

Техника и оборудование для села

Machinery and Equipment for Rural Area

Сельхозпроизводство • Переработка • Агротехсервис • Агробизнес

**15–20%
субсидия**

по Программе 1432*



TUSCANO для российских аграриев!

Информацию об участии в Программе субсидирования техники можно получить на сайте Министерства сельского хозяйства РФ и у официального дилера CLAAS в регионе.

* постановление Правительства РФ от 27.12.2012 N 1432 «Об утверждении Правил предоставления субсидий производителям сельскохозяйственной техники».



Подпишитесь на новостную рассылку CLAAS, чтобы всегда быть в курсе событий.

CLAAS





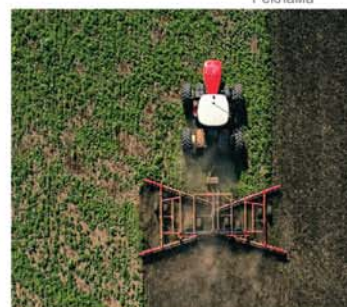
ГЛАВНЫЙ В ПОЛЕ*

ГРУППА КОМПАНИЙ РОСТСЕЛЬМАШ ОБЪЕДИНЯЕТ 13 ПРЕДПРИЯТИЙ.

На 10 производственных площадках в 4 странах выпускается техника под брендами ROSTSELMASH и VERSATILE. Продуктовая линейка компании включает в себя более 150 моделей и модификаций 24 типов техники, в том числе зерно- и кормоуборочных комбайнов, тракторов, опрыскивателей, кормозаготовительного и зерноперерабатывающего оборудования и др.



Реклама



*По данным Росстата за 2010-2016 годы, основано на наибольшей величине поступлений новых комбайнов в с/х предприятия РФ

ГОРЯЧАЯ ЛИНИЯ
8 800 250 60 04
 Звонок бесплатный на территории России
www.rostselmash.com

ROSTSELMASH
Professional Agrotechnics

ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СЕЛА

MACHINERY AND EQUIPMENT FOR RURAL AREA

В НОМЕРЕ

Техническая политика в АПК

Сорокин Н.Т., Денисов А.В., Машков И.С., Грачев Н.Н. Комплексная оценка экологической опасности и охраны труда на основе FMEA-анализа в сельхоз-предприятии 2

Технико-технологическое оснащение АПК: проблемы и решения

TUCANO И LEXION – традиции и инновации в мире сельхозтехники 6
Выбор зерноуборочного комбайна – географический вопрос? 8

Инновационные технологии и оборудование

Личман Г.И., Смирнов И.Г., Хорт Д.О., Филиппов Р.А. Применение систем технического зрения в машинных технологиях в садоводстве 10
Алябьев А.Ф., Калинин С.Ю., Котов А.А. Исследование взаимодействия гусеницы трактора с почвой 18
Ковалев М.М., Кондрашов В.А. Определение зависимости движущей силы игольчатой бороны от сопротивления почвы проколу и числа одновременно заглубляющихся игл 22
Дородов П.В., Максимов П.Л., Давыдов Н.Д. Обоснование модернизации пруткового элеватора копателя-сборщика картофеля КСК-1 путем использования композитных материалов 27
Медведев Ю.А. Устройство очистки семян карусельного типа 32
Борознин А.В. Система автоматического регулирования производительности вакуумной установки доильного оборудования 34

Агротехсервис

Титов Н.В., Коломейченко А.В. Применение карбовибродугового упрочнения для повышения износостойкости долот лемехов плугов 38

Аграрная экономика

Мухаметгалиев Ф.Н., Зиганшин Б.Г., Ситдикова Л.Ф. Совершенствование методики оценки земель на основе результатов паспортизации полей 42

Возобновляемая энергетика

Карпачев С.П., Диев Р.И. Моделирование технологических процессов уборки древесины естественного отпада на нужды биоэнергетики 46

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).
Полные тексты статей размещаются на сайте электронной научной библиотеки eLIBRARY.RU: <http://elibrary.ru>

Журнал включен в международную базу данных AGRIS ФАО ООН

Входит в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук по отраслям науки, соответствующим профилю журнала (технические и экономические науки), как издание, входящее в международную базу данных AGRIS (приказ Минобрнауки России от 25.07.2014 № 793).

Редакция журнала:

141261, г.п. Правдинский Московской обл., ул. Лесная, 60

Тел. (495) 993-44-04. Факс (496) 531-64-90

fgnu@rosinformagrotech.ru; r_technica@mail.ru

www.rosinformagrotech.ru

Отпечатано в ФГБНУ «Росинформагротех»

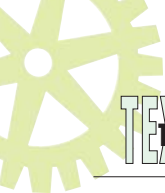
Подписано в печать 22.06.2017 Заказ 510

© «Техника и оборудование для села», 2017

**Техника
и оборудование
для села**

Сельхозпроизводство • Переработка • Упаковка • Хранение

Перепечатка материалов, опубликованных в журнале,
допускается только с разрешения редакции.



УДК 502/504:001.8502.175

Комплексная оценка экологической опасности и охраны труда на основе FMEA-анализа в сельхозпредприятии

Н.Т. Сорокин,

д-р экон. наук, директор,
n.sorokin.vnims13@yandex.ru

А.В. Денисов,

зав. отделом,
vnims@rambler.ru

И.С. Машков,

зам. зав. отделом,
gnu@vnims-ryazan.ru

Н.Н. Грачев,

вед. науч. сотр., канд. экон. наук, доц.,
gnu@vnims-ryazan.ru
(ФГБУ ВНИМС)

Аннотация. Даны показатели значимости рисков в области экологической опасности и охраны труда, приведены их характеристики. Представлены результаты комплексной оценки экологической опасности и охраны труда ООО «Малинищи» Пронского района Рязанской области, выполненной по методике, основанной на методологии FMEA-анализа. Даны предложения по совершенствованию управления экологической безопасностью и охраной труда в условиях развития органического земледелия.

Ключевые слова: экологическая опасность, охрана труда, реализация методики оценки.

