян, роста и развития растений необходимо смоделировать структуру биодеградируемого полимера таким образом, чтобы она под-держивала высокую скорость направленных диффузионных потоков воды, минеральных веществ и кислорода [8]. При этом химический состав полимерного материала должен способствовать росту растения и ингибировать развитие вирусных и бактериальных сред.

Цель исследования – изучение влияния биодеградируемых полимерных материалов на посевные свойства семян зерновых культур.

Материалы и методы. Нетканый материал из поли-3-гидроксibuтирата (ПГБ) и композиции из ПГБ и синтетического нитрильного каучука (СКН) был получен методом электроформования с использованием растворителей – хлороформа и дихлорэтана.

Семена пшеницы (сорт Московская 56) проращивали в чашках Петри по 50 шт.: на фильтровальной бумаге (контроль); на нетканом материале с подложкой из фильтровальной бумаги (ф/б) и без нее (без ф/б). Семена проращивали при температуре 20-22°C с поддержанием постоянного уровня влажности. При этом ежедневно в течение 7 суток определяли количество проросших семян [9]. Индекс прорастания GI рассчитывали по формуле:

$$GI = (7n_1 + 6n_2 + 5n_3 + 4n_4 + 3n_5 + 2n_6 + 1n_7) / mk,$$

где $n_1, \dots, n_7$ – количество семян, проросших в каждые из 7 суток,

m – количество суток,

k – исходное количество семян [5].

Теплофизические параметры полимерного нетканого материала были получены на дифференциальном сканирующем калориметре (ДСК) ДСКМ-10М (Россия). Калибровка прибора осуществлялась по индию (температура плавления 156,6°C). Навеска образцов составляла 8-10 мг, скорость сканирования образцов – 8 град./мин.

Результаты и обсуждение. Наиболее полно тре-

Таблица 1
ТЕПЛОТА ПЛАВЛЕНИЯ НЕТКАНЫХ МАТЕРИАЛОВ, Дж/г

Состав материала	Растворитель	Исходные образцы		Образцы после прорастания в них семян	
		ΔH_1	ΔH_2	полимер без подложки ΔH_1	полимер с фильтровальной бумагой ΔH_1
ПГБ	хлороформ	61,3	63,5	33,9-34,1	6,6-14,2
ПГБ	хлороформ+ дихлорэтан	65,2	69,8	48,4-59,7	34,4-31,7
ПГБ–СКН	хлороформ	44,0	35,4	27,3-28,6	31,6-38,1
ПГБ–СКН	хлороформ+ дихлорэтан	42,9	28,9	5,1-19,0	9,9-12,3

Примечание: ΔH_1 , ΔH_2 – теплота первичного и вторичного плавления. Ошибка в определении теплоты плавления составляет 3-5%

бования, предъявляемые к материалу-носителю, могут быть удовлетворены при использовании биодеградируемого природного полимера, например ПГБ. Он подвержен деструкции под действием ферментов, воды, термического, термоокислительного процесса и УФ-излучения [10-12]. Напряжения, возникающие в полимерных цепях ПГБ под действием механических сил, не только вызывают распад связей, но и радикально инициируют цепные процессы окисления [10]. Данный полимер широко применяют в медицине и медицинской технике в качестве капсул для лекарств, шовного материала, а также в упаковочной промышленности и сельском хозяйстве [13]. ПГБ распадается на углекислый газ и воду.

Чтобы создать структуру, обеспечивающую доступ воды и минеральных веществ к корням растений, ПГБ применяли в виде нетканого материала. Этот материал получали с помощью технологии электроформования волокон из раствора органических растворителей с последующим удалением последних. С целью определения роли структурных параметров для носителей семян были исследованы образцы, полученные из разных растворителей и различающиеся по морфологическому строению.

Кроме того, были изучены образцы нетканых материалов из смесей ПГБ–СКН. Использование смесей позволило несколько снизить стоимость материала.

В качестве характеристики структурных показателей полимерных образцов с помощью ДСК были изучены их теплофизические параметры. Полученные результаты не выявили различий в структуре кристаллитов в ПГБ и в смеси ПГБ–СКН. Однако в смесях увеличена ширина пика плавления ПГБ при его сдвиге в низкотемпературную область. Это указывает на расширение фракционного состава кристаллитов. Теплота плавления образцов

ПГБ, полученных из разных растворителей, представлена в *таблице 1*.

Снижение теплоты плавления наблюдается в смесях ПГБ–СКН. Уменьшение величины теплоты вторичного плавления у образцов смесей ПГБ–СКН можно объяснить наличием межмолекулярных взаимодействий компонентов, проявляющихся после переплавки образца из-за замедления скорости кристаллизации [14].

Анализ данных демонстрирует влияние процесса прорастания семян на полимерную матрицу, которая разрушается под действием корневой системы. Об этом свидетельствует уменьшение теплоты плавления ПГБ. Различий всхожести семян при использовании материала из ПГБ и ПГБ–СКН не наблюдалось (*рисунок*).

Динамика прорастания семян, а также значения индекса прорастания семян *GI* для контрольного образца и образцов, располагаемых на пленках-носителях, приведены в *таблице 2*.

Таблица 2							
ДИНАМИКА ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН							
Состав материала	Растворитель	Число проросших семян, шт./сут.					Индекс прорастания
		1	2	3	4	7	
Контроль (ф/б)	-	0	7	40	43	43	0,53
ПГБ: без ф/б с ф/б	хлороформ	0	5	47	47	47	0,58
		0	7	48	49	49	0,61
ПГБ: без ф/б с ф/б	хлороформ+дихлорэтан	0	6	47	48	49	0,62
		0	6	47	48	48	0,67
ПГБ–СКН без ф/б с ф/б	хлороформ	0	47	47	49	49	0,78
		2	46	47	47	47	0,76
ПГБ–СКН без ф/б с ф/б	хлороформ+дихлорэтан	0	5	50	50	50	0,82
		3	46	46	47	47	0,77

Примечание: к числу проросших на первые-вторые сутки семян отнесены семена с появившимися корешками различного размера (в том числе и менее длины семян)

Данные *таблицы 2* показывают, что полимерный носитель оказывает значительное влияние на параметры всхожести семян. Во всех случаях *GI* семян пшеницы, посеянных на носителе, превышает



Рис. Корневая система и зеленая масса проросшей пшеницы на материале из ПГБ (слева) и ПГБ–СКН (справа)

GI контрольного образца. Причем имеется явное различие количественных параметров: с одной стороны между образцами ПГБ и смесью ПГБ–СКН; с другой – ПГБ разной структуры. Этот факт подтверждается данными *таблицы 1*, показывающими, что уменьшение теплоты плавления полимерного материала-носителя влияет на всхожесть семян. Максимальные значения энергии прорастания и всхожести семян соответствуют наибольшему падению ΔH плавления ПГБ в смеси ПГБ–СКН. Причем среди исследуемых образцов ПГБ–СКН лучший эффект наблюдается у материала, полученного из смеси растворителей. Это объясняется особенностью его структуры, которая благоприятствует прорастанию семян.

Выводы

1. Основным фактором, оказывающим влияние на прорастание семян, рост и развитие проростков на полимерном носителе, является структура нетканого материала.
2. Морфологические особенности полимерного материала определяют диффузию воды, ее подвод к семенам и оказывают влияние на их всхожесть.
3. Структура полимера-носителя влияет как на скорость развития корневой системы, так и на интенсивность разрушения полимера.

Авторы выражают благодарность Филатову Ю.Н. и Смольской М.Н., сотрудникам МИТХТ им. Ломоносова М.В. за помощь в приготовлении полимерных образцов.

Литература

1. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Сизов О.А. Перспективные пути применения энерго- и экологически эффективных машинных технологий и технических средств // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. – 2013. – № 4. – С. 8-11.

2. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П. Информационные технологии в системе точного земледелия // *Модернизация сельскохозяйственного производства на базе инновационных машинных технологий и автоматизированных систем: Сб. докл. Междунар. науч.-техн. конф. Ч.1.* – М.: ВИМ, 2012. – С. 31-44.

3. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П. Управле-

ние и информационное обеспечение инновационными технологическими процессами в растениеводстве // Автоматизация и информационное обеспечение производственных процессов в сельском хозяйстве: Сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф. Ч.1. – М.: ВИМ, 2010. – С. 47-58.

4. Лачуга Ю.Ф., Измайлов А.Ю., Зюлин А.Н. Разработка и внедрение высокоэффективных, ресурсо- и энергосберегающих технологий и технических средств послевборочной обработки зерна и подготовки семян // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2009. – № 1. – С. 2-9.

5. Егоров В.Г., Измайлов А.Ю., Леонова Е.В., Личман Г.И. Внедрение точного земледелия в зерновом хозяйстве Центрального Нечерноземья // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2014. – № 3. – С. 15-18.

6. Пугачёв П.М., Левина Н.С., Шалаева Л.А. Совершенствование технологии отжима рапсового масла методом холодного прессования // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2011. – № 6. – С. 17-20.

7. Подзорова М.В., Тертышная Ю.В., Попов А.А. Экологически безопасные пленки на основе поли-3-гидроксibuтирата и полилактида // Химическая физика. – 2014. – Т. 33. – № 9. – С. 57-62.

8. Biddulph T.B., Plummer J.A., Setter T.L., Mares D.J. Seasonal conditions influence dormancy and

preharvest sprouting to lernance of wheat (*Triticum aestivum* L) in the field // *Field.Crops Res.* – 2008. – V.1 07. – P. 116-128.

9. ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. Введен 01.07.86. – М.: Стандартинформ. 2011. – 30 с.

10. Tertyshnaya Yu.V., Shibryaeva L.S. Degradation of poly(3-hydroxybutyrate) and its blends during treatment with UV light and water // *Polym Sci. – Ser. B.* – 2013. – V. 55. № 3-4. – P. 164.

11. Тертышная Ю.В., Шибряева Л.С. Попов А.А. Термоокислительная деструкция смесей на основе поли-3-гидроксibuтирата. Особенности процесса // Химическая физика – 2012. – Т. 31. – № 1. – С. 43.

12. Tertyshnaya Yu.V., Shibryaeva L.S., Popov A.A. Thermooxidative degradation of blends based on poly(3-hydroxybutyrate). Specifics of the process. // *Russian Journal of Physical Chemistry.* – 2012. – V. 6. – No. 1. – P. 38 – 41.

13. Подзорова М.В., Тертышная Ю.В. Перспективы применения полимерных материалов в сельском хозяйстве // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2014. – № 5. – С. 31-34.

14. Тертышная Ю.В. Закономерности термоокисления смесей на основе поли-3-оксibuтирата. Структурные эффекты: Дисс. канд. хим. наук. – М.: ИБХФ РАН, 2004. – 122 с.

BIODEGRADED POLYMERS AS MATERIALS FOR SOWING OF GRAIN CROPS SEEDS

L.S. Shibryaeva^{1,2}, Yu.V. Tertyshnaya^{1,2}, D.D. Pal'mina³, N.S. Levina¹

¹All-Russia Research Institute of Mechanization for Agriculture, 1st Institutskiy proezd, Moscow, 109428, Russian Federation, e-mail: levina_vim@mail.ru

²Institute of biochemical physics named after N.M. Emanuel', Kosygin St., 4, Moscow, 119334, Russian Federation

³Moscow State University of Fine Industrial Chemistry named after M.V. Lomonosov, Vernadskiy av., 86, Moscow, 119571, Russian Federation

Increase of efficiency of grain production, solution of problems of food security demand search and development of innovative technologies at all stages. One of ways of environmentally friendly production is sowing of seeds on an excipient located in the soil, for example, nonwoven fabric made of eco- decomposable decomposed biodegraded polymer. Biodegraded polymeric materials influence on sowing properties of grain crops seeds and provide realization of their potential productivity. The authors used an electroforming method with chloroform and a dichloroethane application to receive nonwoven fabric from poly-3-hydroxybutyrate (PHB) and its compositions together with synthetic nitrile rubber (PHB-SNR). Polymeric material influences on energy of germination and viability of wheat seeds. Germination index is calculated, heat physical parameters are determined for the polymeric excipient. The major factor influencing seeds germination is a structure of nonwoven fabric. Water diffusion, its supply to seeds and their viability depend on morphological features of polymeric material. Polymer excipient structure influence on speed of development of root system on which, in turn, intensity of destruction of polymer depends. The best indicators of energy of germination and viability of seeds correspond to the greatest value of decrease of melting heat of PHB in mix PHB-SNR. In addition, among the studied samples of PHB-SNR the material received from blend of solvents is most effective. The cause is in feature of its structure favorable for a seed germination.

Keywords: Biodegraded polymers; Nonwoven fabric; Wheat seeds; Viability; Germination index.

References

1. Izmaylov A. Yu., Lobachevskiy Ya. P., Sizov O. A. Perspektivnye puti primeneniya energo- i ekologicheskikh effektivnykh mashinnykh tekhnologiy i tekhnicheskikh sredstv [Long-term ways of use of energy and environmentally efficient machine technologies and techniques], *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2013. No. 4. pp. 8-12 (Russian).
2. Izmaylov A. Yu., Lobachevskiy Ya. P. Informatsionnye tekhnologii v sisteme tochnogo zemledeliya [Information technologies in system of precision agriculture]. *Modernizatsiya sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva na baze innovatsionnykh mashinnykh tekhnologiy i avtomatizirovannykh sistem: Sb. dokl. Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. Ch. 1. Moscow: VIM, 2012. pp. 31-44 (Russian).*
3. Upravlenie i informatsionnoe obespechenie innovatsionnymi tekhnologicheskimi protsessami v rastenievodstve [Management and information support of innovative technological processes in plant industry]. *Avtomatizatsiya i informatsionnoe obespechenie proizvodstvennykh protsessov v sel'skom khozyaystve: Sb. dokl. Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. Ch. 1. Moscow: VIM, 2010. pp. 47-58 (Russian).*
4. Lachuga Yu. F., Izmaylov A. Yu., Zyulin A. N. Razrabotka i vnedrenie vysokoeffektivnykh, resurso- i energosberegayushchikh tekhnologiy i tekhnicheskikh sredstv posleuborochnoy obrabotki zerna i podgotovki semyan [Development and adoption of highly effective, resource-and energy saving technologies and technical means for postharvest processing of grain and treatment of seeds]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2009. No. 1. pp. 2-9 (Russian).
5. Egorov V. G., Izmaylov A. Yu., Leonova E. V., Lichman G. N. Vnedrenie tochnogo zemledeliya v zernovom khozyaystve Tsentral'nogo Nechernozem'ya [Precision farming introduction in grain production of the Central non-Black Earth Region]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2014. No. 3. pp. 15-20 (Russian).
6. Pugachev P. M., Levina N. S., Shalaeva L. A. Sovershenstvovanie tekhnologii otzhima rapsoвого масла методом kholodnogo pressovaniya [Improvement of technology of rape oil extraction by method of cold pressing]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2011. No. 6. pp. 17-20 (Russian).
7. Podzorova M. V., Tertyshnaya Yu. V., Popov A. A. Ekologicheski bezopasnye plenki na osnove poli-3-gidroksibutirata i polilaktida [Environmentally safe membranes on the basis of poly-3-hydroxybutyrate and polylactide]. *Khimicheskaya fizika*. 2014. V. 33. No. 9. pp. 57-62 (Russian).
8. Biddulph T. B., Plummer J. A., Setter T. L., Mares D. J. Seasonal conditions influence dormancy and preharvest sprouting to lence of wheat (*Triticum aestivum* L.) in the field. *Field Crops Res.* 2008. V. 107. P. 116-128.
9. GOST 12038-84. Semena sel'skokhozyaystvennykh kul'tur. Metody opredeleniya vskhozhesti [Seeds of crops. Methods of determination of germination]. Vveden 01.07.86. Moscow: Standartinform. 2011. 30 pp. (Russian).
10. Tertyshnaya Yu. V., Shibryaeva L. S. Degradation of poly(3-hydroxybutyrate) and its blends during treatment with UV light and water. *Polym Sci. Ser. B.* 2013. V. 55. No. 3-4. P. 164.
11. Tertyshnaya Yu. V., Shibryaeva L. S., Popov A. A. Termookislitel'naya destruktsiya smesey na osnove poli-3-gidroksibutirata. Osobennosti protsessa [Thermooxidizing destruction of blends based on poly-3-hydroxybutyrate. Features of process]. *Khimicheskaya fizika* 2012. V. 31. No. 1. pp. 43 (Russian).
12. Tertyshnaya Yu. V., Shibryaeva L. S., Popov A. A. Thermooxidative degradation of blends based on poly(3-hydroxybutyrate). Specifics of the process. // *Russian Journal of Physical Chemistry*. 2012. V. 6. No. 1. P. 38-41.
13. Podzorova M. V., Tertyshnaya Yu. V. Perspektivy primeneniya polimernykh materialov v sel'skom khozyaystve [Prospects for application of polymeric materials for agroculture]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2014. No. 5. pp. 31-34 (Russian).
14. Tertyshnaya Yu. V. Zakonomernosti termookisleniya smesey na osnove poli-3-oksibutirata. Strukturnye efekty [Regularities of thermooxidation of blends based on poly-3-hydroxybutyrate. Structural effects]: Diss. kand. khim. nauk. Moscow: IBKhF RAN, 2004. 122 pp. (Russian).



УДК 621.317.33; 551.208.7; 631.363.05

ИССЛЕДОВАНИЕ ЧАСТОТНО-ВЛАЖНОСТНЫХ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОРМОВЫХ ТРАВ

БЛОХИН Ю.И.,
аспирант,

АНАНЬЕВ И.П.,
докт. техн. наук,

ЗУБЕЦ В.С.,
канд. техн. наук

Агрофизический научно-исследовательский институт, Гражданский пр., 14,
Санкт-Петербург, 195220, Российская Федерация, e-mail: office@agrophys.ru

В технологиях производства кормов из зеленой массы скошенных трав контроль влажности играет важную роль в обеспечении высокого качества и снижении потерь заготавливаемых кормов. Основным методом полевого контроля влажности – диэлькометрия, обеспечивающая быстроту, приемлемую точность, простоту использования и невысокую стоимость средств измерений. Представили экспериментальную лабораторную установку для определения влажности трав на основе емкостного датчика и прецизионного измерителя импеданса Agilent 4294A в диапазоне частот электромагнитного поля 1-30 МГц. Обосновали выбор и исследовали параметры плоского кольцевого емкостного датчика. Определили необходимое уплотняющее давление на образцы трав при расчете их диэлектрических характеристик. Решили задачу пересчета измеряемых прецизионным измерителем импеданса параметров кабеля с подключенным емкостным датчиком в параметры тестируемого материала. Разработали методику подготовки влажных трав к измерениям. Установили геометрическую постоянную датчика в диапазоне используемых частот. Определили глубину проникновения электромагнитного поля датчика в тестируемый материал, задающую минимальную толщину исследуемого слоя материала под датчиком. Экспериментально исследовали зависимость диэлектрической проницаемости и электропроводности трав в выбранном диапазоне частот при различных влажностях и уплотняющих давлениях. По результатам исследований диэлектрических свойств трав в 2013-2014 гг. обосновали выбор рабочей частоты измерений в диапазоне 10-15 МГц и создаваемого прибором давления уплотнения 0,31-0,5 Н на 1 кв. см исследуемых трав.

Ключевые слова: кормовые травы, двухкомпонентная диэлькометрия, объемное влагосодержание, электропроводность, электромагнитное поле.

Для инструментального контроля влажности трав в технологиях производства кормов из зеленой массы необходимы полевые приборы с диапазоном измерения весовой влажности от 17-18% (сено) до 85% (свежескошенные травы) [1]. Отклонение от рекомендуемых требований к влажности приводит к потерям корма и снижению его качества, при этом потери питательных веществ составляют, по данным разных источников, от 10 до 25%. В кормовом балансе животноводства России на объемистые корма (сено, силос, сенаж) приходится более 60% [2].

В настоящее время на рынке приборов присутствуют полевые влагомеры ВЛК-01 и Wile 25/26 (с датчиком W253), в которых образцы трав необходимо помещать в измерительную камеру. Эти устройства не позволяют измерять влажность и электропроводность свежескошенных трав в валках и силоса при закладке. Поэтому разработка полевого

влагомера, обладающего такими функциями, стала актуальной задачей приборного обеспечения технологий заготовки кормов.

Цель исследования – разработка экспериментальной лабораторной установки с емкостным измерительным датчиком и исследование диэлектрических характеристик трав в широком диапазоне частот ЭМП (электромагнитного поля), влажностей и плотностей.