Актуальность проблемы охраны окружающей среды, следовательно, охраны труда работников сельскохозяйственного производства возрастает в современных условиях в связи с загрязнением природных ресурсов, деятельностью аграрного производства, а также промышленных, строительных и других несельскохозяйственных предприятий. Эти загрязнения ведут к профессиональным заболеваниям, снижению плодородия почвы и ее продуктивности, ухудшению качества воды, атмосферы, наносят ущерб растениеводству и животноводству, что влечет за собой недополучение сель-

скохозяйственной продукции и ухудшение ее качества. Экологические проблемы сегодня являются одними из наиболее важных и глобальных.

Цель исследования – разработка методики комплексной оценки экологической опасности и охраны труда в условиях развития органического земледелия для сельхозпредприятий.

Отдельные аспекты вопросов оценки экологической опасности и охраны труда при использовании средств химизации в сельском хозяйстве России были рассмотрены в работах российских ученых. Например, в работе ВНИМСа [1] представлена методика оценки экологической опасности процессов обеспечения пестицидами сельхозтоваропроизводителей, освещаются методы оценки экологической опасности процессов организации и технологии хранения, погрузочно-разгрузочных операций, транспортировки, однако совсем не рассмотрены процессы применения пестицидов непосредственно сельхозтоваропроизводителями.

Вопросы оценки и управления профессиональными рисками в сельскохозяйственном производстве освещены в монографии Н.Н. Грачёва [2], а также в статье Н.Т. Сорокина и др. [3].

В учебно-методическом пособии Л.А. Инжиновой [4] дана классификация эколого-экономических рисков, рассмотрены этапы риск-анализа. Центральное место в работе отведено управлению эколого-экономическими сельскохозяйственными рисками.

Имеется опыт исследований по оценке рисков в других видах экономической деятельности. Например, разработка методических основ комплексной оценки и районирования экологической опасности и управления экологической безопасностью на

уровне регионов и муниципальных образований России представлена в работе Т.А. Мусихиной [5].

В патенте «Способ комплексной оценки экологической обстановки и эффективности экологического менеджмента» [6] при проведении мониторинга осуществляют оценку изменения во времени показателей качества окружающей среды.

В работах В.Н. Данилина, В. Мирошникова и др. [7, 8] предлагаются методики оценки рисков с использованием методологии FMEA-анализа (Failure Mode and Effect Analysis – анализ видов (причин) и последствий отказов).

В результате проведенного анализа и обобщения существующих методов был сделан вывод о том, что действующие методы оценки экологической опасности и охраны труда недостаточно эффективны и не решают в комплексе все насущные вопросы. Поэтому предлагается комплексная методика оценки экологической опасности и охраны труда, основанная на методологии FMEA-анализа с учетом специфики работы сельхозпредприятий при использовании средств химизации.

Предлагаемая методика основана на трех основных положениях [8].

1. Оценка. Для любого потенциального риска определяются три показателя:

- значимость, определяемая с точки зрения тяжести последствий реализации данного риска;
- вероятность появления данного риска;
- возможность обнаружения данного риска до проявления его последствий.

Каждый показатель оценивается по 10-балльной шкале.

2. Команда. Работа над проектом

ведется временным коллективом специалистов разного профиля (от четырех до восьми человек) методом «мозгового штурма».

3. Анализ и критика. Входящие в FMEA-команду специалисты должны обладать не просто высокой квалификацией, крайне важна их способность формулировать «нехорошие» вопросы, направленные на выявление потенциальных рисков.

Применительно к разрабатываемой методике комплексной оценки экологической опасности и охраны труда при применении средств химизации критерием оценки значимости является значение приоритетного числа рисков (ПЧР), определяемое по уравнению

$$ПЧР = S \times I \times O, \quad (1)$$

где S – критерий значимости последствий;

I – критерий возникновения опасности;

O – критерий обнаружения опасности.

Значение критерия значимости последствий (S) риска в области экологической безопасности и охраны труда определяется по риску для здоровья работников и экологическим рискам (табл. 1-2).

Квалиметрическая оценка (количественная оценка качества) критериев возникновения опасности (I) представлена в табл. 3, критериев обнаружения опасности (O) – в табл. 4.

При установлении критерия значимости последствий (S) необходимо учитывать, что у каждого вида опасности может быть множество последствий в зависимости от организационных особенностей, технической и технологической оснащенности сельскохозяйственного производства.

Критерий возникновения опасности (I) устанавливается исходя из реальных данных по проявившимся опасностям или при их отсутствии – на основании мнения экспертов.

Балл обнаружения опасности (O) определяется экспертным методом – оперативностью обнаружения и реагирования на возможную опасность.

Таблица 1. Критерии оценки значимости (S) последствий для здоровья работников

Критерии	Число баллов
Незначительное превышение нормативов по безопасности и условиям труда	1
Несоблюдение политики организации в части соответствия нормативным требованиям	2
Возможность несчастного случая с переводом на легкий труд	3
Возможность профессионального заболевания без потери трудоспособности	4
Возможность несчастного случая с потерей трудоспособности более трех суток	5
Возможность профессионального заболевания	6
Возможность несчастного случая с тяжелым исходом	7
Возможность группового несчастного случая с тяжелым исходом	8
Возможность несчастного случая с летальным исходом	9
Возможность группового несчастного случая с летальным исходом	10

Таблица 2. Критерии оценки значимости (S) экологических последствий

Критерии	Число баллов
Отсутствие загрязнения окружающей среды	1
Возможность незначительного загрязнения при проведении специальных исследований	2
Возможность незначительного загрязнения в пределах санитарно-защитной зоны объекта	3
Возможность загрязнения в пределах санитарно-защитной зоны объекта, обнаруживаемого в ходе регулярного мониторинга	4
Возможность загрязнения в пределах территории административного района места расположения объекта	5
Возможность загрязнения в пределах территории административного района места расположения объекта, обнаруживаемого по результатам единичных замеров	6
Возможность загрязнения в пределах административной области	7
Возможность загрязнения в пределах административной области, обнаруживаемой при визуальном осмотре	8
Возможность загрязнения в пределах государственного /международного влияния	9
Возможность загрязнения в пределах государственного /международного влияния, наличие которого известно незначительно	10