Материалы и методы. Экспериментальная установка основана на использовании планарного емкостного датчика, накладываемого сверху на исследуемый образец травы и прижимаемого к ней электродами с помощью груза, создающего уплотняющее давление. Геометрические параметры датчика выбраны совпадающими с параметрами датчика, который будет применен в полевом приборе. Он выполнен в виде дискового центрального электрода диаметром 80 мм и охватывающего его кон-

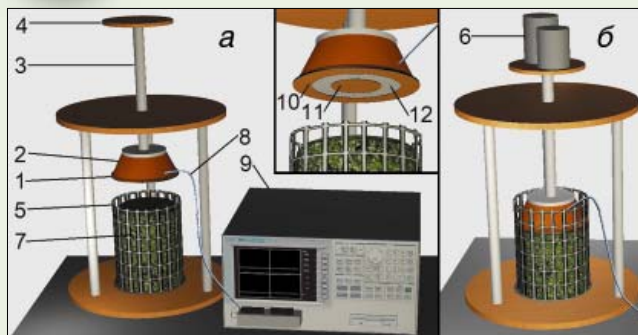


Рис. 1. Схема экспериментальной установки для исследования диэлектрических свойств трав: а – с поднятым уплотняющим поршнем; б – с опущенным уплотняющим поршнем: 1 – изолирующий диск с измерительными электродами емкостного датчика; 2 – уплотняющий поршень; 3 – осевой стержень; 4 – тарелка для уплотняющих грузов; 5 – цилиндрическая измерительная камера; 6 – уплотняющие грузы; 7 – тестируемый образец; 8 – соединительный кабель; 9 – прецизионный измеритель импеданса Agilent 4294A; 10 – кольцевой электрод емкостного датчика; 11 – центральный электрод датчика; 12 – изолирующее основание емкостного датчика

центрического кольцевого электрода внутренним диаметром 140 мм и наружным 200 мм (рис. 1). Датчик соединен коаксиальным кабелем с прецизионным измерителем импеданса Agilent 4294A [3]. Методы исследований диэлектрических характеристик трав включают: подготовку образцов трав для проведения измерений; измельчение проб; измерение массовой W и объемной θ влажностей при ступенчатом уменьшении влажности подсушиванием в сушильном шкафу – от максимальной полевой до воздушно-сухого состояния травы.

Основной метод диэлькометрии – измерение диэлектрических свойств материалов в частотной области (*frequency domain*), при котором на материал воздействуют гармоническим ЭМП, а диэлектрическую проницаемость определяют как комплексную величину:

$$\hat{\epsilon} = \epsilon' - j\epsilon'' \quad (1)$$

где действительный компонент ϵ' комплексной диэлектрической проницаемости $\hat{\epsilon}$ (КДП) характеризует способность вещества обратимо поляризоваться в электрическом поле. Вода является полярным диэлектриком с высоким значением $\epsilon' = 81$. Это свойство используется для определения влажности материалов. Мнимый компонент КДП (фактор потерь ϵ'') характеризует необратимые тепловые потери при поляризации и связан с электропроводностью σ материала соотношением: $\epsilon'' = \sigma / (2\pi f \epsilon_0)$, где f – частота ЭМП, а $\epsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12}$ Ф/м – электрическая постоянная. Электропроводность σ определяется биохимическим составом органического вещества, наличием электролитов, содержанием вла-

ги и может использоваться для оценки качества трав.

Для исследования свойств высоковлажных трав и силоса предварительно выбрана частота ЭМП в диапазоне 0,1–30 МГц с целью экспериментального установления значений рабочих частот, при которых не проявляются аномально высокие значения диэлектрической проницаемости $\epsilon' > 81$.

Для исследования диэлектрических свойств трав путем наложения емкостного датчика на тестируемый образец необходима минимальная толщина слоя образца под датчиком при максимальном уплотнении, тогда ЭМП датчика практически полностью замыкается в образце. Чтобы определить глубину проникновения ЭМП датчика в тестируемый материал, был проведен эксперимент, состоящий в постепенном изменении толщины слоя воды под емкостным датчиком и в наблюдении за изменениями сигнала от датчика. Установлено, что глубина проникновения ЭМП в материал составляет 10 см, поэтому образцы трав под датчиком при измерениях в максимально уплотненном состоянии должны иметь толщину не менее этой величины.

Проведено измерение геометрической постоянной K_D емкостного датчика в диапазоне используемых частот, которая служит коэффициентом пропорциональности между абсолютной диэлектрической проницаемостью $\epsilon_{ABC} = \epsilon_0 \cdot \epsilon'$ исследуемой среды и информативной емкостью датчика (первичного измерительного преобразователя) C_X , а также между электропроводностью среды σ и проводимостью датчика G_X . Геометрическая константа K_D емкостного датчика определена методом замещающего конденсатора [4] и равна $K_D = 5,132$ и $5,416$ м⁻¹ на частотах 2 и 30 МГц.

Ввиду того, что емкостной датчик подключали к прецизионному измерителю импеданса коаксиальным кабелем длиной 0,8 м, в котором проявляются свойства длинных линий, показания емкости и проводимости измерителя импеданса отличаются от соответствующих параметров емкостного датчика. Формулы связи измеренных параметров кабеля с датчиком и параметров емкостного датчика получены из теории длинных линий с использованием выражения для входного импеданса линии с подключенным к ее выходу емкостным датчиком [5].

Образцы отбирали в оптимальные для заготовки трав сроки: с мая по август 2013 и 2014 гг. Были исследованы различные однолетние и многолетние травы (ежа сборная, клевер красный, овес, вика, тимopheевка луговая, фистулолиум, травосмеси) в хозяйствах Ленинградской области: ЗАО ПЗ «Приневское», ПЗ «Детскосельский», Меньковская опытная станция Агрофизического института. С каждым образцом проводили серию опытов на экспериментальной установке для определения ди-

электрических свойств трав. Влажность образцов определяли термостатно-весовым методом с использованием сушильного шкафа СЭШ-3М и электронных весов ВСТ-300/5-0, пробы для которых отбирали в соответствии с ГОСТ 27548-97. Образцы травы предварительно измельчали на отрезки длиной 3-6 см. Измерения проводили, начиная с максимальной естественной влажности травы, с последующим подсушиванием вплоть до влажности воздушно-сухого состояния.

Обоснован выбор уплотняющего давления на образцы трав при определении их диэлектрических характеристик. Его диапазон на образцы трав был установлен с учетом параметров прибора, оснащенного ручным уплотняющим устройством. Оператор вручную передает усилие нагрузки на емкостной датчик в пределах от 20 Н до 160 Н. С учетом этого для снятия характеристики уплотнения массу грузов на поршень выбирали в пределах от 1 до 14 кг, включая массу поршня 2 кг. Уплотняющее давление при массе груза 16 кг, действующее на образец под емкостным датчиком с учетом его диаметра 20 см, составляет 0,53 Н/см².

Результаты и обсуждение. Основные результаты исследований зависимости диэлектрических свойств – диэлектрической проницаемости ϵ' и электропроводности σ травы ежа сборная и травосме-

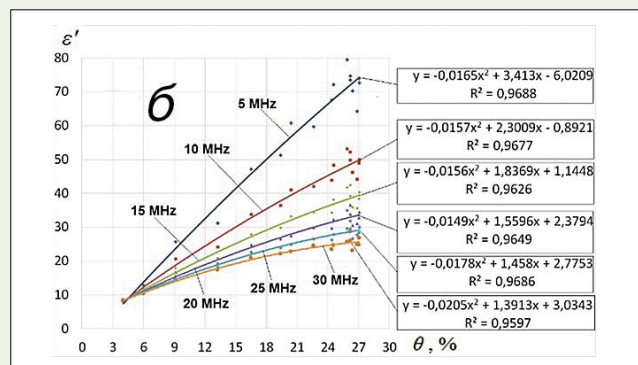
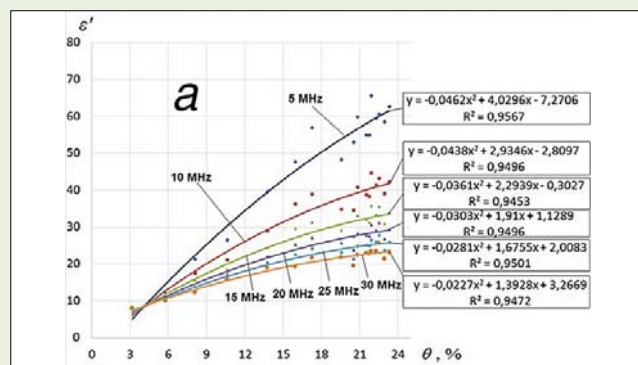


Рис. 2. Зависимость диэлектрической проницаемости ϵ' ежи сборной от объемной влажности θ и частоты ЭМП: а – при $P = 0,31 \text{ Н/см}^2$ и $F = 100 \text{ Н}$; б – при $P = 0,5 \text{ Н/см}^2$ и $F = 157 \text{ Н}$

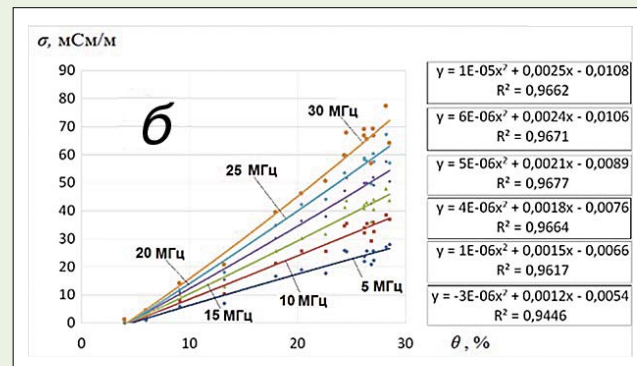
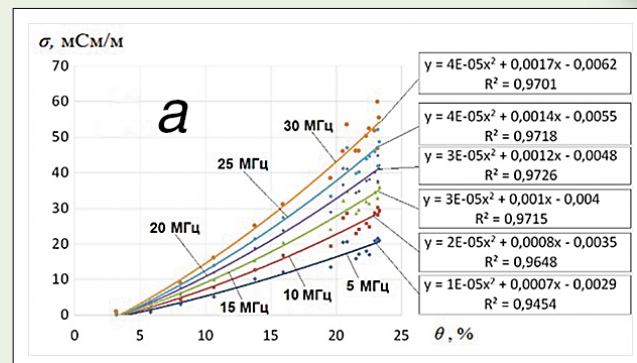


Рис. 3. Зависимость электропроводности σ ежи сборной от объемной влажности θ и частоты ЭМП:

а – при $P = 0,31 \text{ Н/см}^2$ и $F = 100 \text{ Н}$;

б – при $P = 0,5 \text{ Н/см}^2$ и $F = 157 \text{ Н}$

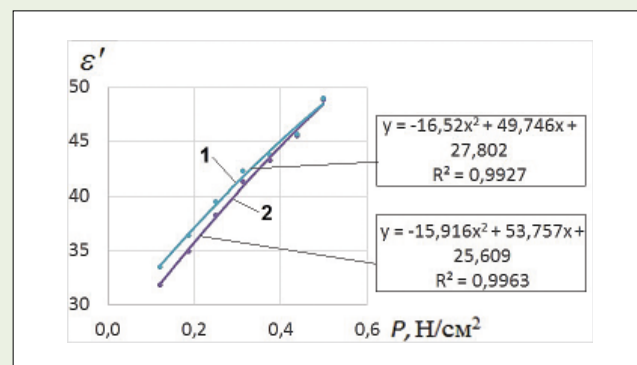


Рис. 4. Зависимость диэлектрической проницаемости ϵ' ежи сборной от уплотняющего давления P на частоте 10 МГц при весовой влажности образца $W = 82\%$ (в обоих опытах одинаковая влажность):

1 – первый опыт; 2 – второй опыт

си (клевер красный 60%, ежа сборная 20%, тимopheвка 20%) – от объемной влажности θ , уплотняющего давления P , усилия уплотнения F и частоты ЭМП представлены на рисунках 2-9.

Из графиков (рис. 5 и 9) видно, что значения диэлектрической проницаемости ϵ' для образцов трав при высокой влажности на частотах ниже 5 МГц имеют аномально высокие значения, превышающие диэлектрическую проницаемость воды, что характерно для многих трав. Возможными причи-

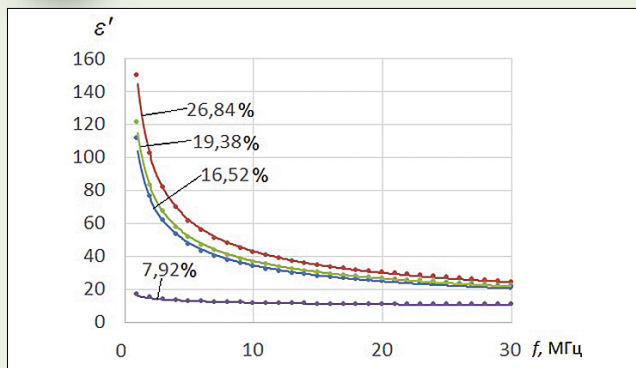


Рис. 5. Зависимость диэлектрической проницаемости ϵ' от частоты f при $P = 0,31 \text{ Н/см}^2$, $F = 100 \text{ Н}$ и различных значениях объемной влажности образца ($\theta = 26,84; 19,38; 16,52; 7,92\%$)

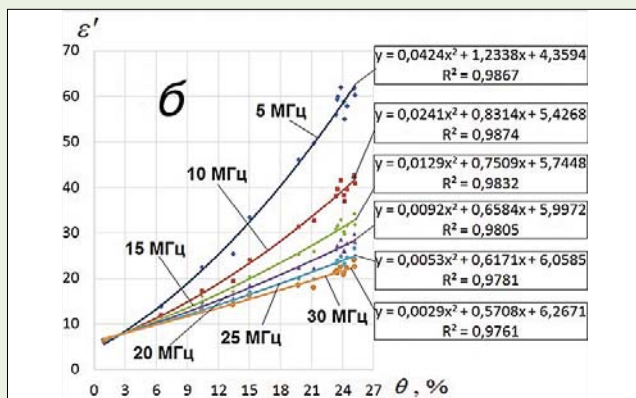
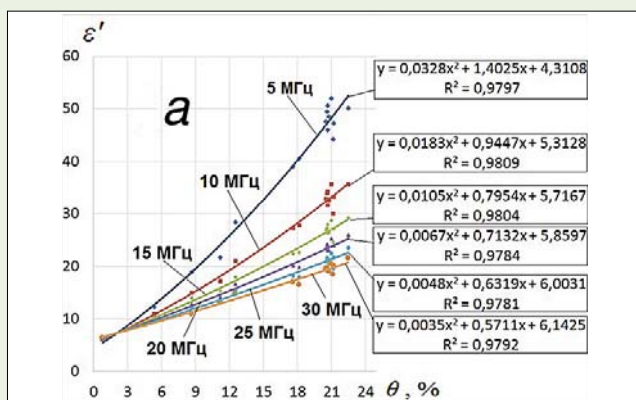


Рис. 6. Зависимость диэлектрической проницаемости ϵ' травосмеси от объемной влажности θ и частоты ЭМП: а – при $P = 0,31 \text{ Н/см}^2$ и $F = 100 \text{ Н}$; б – при $P = 0,5 \text{ Н/см}^2$ и $F = 157 \text{ Н}$

нами аномально высоких значений ϵ' в литературе называют две:

- запасание дополнительной энергии при поляризации диффузного электрического двойного слоя на поверхности частиц [6];

- запасание энергии в почве при поляризации за счет эффекта Максвелла-Вагнера [7].

На рисунках 2 и 6 наблюдается ослабление зависимости диэлектрической проницаемости ϵ' тра-

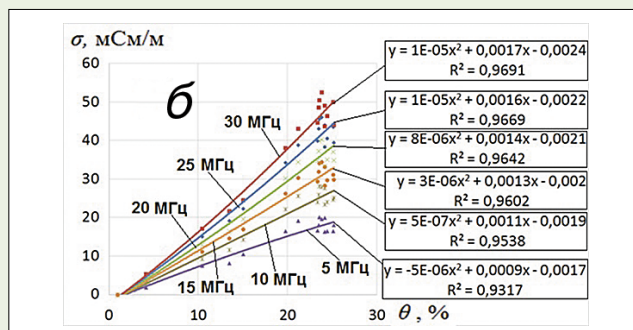
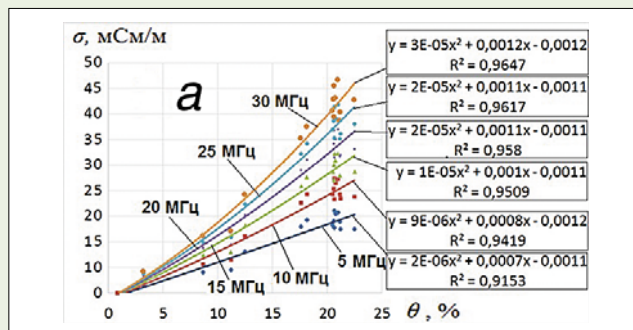


Рис. 7. Зависимость электропроводности σ травосмеси от объемной влажности θ и частоты ЭМП:

а – при $P = 0,31 \text{ Н/см}^2$ и $F = 100 \text{ Н}$;

б – при $P = 0,5 \text{ Н/см}^2$ и $F = 157 \text{ Н}$

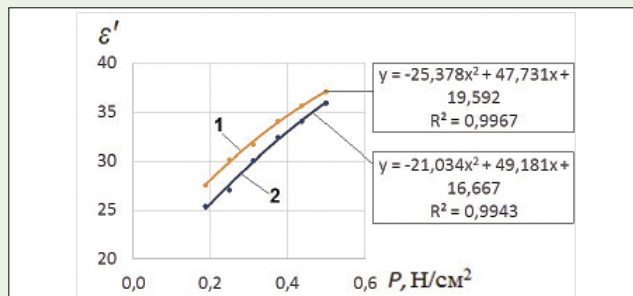


Рис. 8. Зависимость диэлектрической проницаемости ϵ' травосмеси от уплотняющего давления P на частоте 10 МГц при весовой влажности образца $W = 82\%$ (в обоих опытах одинаковая влажность):

1 – первый опыт; 2 – второй опыт

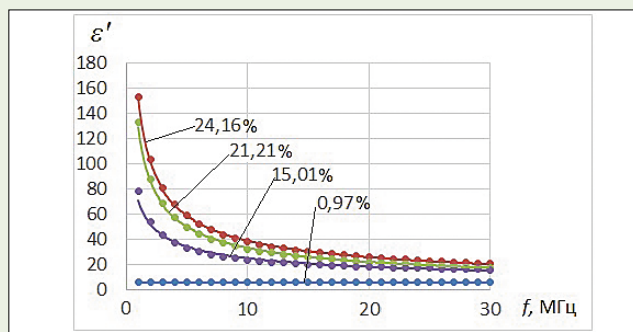


Рис. 9. Зависимость диэлектрической проницаемости ϵ' травосмеси от частоты f при $P = 0,3 \text{ Н/см}^2$ и различных значениях объемной влажности образца ($\theta = 24,16; 21,21; 15,01; 0,97\%$)

восмеси от объемной влажности θ на высоких частотах 20-30 МГц. Рост электропроводности σ с повышением объемной влажности θ (рис. 3, 7) объясняется увеличением числа молекул свободной влаги и растворенных ионов проводимости. Увеличение σ с ростом частоты можно объяснить изменением механизма электропроводности: на более низких частотах потери определяются структурой материала и наличием примесей, а с ростом частоты начинают преобладать потери, связанные

с поляризацией. На рисунках 4 и 8 наблюдается схождение кривых при увеличении уплотняющего давления и одинаковом значении влажности проб.

Выводы

По результатам исследований диэлектрических свойств трав в 2013-2014 гг. обоснован выбор параметров разрабатываемого прибора: рабочая частота измерений 10-15 МГц, диапазон фиксированных давлений уплотнения $P = 0,3-0,5$ Н/см², что соответствует усилиям уплотнения $F = 100-160$ Н.

Литература

1. Коряков В.М., Меньшиков А.М., Секанов Ю.П. Диэлектрические свойства высоковолажных волокнистых растительных материалов // Науч.-техн. бюл. ВИМ. – 1985. – Вып. 62. – С. 33-36.
2. Секанов Ю.П. Современное состояние науки и практики в области влагометрии кормов // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства, 2013. – № 3. – С. 159-166.
3. Прецизионный измеритель импеданса Agilent 4294A // [Электронный ресурс]. Код доступа: <http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5968-3809E.pdf> (Дата обращения 17.08.2015).
4. Ананьев И.П. Автогенераторные измерительные преобразователи двухкомпонентной диэлькометрии сельскохозяйственных материа-

лов: Автореф. дисс. ...докт. техн. наук. – СПб., 2009. – 48 с.

5. Блохин Ю.И., Ананьев И.П., Зубец В.С. Разработка экспериментальной установки и исследование частотно-влажностных диэлектрических характеристик кормовых трав: Матер. науч. сессии по итогам 2013 г. Агрофизического института. – 2014. – С. 36-44.

6. Духин С.С., Шилов В.Н. Диэлектрические явления и двойной слой в дисперсных системах и полиэлектролитах. – Киев: Наукова думка, 1972. – 204 С.

7. Шилов В.Н., Духин С.С. Теория низкочастотной дисперсии диэлектрической проницаемости суспензий сферических коллоидных частиц, обусловленной поляризацией двойного слоя // Коллоидный журнал. – 1970. – Т. 32. – № 2. – С. 293-299.

RESEARCH OF FREQUENCY-HUMIDITY DIELECTRIC CHARACTERISTICS OF FORAGE GRASSES

Yu.I. Blokhin, I.P. Anan'ev, V.S. Zubetz

Agrophysical Research Institute, Grazhdanskiy av., 14, Saint-Petersburg, 195220, Russian Federation, office@agrophys.ru

In the technologies of green fodder production from freshly harvested grass the moisture content control plays the important role in maintenance of high quality and decrease in losses of prepared fodder. The main field technique of moisture control is the dielectric measuring providing rapidity, comprehensible accuracy, simplicity of use and relatively low cost. The experimental measuring device for investigation of wet grasses dielectric properties based on the capacitive sensor and Agilent 4294A Precision Impedance Analyzer, over the electromagnetic field frequency range of 1-30 MHz, used for measurement of grass moisture content, was presented. Parameters of the flat ring capacitive sensor are studied, and a choice of it was proved. The necessary compacting pressure upon grass samples at calculation of their dielectric characteristics was determined. The problem of conversion the measured by the precision impedance analyzer parameters of a cable with the connected capacitive sensor into parameters of tested material has been solved. The preparation procedure of wet grasses to measuring was developed. The geometrical constant of the sensor was determined in the range of the used frequencies. It was determined the penetration depth of an electromagnetic field of the sensor into the tested material according to which the minimum thickness of the studied material layer under the sensor is limited. Dependences of grasses dielectric permittivity and electrical conductivity in the chosen frequency range were experimentally investigated at various values of moisture content and compacting pressure. By results of researches of dielectric properties of grass plants in 2013-2014 a choice of working frequency of measurements in the range of 10-15 MHz and compacting pressure of the studied grasses of 0.31-0.5 N per square meter created by the device was proved.

Keywords: Forage grasses; Two-component dielectric measuring; Volumetric water content; Electrical conductivity; Electromagnetic field.

References

1. Koryakov V.M., Men'shikov A.M., Sekanov Yu.P. Dielektricheskie svoystva vysokovlazhnykh voloknistykh rastitel'nykh materialov [Dielectric properties of highly water charged fibrous plant materials]. Nauch.-tekhn. byul. VIM. 1985. V. 62. pp. 33-36 (Russian).
2. Sekanov Yu.P. Sovremennoe sostoyanie nauki i praktiki v oblasti vlagometrii kormov [Current state of science and practice in the field of a water content measurements of forages]. Vestnik Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mekhanizatsii zhivotnovodstva, 2013. No. 3. pp. 159-166 (Russian).
3. Pretsizionnyy izmeritel' impedansa Agilent 4294A [Precision impedance meter Agilent 4294A]. Refried August 17, 2015 from <http://cp.literature.agilent.com/litweb/pdf/5968-3809E.pdf> (Russian).
4. Anan'ev I.P. Avtogeneratortnye izmeritel'nye preobrazovateli dvukhkomponentnoy diel'kometrii sel'skokhozyaystvennykh materialov [Auto generator measuring converters of a two-component dielectric measuring of agricultural materials]: Avtoref. diss. ...

dokt. tekhn. nauk. SPb., 2009. 48 pp. (Russian).

5. Blokhin Yu.I., Anan'ev I.P., Zubets V.S. Razrabotka eksperimental'noy ustanovki i issledovanie chastotno-vlazhnostnykh dielektricheskikh kharakteristik kormovykh trav [Experimental facility engineering and research of frequency-humidity dielectric characteristics of forage grasses]. Mater. nauch. sessii po itogam 2013 g. Agrofizicheskogo instituta. 2014. pp. 36-44 (Russian).
6. Dukhin S.S., Shilov V.N. Dielektricheskie yavleniya i dvoynoy sloy v dispersnykh sistemakh i polielektrolitakh [Dielectric phenomena and double layer in disperse systems and polyelectrolytes]. Kiev: Naukova dumka, 1972. 204 pp. (Russian).
7. Shilov V.N., Dukhin S.S. Teoriya nizkochastotnoy dispersii dielektricheskoy pronitsaemosti suspenziy sfericheskikh kolloidnykh chastits, obuslovlennoy polarizatsiei dvoynogo sloya [Theory of low-frequency dispersion of the dielectric permeability of suspensions of spherical colloidal particles caused by polarization of a double layer]. Kolloidnyy zhurnal. 1970. T. 32. No. 2. pp. 293-299 (Russian).

НОВЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ

Представленные в работе данные должны быть оригинальными. Не следует направлять в редакцию работы, которые уже напечатаны в других изданиях или посланы для публикации в другие редакции.

Редакция принимает к публикации рукописи и электронные версии статей, набранные в Word шрифтом 14 пт. через 1,5 интервала, не более 8 страниц.

Необходимо приложить рецензию на статью.

Статьи направлять с письмом руководителя предприятия, где выполнялась работа.

Аспиранты должны предоставить отзыв научного руководителя.

Приведенные в статье формулы должны иметь пояснения и расшифровку всех входящих в них величин с указанием единиц измерения в СИ. Графические материалы должны быть приложены в виде отдельных файлов: фотографии – jpg или tif с разрешением 300 dpi, графики, диаграммы – в eps или ai. Все графические материалы, рисунки и фотографии должны быть пронумерованы, подписаны и иметь ссылки в тексте.

Статья должна содержать не более 10 формул, 3-4 иллюстрации, 3-4 таблицы, размер таблиц не более 1/2 страницы.

В каждой статье должны быть указаны следующие данные на русском и английском языках:

- УДК;
- название статьи;
- фамилия и инициалы автора(ов);
- e-mail автора, контактный телефон;
- место работы автора (аббревиатуры не допускаются), почтовый адрес;
- ученая степень, звание автора;
- реферат (объем 200-250 слов);
- ключевые слова;
- литература (транслитерация <http://www.translit.ru>, название статьи дублируется на английском языке в квадратных скобках).

Статью следует структурировать, обязательно указав следующие разделы:

- введение (актуальность);
- Цель исследований;
- Материалы и методы;
- Результаты и обсуждение;
- Выводы;
- Литература.

Списки литературы (до 10 источников за последние 5 лет) следует оформлять по ГОСТ Р 7.05-2008. Ссылки на источник приводятся в квадратных скобках. Самоцитирование допускается не более 15%.

Если у статьи более 4 авторов, то в русском варианте указываем трех и затем пишем «и др.»; в транслитерированном – обязательно всех авторов.

Реферат

Реферат – это самостоятельный законченный материал. Нужно коротко и емко отразить актуальность и цель исследований, условия и схемы экспериментов, привести полученные результаты – с обязательным включением цифрового материала, сформулировать выводы.

Объем реферата – 200-250 слов. В начале НЕ повторяется название статьи. Реферат НЕ разбивается на абзацы.

Необходимо применять следующие слова: исследовали, установили, получили, провели, показали, доказали и т.п. Допускается введение сокращений в пределах реферата (понятие из 2-3 слов заменяется на аббревиатуру, в первый раз дается полностью, сокращение – в скобках, далее используется только сокращение). Числительные, если не являются первым словом, передаются цифрами. Нельзя использовать аббревиатуры и сложные элементы форматирования (например, верхние и нижние индексы).

Несответствие статьи хотя бы по одному из перечисленных условий служит основанием для отказа в публикации.

УДК 631.312.021.3

ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ДОЛОТА НА ТЯГОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И РЕСУРС ЛЕМЕХОВ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПЛУГОВ

МИРОНОВ Д.А.,
науч. сотр.,

ЛИСКИН И.В.,
науч. сотр.,

СИДОРОВ С.А.,
докт. техн. наук

Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, 1-й Институтский проезд, 5, Москва, 109428, Российская Федерация, e-mail: mironov-denis87@mail.ru

Плужный лемех – наиболее нагруженная и быстроизнашиваемая деталь пахотного агрегата. В ВИМ разработали и провели эксплуатационные испытания нового лемеха с накладным выдвигающимся долотом, отвечающего всем основным европейским требованиям по качеству обработки почвы. Лицевая поверхность остова лемеха имеет эвольвентную форму, при которой угол резания непрерывно снижается в направлении от полевого к бороздному обрезу. Лезвия остова и долота наплавлены твердым сплавом. Зона носовой части лемеха, предназначенной для заглубления плужного корпуса, имеет оптимальное значение для плугов типа ПЛН-3...8-35, а параметры средней задней пяточной части позволяют снизить нагрузку на лемех до минимального тягового сопротивления. Провели цикл испытаний в полевых условиях для определения тягового сопротивления в зависимости от геометрических параметров долот, в частности от ширины долота и его вылета, а также ресурсные испытания до предельного состояния по износу и поломкам или в связи с окончанием пахотного сезона. Испытания показали, что на тяжелых почвах с твердыми механическими включениями ресурс опытных лемехов с накладным долотом превысил ресурс серийных с наплавкой лезвия П702 в 3,0-3,5 раза. Средняя наработка опытных лемехов в 3,0-3,5 раза больше наработки серийных. Эффект от применения опытных лемехов по критерию цена–качество в 1,5-1,9 раза выше серийного.

Ключевые слова: лемех, долото, износ деталей, наработка, тяговое сопротивление.

В настоящее время вспашка остается основным видом глубокой обработки почвы. Плужный лемех – наиболее нагруженная и быстроизнашиваемая деталь пахотного агрегата [1-3]. Выглубление плуга на суглинках и предельный износ на песках – основная причина отказа работы лемехов. Суглинки составляют большинство посевных площадей РФ (более 80%) [4]. Для плугов отечественного производства в нашей стране изготавливают лемеха, сконструированные еще во второй половине прошлого века.

В ВИМ разработан и в настоящее время прошел эксплуатационные испытания новый лемех ЛМД-35 ВИМ, отвечающий всем основным европейским требованиям по качеству обработки почвы, устойчивости хода плуга и энергозатратам на единицу обрабатываемой площади пахоты.

Лемех имеет трапецевидную форму с накладным выдвигающимся долотом. Лицевая поверхность остова лемеха имеет эвольвентную форму, при которой угол резания непрерывно снижается

по линейной зависимости в направлении от первого крепежного отверстия, ближайшего к полемому обрезу, до бороздного обреза и пятки [5]. Лезвия остова и долот наплавлены твердым сплавом методом плазменной наплавки. Ширина наплавки составила 20-25 мм, толщина 2,5-3,0 мм [6, 7].

Таким образом, зона носовой части лемеха, основная задача которой обеспечить заглубление плужного корпуса, имеет оптимальное значение для плугов типа ПЛН-3...8-35, а параметры средней и задней, пяточной части позволяют снизить нагрузку на лемех и, соответственно, на корпуса плуга до минимального значения тягового сопротивления [8].

При конструировании нового лемеха большое внимание уделялось геометрическим параметрам долота – детали, испытывающей максимальные нагрузки при пахоте. Поэтому был проведен цикл испытаний в полевых условиях с использованием соответствующих тензометрических приборов для определения тягового сопротивления плуга при

различных положениях и геометрических параметрах примененных долот к лемехам конструкции ВИМ [9].

Для испытаний изготовили два вида долот разной ширины, которые устанавливали на корпуса в двух позициях по величине вылета относительно лезвия остова. Получены данные по пяти вариантам испытываемых лемехов, включая серийные.

При разработке и изготовлении нового лемеха учитывали следующие факторы. Прежде всего лемех должен соответствовать серийному по параметрам его крепления на башмаке и на ширине захвата. При этом конструктивно лемех должен обеспечивать необходимую более высокую, в сравнении с серийным, заглубляющую способность при вспашке, регулируемую механизмом заглубления плуга.

Улучшенная форма лезвийной части опытного лемеха достигнута путем создания криволинейной поверхности лицевой стороны остова лемеха. Угол установки лемеха ко дну борозды (угол резания) составляет 43° в сечении, перпендикулярном спинке и проходящем через первое крепежное отверстие, а на пятке – 23° .

Серийный лемех П702 имеет постоянный угол резания $36-39^\circ$ по всей длине лемеха.

Материалом для лемеха и долота послужила высококачественная кремнисто-марганцовистая хромистая сталь, применяемая для промышленного производства, имеющая в термообработанном состоянии предел прочности более 1580 МПа [6].

Цель исследования – определение тяговых и агротехнических показателей плуга в зависимости от геометрических параметров лемешных долот. В частности, изучали влияние величины вылета и ширины долота на силу тяги плужного корпуса и на значение глубин обработки почвы.

Материалы и методы. Для испытаний использовали лемеха трапецевидной формы четырех видов: с узким долотом (ширина 55 мм) с вылетом относительно лезвия остова 20 и 40 мм и с широким долотом (ширина 65 мм) с теми же параметрами (рис. 1).

Эталоном для сравнения служил серийный долотообразный лемех П702, представленный на рисунке 2.

Помимо определения усилия резания в начальный период эксплуатации, проведенного после наработки 1-1,2 га на лемех, все лемеха прошли полный цикл полевых ресурсных испытаний до предельного состояния по износу и поломкам или в связи с окончанием пахотного сезона.

Лемеха изготовлены в ВИМ и испытаны в 2014 г. в хозяйстве «Крапивна» Сергиево-Посадского района Московской области. Почвы представляли собой средний и тяжелый суглинок с каменистыми

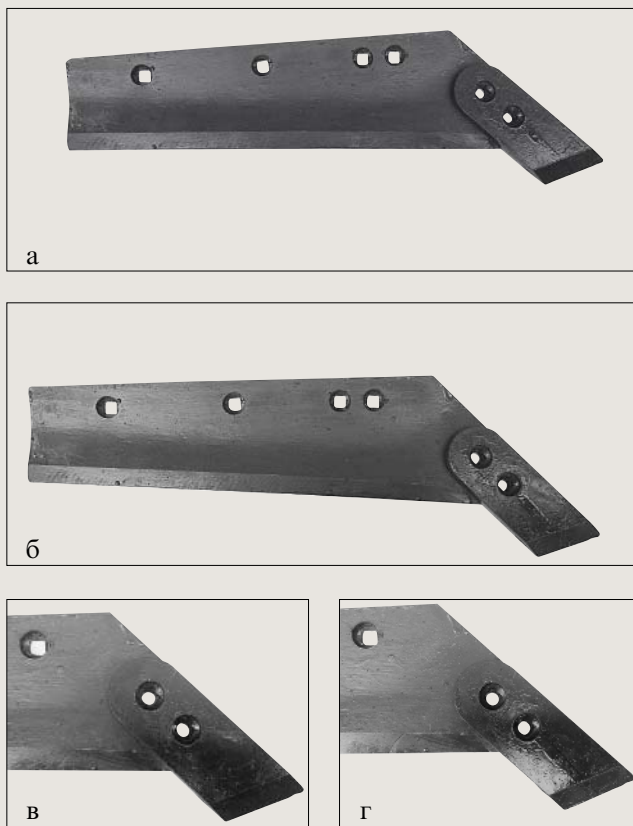


Рис. 1. Лемеха трапецевидной формы:

а – с узким долотом (ширина 55 мм), вылет относительно лезвия – 20 мм; б – с узким долотом (ширина 55 мм), вылет относительно лезвия – 40 мм; в – с широким долотом (ширина 65 мм), вылет относительно лезвия – 20 мм; г – с широким долотом (ширина 65 мм), вылет относительно лезвия – 40 мм

включениями, твердость почвы в период испытаний составляла 2,6-4,5 МПа (в отдельные периоды до 5,7 МПа).

Программа-методика испытаний включала:

- первичную техническую экспертизу всех испытываемых лемехов, в том числе серийных;
- результаты тензометрирования опытных и серийных лемехов;
- агротехнические показатели, в частности фактическую глубину обработки почвы (замеры проводили линейкой с миллиметровым интервалом) и степень крошения по среднему диаметру почвенных фрагментов,
- фиксацию и характер отказа лемехов (предель-



Рис. 2. Серийный долотообразный лемех П702

Таблица

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОЛЕВЫХ ИСПЫТАНИЙ ОПЫТНЫХ И СЕРИЙНЫХ ЛЕМЕХОВ

Показатели	Опытные ВИМ				Серийные П702
	ширина долота, 55 мм		ширина долота, 65 мм		
	вылет долота, 20 мм	вылет долота, 40 мм	вылет долота, 20 мм	вылет долота, 40 мм	
Ширина захвата плужного корпуса, см	35	35	35	35	35
Средняя скорость пахоты, км/ч	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3
Глубина пахоты, см	19-21	20-23	19-21	20-23	17-19
Средняя твердость почвы на глубине 15-17 см, МПа	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4
Тяговое сопротивление трехкорпусного плуга, кН	16,41	17,20	16,65	17,51	14,98
Средняя наработка на отказ, га	12,81*	13,01*	13,03*	13,8*	3,2-4,5
Выбраковка лемеха, %: по износу по поломкам и деформациям, исключающим дальнейшую эксплуатацию лемеха	0	0	0	0	30
	20	30	0	0	70
Крошение почвы по размерам глыб, % более 100 мм 30-100 мм	60	70	60	80	60
	40	30	40	20	40
Гребнистость, см средняя	3,8	4,0	3,7	4,0	3,4

* лемех и долото пригодны для дальнейшей эксплуатации

ный износ, изгибы, поломки, потеря лемеха в поле).

По окончании испытаний проводили анализ результатов по наработке и надежности опытных и серийных лемехов, а также экономическую оценку целесообразности замены опытных лемехов на серийные или необходимость их доработки.

Результаты и обсуждение. Испытания проходили в два этапа. Сначала проводили первичную техэкспертизу, включающую определение геометрических и весовых параметров лемехов и долот по каждому из них непосредственно перед установкой на плужные корпуса. Затем плуги с испытываемыми лемехами закрепляли на трактор и приводили пахотный агрегат в транспортное положение. Впереди трактора с плугом ставили еще один трактор, выполнявший роль тягового механизма.

Между тракторами располагали тросовую стяжку с прикрепленным к ней электронным динамометром марки ЭВК-10М, обеспечивающим максимальное усилие до 10 т. Далее осуществляли проход всей движущейся части с поднятым плугом. Тяговое сопротивление пахотного агрегата с поднятым плугом на динамометре устанавливали на нулевую отметку. В этом положении можно было начинать определение тяговых и ресурсных характе-



Рис. 4. Лемеха после испытаний: опытный лемех при наработке 15 га пригоден к дальнейшей эксплуатации (вверху); серийный лемех П702 при наработке 4,7 га достиг предельного износа (внизу)

ристик плуга без учета сопротивления трактора пахотного агрегата [5]. Результаты испытаний представлены в таблице.

Результаты полевых испытаний показали, что на сверхтяжелых почвах с твердыми механическими включениями наработка опытных лемехов с накладным долотом составила 10-15 га. При этом лемеха, у которых ширина долота составляла 65 мм, выходили из строя при наработке на 20-25% больше, чем с узкими долотами шириной 55 мм. Тяго-

вое сопротивление в начальный период эксплуатации у лемехов с широкими долотами превышало аналоги с узкими долотами на 5-8%. Серийные лемеха отработали в среднем по 5-7 га и были сняты с плугов по причине износа либо изгиба носка или в связи с поломками. С учетом замены долот у опытных лемехов средняя наработка остова лемеха как наиболее массивного и трудоемкого элемента, увеличивалась дополнительно на 15-25%. При этом большинство опытных лемехов были пригодны к дальнейшей эксплуатации (рис. 4).

При одинаковой установочной глубине пахоты опытные лемеха обеспечили большую глубину обработки почвы по сравнению с серийными. Исходя из изложенного очевиден вывод, что лемеха с накладным долотом имеют ощутимые преимущества по ресурсу, в сравнении с серийными наплавленными П702.

По окончании испытаний проведена экономическая оценка эффективности применения опытных лемехов по затратам средств на ремонт и техническое обслуживание в сравнении с серийными лемехами в соответствии с ГОСТ Р 53056-2008.

Цена на опытные лемеха с накладным долотом

представлена разработчиками ВИМ и составляет вместе с долотом $750+150=900$ руб. Цена серийного лемеха, по данным завода-изготовителя, 417 руб.

Из результатов расчета стоимости и данных испытаний получено, что затраты на обслуживание, (замену лемехов и долот в связи с потерей работоспособности, вызванной износом, поломками и деформациями) у серийных лемехов на 20-30% выше, по сравнению с опытными.

Выводы

1. Установлено, что плуг с опытными лемехами выполняет технологический процесс с показателями, не уступающими работе плуга, укомплектованного серийными лемехами.

2. Тяговое сопротивление плуга с опытными лемехами на 5-10% выше, чем с серийными, но при лучшем качестве работы (главным образом большей глубине обработки).

3. Средняя наработка опытных лемехов в 3-3,5 раза превышает наработку серийных при стоимости, большей в 2,13 раза.

4. Эффект от применения опытных лемехов по принципу цена – качество в 1,5-1,9 раза выше серийного.

Литература

1. Сакун В.А., Лобачевский Я.П., Сизов О.А. Современный этап и пути дальнейшего развития пахотных агрегатов // *Техника в сельском хозяйстве*. – 1991. – № 3. – С. 9.

2. Лобачевский Я.П., Панов А.И., Панов И.М. Перспективные направления совершенствования конструкций лемешно-отвальных плугов // *Тракторы и сельхозмашины*. – 2000. – № 5. – С. 12.

3. Миронов Д.А. Анализ конструктивных параметров лемехов плугов для почвообработки // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. – 2013. – № 4. – С. 48.