Таблица 3. Критерии оценки возникновения опасности (I)

Вероятность возникновения	Последствия воздействия	Число баллов
Очень высокая	Возникновение данного риска неизбежно	10
	Очень высокая вероятность проявления риска	9
Высокая	Высокая вероятность проявления риска	8
	Частое возникновение рисков данного типа	7
Умеренная	Данный риск имеет равные шансы проявления и не проявления	6
	Умеренное возникновение рисков данного типа	5
	Редкое возникновение рисков данного типа	4
Низкая	Вероятность проявления сведена к минимуму	3
	Низкая (условия возникают в отдельных случаях)	2
Малая	Наступление риска маловероятно	1

Таблица 4. Критерии оценки обнаружения опасности (О)

Возможность обнаружения	Критерии выявляемости	Число баллов
Почти наверняка	Существующие способы контроля позволяют выявить возникшую ситуацию практически немедленно	1
	Реагирование может быть незамедлительным	2
Высокая	Высокая возможность обнаружения условий возникновения риска	3
	Быстрая реакция возможна	4
Средняя (условия могут возникнуть)	Средняя возможность обнаружения условий возникновения риска	5
	Требуется некоторое время на реагирование	6
Маловероятно	Низкая возможность обнаружения условий возникновения риска	7
	Быстрая реакция невозможна	8
Невероятно	Условия возникновения риска в приемлемый период времени выявлены не будут	9
	Быстрая реакция невозможна	10

Таблица 5. Возможные граничные уровни рисков

Уровни риска	ПЧР, баллы	Необходимые меры
Недопустимый	>300	Разработка программы по управлению риском
Нежелательный	151-300	Разработка мероприятий по управлению риском
Допустимый	51-150	Разработка документированной процедуры
Минимальный	2-50	Проведение инструктажей
Ничтожный	1	Не требует проведения мероприятий

В качестве наиболее опасных факторов воздействия на окружающую среду и работников при осуществлении сельскохозяйственных технологий можно выделить следующие:

- применение агрохимикатов и пестицидов;
- загрязнение почвы тяжелыми металлами;
- животноводческие стоки и выброс вредных газов в атмосферу из животноводческих помещений;
- отрицательное воздействие сельскохозяйственных машин на работников, почву, окружающую среду и др.

Анализ факторов воздействия на работников и окружающую среду по материалам обследования объектов и изучения сельскохозяйственных технологий позволил сформировать перечень показателей опасности или безопасности для здоровья работников и окружающей среды с соответствующими характеристиками.

Характеристики оцениваемых показателей сформулированы разработчиками данной методики с учетом

специфики работы сельхозпредприятий при использовании средств химизации.

Показатели опасности включают в себя характеристики расположения объектов хранения средств химизации на местности, их состояния, оснащения оборудованием, объемов и технологий хранения, транспортных и погрузочно-разгрузочных работ, применения пестицидов и агрохимикатов с учетом требований охраны труда, а также характеристики содержания солей тяжелых металлов в почвах, состояния утилизации отходов, сопутствующих производству (навоз, сточные воды, горюче-смазочные материалы, биологические отходы).

Команда, состоящая из экспертов по идентификации и оценке рисков по каждой опасности и причине ее возникновения, рассчитывает приоритетное число риска (ПЧР), суммарное приоритетное число риска, а затем сравнивает его с допустимым граничным числом риска (ПЧРгр, табл. 5).

Оценка показателей проводится с учетом инструментальных замеров различных факторов и сравнения их

с действующими нормами ПДК, ПДУ, СП и СанПиН.

Допустимое граничное число риска (ПЧРгр) устанавливается, как правило, в пределах 100-150 баллов. По усмотрению экологической службы и службы охраны труда предприятия для некоторых возможных ситуаций ПЧРгр может быть установлено менее 100 баллов.

Для ориентировки по возможным уровням рисков рекомендуется пользоваться табл. 5.

Результатом оценки риска является количественная оценка его степени. Эти данные являются основанием для принятия управленческих решений по ограничению риска.

Результаты итоговой комплексной оценки показателей экологической опасности и охраны труда в ООО «Малинищи» Пронского района Рязанской области приведены в табл. 6.

В связи с отсутствием складских помещений для агрохимикатов и пестицидов в ООО «Малинищи» оценка данных объектов и технологий не производилась. Закупленные предприятием агрохимикаты и пестициды находятся на ответственном хранении на складе поставщика и доставляются в хозяйство по мере необходимости и сразу используются.

По результатам оценки применения пестицидов и агрохимикатов получено ПЧР 27 баллов, указывающее в соответствии с разработанной методикой (см. табл. 5) на минимальный риск. Необходимые мероприятия при данном риске – проведение инструктажей по охране труда.

Оценка содержания солей тяжелых металлов в почве показывает на достаточно высокую величину ПЧР – 100 баллов, что требует разработки мероприятий по управлению риском.

Оценка утилизации отходов, сопутствующих производству, получает максимальную величину ПЧР – 160 баллов, что также вызывает необходимость разработки мероприятий по управлению риском.

Общий балл ПЧР, получаемый ООО «Малинищи» по результатам комплексной оценки экологической опасности и охраны труда, равен 160. Таким образом, для предприятия

Таблица 6. Пример итоговой комплексной оценки экологической опасности и охраны труда в ООО «Малинищи»

Показатель опасности	Оценка показателя			ПЧР
	балл значимости S	балл воздействия I	балл вероятности возникновения O	
Расположение объекта хранения средств химизации на местности	-	-	-	-
Материально-техническое состояние объекта хранения средств химизации	-	-	-	-
Оборудование технологических площадок объекта хранения средств химизации	-	-	-	-
Объемы и ассортимент хранения пестицидов	-	-	-	-
Проведение обезвреживания объектов хранения средств химизации	-	-	-	-
Технология хранения средств химизации	-	-	-	-
Проведение погрузочно-разгрузочных работ с помощью средств механизации	-	-	-	-
Профилактика пожаров	-	-	-	-
Проведение транспортировки средств химизации	-	-	-	-
Применение пестицидов и агрохимикатов	3	3	3	27
Содержание солей тяжелых металлов в почве	4	5	5	100
Утилизация отходов, сопутствующих производству	4	8	5	160
Объем хранения минеральных удобрений	-	-	-	-
Результаты суммарной оценки	4	8	5	160

требуется разработка мероприятий по управлению рисками по отдельным направлениям экологической безопасности и охраны труда.