4. Измайлов А.Ю., Сидоров С.А., Лобачевский Я.П., Хорошенков В.К., Гончаров Н.Т., Кузнецов П.А. Формирование наноструктурированных состояний для рабочих органов почвообрабатывающих машин с использованием средств автоматизации // *Автоматизация и информационное обеспечение производственных процессов в сельском хозяйстве: Сб. докл. XI Междунар. науч.-практ. конф. Ч. 2*. – М.: ВИМ, 2010. – С. 407-416.

5. Лискин И.В., Миронов Д.А., Сидоров С.А. Равновесие плуга в продольно-вертикальной плоскости // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. – 2014. – 6. – С. 41-46.

6. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Сидоров С.А., Хорошенков В.К., Миронов Д.А., Родионова И.Г., Кузнецов П.А., Деев А.А., Чернобаев С.П. К вопросу применения новых наноматериалов для рабочих органов почвообрабатывающих машин // *Модернизация сельскохозяйственного производства на базе инновационных машинных технологий и автоматизированных систем: Сб. докл. XII Междунар. науч.-техн. конф. Ч. 1*. – М.: ВИМ, 2012. – С. 229-234.

7. Измайлов А.Ю., Сидоров С.А., Лобачевский Я.П., Хорошенков В.К., Кузнецов П.А., Юрков М.А., Голосиенко С.А. Научные принципы повышения износостойкости рабочих органов почвообрабатывающей техники // *Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук*. – 2012. – № 3. – С. 5-7.

8. Сидоров С.А., Миронов Д.А. Обоснование повышения эксплуатационно-ресурсных характеристик лемехов плугов // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. – 2013. – № 6. – С. 14-17.

9. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Сидоров С.А., Хорошенков В.К., Зайцев А.И., Родионова И.Г., Амежнов А.В. Новые виды коррозионно-стойких биметаллов и технологии их производства // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. – 2014. – № 4. – С. 7-12.

INFLUENCE OF GEOMETRICAL PARAMETERS OF CHISEL ON TRACTION CHARACTERISTICS AND RESOURCE OF DOMESTIC PLOUGHSHARES

D.A.Mironov, I.V.Liskin, S.A.Sidorov

All-Russia Research Institute of Mechanization for Agriculture, 1st Institutskiy proezd, Moscow, 109428, Russian Federation

A ploughshare is the most laden and fast-worn out detail of the arable unit. The authors developed and carried out operational tests of a new ploughshare with retracting face-mounted chisel. This tool meets all main European requirements for quality of soil tillage. A front surface of a ploughshare body has an evolvent form. As result, an angle of cutting edge decreases continuously in the direction from field to a slot part. Body and chisel edges are built up by a hard-facing alloy. A zone of a ploughshare nose part intended for deepening of the plow case has optimum value for plows of the types PLN-3...8-35. Parameters of middle back heel part allow to lower load of a ploughshare to the minimum traction resistance. The authors carried out field trials for determination of traction resistance depending on geometrical parameters of chisels, in particular from width and exposure of a chisel, and resource tests until a limit state on wear and breakages or in connection with the end of an arable season. Tests showed that on heavy soils with firm mechanical inclusions the resource of experimental ploughshares with a retracting face-mounted chisel exceeded a resource serial ones P702 with cutting edge welding by 3.0-3.5 times. The average operating time of experimental ploughshares was 3.0-3.5 times more than an operating time of serial ones. The effect from use of experimental ploughshares by criterion price-quality was 1.5-1.9 times higher than the serial ones.

Keywords: Ploughshare; Chisel; Wear of details; Operating time; Traction resistance.

References

1. Sakun V.A., Lobachevskiy Ya.P., Sizov O.A. *Sovremennyy etap i puti dal'neyshego razvitiya pakhotnykh agregatov [Present stage and ways of further development of plowing units]. Tekhnika v sel'skom khozyaystve. 1991. No. 3. pp. 9 (Russian).*
2. Lobachevskiy Ya.P., Panov A.I., Panov I.M. *Perspektivnye napravleniya sovershenstvovaniya konstruksiy lemeshno-otval'nykh plugov [Perspective directions of improvement of moldboard share ploughs design]. Traktory i sel'khoz mashiny. 2000. No. 5. pp. 12 (Russian).*
3. Mironov D.A. *Analiz konstruktivnykh parametrov lemehov plugov dlya pochvoobrabotki [Analysis of design factors of plow ploughshares for a soil cultivating]. Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii. 2013. No 4. pp. 48 (Russian).*
4. Izmaylov A.Yu., Sidorov S.A., Lobachevskiy Ya.P., Khoroshenkov V.K., Goncharov N.T., Kuznetsov P.A. *Formirovanie nanostrukturirovannykh sostoyaniy dlya rabochikh organov pochvoobrabatyvayushchikh mashin s ispol'zovaniem sredstv avtomatizatsii [Formation of nanostructured states for working tools of soil-cultivating machines with use of automation equipment]. Avtomatizatsiya i informatsionnoe obespechenie proizvodstvennykh protsessov v sel'skom khozyaystve: Sb. dokl. XI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Ch. 2. Moscow: VIM, 2010. pp. 407-416 (Russian).*
5. Liskin I.V., Mironov D.A., Sidorov S.A. *Ravnovesie pluga v prodol'no-vertikal'noy ploskosti [Plow balance in the longitudinally vertical plane]. Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii. 2014. No. 6. pp. 41-46 (Russian).*
6. Izmaylov A.Yu., Lobachevskiy Ya.P., Sidorov S.A., Khoroshenkov V.K., Mironov D.A., Rodionova I.G., Kuznetsov P.A., Golosienko S.A., Bobkova T.I., Deev A.A., Chernobaev S.P., Pechushkin S.A., Ryabov V.V., Kudryavtseva I.V., Yurkov M.A. *Kvoprosu primeneniya novykh nanomaterialov dlya rabochikh organov pochvoobrabatyvayushchikh mashin [Use of new nanomaterials for cultivating machines working elements revisited], Modernizatsiya sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva na baze innovatsionnykh mashinnykh tekhnologiy i avtomatizirovannykh sistem: Sb. dokl. XII Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. Ch. 1, Moscow: VIM, 2012. pp. 229-234 (Russian).*
7. Izmaylov A.Yu., Sidorov S.A., Lobachevskiy Ya.P., Khoroshenkov V.K., Kuznetsov P.A., Yurkov M.A., Golosienko S.A. *Nauchnye printsipy povysheniya iznosostoykosti rabochikh organov pochvoobrabatyvayushchey tekhniki [Scientific principles of increase of wear resistance of soil-cultivating machines working tools]. Vestnik Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk. 2012. No. 3. pp. 5-7 (Russian).*
8. Sidorov S.A., Mironov D.A. *Obosnovanie povysheniya ekspluatatsionno-resursnykh kharakteristik lemehov plugov [Justification of increase of operational and resource characteristics of ploughshares]. Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii. 2013. No. 6. pp. 14-17 (Russian).*
9. Izmaylov A.Yu., Lobachevskiy Ya.P., Sidorov S.A., Khoroshenkov V.K., Zaytsev A.I., Rodionova I.G., Amezhnov A.V. *Novye vidy korrozionnostoykikh bimetallov i tekhnologii ikh proizvodstva [New types of corrosion-resistant bimetal and their production technology]. Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii. 2014. No. 4. pp. 7-12 (Russian).*

УДК 631.343:631.81



КОМБИНИРОВАННЫЙ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИЙ АГРЕГАТ ДЛЯ ОСНОВНОЙ И ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

МОСЯКОВ М.А.,
мл. науч. сотр.,

ЗВОЛИНСКИЙ В.Н.,
ст. науч. сотр.

Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, 1-й Институтский проезд, 5, Москва, 109428, Российская Федерация, e-mail: smit@vim.ru

Один из современных приемов обработки почвы при освоении залежей – послойное рыхление верхнего горизонта различными рабочими органами. Определили, что комбинированные агрегаты не имеют сменных рабочих органов и не могут эффективно использоваться как для основной и предпосевной обработки почвы, так и для освоения залежных почв, что ограничивает область применения машин и уменьшает их годовую загрузку. Создали комбинированный агрегат для совмещения операций предпосевной подготовки почвы с использованием двухдисковых секций фронтальных борон, сменных рыхлительных рабочих органов плоскорез-жущего и чизельного типа и сменных прикатывающих катков с трубчатыми и зубчатыми барабанами. Разработали агротехнические требования конструктивных параметров сменных подвесок дисковых секций, стрелчатых лап и катков. Определили, что размещение рабочих органов на универсальной раме позволяет получить 15 вариантов агрегата для различных агротехнических и почвенно-климатических условий. Установили, что уровень инновационной разработки почвообрабатывающих дисколаповых агрегатов (АДЛ) высокий, орудия достаточно надежные и универсальные. Такие машины способны за один проход выполнять разные варианты основной и предпосевной обработки почвы, заменяют 4 однооперационные машины. Мульчирующая обработка почвы агрегатами АДЛ заменяет 2-4 прохода МТА, экономит 2-5 кг/га дизельного топлива и на 0,3 чел.-ч/га трудозатрат, повышается урожайность озимых и яровых до 3 ц/га.

Ключевые слова: рыхлительный рабочий орган, дисковый рабочий орган, каток, комбинированный агрегат, двухдисковая секция, сменный рабочий орган.

В России более 40 млн га пашни выведено из хозяйственного оборота, из них только около 20 млн га залежных земель пригодны для быстрого введения в сельскохозяйственное использование [1-4].

Возникла практическая потребность определения рационального чередования глубоких и мелких обработок почвы с оборотом и без оборота пласта [5-6]. Сегодня эти проблемы особенно актуальны, так как сложившаяся экономическая обстановка требует выполнения взаимоисключающих задач: с одной стороны – получение стабильных

урожаев, экономия энергетических ресурсов, сохранение плодородия почв, защита их от эрозии, с другой – предотвращение отрицательных последствий антропогенного воздействия на почву, выражающегося в излишнем ее измельчении и уплотнении обрабатываемого горизонта.

Цель исследования – обоснование выбора и размещения рабочих органов универсального почвообрабатывающего агрегата со сменными рабочими органами.

Материалы и методы. Анализ конструкций современных орудий для обработки почвы показал,

что наиболее перспективно использование комбинированных агрегатов, совмещающих операции основной и предпосевной обработки. Агротехнические требования к операции совмещения основной и предпосевной обработки почвы комбинированным орудием включают несколько условий [7-8]. Прежде всего такие машины предназначены для послойного рыхления почвы дисковыми секциями на глубину 6-10 см и лапами – на 8-16 см, а также для разуплотнения почвы – чизельными орудиями в комплектации с рыхлительными долотами на глубину до 30 см.

Требования к качеству обработки:

- предельное отклонение глубины обработки лапами от установленной не должно превышать 2 см;
- крошение почвы, обеспечивающее содержание фракций размером до 50 мм – не менее 65% в слое 0-14 см и не менее 80% в слое 0-8 см;
- наличие глыб размером более 100 мм в слое 0-8 см не допускается;
- полное подрезание сорных растений;
- измельчение растительных остатков на отрезки длиной до 15 см – не менее 50% массы;
- уплотнение обработанного слоя почвы от 0,9 до 1,1 кг/дм³;
- допустимая гребнистость поверхности поля – не более 2 см.

Результаты и обсуждение. Отечественные и зарубежные компании производят большое количество различных комбинированных почвообрабатывающих агрегатов, обеспечивающих послойную обработку, которые могли бы быть приняты за прототипы новых машин.

Так, агрегаты Грязинского культиваторного завода АПК-3,9 предназначены для комплексной обработки различных почв, в том числе тяжелых, иссушенных и подверженных ветровой и водной эрозии по стерневому фону во все периоды полевых работ: под озимые, яровые и поукосные посевы, под зябь и взамен весновспашки. Агрегат АПК-3,9 содержит дисковые батареи, стрельчатые плоскорезные лапы, катки спирально-кольчатые и выравнивающее устройство. Глубина обработки до 16 см регулируется расположенным сзади катком. Дисковые батареи, используемые в агрегате, комплектуются гладкими не регулируемым по углу атаки сферическими дисками Ø450 мм, расположенными на общих валах по 6 шт. на батарее. Такая конструкция при использовании агрегата в условиях высокой стерни или повышенной влажности может приводить к забиванию междискового пространства почвой и пожнивными остатками, что ведет к сгуживанию почвенного пласта. В данном агрегате успешно нашли применение подпружиненные С-образные стойки с лапами шириной за-

хвата 410 мм, позволяющие использовать данное орудие на различных агрофонах, в том числе с крупнотельными растительными остатками, и на каменистых почвах. Расположение рыхлительных органов за дисковыми способствует уменьшению тягового сопротивления и возрастанию критической глубины рыхления. Применение прикатывающих катков в комплексе с машинами для основной и предпосевной обработки почвы снижает общие затраты на ее проведение и ускоряет восстановление структуры почвы.

Из зарубежных аналогов можно отметить агрегат *Diskopack II* французской фирмы *Gregoire Besson*, предназначенный для лущения стерни. Он обладает большой мощностью врезания. На нем установлено по паре дисков разного диаметра на одном подшипниковом узле. Рабочие органы: оригинальные не регулируемые по углу атаки двухдисковые секции, расположенные в два ряда, пружинные зубья и кембриджский каток, обеспечивающие качественное дробление и выравнивание поверхности поля. Преимущество использования подпружиненных двухдисковых секций заключается в том, что они плавно обходят препятствия, при этом за счет совершения колебательных движений происходит самоочистка дисков от растительных остатков и налипания почвы. Кембриджский кольчато-зубчатый каток обеспечивает выравнивание поверхности поля, уплотнение почвы и создает мульчирующий покров, предохраняющий плодородный слой от иссушения и эрозии.

В зарубежных конструкциях, как правило, мало используют сменные рабочие органы, что ограничивает область применения машин и уменьшает их годовую загрузку. Кроме того, преобладают конструкции, в которых дисковые рабочие органы располагаются впереди рыхлительных лап.

В ВИМ разработан комбинированный агрегат АДЛ-3, предназначенный для обработки почвы под озимые и яровые культуры, совмещающий дискование с чизелеванием плотных залежных земель под зябь на глубину до 30 см [9-11]. В агрегате использованы одностоечные двухдисковые секции (Ø510 и 560 мм). Имеется модификация с жесткими и подпружиненными двухдисковыми секциями с регулируемым углом атаки (16-28°), сменными лапами и катком. Чизельные лапы способны рыхлить почву на глубину до 30 см, стрельчатые – до 16 см. Рама состоит из шарнирно-сопряженных модулей – дискового и рыхлительного. Рамка катка, выполненного с трубчатым или спиральным барабаном, шарнирно сопряжена с рамой рыхлительного модуля. Поднятые в транспортное положение модули с рыхлителями и катком размещены над дисковым модулем. При этом центр масс агрегата при-



Рис. 1. Агрегат дисколоповый АДЛ-3, модификация с жесткими стойками

ближается к навеске трактора.

В базовую комплектацию входят шарнирно сопряженные дисковый и рыхлительный модули, каток и секции пружинных боронок (рис. 1). Новый модуль содержит раму с навесным и соединительным устройствами и сменные подпружиненные или жестко закрепленные двухдисковые секции с механизмами регулировки угла атаки дисков.

На раме рыхлительного модуля установлены чизельные или стрелчатые лапы шириной захвата 410 мм на жесткой стойке, или семь лап шириной захвата 330 мм на пружинных стойках. Рама содержит винтовые механизмы регулировки и ограничения подъема катка, обеспечивающие установку глубины обработки, регулируемую также с помощью изменения угла атаки дисковых секций в пределах $22 \pm 6^\circ$.

Каток содержит трубчатый барабан, подшипниковые узлы и рамку, шарнирно соединенную с рамой рыхлителей. На поперечной балке рамки может быть установлен ряд пружинных зубьев бороны. Перевод агрегата из рабочего в транспортное положение осуществляется посредством навесного устройства трактора и гидроцилиндром.

Достоинством используемых в агрегате двухдисковых секций стала возможность применения вдвое меньшего числа подшипниковых узлов, стоек и предохранительных устройств, чем для дисков на индивидуальных стойках (поводках) [10, 12]. Двухдисковые секции в ряду размещаются со смещением по ходу, что уменьшает их забиваемость. Варианты агрегата с двухдисковыми секциями могут содержать различные глубокорыхлители и лапы на разных стойках и поэтому могут выполнять разные агроприемы обработки почвы (рис. 2).

Установка различных сферических дисков способствует более качественному измельчению пожнивных остатков и их заделки [9].

Сплошное гладкое лезвие диска при большой глубине обработки и малых значениях углов трения стебля или корня по лезвию ϕ_1 и по поверхности поля ϕ_2 в большинстве случаев выталкивает их, и они скользят по поверхности поля впереди диска. Диск может разрезать стебель, если направле-

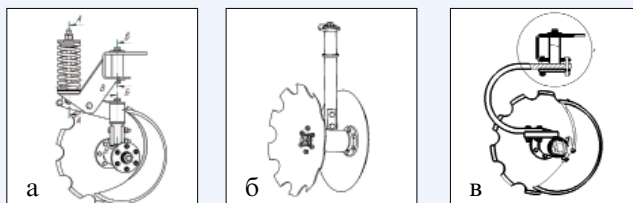


Рис. 2. Двухдисковые секции агрегатов АДЛ со стойками: а – подпружиненной; б – жесткой; в – упругой С-образной

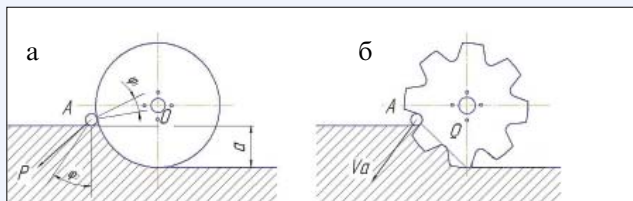


Рис. 3. Схемы сил при резании диском: а – со сплошным лезвием; б – с вырезным лезвием

ние силы P не будет выходить за пределы угла ϕ_2 (рис. 3а).

Для предотвращения образования гребней на стыке смежных проходов дисковые секции, крайние по ширине захвата бороны, должны быть обращены выпуклостью наружу, а сбоку крайних дисков, обращенных вогнутостью наружу, целесообразна установка отражательных щитков или дисков.

Силовая характеристика сферического диска задана силами R_x , R_y и R_z и искомые R' и R'' находим по формуле:

$$R'_{xy} = R_x \cos \alpha - R_y \sin \alpha; \quad (1)$$

$$R' = \sqrt{R_z^2 \cos \alpha + R'_{xy}^2}; \quad (2)$$

$$R'' = \sqrt{R_x^2 + R_y^2 + R'_{xy}^2}; \quad (3)$$

$$v = \arctg \frac{R_z}{R_x \cos \alpha - R_y \sin \alpha},$$

где R' и R'' – силы сопротивления почвы;

R' – сила лежит в вертикальной плоскости, проходит через ось вращения,

R'' – сила параллельна оси вращения дисков;

α – угол установки дисков, градусы.

При одинаковом заглублении дисков секции их радиусы R и r , угол крена β и расстояние между ними s связаны зависимостью (рис. 4.):

$$\beta = \arctg(R - r) / s. \quad (4)$$

В однодисковых секциях угол крена $\beta = 10-15^\circ$, в двухдисковых – $\beta = 5-12^\circ$.

При $R - r = 25$ мм и расстоянии между дисками $s \approx 250$ мм угол крена $5^\circ < \beta < 6^\circ$ ($\beta \approx 5,5^\circ$), а при $R - r = 50$ мм – угол β должен составлять около 11° . При $\beta = 5,5^\circ$ и $R - r = 25$ мм расстояние s составляет 260 мм. При $R - r = 50$ мм и $\beta = 11^\circ$ расстояние $s = 257$ мм.

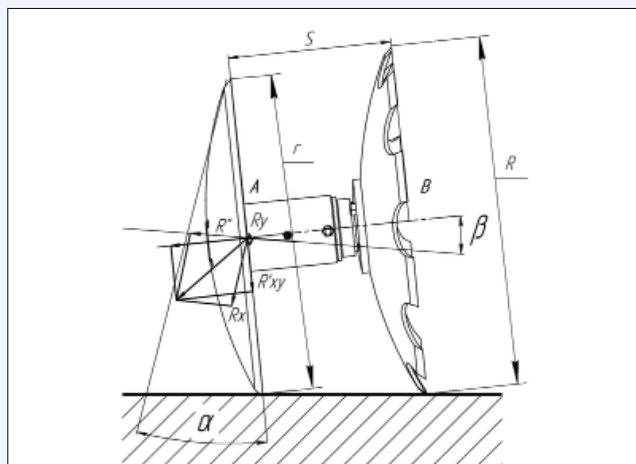


Рис. 4. Схема к определению наклона оси β и расстояния между дисками S

Угол атаки двухдисковых секций в зарубежных конструкциях как правило не регулируется и составляет $12-20^\circ$. Однако в агрегатах АДЛ такая регулировка угла атаки имеется ($16-28^\circ$) для секций с различными стойками, в том числе впервые – с подпружиненными (рис. 2). При установке минимального угла они не забиваются на засоренных увлажненных агрофонах, а при максимальном – хорошо заглубляются при обработке уплотненной почвы.

Агрегат АДЛ-3 можно оснащать различными глубокорыхлителями и лапами на разных стойках и выполнять несколько агроприемов обработки почвы: ресурсосберегающей основной, предпосевной и совмещенной основной и предпосевной [13-15].

Лапы различной конфигурации на комбинированной машине осуществляют дополнительную разделку, вырывают и разрушают корневую систему, вспушивают почву и создают рыхлый агротехнический фон.

В процессе чизельной обработки почва разуплотняется, изменяется ее структура, чем достигается оптимальное соотношение между пористостью

капиллярной системы почвы и атмосферным воздухообменом, активизируются биологические процессы в почве, улучшается ее водопроницаемость, происходит накопление запасов продуктивной влаги, повышается плодородие, предупреждается развитие ветровой и водной эрозии почв.

Известно, что качество и энергоёмкость глубокого рыхления почвы чизельной лапой в значительной мере зависят от ее параметров. Хорошее рыхление пласта с наименьшими энергозатратами возможно при условии, когда заданная глубина обработки не превышает так называемой критической величины, ниже которой отсутствует боковое скалывание пласта.

Выводы

1. Существующие комбинированные почвообрабатывающие агрегаты обладают положительными конструктивными и техническими решениями, что обуславливает их включение в систему машин и технологий.

2. Модули агрегатов АДЛ можно использовать как дисковую борону, культиватор, глубокорыхлитель, каток. При этом предотвращается эрозия, почва хорошо накапливает и сохраняет влагу, улучшаются всхожесть и перезимовка посевов.

3. Сочетание различных типов рабочих органов, определение типа и конкретного места установки сдвоенных дисков на индивидуальных стойках, включая выбор их конструктивных параметров в сочетании с рыхлительными лапами нескольких видов и сменных прикатывающих устройств, позволяют за один проход добиться требуемого качества обработки.

4. Мульчирующая обработка почвы агрегатами АДЛ заменяет 2-4 прохода МТА, экономит 2-5 кг/га дизельного топлива и до 0,3 чел.ч/га трудозатрат, урожайность озимых и яровых повышается до 3 ц/га.

В результате возрастают годовая загрузка агрегата и экономический эффект от его использования.

Литература

1. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Силов О.А. Перспективные пути применения энерго- и экологически эффективных машинных технологий и технических средств // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. – 2013. – № 4. – С. 8-11.
2. Мазитов Н.К., Лобачевский Я.П., Шарафиев Л.З., Бикмухаметов З.М., Хисамиев Ф.Ф. Техника – основа инновационной технологии обработки почвы // *Техника и оборудование для села*. – 2014. – № 10. – С. 12-15.
3. Лобачевский Я.П. Новые почвообрабатывающие технологии и технические средства // *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. – 2000. – № 8. – С. 30.

ства. – 2000. – № 8. – С. 30.

4. Лобачевский Я.П. Современные почвообрабатывающие технологии. – М.: МГАУ, 1999. – 39 с.
5. Жук А.Ф. Новые способы послыйной обработки почвы // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. – 2014. – № 4. – С. 13-18.
6. Жук А.Ф. Развитие машин для минимальной и нулевой обработки почвы. – М.: Росинформагротех, 2007. – 156 с.
7. Исходные требования на базовые машинные технологические операции в растениеводстве // *Министерство сельского хозяйства РФ*. – М.: 2005. – 270 с.
8. Елизаров В.П., Антышев Н.М., Бейлис В.М.,



Шевцов В.Г. Исходные требования на технологические операции в растениеводстве // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2011. – № 1. – С. 11-14.

9. Жук А.Ф., Поветкин В.Г. Конструкционные особенности диско-лаповых и диско-чизельных агрегатов // Система технологий и машин для инновационного развития АПК России: Сб. докл. XVII Междунар. науч.-техн. конф. Ч. 1. – М.: ВИМ, 2013. – С. 210-215.

10. Лобачевский Я.П., Эльшейх А.Х. Обоснование расстановки дисковых рабочих органов в комбинированных почвообрабатывающих агрегатах // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2009. – № 4. – С. 22-25.

11. Измайлов А.Ю., Сидоров С.А., Лобачевский Я.П., Хорошенков В.К., Кузнецов П.А., Юрков М.А., Голосиенко С.А. Научные принципы повышения износостойкости рабочих органов почвообрабатывающей техники // Вестник Российской

академии сельскохозяйственных наук. – 2012. – № 3. – С. 5-7.

12. Пат. №2444169 РФ. Комбинированный агрегат для основной обработки почвы / Лобачевский Я.П., Измайлов А.Ю., Золотарев С.А., Гончаров Н.Т., Сизов О.А., Афонина И.И., Шаров В.В.: МСХ РФ, ВИМ. – № 2010141997/13, заявл. 14.10.2010.; опубл. 10.03.12.

13. Зволинский В.Н. Комбинированные орудия на базе фронтальных дисковых борон // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2008. – № 9. – С. 3-9.

14. Емельянов П.А., Аксёнов А.Г., Сибирёв А.В. Исследование силовой характеристики дискового заделывающего органа луковой сеялки // Нива Поволжья. – 2013. – № 26. – С. 40-46.

15. Зволинский В.Н., Гаврилин М.А. Анализ уплотнения почвы фронтальными дисковыми боронами // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 2010. – № 12. – С. 17-22.

TILTHMAKER FOR ONCE-OVER SOIL TILLAGE

M.A. Mosyakov, V.N. Zvolinskiy

All-Russia Research Institute of Mechanization for Agriculture, 1st Institutskiy proezd, Moscow, 109428, Russian Federation

One of modern methods of soil cultivation at reclamation of neglected field is layer-by-layer loosening of the top horizon by various working tools. Combined units have no removable tools. They are used not effectively both for primary cultivation and secondary tillage, and for reclamation of neglected field. This situation limits a scope of machines and reduces their annual loading. A combined unit for operations overlapping at presowing tillage have two-disk sections of frontal harrows, replaceable loosening working tools of subsurface plow and chisel type and replaceable tubular and toothed rollers. The authors developed agrotechnical requirements of design data of replaceable suspensions of disk sections, duckfoot sweeps and rollers. A placement of working tools on a universal frame provides an opportunity to have 15 options of the unit for various agrotechnical and soil climatic conditions. A level of innovative development soil-cultivating the disk and duckfoot units is high, tools rather reliable and universal. Such machines operate different options of the primary and secondary soil cultivation for one pass, replace 4 one-operational machines. The mulch tillage by disk and duckfoot units replaces 2-4 passes of machine-tractor aggregates, saves 2-5 kg/ha of diesel fuel and 0.3 man-hours /ha of labor costs, productivity of winter and spring grain crops increases by 0.3 t/ha.

Keywords: Loosening working tool; Disk working tool; Roller, Tilthmaker; Two-disk section; Replaceable working tool.

References

1. Izmaylov A.Yu., Lobachevskiy Ya.P., Sizov O.A. Perspektivnye puti primeneniya energo- i ekologicheskikh effektivnykh mashinnykh tekhnologiy i tekhnicheskikh sredstv [Long-term ways of use of energy and environmentally efficient machine technologies and techniques], Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii. 2013. No. 4. pp. 8-12 (Russian).

2. Mazitov N.K., Lobachevskiy Ya.P., Sharafiev L.Z., Bikmukhametov Z.M., Khisamiev F.F. Tekhnika – osnova innovatsionnoy tekhnologii obra-

botki pochvy [Machinery is a basis of innovative technology of soil cultivation]. Tekhnika i oborudovanie dlya sela. 2014. No. 10. pp. 12-15 (Russian).

3. Lobachevskiy Ya.P. Novye pochvoobrabatyvayushchie tekhnologii i tekhnicheskie sredstva [New soil-cultivating technologies and technical means]. Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva. 2000. No. 8. pp. 30 (Russian).

4. Lobachevskiy Ya.P. Sovremennyye pochvoobrabatyvayushchie tekhnologii [Modern soil-cultivating technologies]. Moscow: MGAU, 1999. – 39 pp.

(Russian).

5. Zhuk A.F. *Novye sposoby posloynnoy obrabotki pochvy [New ways of layer-by-layer soil cultivating]. Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii. 2013. No. 4. pp. 13-18 (Russian).*

6. Zhuk A.F. *Razvitie mashin dlya minimal'noy i nulevoy obrabotki pochvy [Development of machines for mini-till and no-till soil cultivation]. Moscow: Rosinformagrotekh, 2007. 156 pp. (Russian).*

7. *Iskhodnye trebovaniya na bazovye mashinnye tekhnologicheskie operatsii v rastenievodstve [Initial requirements for base technological operations in plant growing]. Ministry of Agriculture RF. Moscow: 2005. 270 pp. (Russian).*

8. Elizarov V.P., Antyshev N.M., Beylis V.M., Shevtsov V.G. *Iskhodnye trebovaniya na tekhnologicheskie operatsii v rastenievodstve [Initial requirements of technological operations in plant growing]. Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii. 2011. No. 1. pp. 11-14 (Russian).*

9. Zhuk A.F., Povetkin V.G. *Konstruksionnyye osobennosti disko-lapovykh i disko-chizel'nykh agregatov [Constructional features of the disk-hoe and disk-chisel units]. Sistema tekhnologiy i mashin dlya innovatsionnogo razvitiya APK Rossii: Sb. dokl. XVII Mezhdununar. nauch.-tekhn. konf. Ch. 1. Moscow: VIM, 2013. pp. 210-215 (Russian).*

10. Lobachevskiy Ya.P., El'sheykh A.Kh. *Obosnovanie rasstanovki diskovykh rabochikh organov v kombinirovannykh pochvoobrabatyvayushchikh agregatakh [Justification of placement of disk working tools in combined soil-cultivating units]. Sel'skokho-*

zyaystvennyye mashiny i tekhnologii. 2009. No. 4. pp. 22-25 (Russian).

11. Izmaylov A.Yu., Sidorov S.A., Lobachevskiy Ya.P., Khoroshenkov V.K., Kuznetsov P.A., Yurkov M.A., Golosienko S.A. *Nauchnye printsipy povysheniya iznosostoykosti rabochikh organov pochvoobrabatyvayushchey tekhniki [Scientific principles of increase of wear resistance of working tools of soil-cultivating machinery]. Vestnik Rossiyskoy akademii sel'skokhozyaystvennykh nauk. 2012. No. 3. pp. 5-7 (Russian).*

12. Pat. №2444169 RF *Kombinirovannyy agregat dlya osnovnoy obrabotki pochvy [Combined unit for the main soil tillage]. Lobachevskiy Ya.P., Izmaylov A.Yu., Zolotarev S.A., Goncharov N.T., Sizov O.A., Afonina I.I., Sharov V.V.: MSKh RF, VIM. № 2010141997/13, zayavl. 14.10.2010.; opubl. 10.03.12.*

13. Zvolinskiy V.N. *Kombinirovannyye orudiya na baze frontal'nykh diskovykh boron [Combined tools on basis of frontal disk harrows]. Traktory i sel'skokhozyaystvennyye mashiny. 2008. No. 9. pp. 3-9 (Russian).*

14. Emel'yanov P.A., Aksenov A.G., Sibirev A.V. *Issledovanie silovoy kharakteristiki diskovogo zadelyvayushchego organa lukovoy seyalki [Research of power characteristic of disk covering tool of onions seeder]. Niva Povolzh'ya. 2013. No. 26. pp. 40-46 (Russian).*

15. Zvolinskiy V.N., Gavrilin M.A. *Analiz uplotneniya pochvy frontal'nymi diskovymi boronami [Analysis of soil consolidation by frontal disk harrows]. Traktory i sel'skokhozyaystvennyye mashiny. 2010. No. 12. pp. 17-22 (Russian).*



УДК 631.433:632.052

СОСТОЯНИЕ ПРОИЗВОДСТВА И ПРИМЕНЕНИЯ ЖИДКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

МАРЧЕНКО Л.А.¹,
канд. техн. наук,

МОЧКОВА Т.В.¹,
канд. с.-х. наук,

КОЛЕСНИКОВА В.А.²,
канд. техн. наук

КОЗЛОВА А.И.²,
мл. науч. сотр.

¹Клинский филиал Всероссийского научно-исследовательского института механизации сельского хозяйства, Майданово, 86, Клин, Московская обл., 141603, Российская Федерация, e-mail: naukavim@mail.ru

²Всероссийский научно-исследовательский институт механизации сельского хозяйства, 1-й Институтский проезд, 5, Москва, 109428, Российская Федерация

Привели анализ производства и применения минеральных удобрений в России. Показали, что, несмотря на устойчивый рост их выпуска (18,4 млн т д.в. в 2013 г.), сельхозпредприятия использовали только 2,7 млн т д.в.: в среднем на 1 га пашни внесено 38 кг д.в. удобрений. Доказали перспективность применения жидких азотных удобрений (КАС) с потенциальной потребностью сельского хозяйства России к 2030 г. 117 тыс. т д.в. Представили результаты агрономической оценки использования КАС в производственных условиях в различных почвенно-климатических зонах страны. Установили, что средняя прибавка урожайности зерновых и пропашных культур при внесении КАС составила 10-15 процентов, по сравнению с аммиачной селитрой, вследствие их более точного дозирования (5 процентов), равномерного внесения (V – не более 10 процентов) и минимизации потерь. Показали высокую экономическую эффективность применения КАС в производственных условиях ООО «КлинАгро» Московской области вследствие возможности их совместного внесения со средствами защиты растений в виде смесей: снижение затрат труда в 2 раза, прямых эксплуатационных затрат – в 2,5 раза. Доказали возможность сокращения норм внесения гербицида гранстар на 15 процентов при его внесении с КАС в виде смеси вследствие синергизма исходных компонентов. Разработали машинные технологии дифференцированного внесения жидких минеральных удобрений (ЖМУ) с учетом внутривидовой неоднородности почвенного покрова; совместного внесения ЖМУ, пестицидов и ретардантов по основным фазам органогенеза растений в соответствии с результатами растительной диагностики и фитосанитарного состояния посевов; приготовления растворов и суспензий удобрений с программируемым соотношением питательных веществ для одновременного их внесения за один проход агрегата.

Ключевые слова: жидкие минеральные удобрения, технологии, машины для внесения удобрений, эффективность.

Согласно данным Международной ассоциации производителей удобрений, мировой спрос на удобрения постоянно растет и в 2014 г. составил 182,7 млн т д.в., что на 2,3% выше уровня 2013 г.

Отечественными производителями в 2013 г. произведено, согласно данным Минэкономразвития РФ, около 18,4 млн т д.в. минеральных удобрений, что составило 10,3% мирового выпуска.

Устойчивый рост производства удобрений наблюдался и в 2014 г.: объем их выпуска в I полугодии составил 10,1 млн т д.в., что на 10,2% выше, по сравнению с этим же периодом предыдущего года (рис. 1).

В то же время в 2014 г. в сельхозпредприятиях

России было использовано около 2,55 млн т д.в. удобрений, что на 0,2% меньше по отношению к объему применения за соответствующий период 2013 г. (2,7 млн т д.в.). В среднем на 1 га посевной площади было внесено 38 кг д.в. удобрений (рис. 2).

До 90% выпускаемых в России удобрений экспортируются в другие страны. По подсчетам аналитиков, из-за недополучения урожая Россия теряет ежегодно 15-20 млрд долл., то есть в несколько раз больше, чем получает на экспорте удобрений. Несмотря на это, минеральные удобрения занимают лидирующие позиции в товарной структуре российского экспорта химических товаров.

По расчетам ВНИИА, для более интенсивного развития зернового комплекса, полного удовлет-

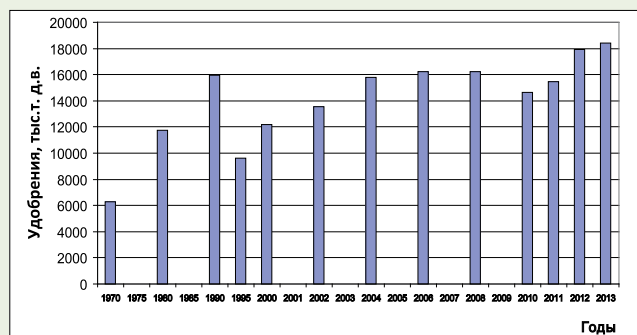


Рис. 1. Динамика производства минеральных удобрений в России (тыс. т действующего вещества)

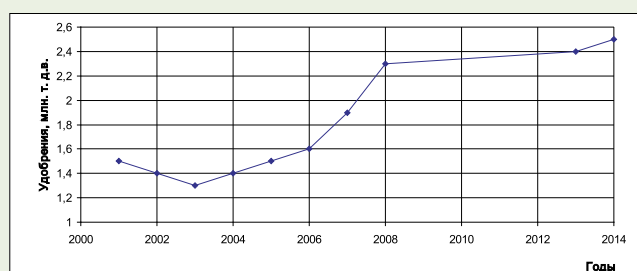


Рис. 2. Динамика поставок минеральных удобрений сельхозпредприятиям России, млн т д.в.

ворения потребностей животноводства в кормах и минимизации дефицита питательных веществ на пашне для разных сценариев развития АПК необходимо 8-16 млн т д.в. В то же время платежеспособный спрос на минеральные удобрения сельхозпредприятий ограничен и составляет на 2020 г. – 4-5 млн т д.в. Концепция долгосрочного социально-экономического развития РФ на период до 2020 г. предусматривает формирование внутреннего потребления минеральных удобрений порядка 3-5 млн т д.в., внесение удобрений на 1 га пашни должно составить 130-150 кг д.в. По оперативной информации Минсельхоза России, заявленная потребность в минеральных удобрениях на 2015 г. составляет только 2,6 млн т д.в. [1-4].

В условиях ограниченных ресурсов, недостатка средств для приобретения удобрений из-за диспаритета цен на сельскохозяйственную продукцию и материально-технические ресурсы необходимо особое внимание уделять решению вопросов повышения объемов применения жидких минеральных удобрений (ЖМУ), основными преимуществами которых являются высокая технологичность, низкая себестоимость производства по сравнению с твердыми удобрениями, возможность совмещения их внесения со средствами защиты растений, микроэлементами и другими биологически активными веществами.

Цель исследований – анализ состояния производства и использования жидких минеральных удобрений в России и определение направлений совершенствования техники и технологий их применения.

Материалы и методы. Оценка экономической эффективности технологий применения удобрений проведена в соответствии с Методикой определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники (М.: МСХ РФ, 1998.-148 с.) и ГОСТ Р 53056-2008 «Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки». Полевые и производственные опыты проведены в соответствии с ОСТ 10-106-87.

Результаты и обсуждение. В ассортименте применяемых азотных удобрений в России (1,57 млн т д.в.) 87% приходится на аммиачную селитру с содержанием 34% азота, обладающую высокой способностью к детонации и используемую в качестве основного компонента при производстве взрывчатых веществ (3 класс опасности, подкласс 5.1).

В этой связи во многих странах оборот аммиачной селитры строго регламентируется законами. В странах ЕС с 2008 г. действуют ограничения на поставку сельскому хозяйству аммиачной селитры с содержанием азота более 28%, наблюдается постепенный переход на использование безопасных видов удобрений, прежде всего жидких азотных удобрений – КАС. В структуре потребления азотных удобрений в сельском хозяйстве США жидкие азотные удобрения в 2012 г. составляли более 50%, аммиачная селитра – 2%.

Минсельхоз РФ разработал проект Программы производства и применения в сельском хозяйстве безопасных видов аммиачной селитры, жидких азотных и комплексных удобрений, в которой предусматривается сокращение объемов применения аммиачной селитры с содержанием 34% азота за счет увеличения роста применения жидких видов азотных удобрений, прежде всего КАС, комплексных удобрений (диаммонийфосфата, моноаммонийфосфата), различных видов аммиачной селитры с добавлением извести, цеолитов и т.д.

Потенциальная потребность сельхозпредприятий в жидких минеральных удобрениях на 2030 г. составляет 196 тыс. т д.в., в том числе КАС – 117 тыс. т д.в.

Однако в 2013 г. было внесено только 38,5 тыс. т д.в. ЖМУ, в то же время их экспорт составил 900 тыс. т. Производство КАС в 2014 г. увеличилось на 29% относительно 2013 г. и составило 598,8 тыс. т (в пересчете на азот).

Главной причиной низких объемов применения жидких азотных удобрений является отсутствие в сельхозпредприятиях необходимой материально-технической базы, прежде всего складского оборудования, машин для транспортировки. Для создания комплексной инфраструктуры необходимы

высокие инвестиционные затраты со стороны производителей жидких азотных удобрений и сельхозпредприятий. Несмотря на более низкую себестоимость КАС, цена 1 т д.в. в 2013 г. была на 12% выше, чем аммиачной селитры (данные Российской ассоциации производителей удобрений). В связи с этим только на приобретение жидких азотных удобрений взамен аммиачной селитры сельхозтоваропроизводителям потребуются дополнительные финансовые средства.