Предложения по этим вопросам сводятся к следующим моментам:

- при эксплуатации и ремонте сельскохозяйственной техники необходимо осуществлять сбор и утилизацию топливно-смазочных и моющих средств;

- при проведении работ в растениеводстве, связанных с использованием удобрений и пестицидов, следует проводить агрохимические исследования на предмет присутствия в почве тяжелых металлов и нейтрализацию вредных факторов от их воздействия с помощью гуминовых препаратов и известкования;

- при обслуживании сельскохозяйственных животных необходимо

организовать хранение и утилизацию отходов животноводства в соответствии с действующими СНиП и СанПиН.

Список

использованных источников

1. Разработать методику оценки экологической опасности процессов обеспечения пестицидами сельхозтоваропроизводителей: отчет о НИР / (заключ. Рязань: ФГБНУ ВНИМС) науч. рук. Т.Г. Солдатов; исполн. Е.А. Федорова [и др.]. Рязань: ФГБНУ ВНИМС, 2014. 143с.

2. Грачев Н.Н. Организационно-экономические аспекты совершенствования охраны труда в сельском хозяйстве: науч. изд. Рязань: ФГБНУ ВНИМС, 2014. 320 с.

3. Сорокин Н.Т., Денисов А.В., Грачев Н.Н. Проблемы профилактики профзаболеваний работников, связанных с использованием средств химизации в сельском

хозяйстве // Техника и оборудование для села. 2016. № 2. С. 2-6.

4. Инжинова Л.А. Современные технологии управления сельскохозяйственными и экономико-экологическими рисками: учеб. пособие. М.: РУДН, 2008. 207 с.

5. Мусихина Т.А. Комплексная оценка и районирование экологической опасности и управление экологической безопасностью регионов России: автореф. дис. ... д-ра геогр. наук: 25.00.36. М., 2011. 35 с.

6. Способ комплексной оценки экологической обстановки и эффективности экологического менеджмента: пат. 2243554 Рос. Федерация: МПК G 01 N33/00 / Пазюк Ю.В., Семечкин А.Е., Колмогоров В.П.; заявитель и патентообладатель Некоммерческое партнерство «Экспертно-консультационный центр по сертификации материалов и эффективных технологий». № 2243554; заявл. 17.05.04; опубл. 27.12.2004, Бюл. № 32, 13 с.

7. Данилин В.Н., Степаненко С.В., Корягин А.В., Ермалаев Е.Ю. Разработка методики оценки рисков в области промышленной безопасности, охраны труда и окружающей среды на ОАО «Кубаньтрансойл» // Охрана труда и техника безопасности на промышленных предприятиях. 2010. № 7. С. 23-27.

8. Мирошников В., Филипчук А. FMEA-методология для качественной оценки рисков инвестпроектов [Электронный ресурс] // Современные технологии управления. 2013. № 12. URL: <http://www.cfin.ru/finanalysis/invriskFMEA-methodology.shtml> (дата обращения: 11.4.2017).

Comprehensive Assessment of Environmental Threat and Labor Protection on the Basis of FMEA Analysis at Agricultural Enterprises

N.T. Sorokin, A.V. Denisov, I.S. Mashkov, N.N. Grachev

Summary. The significance indicators of risks in the field of environmental threats, labor safety and their characteristics are given. The results of a comprehensive assessment of environmental threat and labor protection at Malinishchi LLC, Pronskey District of the Ryazan Region, based on the methodology of FMEA analysis, are presented. Proposals are made to improve environmental safety management and labor protection under organic farming conditions.

Key words: environmental threat, labor protection, implementation of assessment technique.

TUCANO И LEXION – традиции и инновации в мире сельхозтехники

Главным принципом компании CLAAS в течение всех лет существования немецкого производителя являются стремление к постоянному совершенствованию технологий и развитию инноваций при создании сельскохозяйственной техники. Именно это позволяет комбайнам CLAAS из года в год поддерживать постоянно высокие показатели по производительности и обеспечивать низкие затраты на каждую собранную тонну зерна. То, что предлагают инженеры-конструкторы CLAAS для аграриев в текущем уборочном сезоне, рассмотрено в этой обзорной статье.

О технических решениях

Большой шаг в направлении дальнейшего повышения производительности комбайна TUCANO компания CLAAS сделала, увеличив до 570 мм диаметр ротора в роторной сепарации ROTO PLUS, что создает большее центробежное усилие и обеспечивает эффективную сепарацию зерна уже на незначительных оборотах. При этом для максимальной гибкости и адаптации к различным культурам частота вращения плавно регулируется в терминале CEBIS от 480 до 920 мин⁻¹.

Более высокая производительность комбайна означает, что за меньшее количество времени он способен обработать большую площадь. Чтобы обеспечить более длительную работу комбайна, CLAAS оснастила модели TUCANO 580, 570 и 450 зерновым бункером объемом 10 000 л. Чтобы сохранить время выгрузки, на 50% увеличен диаметр зернового шнека и усилен привод. Благодаря этому даже при высоком урожае сельхозкультуры TUCANO обладает резервом для достижения максимальной производительности.

Комбайном премиум-класса по-прежнему и по праву остается LEXION. В нем всегда воплощаются новейшие достижения научных исследований в сфере механики и электроники.

Среди интересных инноваций можно отметить повышение комфортности настройки качества измельчения. Терочное днище в новом измельчителе соломы теперь имеет гидравлическую регулировку. Это дает возможность корректировать качество измельчения в CEBIS непосредственно во время работы и моментально реагировать на меняющиеся в ходе уборки условия.