Результаты проведенных нами многолетних исследований в различных почвенно-климатических зонах страны показали, что в производственных условиях, особенно в зонах недостаточного увлажнения, прибавки урожайности основных сельскохозяйственных культур от применения КАС выше, чем от твердых азотных удобрений вследствие более точного дозирования, равномерного их внесения и минимизации потерь. КАС содержат азот в нитратной, аммонийной и амидной формах, обеспечивая пролонгированное питание растений азотом и повышение урожайности на 5-10%, по сравнению с твердыми азотными удобрениями. Коэффициент использования азота КАС через листовую поверхность при некорневых подкормках выше на 20-30%, чем при корневых твердыми азотными удобрениями. Учитывая высокую эффективность и технологичность, КАС используют в основном для некорневых подкормок сельскохозяйственных культур. Прибавки урожайности зерновых культур со-

раздельного внесения аммиачной селитры и гербицида гранстара и совместного внесения этого препарата с КАС-32 в ООО «КлинАгро» Московской области.

Для раздельного применения аммиачной селитры и гранстара использовали автомобиль-самопогрузчик ЗИЛ, машину для внесения твердых удобрений МВУ-5, трактор Беларусь-82.1, прицепной опрыскиватель ОП-2500, автомобиль ЗИЛ-130 с установленной в его кузове кассетой вместимостью 4500 л для подвоза воды.

При применении КАС и гранстара в виде смеси в фазу начала выхода в трубку озимой пшеницы по перегрузочной технологии использовали автомобиль ЗИЛ с установленной в его кузове кассетой 4500 л для перевозки удобрений и воды, прицепной опрыскиватель ОП-2500 и трактор Беларусь-82.1.

Расчеты показали, что совмещение внесения КАС-32 с гранстаром в виде смеси под озимую пшеницу обеспечило снижение затрат труда в 2 раза, а прямых эксплуатационных затрат – в 2,5 раза. Прибыль от получения дополнительного урожая зерна озимой пшеницы в ценах реализации 2015 г составила 1280 руб./га, экономия денежных средств на приобретение гранстара – 486,5 руб./га в результате сокращения дозы его внесения на 15% вследствие синергизма исходных компонентов. Годовой экономический эффект от применения КАС-32 в смеси с гранстаром составил 1725,5 руб./га [7-8].

Проведена экономическая оценка технологий применения КАС и аммиачной селитры в пилотном проекте на основе имеющейся инфраструктуры в одном из сельхозпредприятий Самарской области по предложению и при непосредственном участии СВРП ОАО «КуйбышевАзот» (цена на КАС – 10,5 тыс. руб./т, аммиачной селитры – 12,5 тыс. руб./т, площадь внесения удобрений – 8 тыс. га, доставка удобрений от склада-поставщика до потребителя и внесение их в почву планируются по перегрузочной технологии). Для применения КАС планируется использовать

Урожайность озимых культур при подкормке их азотными удобрениями в фазу кущения в условиях производственных опытов (ц/га)					
Области	Доза азота, кг/га	РК (фон)	РК + N _{аа}	РК + N _{КАС}	НСР ₀₅
Озимая рожь					
Смоленская	60	21,1	26,0	28,8	2,5
Тверская	60	23,5	30,9	34,8	2,9
Озимая пшеница					
Тульская	60	18,0	22,3	25,8	2,5
Самарская	50	16,7	20,4	23,4	2,7

ставляют 5-12 ц/га в зависимости от доз азота и фазы развития растений (таблицы 1, 2).

Согласно полученным нами результатам полевых и производственных опытов, возможность внесения жидких азотных удобрений и средств защиты растений в виде смеси при совпадении сроков их применения позволяет за счет синергизма исходных компонентов снизить нормы расходов пестицидов на 15-25%, ретардантов – на 50%, повысить урожайность зерновых и пропашных культур на 5-10% [5].

Проведена экономическая оценка технологий

кран-манипулятор на базе КАМАЗ-43118 с двумя кассетами по 4500 литров для перевозки КАС и воды, прицепной опрыскиватель ОП-3000, трактор Беларусь – 82.1; для применения аммиачной селитры – КАМАЗ-43118 с краном-манипулятором для самозагрузки аммиачной селитры в мягких контейнерах, машина для поверхностного внесения МВУ-5, трактор Беларусь-12.21 [6-8].

Расчеты показали, что применение КАС в дозе 80 кг/га под предпосевную культивацию обеспечивает экономию прямых эксплуатационных затрат в

Таблица 2

АГРОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОСНОВНОГО ВНЕСЕНИЯ КАС и АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ в УСЛОВИЯХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОПЫТОВ					
Почва	Нормы удобрений	Урожайность, ц/га			НСР ₀₅
		РК (фон)	РК +N _{КАС}	РК + N _{аа}	
Яровая пшеница					
Темно-серая оподзоленная средне-суглинистая	фон (Р ₆₀ К ₆₀)+N ₆₀	32,1	41,6	38,6	2,2
Яровой ячмень					
Серая лесная	фон (Р ₉₀ К ₉₀)+N ₉₀	21,0	35,5	34,5	2,1
Дерново-подзолистая супесчаная	фон (Р ₉₀ К ₉₀)+N ₉₀	24,5	36,5	32,8	2,0
Кукуруза на зеленую массу					
Чернозем оподзоленный	фон (Р ₈₀ К ₈₀)+N ₁₆₀	270	360	330	31
Серая оподзоленная	фон (Р ₈₀ К ₈₀)+N ₁₅₀	222	372	342	21
Сахарная свекла					
Серая оподзоленная	фон (Р ₈₀ К ₈₀)+N ₁₆₀	146	270	236	32

сумме 3,36 млн руб., капитальных вложений на расчетный период – 1,3 млн руб., трудовых затрат – 280 чел.ч по сравнению с использованием аммиачной селитры. При этом в структуре прямых эксплуатационных затрат стоимость удобрений составит 87-89%. Затраты на применение удобрений в дозе 80 кг/га под зерновые культуры могут окупиться при условии получения на каждый килограмм внесенного азота 7-9 кг зерна при средней цене его реализации не менее 8 тыс. руб./т с учетом затрат на уборку, доработку, хранение и реализацию допол-

системами автоматизированного дозирования рабочих жидкостей для работы в системе точного земледелия. Для внесения КАС опрыскиватели комплектуют дефлекторными форсунками, обеспечивающими крупнокапельное распыление (размер капель 700-1500 мкм). Наиболее востребованы для применения ЖМУ прицепные опрыскиватели, из которых 30% поставляются зарубежными фирмами.

Для повышения эффективности ЖМУ в условиях ограниченных ресурсных возможностей сель-

«Булгар» производства ООО «КазаньСельмаш».

Типаж и структура производимых технических средств для внесения ЖМУ недостаточны. Системой машин и технологий установлен перспективный типоразмерный ряд машин для этой цели.

С 2009 года в России наблюдается устойчивый рост производства отечественных подкормков-опрыскивателей, которые по техническим характеристикам не уступают зарубежным аналогам. По заявкам потребителей их комплектуют бортовыми компьютерами, GPS-приемниками,

системами автоматизированного дозирования рабочих жидкостей для работы в системе точного земледелия. Для внесения КАС опрыскиватели комплектуют дефлекторными форсунками, обеспечивающими крупнокапельное распыление (размер капель 700-1500 мкм). Наиболее востребованы для применения ЖМУ прицепные опрыскиватели, из которых 30% поставляются зарубежными фирмами.

Для повышения эффективности ЖМУ в условиях ограниченных ресурсных возможностей сельхозпроизводителей разработаны технологии их дифференцированного внесения с учетом внутрипольной неоднородности почвенного покрова; совместного внесения ЖМУ, пестицидов и ретардантов в основные фазы органогенеза растений в соответствии с результатами растительной диагностики и фитосанитарного состояния посевов; приготовления рас-

Таблица 3

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ И КАПИТАЛЬНЫХ ЗАТРАТ НА ПРИМЕНЕНИЕ КАС-32 и АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ						
Статьи затрат, тыс. руб.	КАС-32			Аммиачная селитра		
	всего затрат	удельные затраты, руб.		всего затрат	удельные затраты, руб.	
		на 1 т	на 1 га удобряемой площади		на 1 т	на 1 га удобряемой площади
Эксплуатационные затраты: без стоимости удобрения; со стоимостью удобрения	2698,83 23698,83	1349,41 11849,41	337,36 2962,36	3556,36 27056,36	1891,68 14391,68	444,55 3382,05
Капитальные вложения	5874,80	2937,40	734,35	7170,27	3813,97	896,29

нительной продукции (табл. 3).

Наиболее широко в хозяйствах Краснодарского и Ставропольского краев применяют для внесения ЖМУ машины «Агриджет» и «Аммиачник» различных моделей производства ООО «Агрохиммаш» и опрыскиватели ОП-2500 «Агро», ОП-3000

творов и суспензий удобрений с программируемым соотношением питательных веществ для одновременного их внесения за один проход агрегата [9, 10].

Выводы

1. Анализ производства и потребления минеральных удобрений в России показал, что имею-



щиеся мощности отечественных предприятий способны удовлетворить в полном объеме потребности сельских товаропроизводителей в удобрениях.

Однако вследствие неблагоприятных экономических условий функционирования отечественного сельского хозяйства из-за диспаритета цен на его продукцию и материально-технические ресурсы объем использования удобрений не превышает 15% их выпуска.

2. Показана перспективность применения ЖМУ на примере жидких азотных удобрений (КАС) с потенциальной потребностью к 2030 г. 117 тыс. т д.в.

3. Результатами производственных опытов уста-

новлено, что использование КАС для некорневых подкормок обеспечивает повышение урожайности зерновых культур на 10-15 % по сравнению с аммиачной селитрой.

4. Экономическая оценка технологий применения КАС в сельхозпредприятиях Самарской области на площади 8 тыс. га показала, что внесение КАС в дозе 80 кг/га под предпосевную культивацию может обеспечить экономию прямых эксплуатационных затрат в сумме 3,36 млн руб., капитальных вложений на расчетный период – 1,3 млн руб., трудовых затрат – 280 чел.ч. по сравнению с использованием аммиачной селитры.

Литература

1. Ефремов Е.Н., Сычёв В.Г. Концепция программы агрохимических мероприятий на 2020 год // Инновационные решения регулирования плодородия почв сельскохозяйственных угодий. – М.: ВНИИА. – 2011. – С. 15-30.

2. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Сизов О.А. Перспективные пути применения энерго- и экологически эффективных машинных технологий и технических средств // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2013. – № 4. – С. 8-11.

3. Марченко Л.А., Мочкова Т.В., Колесникова В.А. Перспективы применения жидких минеральных удобрений // Инновационное развитие АПК России на базе интеллектуальных машинных технологий: Сб. Междунар. науч.-техн. конф. – М.: ВИМ, 2014. – С. 399-402.

4. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П. Система машин и технологий для комплексной механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства на период до 2020 года // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2013. – № 6. – С. 6-10.

5. Мочкова Т.В., Башкирова Т.Н., Круглова А.И., Колесникова В.А. Совместное применение жидких азотных удобрений и пестицидов – важный элемент экологически сбалансированной системы возделывания зерновых культур // Инновационное развитие АПК России на базе ин-

теллектуальных машинных технологий: Сб. Междунар. науч.-техн. конф. – М.: ВИМ, 2014. – С. 403-405.

6. Марченко Л.А. Оценка качества показателей жидких тукосмесей при их хранении и транспортировке // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2013. – № 6. – С. 32-35.

7. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П. Инновационные механизированные технологии и автоматизированные технические системы для сельского хозяйства // Модернизация сельскохозяйственного производства на базе инновационных машинных технологий и автоматизированных систем: Сб. докл. XII Междунар. науч.-техн. конф. Ч. 1. – М.: ВИМ, 2012. – С. 31-44.

8. Измайлов А.Ю., Хорошенков В.К. Автоматизированная система управления посевом и внесением удобрений // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2011. – № 4. – С. 9-12.

9. Пат. 2452167 РФ. Способ и устройство дифференцированного припосевного внесения основных и стартовых доз минеральных удобрений / Марченко Н.М., Марченко А.Н., Лобачевский Я.П., Личман Г.И., Педай Н.П., Михеев В.В., Рогачёв В.Р., Тыкушин А.А. // Бюл. 2012. № 16.

10. Колесникова В.А., Марченко Л.А., Базегский Э.П., Мочкова Т.В., Алавердиева Е.В. Энергетическая оценка технологий приготовления жидких тукосмесей // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2010. – № 2. – С. 42-45.

CONDITION OF PRODUCTION AND APPLICATION OF LIQUID MINERAL FERTILIZERS IN AGRICULTURE

L.A. Marchenko¹, T.V. Mochkova¹, V.A. Kolesnikova², A.I. Kozlova²

¹Klin branch of All-Russia Research Institute of Mechanization for Agriculture, Maydanovo, 8b, Klin, Moscow region, 141603, Russian Federation, e-mail: naukavim@mail.ru

²All-Russia Research Institute of Mechanization for Agriculture, 1st Institutskiy proezd, 5, Moscow, 109428, Russian Federation

An analysis of production and application of mineral fertilizers in Russia revealed that that despite the steady growth of their release (18.4 million tons of active ingredient in 2013), agricultural enterprises used only 2.7 million

tons of active ingredient: on average 38 kg/ha in arable land. Prospects of use of liquid nitric fertilizers (carbamide-ammonia mixture CAM) with potential requirement of agriculture in 2030 about 117 thousand tons of active ingredient. The authors evaluated CAM use under production conditions in various soil and climatic zones of the country. An average increase of grain and row crop productivity at introduction of CAM made 10-15 percent, in comparison with ammonium nitrate, because of more exact dispensing (5 percent), uniform introduction (V is no more than 10 percent) and minimization of losses. An application of CAM under production conditions in JSC KlinAgro in the Moscow region showed high economic efficiency due to mixture contained these mineral fertilizers and plant protection products: labor input cut by 2 times, direct operating cost – by 2.5 times. Herbicide granstar rate can be reduce by 15 percent at its introduction with CAM in the form of mix due to a synergism of initial components. The authors developed machine technologies of the differentiated introduction of the liquid mineral fertilizers (LMF) taking into account soil heterogeneity; introduction of LMF mixed with pesticides and retardants according to the main phases of plants organogenesis and results of vegetable diagnostics and a phytosanitary condition of crops; preparation of solutions and suspensions of fertilizers with a programmable ratio of nutrients for their simultaneous introduction during one pass of the unit.

Keywords: Liquid mineral fertilizers; Technologies; Machines for fertilization; Efficiency.

References

1. Efremov E.N., Sychev V.G. Kontseptsiya programmy agrokhimicheskikh meropriyatiy na 2020 god [Concept of the program of agrochemical actions till 2020]. Innovatsionnye resheniya regulirovaniya plodorodiya pochv sel'skokhozyaystvennykh ugodiy. Moscow: VNIIA. 2011. pp. 15-30 (Russian).
2. Izmaylov A.Yu., Lobachevskiy Ya.P., Sizov O.A. Perspektivnye puti primeneniya energo- i ekologicheskikh effektivnykh mashinnykh tekhnologiy i tekhnicheskikh sredstv [Long-term ways of use of energy and environmentally efficient machine technologies and techniques], Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii. 2013. No. 4. pp. 8-11 (Russian).
3. Marchenko L.A., Mochkova T.V., Kolesnikova V.A. Perspektivy primeneniya zhidkikh mineral'nykh udobreniy [Prospects of application of liquid mineral fertilizers]. Innovatsionnoe razvitie APK Rossii na baze intellektual'nykh mashinnykh tekhnologiy: Sb. Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. Moscow: VIM, 2014. pp. 399-402 (Russian).
4. Izmaylov A.Yu., Lobachevskiy Ya.P. Sistema mashin i tekhnologiy dlya kompleksnoy mekhanizatsii i avtomatizatsii sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva na period do 2020 goda [System of machinery and technologies for integrated mechanization and automation of agricultural production for the period till 2020]. Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii. 2013. No. 6. pp. 6-10 (Russian).
5. Mochkova T.V., Bashkirova T.N., Kruglova A.I., Kolesnikova V.A. Sovmestnoe primeneniye zhidkikh azotnykh udobreniy i pestitsidov – vazhnyy element ekologicheskoi sbalansirovannoy sistemy vozdeystviya zernovykh kul'tur [Simultaneous application of liquid nitric fertilizers and pesticides is an important element of ecologically balanced system of grain crops cultivation]. Innovatsionnoe razvitie APK Rossii na baze intellektual'nykh mashinnykh tekhnologiy: Sb. Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. Moscow: VIM, 2014. pp. 403-405 (Russian).
6. Marchenko L.A. Otsenka kachestva pokazateley zhidkikh tukosmesey pri ikh khraneni i transportirovke [Assessment of quality of indicators liquid mixed fertilizers at their storage and transportation]. Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii. 2013. No. 6. pp. 32-35 (Russian).
7. Izmaylov A.Yu., Lobachevskiy Ya.P. Innovatsionnye mekhanizirovannye tekhnologii i avtomatizirovannye tekhnicheskiesistemy dlya sel'skogo khozyaystva [Innovative mechanized technologies and the automated technical systems for agriculture]. Modernizatsiya sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva na baze innovatsionnykh mashinnykh tekhnologiy i avtomatizirovannykh sistem: Sb. dokl. Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. Ch. 1. Moscow: VIM, 2012. pp. 31-44 (Russian).
8. Izmaylov A.Yu., Khoroshenkov V.K. Avtomatizirovannaya sistema upravleniya posevom i vneseniem udobreniy [Automated control system of seeding and fertilizing]. Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii. 2011. No. 4. pp. 9-12 (Russian).
9. Pat. 2452167 RF. Sposob i ustroystvo differentsirovannogo priposevnogo vneseniya osnovnykh i startovykh doz mineral'nykh udobreniy [Way and unit for of differentiated sowing application of main and starting doses of mineral fertilizers]. Marchenko N.M., Marchenko A.N., Lobachevskiy Ya.P., Lichman G.I., Peday N.P., Mikhhev V.V., Rogachev V.R., Tykushin A.A. Byul. 2012. No. 16 (Russian).
10. Kolesnikova V.A., Marchenko L.A., Bazegskiy E.P., Mochkova T.V., Alavardieva E.V. Energeticheskaya otsenka tekhnologiy prigotovleniya zhidkikh tukosmesey [Power assessment of technologies of liquid mixed fertilizers preparation]. Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii. 2010. No. 2. pp. 42-45 (Russian).

УДК 613.17:[631.89:(547.992:631.87)]

НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ГУМИНОВЫХ УДОБРЕНИЙ

ГАЙБАРИАН М.А.,
канд. техн. наук,

УШАКОВ О.В.,
канд. с.-х. наук,

СОКОЛИН В.М.,
ст. науч. сотр.

Всероссийский научно-исследовательский институт механизации и информатизации агрохимического обеспечения сельского хозяйства, ул. Щорса, 38/11, Рязань, 390025, Российская Федерация, e-mail: gnu@vnims.ryazan.ru

Рассмотрели устройство и основные принципы работы технологической линии для производства комплексных удобрений на основе гуминовых. Привели ее технические характеристики, анализ получаемого продукта. Раскрыли актуальность использования гуминовых удобрений в условиях современного сельского хозяйства. Наиболее перспективными из недорогих органо-минеральных удобрений считаются гуминовые (гуматы) и созданные на их основе комплексные удобрения. Основные действующие вещества таких удобрений – гуминовые и фульвокислоты. Гуматы, составляя основу гумуса, благотворно влияют на структуру почвы, повышая газопроницаемость и влагосодержание, снижают эрозию почвы, что во многом определяет ее урожайный потенциал и плодородие. Их использование способствует экологическому оздоровлению и детоксикации загрязненных земель, рекультивации и восстановлению истощенных и зараженных земель. Гуматы связывают находящиеся в почве радионуклиды, пестициды, токсические вещества и тяжелые металлы в нерастворимые и не усваиваемые растениями соединения и поэтому обеспечивают экологическую чистоту продукции. В России до сих пор не существует промышленного производства специализированного оборудования для приготовления гуминовых удобрений из торфа. Предприятия вынуждены приспособливать для этих целей различные виды технологического оборудования, позаимствованные из других отраслей промышленности. Однако такое оборудование не обеспечивает необходимого технологического режима, что снижает качество удобрений.

Ключевые слова: гуминовые удобрения, торф, диспергирование, гуматы, гидродинамическая кавитация, активация воды, микроэлементы.

Наиболее перспективными из недорогих органо-минеральных удобрений считаются гуминовые (гуматы) и созданные на их основе комплексные удобрения [1-3]. Основные действующие вещества в них гуминовые и фульвокислоты. Эти природные регуляторы роста и развития клеток в зависимости от назначения применяют в растениеводстве, животноводстве, птицеводстве, рыбоводстве и звероводстве. Гуматы, составляя основу гумуса, благотворно влияют на структуру почвы, повышая газопроницаемость и показатели влагосодержания, снижают эрозию почвы, что во многом определяет ее урожайный потенциал и плодородие. Их использование приводит к экологическому оздоровлению и детоксикации загрязненных земель, рекультивации и восстановлению

истощенных и зараженных земель. Гуматы способны связывать находящиеся в почве радионуклиды, пестициды, токсические вещества и тяжелые металлы в нерастворимые и неусваиваемые растениями соединения и поэтому обеспечивают экологическую чистоту продукции.