Кроме того, непосредственно из кабины с использованием системы CEBIS можно переключать измельчитель соломы из режима укладки в валок в режим распределения измельченной массы. Такая регулировка занимает всего несколько секунд, и в зависимости от потребностей фермера солома может выгружаться по-разному.

Также в LEXION был увеличен (до 13 500 л) объем зернового бункера, что повышает общую эффективность комбайна. При этом скорость выгрузки зерна до 130 л/с сокращает время, которое требуется для полного освобождения бункера, и позволяет механизатору больше внимания уделять уборке.

Об электронике

Одними из главных преимуществ зерноуборочного комбайна TUCANO, обеспечившими ему популярность в России, являются результативность и универсальность. Он одинаково эффективно может работать при уборке различных культур – от пшеницы до риса. Несмотря на то, что работа с разными культурами требует внесения множества изменений в настройку машины, с этого года во всех





моделях TUCANO предусмотрены запрограммированные на заводе-изготовителе настройки для работы с 35 культурами (по 8 ключевым параметрам). Механизатор имеет возможность сохранить собственные, полученные в результате работы, значения, создать списки избранных настроек и моментально вызывать их через поворотный выключатель NOTKEY.

«Один в поле не воин» – гласит народная мудрость. Так и комбайн не может работать в поле один – без обеспечения транспортной логистики. Особенно сложно, когда в поле выходит несколько единиц, а то и десятков комбайнов. Современные интернет-технологии позволяют не только видеть, но и контролировать и организовывать слаженную работу всей техники в логистической цепи. Для своих клиентов компания CLAAS разработала специальное приложение FLEET VIEW, которое в режиме реального времени информирует всех механизаторов об уровне заполнения бункера и месте расположения всех машин парка. Таким образом, время простоя комбайна с полным бункером можно свести к нулю.

Использовать потенциал комбайна LEXION на все 100% позволяет разработанная CLAAS система CEMOS AUTOMATIC. Она непрерывно, самостоятельно и автоматически определяет оптимальные настройки работы всех агрегатов и компонентов комбайна, а это в общей сложности порядка 50 параметров. Регулируя процессы сепарации и очистки, адаптируя работу машины к меняющимся условиям уборки, CEMOS AUTOMATIC автоматически решает основные задачи, стоящие перед аграриями: повышение производительности, обеспечение высочайшего качества зерна и минимизация расхода топлива. С этого года управление системой можно осуществлять непосредственно через установленный на машине модуль CEBIS. Логика управления и навигации аналогична всем остальным функциям комбайна. Также у механизатора есть возможность выбрать одну из четырех стратегий оптимизации: максимальная произ-



водительность, минимальный расход топлива/качество соломы, высокое качество обмолота, сбалансированное соотношение; требуется лишь задать системе желаемый результат, а все настройки CEMOS AUTOMATIC выполнит самостоятельно.

Жатки. О технических решениях

Процесс технологического совершенствования затронул и агрегируемые с комбайнами жатки. В частности, на российском рынке появилось новое поколение жаток CLAAS VARIO и модернизированы жатки CERIO. В первых была увеличена производительность, улучшен поток растительной массы, повышена надежность и уменьшен объем техобслуживания, они стали более гибкими и комфортными в эксплуатации. К примеру, их переоборудование на уборку рапса теперь занимает всего несколько минут. Для этого требуется лишь заменить стеблеотделители на рапсовые ножи – и все это без использования каких-либо инструментов, при помощи двух специальных быстросъемных приспособлений. Одно из наиболее значимых преимуществ жаток VARIO – высококачественная технология привода шнека жатки и мотовила с оптимизированными граблинами. Оба приводятся в движение механически от коробки передач и карданного вала. Также разделен от шнека и мотовила режущий аппарат с граблинами, который приводится в движение одновременно с двух сторон (слева и справа). Это гарантирует плавную и стабильную работу в любых условиях уборки урожая, а следова-

тельно, способствует тому, что модели жаток VARIO могут работать на высоких скоростях. В жатках CERIO, как и в VARIO, но только вручную, для оптимизации потока растительной массы можно отрегулировать стол на высоту от -10 до +10 см от стандартного положения. Вся рама, подающий шнек, приводы и мотовило жаток идентичны серии VARIO, кроме того, они имеют функцию автоматической парковки мотовила.

Специалисты компании CLAAS отмечают, что в текущем сельскохозяйственном сезоне наблюдается повышенный интерес российских аграриев к зерноуборочным комбайнам TUCANO. Это связано с тем, что произведенные на краснодарском заводе «КЛААС» комбайны TUCANO в 2017 г. реализуются на российском рынке со скидкой 15-20% благодаря включению их в перечень техники, на которую распространяется действие программы субсидирования производителей сельскохозяйственной техники в рамках постановления Правительства Российской Федерации № 1432.

Также с 2016 г. комбайны TUCANO реализуются компанией АО «Росагролизинг» по системе федерального лизинга со сроком договора до 10 лет, первоначальным взносом от 7% и удорожанием в год от закупочной цены от 2%.

Более подробно со всеми инновациями, внедренными в зерноуборочные комбайны TUCANO и LEXION, а также их техническими характеристиками, можно ознакомиться на всех традиционных региональных днях поля и полевых мероприятиях CLAAS.

На правах рекламы.

Выбор зерноуборочного комбайна –



В предыдущей публикации мы говорили о том, что сама по себе урожайность полей не является единственным и достаточным критерием выбора зерноуборочного комбайна, поскольку условия уборки могут различаться весьма и весьма серьезно, и пообещали вывести «среднее арифметическое» подбора из линейки Ростсельмаш.

Подбор ЗУК по агротехнической зоне

В России представлено десять агротехнических зон, практически все они находятся в зоне рискованного земледелия. В статье даются краткие характеристики каждой из них с рекомендациями по выбору зерноуборочной техники.

1 зона. Северо-Запад. Характеризуется низкой урожайностью. Вероятность высокой влажности зерна при уборке составляет порядка 90%. Поля отличаются засоренностью камнями и небольшой длиной гона – 150-400 м, часть полей имеет гон менее 150 м.

Теоретически при таких условиях следует приобретать зерноуборочные комбайны 3-5 классов. Из линейки Ростсельмаш: VECTOR 410 (4 класс), ACROS 550/585 (5 класс). Однако практика показала, что здесь также эффективны двухбарабанные машины, в том числе RSM 161.

2 зона. Центр. Представлена тремя подзонами. Урожайность средняя. Вероятность высокой влажности зерна при уборке – 79%. Часть площадей

(28%) занимают поля размером до 3 га, 25% – 3-8 га, 25% – 9-33 га. Средняя длина гона для первой подзоны – 400-800 м, для второй – 300 м (+ каменистые поля площадью до 3 га).

3 зона. Волго-Вятский район. Урожайность средняя. Вероятность переувлажненности зерна во время уборки – 89%. Размеры полей аналогичны зоне 2, длина гона – 600-1000 м.

В типичных условиях рекомендовано применение ЗУК 4-6 классов с одно- и двухбарабанными МСУ. В линейке Ростсельмаш – VECTOR 410

(4 класс), ACROS 550/585 (5 класс), ACROS 595 (6 класс).

4 зона. Центрально-Черноземный район. Урожайность средняя и высокая, повышенная соломистость. Вероятность переувлажнения зерна во время уборки – 34% и выше. Зона характеризуется большими площадями полей: порядка 20% – до 10 га, 50% – свыше 30 га. Длина гона – 800-1000 м.

В указанной зоне наиболее эффективны зерноуборочные комбайны 5-7 классов с одно- и двухбарабанными или роторными МСУ и широкозахватными жатками. Рекомендованы RSM 161 (7 класс), ACROS 595 (6 класс), ACROS 550/585 (5 класс) и TORUM 750/780, особенно если в структуре посевов есть пропашные (более 30%).



географический вопрос?

5 зона. Поволжский район.

Включает в себя две подзоны. Вероятность высокой влажности зерна при уборке в первой подзоне – 37%, во второй – 15%. Характеризуется большой площадью полей: свыше 60 и 75% для первой и второй подзон соответственно – от 30 га, порядка 7 и 12% – до 9 га. Часть полей засорена камнями. Длина гона – 600-1000 м, в Ульяновской и Астраханской областях – свыше 1000 м.

В этих условиях эффективны комбайны 5-7 классов с одно-, двухбарабанными и роторными МСУ и широкозахватными жатками. Рекомендованы TORUM 750 (7 класс), RSM 161, ACROS 595 (6 класс), ACROS 550/585 (5 класс).

6 зона. Северо-Кавказский район. Включает в себя две подзоны. Выращивают все традиционные культуры. Урожайность высокая. Большая часть полей имеет площадь свыше 30 га и длину гона более 1000 м для первой подзоны и 600-1000 м – для второй. Вероятность переувлажнения зерна во время уборки составляет всего 1%.

В этих условиях эффективны комбайны 5-8 классов с одно- и двухбарабанными и роторными МСУ и широкозахватными жатками. Рекомендованы TORUM 780 (8 класс), TORUM 750 (7 класс), RSM 161, ACROS 595 (6 класс), ACROS 550/585 (5 класс).

7 зона. Урал. Включает в себя две подзоны. Урожайность низкая и

средняя. Большую площадь пашни занимают поля площадью свыше 30 га. Длина гона составляет 300-800 м для первой подзоны и 1000-1200 м – для второй. Вероятность переувлажнения зерна во время уборки – 89 и 35% соответственно.

Рекомендуется использовать зерноуборочные комбайны 3-5 классов для первой подзоны и 5-7 классов – для второй. Из линейки Ростсельмаш – VECTOR 410 (4 класс), ACROS 550/585 (5 класс), ACROS 595 (6 класс), TORUM 750 (7 класс).

8 зона. Западно-Сибирский район. Включает в себя две подзоны. Урожайность низкая. Первая подзона характеризуется малой площадью полей (порядка 22% – менее 3 га, около 50% – 3-30 га) с длиной гона 300-600 м. Встречаются переувлажненные и заболоченные фоны. Вероятность переувлажнения зерна во время уборки – 89%. Для второй подзоны характерны поля площадью свыше 30 га и длиной прогона в 1000 м и более. Вероятность переувлажнения зерна – 45%.

Рекомендуется применять зерноуборочные комбайны 3-7 классов с одно- и двухбарабанными МСУ: VECTOR 410 (4 класс), ACROS 550/585 (5 класс), ACROS 595 (6 класс) и RSM 161 (7 класс).

9 зона. Восточно-Сибирский район. Включает в себя две подзоны. Характеристики первой аналогичны характеристикам первой подзоны Западно-Сибирского района. Вторая подзона отличается мелкоконтурными полями.

Вероятность переувлажнения зерна – 89%.

Рекомендации по применению ЗУК те же, что и для Западно-Сибирского района, за исключением машин 6-7 классов.

10 зона. Дальневосточный район. Включает в себя две подзоны. Урожайность низкая. Первая характеризуется полями площадью 50-137 га с длиной гона 600-1000 м и выше. Свыше 20% пашни отличаются переувлажненностью почвы, порядка 6% заболочено. Вероятность высокой влажности зерна при уборке – 90%. Вторая подзона отличается небольшими, частично каменистыми и топкими полями с длиной гона 300-600 м.

Рекомендации по использованию зерноуборочных комбайнов те же, что и для 8 зоны + TORUM 750 (7 класс).

Дополнительные рекомендации. Для хозяйств, владеющих топкими заболоченными, переувлажненными участками пашни, Ростсельмаш предлагает зерноуборочную технику на полугусеничном и гусеничном ходу и/или полноприводные машины. Серийно выпускается роторный комбайн VECTOR 450 Track, по заказу полугусеничный ход «ставят» на TORUM 750.

В следующей публикации мы приведем несколько примеров подбора зерноуборочного комбайна в условиях аналогичной урожайности, но с разными природно-географическими особенностями.