В России до сих пор не изготавливают специализированное оборудование для приготовления гуминовых удобрений из торфа. Во ВНИМС эту проблему исследуют и разрабатывают с 2010 г. В 2010-2011 гг. испытана установка для производства балластных гуминовых удобрений путем экстракции гуминовых кислот при температуре воды 70-80°C с одновременным барботированием, введением щелочи и торфяной смеси. Однако технология производства имеет ряд существенных недостатков: низ-

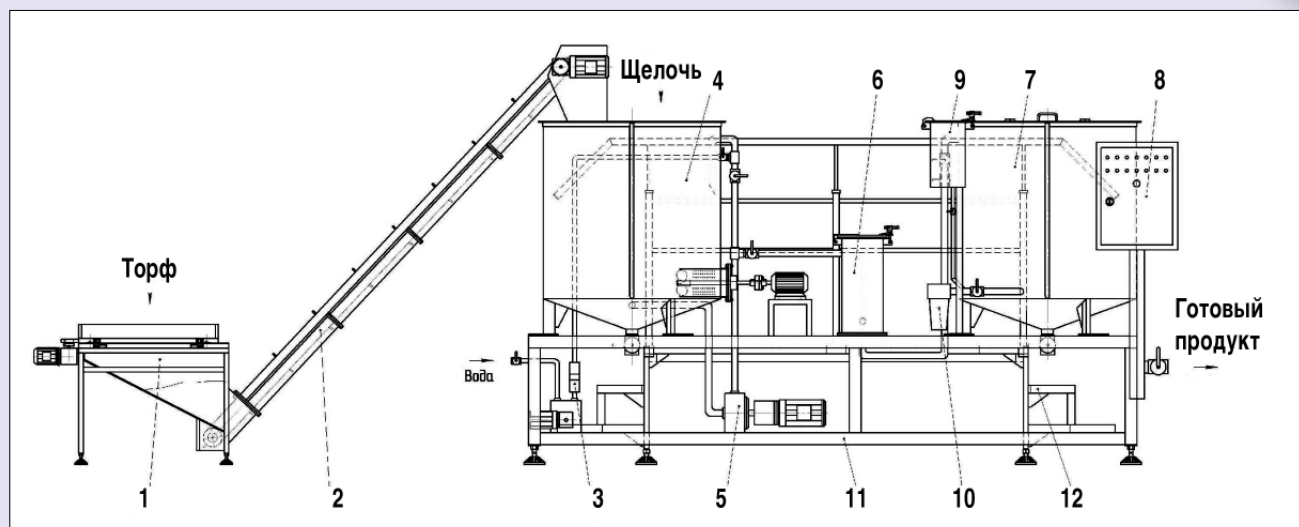


Рис. 1. Схема модернизированной технологической линии для производства комплексных удобрений на основе гуминовых: 1 – вибросепаратор; 2 – транспортер ленточный скребковый; 3 – активатор воды; 4 – реактор со смесителем; 5 – гомогенизатор; 6 – блок фильтров; 7 – накопительная емкость; 8 – пульт управления; 9 – дозатор микроэлементов; 10 – циркуляционный насос; 11 – рама; 12 – площадка обслуживания

кое качество гуминовых удобрений, большой расход торфа с малым выходом готового продукта, отсутствие фильтрации полученных удобрений, что приводило к забиванию распыляющих устройств опрыскивателя.

Для устранения этих недостатков в 2012-2013 гг. были разработаны новые технические средства, которые вошли в состав единого блочно-модульного комплекса по производству гуминовых удобрений по трем технологиям: со щелочной экстракцией суспензии торфа, экстракцией (путем ультразвукового диспергирования) и комбинированным способом, сочетающим в себе первые два. Все технологии предусматривали нагрев воды до температуры 60-70°C. Однако они тоже не нашли широкого применения из-за длительного процесса экстракции и низкого качества гуминовых удобрений, а также из-за резкого удорожания производства.

В 2014 г. изготовлена технологическая линия по производству комплексных удобрений на основе гуминовых. В ее основу положена технология гидродинамической кавитации, совмещающая в себе процессы диспергации и экстракции гуматов. В технологическую линию входят: устройство предварительной подготовки торфа, реактор с гидродинамическим кавитатором, фильтрующее устройство, накопительная емкость и автоматизированное устройство дозирования микроэлементов [4-6]. Для повышения полноты экстракции суспензии торфа в технологический процесс включен активатор воды.

Несмотря на достигнутые ранее результаты, некоторые вопросы остались нерешенными или требовали дополнительной проработки.

Цель исследований – разработка технологической линии для производства комплексных удобрений



Рис. 2. Технологическая линия для приготовления комплексных удобрений на основе гуминовых в производственном цехе на испытаниях

ний на основе гуминовых, усовершенствование системы фильтрации суспензии торфа.

Материалы и методы. Модернизированная технологическая линия для производства комплексных удобрений на основе гуминовых (рис. 1).

Таблица 1 ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ	
Показатели	Значения
Производительность, л/смена: при производстве гуминового концентрата при производстве комплексных удобрений	от 1000 600-1000
Емкость реактора (рабочая / общая), л	550/600
Установленная мощность (суммарная), кВт	10
Электропитание, В	220/380
Масса, кг	1000

Данная технологическая линия позволяет значительно снизить энергетические и временные затраты при производстве гуминовых и комплексных удобрений, а также получить высококачественный продукт (табл. 1).

В основу линии положена технология гомогенизации – обработки жидких сред, которую с успехом применяют для диспергирования, экстрагирования и гомогенизации продукта, а также для интенсификации процессов в различных отраслях и снижения энергоемкости работ и оборудования.

Возможна работа оборудования линии в трех вариантах: по классической технологии с применением щелочи, без щелочи на основе процесса гомогенизации и совмещенный вариант с частичным использованием щелочи.

Торф, используемый для производства удобрений, проходит предварительную подготовку. Она заключается в просеивании его на вибросите для отделения твердых фракций, камней, корней и неразложившихся частей растений. Затем его перемешивают с водой, которая подается через активатор, позволяющий стабилизировать ее по ионному составу и очистить от механических и других примесей.

Отделение песка от торфо-водной суспензии также происходит на предварительном этапе. Это имеет очень большое значение, так как позволяет существенно снизить абразивный износ узлов и агрегатов линии и повысить качество готового продукта. В основу работы данного блока положен принцип водного отделения песка от торфа с активным перемешиванием, последующим осаждением и удалением.

Данная технологическая линия дает возможность вводить в концентрированный раствор гуминовых кислот микро- и макроэлементы для получения комплексных гуминовых удобрений. Для этих целей разработан блок дозирования микроэлементов с инновационным устройством введения микроэлементов в потоке гуматов.

Полученный продукт проходит фильтрацию.

Литература

1. Антонова О.И., Зубченко Е.Б., Скокова О.В. Эффективность использования гуматов при загрязнении почв тяжелыми металлами // Вестник АГАУ. – Барнаул, 2003. – № 2. – С. 21-26.
2. Безуглова О.С. Удобрения, биодобавки и стимуляторы роста вашего урожая. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 255 С.
3. Сорокин К.Н., Гайбарян М.А., Смышляев Э.И., Чердакова А.С., Сидоркин В.И. Гуминовые препараты как факторы повышения плодородия почв и эффективности сельскохозяйственного производства // Владоаккумулярующие тех-

До 96,3% частиц гуминового концентрата имеют размеры менее 140 мкм. Качественные характеристики гуминовых препаратов представлены в таб-

Таблица 2	
КАЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ, ПОЛУЧАЕМЫХ НА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ВНИМС	
Показатели	Результаты испытаний
рН	8,4
Содержание в сухом веществе, %:	
общий углерод	21,56
гуминовые кислоты	16,36
фульвокислоты	5,30



Рис. 3. Технологическая линия, размещенная в ООО НПФ «Сады Чечни»

лице 2.

Концентрация гуминовых и фульвокислот в конечном продукте может изменяться и зависит от соотношения торфа и воды в реакторе, а также от качества исходного сырья.

Модернизированная технологическая линия была реализована в ООО НПФ «Сады Чечни» Чеченской Республики (рис. 3).

Выводы. Предложенная технологическая линия для производства гуминовых удобрений позволяет получать высококачественную продукцию и снижать энергоемкость ее приготовления.

нологии, техника для обработки почв и использование минеральных удобрений в экстремальных условиях. Рязань: ВНИМС, 2014. – С. 89-108.

4. Измайлов А.Ю., Сорокин К.Н. Совершенствование элементов теории кавитационной диспергации торфа // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2015. – № 5. – С. 29-33.

5. Сорокин К.Н. Решение технических проблем производства гуминовых удобрений // Технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: Матер. XII междунар. научн.-техн. конф. – Глеваха, Киевская обл., 2014. – С. 115-116.

6. Сорокин К.Н., Гайбарян М.А., Смышля-

ев Э.И. Сравнительная оценка различных технологий производства гуминовых удобрений // Инновационное развитие АПК России на базе

интеллектуальных машинных технологий: Сб. докл. Междунар. научн.-техн. конф. – М.: ВИМ, 2014. – 503 с.

NEW TECHNICAL SOLUTIONS IN TECHNOLOGICAL LINE FOR HUMIC FERTILIZERS PRODUCTION

M.A. Gaybaryan, O.V. Ushakov, V.M. Sokololin

All-Russia Research Institute of Mechanization and Informatization of Agrochemical Support of Agriculture, Shchors St., 38/11, Ryazan, 390025, Russian Federation, e-mail: gnu@vnims.ryazan.ru

The authors considered device and basic principles of technological line operation for complex fertilizers production on a basis of the humic ones. Its technical characteristics, analysis of the received product are given. Relevance of humic fertilizers application in the conditions of modern agriculture is opened. The most perspective of inexpensive organo-mineral fertilizers are humic (humates) and the complex fertilizers created on basis of them. Main active ingredient of such fertilizers are humic and fulvic acids. Humates, making a humus basis, influence structure of the soil well, increasing gas permeability and moisture content, reduce a soil erosion that in many respects determines its yielding potential and fertility. Their application promotes ecological improvement and a detoxication of the polluted lands, recultivation and restoration of the exhausted and infected lands. Humates absorptive radionuclides which are in the soil, pesticides, toxic substances and heavy metals in the insoluble and not acquired by plants connections and therefore provide ecological purity of production. We still have not in Russia industrial production of the specialized equipment for preparation of humic fertilizers from peat. Enterprises have to adapt for these purposes different types of processing equipment borrowed from other industries. However such equipment does not provide a necessary technological mode and reduces quality of fertilizers.

Keywords: Humic fertilizers; Peat; Dispersing; Humates; Hydrodynamic cavitation; Water activation; Minor-nutrient elements.

References

1. Antonova O.I., Zubchenko E.B., Skokova O.V. *Effektivnost ispolzovaniya gumatov pri zagryaznenii pochv tyazhyolymi metallami* [Effectiveness of use of humates for soils polluted by heavy metals]. *Vestnik AGAU. Barnaul*, 2003. No. 2. pp. 21-26 (Russian).
2. Bezuglova O.S. *Udobreniya, biodobavki i stimulyatory rosta vashego urozhaya* [Fertilizers, bio-additives and stimulators of your harvest's growth]. *Rostov-na-Donu: Feniks*, 2007. 255 pp. (Russian).
3. Sorokin K.N., Gaybaryan M.A., Smyshlyaev E.I., Cherdakova A.S., Sidorkin V.I. *Guminovye preparaty kak faktory povysheniya plodorodiya pochv i effektivnosti selskokhozyaystvennogo proizvodstva* [Humate products as factors for increasing soil fertility and effectiveness of agricultural production]. *Vlagoakumuliruyushchie tekhnologii, tehnika dlya obrabotki pochv i ispolzovanie mineralnykh udobreniy v ekstremalnykh usloviyakh: nauch. izd. VIM; VNIMS. Ryazan: VNIMS*, 2014. pp. 89-108 (Russian).

4. Izmaylov A.Yu., Sorokin K.N. *Sovershenstvovanie elementov teorii kavitatsionnoy dispergatsii torfa* [Improvement of elements of the theory of peat cavitation dispergation]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2015. No. 5. pp. 29-33 (Russian).

5. Sorokin K.N. *Reshenie tekhnicheskikh problem proizvodstva guminovykh udobreniy* [Solution of technical problems of humate fertilizers production]. *Tekhnicheskyy progress v selskokhozyaystvennom proizvodstve: Mater. XII mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. Kiev region, Glevakha*, 2014. pp. 115-116 (Russian).

6. Sorokin K.N., Gaybaryan M.A., Smyshlyaev E.I. *Sravnitel'naya otzhenka razlichnykh tekhnologiy proizvodstva guminovykh udobreniy* [Comparative evaluation of various technologies of humate fertilizers production]. *Innovatsionnoe razvitie APK Rossii na baze intellektualnykh mashinnykh tekhnologiy: Sb. nauch. dokl. mezhdunarodnoy nauchno-tekhnich. konf. Moscow: VIM*, 2014. 503 pp. (Russian).



УДК 631.1

ИНТЕГРАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА



КОРОТЧЕНЯ В.М.,
канд. экон. наук

¹Всероссийский институт механизации сельского хозяйства, 1-й Институтский проезд, 5, Москва, 109428, Российская Федерация,
e-mail: valor99@gmail.com

Предложили для обсуждения показатель интегральной оценки эффективности машинно-тракторного парка сельского хозяйства. Его расчет состоит в перемножении частных видов эффективности: технической и ценовой эффективности сельскохозяйственного производства, эко-эффективности машинно-тракторного парка. Используя аксиоматический метод, понятие эффективности парка изучали в пределах более широких категорий производительности и масштаба – в рамках сельского хозяйства. В качестве аксиом приняли наиболее общие и очевидные утверждения, в соответствии с которыми эффективность машинно-тракторного парка рассматривается как косвенно расчетная величина, рассчитываемая исходя из эффективности сельскохозяйственного производства. Под эффективностью в общем смысле понимается соотношение производительности изучаемого объекта и производительности теоретического идеала или объекта с максимальной производительностью, эффективность которых признается равной единице или 100 процентам. Отметим, что техническая эффективность сельскохозяйственного производства характеризует способность аграрного сектора произвести технически максимальный выпуск сельскохозяйственной продукции из имеющихся ресурсов (земли, труда, машин и т.д.). Ценовая эффективность, в свою очередь, оценивает способность аграрного сектора осуществлять выпуск сельскохозяйственной продукции с использованием оптимального сочетания ресурсов с учетом их цен. Предположили, что ввиду отсутствия теоретического идеала техническую эффективность аграрного сектора, например России и ее машинно-тракторного парка, необходимо рассчитывать относительно сельского хозяйства другой страны с максимальной производительностью, эффективность которого признается равной единице или 100 процентам. Предложили расчет ценовой и экономической эффективности сельского хозяйства (машинно-тракторного парка) России осуществлять на основе использования внутренних цен.

Ключевые слова: машинно-тракторный парк, эффективность, производительность.

В современной российской научной литературе довольно много работ, посвященных изучению эффективности сельскохозяйственной техники [1-4]. Существуют также стандарты и методики по данной теме [5-9]. Однако остаются неучтенными несколько моментов.

Во-первых, необходимо четкое понимание, что такое эффективность, какие виды этого понятия существуют, как выразить ее в виде формулы. Во-вторых, эффективность сельскохозяйственной техники следует рассматривать с учетом всего сельскохозяйственного производства, поскольку маши-

ны – лишь один из его факторов, наряду с землей, рабочей силой и др. Конечный результат – это собранный урожай, а не энергетические мощности. В-третьих, экономическая наука в принципе не акцентирует внимание на эффективности техники; объектом изучения экономической эффективности выступают фирма, рынок (отрасль), экономика.

Цель исследований – определение показателя интегральной оценки эффективности машинно-тракторного парка сельского хозяйства.

Материалы и методы. На фундаментальном уровне интегральная оценка эффективности машинно-тракторного парка сельского хозяйства должна быть представлена весьма простой, «красивой» формулой. В связи с этим отправной точкой стало следующее количественное выражение интегральной эффективности:

$$E_I = \prod_{i=1}^n E_i, \quad (1)$$

где E_I – интегральная эффективность (безразмерная величина);

E_i – i -ая частная эффективность (безразмерная величина);

n – количество видов частной эффективности, где каждая частная эффективность отражает эффективность отдельного аспекта исследуемого объекта как системы.

Конкретизация формулы (1) применительно к машинно-тракторному парку осуществляется с помощью аксиоматического метода. Различают аксиомы общего характера и специальные.

Аксиомы общего характера:

- частную эффективность объекта определяют через производительность соответствующего процесса (абсолютную оценку результативности процесса);

- производительность процесса рассчитывают по формуле:

$$p = \frac{y}{x}, \quad (2)$$

где p – производительность процесса;

y – полезный результат (в виде вектора);

x – затраченные ресурсы (в виде вектора);

причем производительность p , в отличие от частной производительности, представляет собой совокупную производительность факторов производства (агрегирование полезных результатов и затраченных ресурсов осуществляется с помощью соответствующих весов-коэффициентов);

- частную эффективность (относительную безразмерную величину в промежутке от 0 до 1, или от 0 до 100%) исследуемого объекта рассчитывают относительно соответствующего теоретического идеала, эффективность которого признается равной 1, или 100%, или относительно соответствующего

того аналогичного объекта максимальной производительности с учетом объемов затраченных ресурсов, эффективность которого принята равной 1, или 100%;

- сущность частной эффективности объекта можно передать двумя основными способами, используя формулу для расчета производительности (2):

- при условии заданного объема используемых ресурсов путем сравнения наблюдаемого полезного результата с потенциально максимальным полезным результатом:

$$E_i = \frac{y_i}{\bar{x}_i} : \frac{y_{\max}}{\bar{x}_i} \cdot 100\% = \frac{y_i}{y_{\max}} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где y_i – наблюдаемый полезный результат исследуемого объекта (вектор);

$\bar{x}_i$ – заданный объем используемых ресурсов (вектор);

$y_{\max}$ – потенциально максимальный полезный результат (вектор);

- при условии заданного полезного результата путем сравнения наблюдаемого объема используемых ресурсов с потенциально минимальным объемом используемых ресурсов:

$$E_i = \frac{\bar{y}_i}{x_i} : \frac{\bar{y}_i}{x_{\min}} \cdot 100\% = \frac{x_{\min}}{x_i} \cdot 100\%, \quad (4)$$

где $\bar{y}_i$ – заданный полезный результат (вектор);

x_i – наблюдаемый объем используемых ресурсов для исследуемого объекта (вектор);

$x_{\min}$ – потенциально минимальный объем используемых ресурсов (вектор);

- эффективность называют технической (энергоэффективность и ресурсоэффективность – частные случаи технической эффективности), когда в расчетах частной эффективности по формулам (3) или (4) используют только технические данные. Она становится экономической, когда учитывают цены и ставят задачу максимизации прибыли (минимизации издержек).

Специальные аксиомы:

- эффективность машинно-тракторного парка – косвенно расчетная величина, определяемая исходя из эффективности сельскохозяйственного производства, поскольку последнее имеет первостепенное значение. Полезный результат всех факторов сельхозпроизводства, в том числе и машин, выражают в виде сельхозпродукции;

- сельскохозяйственное производство и, соответственно, машинно-тракторный парк можно охарактеризовать с помощью расчетов частной эффективности следующих видов: технической, ценовой, экологической;

- техническая эффективность сельхозпроизводства отражает способность аграрного сектора произвести максимальный объем сельхозпродукции из имеющихся ресурсов (земли, труда, машин и т.д.). На-

пример, техническая эффективность, равная 75%, означает, что тот же объем выпуска можно произвести при сокращении объема каждого ресурса на 25%;

- ценовая эффективность сельхозпроизводства, в свою очередь, характеризует способность аграрного сектора производить продукцию с использованием оптимального сочетания ресурсов с учетом их цен (скажем, если труд более дорогой, чем машины, то оптимальное сочетание ресурсов будет предполагать относительно меньший объем ручного труда по сравнению с машинами); ценовая эффективность 75% означает, что, будучи технически эффективным, аграрный сектор может сократить издержки производства одного и того же объема выпуска на 25% в результате оптимизации структуры ресурсов с учетом их цен (издержки каждого ресурса в общих издержках данного выпуска сокращаются на 25%);

- производство технической и ценовой эффективности сельскохозяйственного производства даст его производственную (экономическую) эффективность [10]; производственная эффективность 100% говорит о 100%-ной технической и ценовой эффективности и отражает ситуацию, где больше невозможно снизить издержки производства определенного объема выпуска (4);

- техническая, ценовая, производственная (экономическая) эффективность машинно-тракторного парка равны, соответственно, в силу предыдущих трех аксиом технической, ценовой, производственной (экономической) эффективности сельскохозяйственного производства;

- поскольку сельскохозяйственные машины часто наносят вред окружающей среде, производственную (экономическую) эффективность парка можно скорректировать на коэффициент экоэффективности, определяемый следующим образом (адаптировано на основе [11]):

$$\varepsilon_m = 1 - \frac{d_m}{Q\mu}, \quad (5)$$

где ε_m – экоэффективность машинно-тракторного парка (безразмерная величина);

d_m – денежная оценка экологического ущерба, нанесенного машинно-тракторным парком за определенный промежуток времени;

Q – стоимость сельскохозяйственной продукции, произведенной за определенный промежуток времени;

μ – доля машинно-тракторного парка в себестоимости сельскохозяйственной продукции, произведенной за определенный промежуток времени.