УДК 631.171:004

Применение систем технического зрения в машинных технологиях в садоводстве

Г.И. Личман,

д-р техн. наук, зав. отделом,
litcmang@mail.ru

И.Г. Смирнов,

канд. с.-х. наук, учёный секретарь,
rashn-smirnov@yandex.ru

Д.О. Хорт,

канд. с.-х. наук, зав. лабораторией,
vim_sad@mail.ru

Р.А. Филиппов,

канд. с.-х. наук, ст. науч. сотр.,
vim_sad@mail.ru
(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ)

Аннотация. Представлены ключевые параметры современных систем распознавания образов, рассмотрена возможность их применения в машинных технологиях в промышленном садоводстве при управлении производственными процессами, навигации технических средств, контроле за выполнением технологических операций, мониторинге урожайности с.-х. культур, анализе развития болезней и вредителей растений. Приведены результаты проектирования модуля технического зрения и программно-аппаратной части системы управления самоходным высокочлиренсным энерго-средством.

Ключевые слова: система, техническое зрение, садоводство, машинная технология, сенсоры, стереосистема, электронно-оптический блок.

По мере развития электроники и информационных технологий разработаны различные сенсорные системы, которые широко используются в сельскохозяйственном производстве для управления производственным процессом, навигации технических средств, контроля за выполнением технологических операций, мониторинга урожайности сельскохозяйственных культур, анализа развития болезней и вредителей растений и других технологических функций в машинных агротехнологиях.

Цель исследований – обосновать необходимость практического применения современных систем распознавания образов в машинных агротехнологиях промышленного садоводства и определить технологические параметры для исследования метода позиционирования высокочлиренсного энергосредства в междурядьях садовых насаждений и питомников.

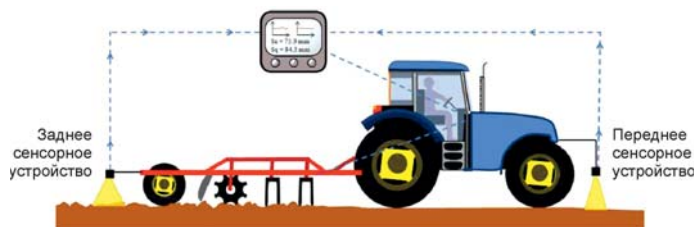
При разработке экспериментальной установки для данного исследования использовались электронно-оптические блоки, обеспечивающие поле зрения на 4–6 м вперед и 10–20° по вертикали вниз. В исследовании использован анализ применения технико-эксплуатационных параметров современных отечественных и зарубежных систем распознавания образов различных принципов действия (фотографические, радарные, лазерные и др.) в оборудовании сельскохозяйственного назначения. Основным методом обоснования конструктивных параметров экспериментальной установки является компьютерное проектирование. При обосновании практического применения современных систем распознавания образов в машинных агротехнологиях использованы нормативные требования на базовые процессы в промышленном садоводстве: фрезерная и пропашная междурядная обработка почвы в садах, опрыскивание насаждений, борьба с сорняками в междурядьях. Исследования проведены в соответствии с Методикой оценки новой сельскохозяйственной техники в составе зональных агротехнологий (ФГНУ «РосНИИТиМ», Новокубанск 2007) и Методикой проектирования технологических процессов в растениеводстве (ФГОУВПО «МГАУ им. В.П. Горячкина», А.Н. Скороходов).

Создание машин, не нуждающихся в постоянном внимании человека и его управлении, является первой важней-

шей тенденцией развития принципов конструирования современной сельскохозяйственной техники. Основная сложность разработки систем автоматического управления движением робота заключается в точном определении текущего местоположения сельскохозяйственного агрегата и возможности систем в автоматическом режиме качественно осуществлять сбор и представление достоверной информации о состоянии почвы, растений и окружающей среды и их изменчивости как в пространстве (в пределах одного поля), так и во времени. Эта изменчивость зависит от свойств почвы, содержания в ней влаги, урожайности, наличия элементов питания и их соотношения, объёма биомассы, фитосанитарного состояния (болезни, сорняки и вредители растений) и др. Эти факторы с высокой степенью достоверности могут быть измерены с помощью датчиков различного типа, сенсоров и инструментов, таких как полевые электронные датчики, машинное зрение, многоспектральные и гиперспектральные системы, а также термовизоры и машины по определению запахов (machine olfaction). Сенсорные системы для использования в садоводстве являются наиболее перспективными при определении плотности биомассы, обнаружении и определении типа сорняков, оценке состояния почвы и наличия в ней питательных элементов.

В настоящее время для решения задачи автоматического позиционирования используется система GPS/ГЛОНАСС, которая требует видимости спутниковой группы и базовой корректирующей станции в зоне радиовидимости агрегата. В целом метод высокоточного вождения по данным от дифференциального приемника спутниковой навигационной системы идеален в условиях, для которых он и разрабатывался – автоматического

Рис. 1.
Использование
глубинных
камер на основе
3D-технологии
при закладке
плодовых
насаждений



мониторинга сельскохозяйственных угодий. В реальных условиях эксплуатации каналы связи как со спутниками, так и с базовой станцией нельзя считать надежными. Даже в городском лесопарке с низкой плотностью деревьев получение достоверных данных от GPS/ГЛОНАСС затруднено, кроме того, существуют зоны радиотени, обусловленные застройкой.

Анализ мирового опыта показывает, что появление в последние годы высокопроизводительных компьютерных процессоров создает возможность интеграции систем технического зрения на базе новых недорогих датчиков с сельскохозяйственными машинами.

Так, например, при подготовке участка для закладки плодовых насаждений почвообрабатывающие агрегаты оснащаются глубинными камерами на основе 3D-технологии для динамической характеристики микрорельефа почвы (рис. 1), что даёт возможность исследовать в полевых условиях особенности микрорельефа одновременно с обработкой почвы. Это особенно актуально для многолетних насаждений, так как накоплен-

ная информация позволит правильно закладывать ряды в зависимости от микрорельефа и влагообеспеченности почвы, а также корректировать работу почвообрабатывающих агрегатов при дальнейшей междурядной обработке.