Результаты и обсуждение. Ввиду отсутствия те-

оретического идеала, с которым можно сравнить производительность сельскохозяйственного производства страны, эффективность аграрного сектора, например, России, и, соответственно, российского машинно-тракторного парка необходимо рассчитывать относительно сельского хозяйства другой страны с максимальной производительностью, эффективность которого признается равной 1, или 100%. Прежде всего это касается технической эффективности.

Данный расчет можно реализовать с помощью математического метода анализа среды функционирования (*Data Envelopment Analysis*). Расчет ценовой и, соответственно, производственной эффективности сельского хозяйства (машинно-тракторного парка) России можно будет сделать на основе использования внутренних цен. В конечном счете расчет экономической эффективности покажет, на сколько можно сократить издержки производства при том же объеме сельхозпродукции, который сейчас дает аграрная отрасль России. При этом оценка экоэффективности – отдельная задача, требующая специальной методологии ее расчета.

Позитивный анализ эффективности, представленный выше, целесообразно дополнить нормативным анализом – посредством расчета оптимального объема выпуска сельхозпродукции (что даст представление об оптимальном машинно-тракторном парке) России, при котором максимизируется общественное благосостояние. Другими способами расширения анализа эффективности могут стать изучение источников роста сельскохозяйственной продукции и рассмотрение динамических аспектов, например влияния технологических изменений и инвестиций в НИОКР.

Выводы. В качестве интегрального показателя эффективности машинно-тракторного парка сельского хозяйства предлагается следующий:

$$E_l = TE \cdot PE \cdot \varepsilon_m = EE \cdot \varepsilon_m, \quad (6)$$

где TE – техническая эффективность сельского хозяйства (безразмерная величина);

PE – ценовая эффективность сельского хозяйства (безразмерная величина);

EE – производственная (экономическая) эффективность сельского хозяйства (безразмерная величина).

При этом величина $(1 - EE)$ 100% показывает, на сколько процентов можно сократить общие издержки производства выпуска сельскохозяйственной продукции определенной страны и издержки использования каждого ресурса (в том числе и машинно-тракторного парка). Экоэффективность используют как поправочный коэффициент к экономической эффективности.

Литература

1. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П. Система машин и технологий для комплексной механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства на период до 2020 года // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. – 2013. – № 6. – С. 6-10.
2. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Сизов О.А. Перспективные пути применения энерго- и экологически эффективных машинных технологий и технических средств // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. – 2013. – № 4. – С. 8-11.
3. Горбачев И.В., Лобачевский Я.П., Шогенов Ю.Х., Нефедов А.М. Машинные технологии и технические средства нового поколения для производства конкурентоспособной сельскохозяйственной продукции // *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. – 2014. – № 3. – С. 2-15.
4. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П., Сизов О.А., Ахалая Б.Х. Агротехнологическое и экологическое обоснование эффективности (целесообразности) использования биоактивных технологических способов обработки почвы в системе машинных технологий для обработки залежей и запущенных угодий // *Система технологий и машин для инновационного развития АПК России: Сб. докл. Междунар. науч.-техн. конф. Ч. 1*. – М.: ВИМ, 2013. – С. 129-132.
5. Измайлов А.Ю., Евтюшенков Н.Е. Эффективность новых транспортных технологий в АПК // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. – 2009. – № 2. – С. 32-37.
6. Жук А.Ф., Шубин А.В. Эффективность комбинированных почвообрабатывающих агрегатов АПК-6 и АПК-3 // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. – 2010. – № 5. – С. 18-20.
7. Жалнин Э.В. К дискуссии о методике оценки экономической эффективности сельскохозяйственной техники // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. – 2013. – № 3. – С. 3-9.
8. Сорокин Н.Т., Табашиников А.Т. Методика оценки экономической эффективности сельскохозяйственной техники // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. – 2015. – № 2. – С. 41-44.
9. Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники. – М.: Министерство сельского хозяйства и продовольствия Российской Федерации, 1998. – 219 с.
10. Farrell M.J. The Measurement of Productive Efficiency // *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*. – 1957. – Vol. 120. – № 3. – P. 253-281.
11. Eco-efficiency Indicators: Measuring Resource-use Efficiency and the Impact of Economic Activities on the Environment. – Bangkok, Thailand: UNESCAP, 2009. – 24 p.

INTEGRAL ASSESSMENT OF EFFICIENCY OF A FLEET OF AGRICULTURAL MACHINERY AND TRACTORS

V.M. Korotchenya

All-Russia Research Institute of Mechanization for Agriculture, 1st Institutskiy proezd, 5, Moscow, 109428, Russian Federation, valor99@gmail.com,

An indicator for an integral assessment of efficiency of a fleet of agricultural machinery and tractors is proposed. Its calculating consists in multiplying partial efficiencies together: technical and price efficiency of agricultural production, and eco-efficiency of a fleet of agricultural machinery and tractors. Using an axiomatic method, the concept of efficiency of fleet was studied within broader category of productivity and in wider scales – within agriculture. The most general and obvious statements according to which efficiency of machine and tractor fleet is considered as indirectly settlement size counted proceeding from efficiency of agricultural production, were accepted as axioms. In general, efficiency is a ratio between productivity of an object in question and that of the theoretical ideal or an object with maximum productivity efficiency of which is accepted equal to unity or 100%. Technical efficiency of agricultural production characterizes the ability of an agricultural sector to produce the technically maximum output of agricultural produce obtained from the available resources (land, labor, machines, etc.). Price efficiency evaluates the ability of an agricultural sector to produce output of agricultural produce with regard to employing the optimal mix of resources given their prices. Because the theoretical ideal does not exist, efficiency of an agricultural sector, e.g. in Russia and of its fleet of agricultural machinery and tractors, is measured against agriculture of another country with maximum productivity efficiency of which is accepted as equal to unity or 100 percent. The calculation can be made on the basis of the Data Envelopment Analysis method. It is possible to calculate price and economic efficiency of Russian agriculture (fleet of agricultural machinery and tractors) due to use its domestic prices.

Keywords: Fleet of agricultural machinery and tractors; Efficiency; Productivity.

References

1. Izmaylov A.Yu., Lobachevskiy Ya.P. Sistema mashin i tekhnologiy dlya kompleksnoy mekhanizatsii i avtomatizatsii sel'skokhozyaystvennogo proizvodstva na period do 2020 goda [The system of machines and technologies for integrated mechanization and automation of agricultural production for the period until 2020]. Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii. 2013. No. 6. pp. 6-10 (Russian).
2. Izmaylov A.Yu., Lobachevskiy Ya.P., Sizov O.A. Perspektivnye puti primeneniya energo- i ekologicheskikh effektivnykh mashinnykh tekhnologiy i tekhnicheskikh sredstv [Perspective ways of use of power- and ecologically effective machine technologies and technique]. Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii. 2013. No. 4. pp. 8-11 (Russian).
3. Gorbachev I.V., Lobachevskiy Ya.P., Shogenov Yu.Kh., Nefedov A.M. Mashinnye tekhnologii i tekhnicheskie sredstva novogo pokoleniya dlya proizvodstva konkurentosposobnoy sel'skokhozyaystvennoy produktsii [Machines technologies and equipment of a new generation for the competitive agricultural products production]. Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaystva. 2014. No. 3. pp. 2-15 (Russian).
4. Izmaylov A.Yu., Lobachevskiy Ya.P., Sizov O.A., Akhalaya B.K. Agrotekhnicheskoe i ekologicheskoe obosnovanie effektivnosti (tselesoobraznosti) ispol'zovaniya bioaktivnykh tekhnologicheskikh sposobov obrabotki pochvy v sisteme mashinnykh tekhnologiy dlya obrabotki zalezhey i zapushchennykh ugodiy [Agrotechnical and ecological justification of efficiency (expediency) of use of bioactive technological ways of soil cultivating in system of machine technologies for tilling of long-fallow and neglected lands]: Sb. nauch. dokl. Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. Ch. 1. Moscow: VIM, 2013. pp. 129-132 (Russian).
5. Izmaylov A.Yu., Evtyushenkov N.E. Effektivnost' novykh transportnykh tekhnologiy v APK [Efficiency of new transport technologies in agriculture], Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii. 2009. No. 2. pp. 32-37 (Russian).
6. Zhuk A.F., Shubin A.V. Effektivnost' kombinirovannykh pochvoobrabatyvayushchikh agregatov APK-6 i APK-3 [Efficiency of tillage combines APK-6 and APK-3], Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii. 2010. No. 5. pp. 18-20 (Russian).
7. Zhalnin E.V. K diskussii o metodike otsenki ekonomicheskoy effektivnosti sel'skokhozyaystvennoy tekhniki [To the discussion of assessment methodology of economic efficiency of agricultural machinery], Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii. 2013. No. 3. pp. 3-9 (Russian).
8. Sorokin N.T., Tabashnikov A.T. Metodika otsenki ekonomicheskoy effektivnosti sel'skokhozyaystvennoy tekhniki [Technique of the assessment of agricultural machinery economic efficiency]. Sel'skokhozyaystvennye mashiny i tekhnologii. 2015. No. 2. pp. 41-44 (Russian).
9. Metodika opredeleniya ekonomicheskoy effektivnosti tekhnologiy i sel'skokhozyaystvennoy tekhniki [Methodology of determining economic efficiency of technologies and agricultural machinery]. Moscow: Ministerstvo sel'skogo khozyaystva i prodovol'stviya Rossiyskoy Federatsii, 1998, 219 pp. (Russian).
10. Farrell M.J. The Measurement of Productive Efficiency, Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General). 1957. Vol. 120. No. 3. pp. 253-281 (English).
11. Eco-efficiency Indicators: Measuring Resource-use Efficiency and the Impact of Economic Activities on the Environment. Bangkok, Thailand: UNESCAP. 2009. 24 pp. (English).



ПЕРЕЧЕНЬ СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В 2015 ГОДУ

1

Смирнова Л.А.

Развитие селекции и семеноводства
в Российской Федерации 5

Артюшин А.А., Смирнов И.Г.

Научно-техническое обеспечение применения ГЛОНАСС
в сельскохозяйственном производстве 8

Савельев Г.С., Кочетков М.Н., Овчинников Е.В.

Эффективность газомоторного топлива для сельхозтехники ... 12

Бижаев А.В.

Исследование методов добавок воды к топливу в поршневого
двигателя внутреннего сгорания 16

Евтюшенков Н.Е., Рожин В.Ф.

Потребность в технике для прямоточной и перевалочной
технологий перевозки силоса 20

Черников В.Г.

Исследование основных параметров расстильного
устройства и мощности на перемещение стеблей 24

Старовойтов С.И., Старовойтова Н.П., Чемисов Н.Н.

К определению угла наклона лезвия лемеха ко дну борозды ... 28

Петухов Д.А.

Многофункциональные агрегаты: совмещение
технологических операций почвообработки и посева 32

Ковалёв Н.Г., Романенко А.А., Мазитов Н.К.

Ресурсосберегающее земледелие на основе отечественной
техники 37

Шевченко И.А., Лиходед В.В., Полкусов В.В.

Эффективность применения трепальных машин в составе
линий первичной обработки шерсти 42

2

Лачуга Ю.Ф.

Фундаментальные и поисковые научные исследования НИИ
Отделения сельскохозяйственных наук РАН:
результаты и планы 3

Смирнов В.Н.

Производство комплектующих для сельхозмашин –
ключевая задача импортозамещения 8

Голубкович А.В., Павлов С.А., Левина Н.С., Кондратова Т.А.

Осциллирующий режим сушки клубней топинамбура 11

Левина Н.С., Кондратова Т.А., Бидей И.А.

Исследование процессов сушки клубней топинамбура
при различных способах энергоподвода 16

Золотухин Е.А., Личман Г.И., Нукушев С.О.

Новая высевальная система для дифференцированного
внесения минеральных удобрений 20

Голубев В.В., Фирсов А.С., Рула Д.М.

Оптимизация параметров и режимов работы дискового
пневматического высевального аппарата 24

Кудзаев А.Б., Уртаев Т.А.

Адаптивный энергосберегающий культиватор
для обработки каменистых почв 28

Кудрявцев А.В.

Физические и технологические свойства кочек
закочаренных лугов и пастбищ 33

Романцова С.В.

Снижение потерь и восстановление качества моторных
топлив в АПК 36

Сорокин Н.Т., Табашников А.Т.

Методика оценки экономической эффективности
сельскохозяйственной техники 41

Измайлов А.Ю., Колчин Н.Н., Лобачевский Я.П., Кынев Н.Г.

Современные технологии и специальная техника для
картофелеводства 45

3

Ушачёв И.Г.

Агропродовольственный сектор России в условиях санкций:
проблемы и возможности 3

Кряжков В.М., Годжаев З.А., Шевцов В.Г., Гурылев Г.С.,

Лавров А.В., Ошеров А.Н.

Проблемы формирования инновационного парка
сельскохозяйственных тракторов России 9

Измайлов А.Ю., Хорошенков В.К., Лужнова Е.С.

Управление сельскохозяйственными мобильными агрегатами
с использованием навигационной системы ГЛОНАСС/GPS 15

Хоанг Нгиа Дат, Пархоменко Г.Г., Пахомов В.И., Рыков В.Б., Бырько С.И., Божко И.В.

Функционирование гидродинамического смесителя при
производстве биодизельного топлива из масла яatroфы 21

Бижаев А.В.

Экспериментальная установка для оценки методов
подачи воды в ДВС 26

Докин Б.Д., Ёлкин О.В., Лапченко Е.А.

Техническое обеспечение сроков проведения
полевых работ в условиях Сибири 30

Кулешов М.С., Макаров В.А., Марченко Н.М.

Распределение воздушно-минеральной смеси по каналам
штанговой машины для внесения удобрений 34

Норчаев Д.Р.

Обоснование параметров энергосберегающего
подкапывающего рабочего органа 38

Измайлов А.Ю., Колчин Н.Н., Лобачевский Я.П., Кынев Н.Г.

Современные технологии и специальная техника для
картофелеводства 43

4

Кряжков В.М., Годжаев З.А., Шевцов В.Г., Гурылев Г.С.,

Лавров А.В., Ошеров А.Н.

Проблемы формирования инновационного парка
сельскохозяйственных тракторов России 5



Хамуев В.Г.

Распределение скоростей воздушного потока в глубоком пневмосепарирующем канале 12

Колос В.А., Сапьян Ю.Н., Пугачёв П.М.

Анализ энергоэффективности внутрихозяйственного биотопливного цеха (на примере производства моторного топлива из маслосемян рапса) 16

Артюшин А.А., Евтюшенков Н.Е., Шилова Е.П., Гришин А.А.

Испытания системы мониторинга сменных кузовов 21

Джаббаров Н.И., Добринов А.В.

Восстановление залежных земель в условиях повышенного увлажнения 25

Керученко Л.С., Веретено И.В.

Влияние добавок масел растительного происхождения на смазывающие свойства дизельного топлива 29

Нагорский Л.А., Олдырев С.М.

Выбор рациональной комплектации установки для очистки отработанных масел 33

Брежнев А.Л.

Совершенствование технологий возделывания ячменя с применением микроудобрений в условиях Центрально-Черноземной зоны 37

Анисимова Т.Ю., Каскин К.К., Лукашин Е.А.

Влияние равномерности внесения птичьего помета на урожайность зерновых культур 40

Корниенко И.О.

Техническое обеспечение технологий обработки почвы и посева яровых зерновых культур в Сибири 44

5

Орлик И.Л.

Техническое перевооружение АПК нуждается в наращивании государственной поддержки 3

Измайлов А.Ю., Хорошенков В.К., Лужнова Е.С., Афонина И.И., Колесникова В.А.

Самонастраивающаяся система автоматического управления посевным агрегатом 4

Лобачевский Я.П., Старовойтов С.И., Чемисов Н.Н.

Энергетическая и технологическая оценка почвообрабатывающего рабочего органа 10

Годжаев З.А., Гончаренко С.В., Валеев Д.Х., Карабцев В.С.

Расчетно-экспериментальная оценка технических характеристик шин грузовых автомобилей 14

Аксёнов А.Г., Емельянов П.А., Овтов В.А., Сибирёв А.В.

Катушечно-вильчатый высаживающий аппарат для ориентированной посадки лука-севка 20

Голубкович А.В., Пехальский И.А., Лукин И.Д., Марин Р.А.

Моделирование тепло- и массопереноса при осциллирующей сушке зерна в мобильной зерносушилке 25

Измайлов А.Ю., Сорокин К.Н.,

Совершенствование элементов теории кавитационной дисперсии торфа 29

Кем А.А., Чекусов М.С., Черемисин А.И.

Ротационная борона для грядковых обработок посадок картофеля 34

Бейлис В.М.

Структура и классификация машинных технологических систем в растениеводстве 38

Тихомиров А.В., Маркелова Е.К., Уханова В.Ю.

Топливо-энергетические ресурсы на базе энергоэкономных технологий и технических средств в сельском хозяйстве 43

Бижаев А.В.

Математическая модель оценки влияния эффекта подачи воды в камеру сгорания дизеля 49

Развитие интеллектуальных машинных технологий в АПК России 51

6

17-я Российская агропромышленная выставка «Золотая осень –2015» 3

Лобачевский Я.П., Ахалая Б.Х., Сизов О.А., Ловкис В.Б.

Экономически эффективный и экологически обоснованный способ уплотненных посевов сельхозкультур 4

Пехальский И.А.

Универсальная классификация травматических повреждений внутренних структур семян сельскохозяйственных культур 9

Шибряева Л.С., Тертышная Ю.В., Пальмина Д.Д., Левина Н.С.

Биодеградируемые полимеры как материалы для высева семян зерновых культур 14

Блохин Ю.И., Ананьев И.П., Зубец В.С.

Исследование частотно-влажностных диэлектрических характеристик кормовых трав 19

Миронов Д.А., Лискин И.В., Сидоров С.А.

Влияние геометрических параметров долота на тяговые характеристики и ресурс лемехов отечественных плугов 25

Мосяков М.А., Зволинский В.Н.

Комбинированный почвообрабатывающий агрегат для основной и предпосевной обработки почвы 30

Марченко Л.А., Мочкова Т.В., Колесникова В.А., Козлова А.И.

Состояние производства и применения жидких минеральных удобрений в сельском хозяйстве 36

Гайбарян М.А., Ушаков О.В., Соколин В.М.

Новые технические решения в технологической линии для производства гуминовых удобрений 42

Коротченя В.М.

Интегральная оценка эффективности машинно-тракторного парка сельского хозяйства 46

Александру Александровичу Ежевскому – 100 лет!



*3 ноября 2015 года
исполнилось 100 лет
Почетному академику
Россельхозакадемии,
Герою Социалистического труда
Ежевскому
Александру Александровичу*

Уважаемый Александр Александрович!

Коллектив Всероссийского научно-исследовательского института механизации сельского хозяйства (ВИМ) сердечно поздравляет Вас с Юбилеем!

Начав свою трудовую деятельность в 15 лет учеником токаря, Вы прошли славный путь от главного инженера до высоких постов руководителя государственного значения.

В годы Великой Отечественной войны Вы принимали активное участие в организации выпуска техники для нужд фронта.

В послевоенное время все силы и талант организатора Вы отдавали становлению технического оснащения АПК страны.

Известна Ваша деятельность на посту директора Иркутского, Алтайского заводов, завода «Ростсельмаш».

Начиная с 1954 года Вы работали на государственных постах в должностях заместителя, а затем министра тракторного и сельскохозяйственного машиностроения. Эти годы знаменуются расширенной постановкой на производство новейшей высококачественной техники для сельского хозяйства.

С декабря 1962 года Вы в течение 18 лет работали Председателем Всесоюзного объединения «Союзсельхозтехника», всемерно способствуя продвижению современных машин для села.

С 1992 по 2005 год Вы работали Главным Советником Президиума Торгово-промышленной палаты СССР и Главным Советником ОАО «Тракторэкспорт».

В течение последних лет Вы принимали непосредственное участие в становлении и развитии общественной организации «Союз машиностроителей России».

Ваши труды высоко оценены государством.

Вы – Герой Социалистического труда, Депутат Верховного Совета СССР, кавалер четырех орденов Ленина, двух орденов Трудового Красного Знамени, двух орденов «За заслуги перед Отечеством», многими медалями, почетными грамотами Министерства сельского хозяйства и Россельхозакадемии.

В этот знаменательный день разрешите пожелать Вам, Александр Александрович, крепкого здоровья, благополучия, успехов в дальнейшей творческой деятельности и претворения в жизнь новых идей на благо нашей Родины.

От имени сотрудников ВИМ,

директор

А.Измайлов

ПОДПИСКА 2016

КАК
подписаться
на журнал?



ВНИМАНИЮ ЧИТАТЕЛЕЙ!

Подписку на второе полугодие 2016 г. можно оформить
до 20 июня включительно
в почтовых отделениях связи
по каталогу агентства «РОСПЕЧАТЬ»
Подписной индекс **35825**

ЖУРНАЛ

«СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ МАШИНЫ И ТЕХНОЛОГИИ»
ВКЛЮЧЕН В ПЕРЕЧЕНЬ ВАК

Редакция журнала:

Тел.: 8 (499) 174-88-11, 8 (499) 174-89-01

E-mail: smit@vim.ru