Мировой опыт показывает, что в промышленном садоводстве целесообразно применение компьютерного стереозрения (StereoVision) и лазерного сканирования, которые предполагают извлечение информации в 3D-формате из цифровых изображений. Система может обеспечить 3D-изображение путем объединения двух монокулярных изображений, полученных одновременно посредством бинокулярной камеры [1]. Метод обеспечивает наиболее реалистичное 3D-изображение растений и древесных культур и очень похож на принцип восприятия глазом человека. Позволяет измерять непосредственно 3D-структуру растительности, включая физические параметры, которые имеют большое значение для управления производственным процессом, такие как размер и объем. Кроме того, стереозрение позволяет определять рас-

стояние от камеры до объекта (рис. 2). При необходимости можно также получать спектральную информацию и 3D-изображения для географической информационной системы (ГИС) [2].

Недостатками данной системы являются меньшая по сравнению с лазерными системами точность и необходимость соответствующей калибровки и записи процедуры, к тому же ее эффективность снижается при определенных погодных условиях, особенно при изменении освещения. Это обстоятельство показывает необходимость доработки системы для применения на кронах высокой плотности.

При одновременной обработке нескольких изображений объем данных значительно возрастает, что усложняет процедуры обработки и хранения 3D-информации, а также приводит к увеличению затрат времени на обработку данных. Проблема усложняется, когда требуется обработка полученной информации в режиме реального времени.

Ещё одним направлением реализации технического зрения в садоводстве является использование системы световых датчиков для определения геометрических и структурных особенностей растений, таких как их форма, размер и число слоев листьев кроны (индекс листовых слоев), основанной на мониторинге светлотеневых окон с помощью подвесной системы зондирования [3], состоящей из 48 световых датчиков (рис. 3).

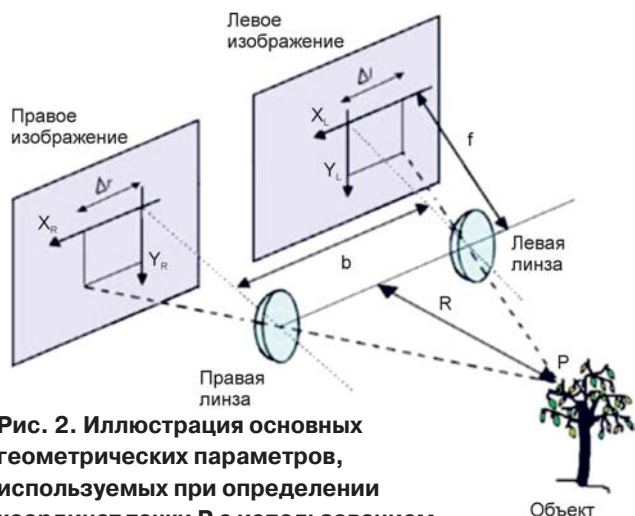


Рис. 2. Иллюстрация основных геометрических параметров, используемых при определении координат точки Р с использованием метода стереозрения

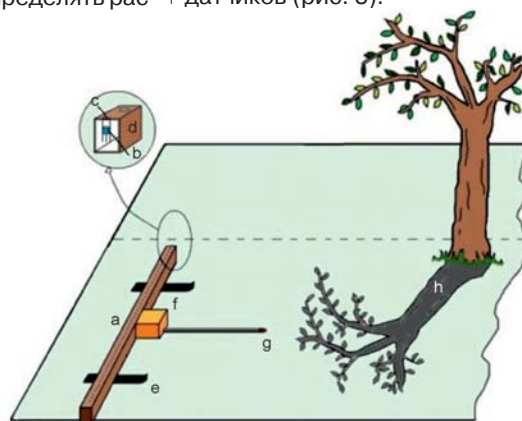


Рис. 3. Сканер на основе световых сенсоров для мониторинга светлотеневых окон деревьев:
а – балка со световыми сенсорами; б – световой сенсор (силиконовый транзистор); с – тефлоновый слой; д – алюминиевая рамка; е – полозок; ф – регистратор данных и мультимплексор; г – выключатель; h – проекция тени растения



Используемые световые сенсоры представляют собой недорогие фототранзисторы со спектральной чувствительностью 300-1100 нм. Показания, снимаемые в течение дня, используются для оцифрования теневое изображение. Недостатком системы является возможность работы только в солнечную погоду при безоб-

лачном небе и малой скорости ветра. Для размещения сканера необходима ровная поверхность. Кроме того, требуется много времени для получения данных, а 3D-модель растения может быть получена в результате их последующей обработки только с использованием соответствующего алгоритма.

Наряду с изложенными методами реализации принципов технического зрения в садоводстве существует ряд других методов, пока не получивших большого распространения, например использование ультразвуковых или LIDAR-сенсоров. Основные их преимущества и недостатки рассмотрены в таблице.

Физические принципы и основные характеристики систем для оценки геометрических параметров плодовых деревьев, их преимущества и недостатки

Тип сенсора	Физический принцип, на котором основан сенсор, и его характеристики	Преимущества	Недостатки
Радарная система	Использование электромагнитного излучения в микроволновом диапазоне. Отраженный от поверхности контролируемого объекта сигнал принимается той же антенной и обрабатывается. Его частота сравнивается с частотой сигнала, излучаемого в данный момент времени. Значение разности частот (f_d) прямо пропорционально расстоянию до поверхности [1]	Относительно независима от погодных условий; позволяет измерять структуру кроны в больших масштабах	Недостаточное разрешение для использования в сельском хозяйстве; точное 3D-измерение характеристик кроны (объем, высота) в настоящее время невозможно
Фотографические методы	Цифровая камера получает отраженный поверхностью объекта свет и преобразует его в электрический сигнал, используя прибор с зарядовой связью (ПЗС) или комплементарной структурой метал-окисел-полупроводник (КМОП). Цифровая полусферическая фотография, получаемая при помощи цифровой камеры с объективом «рыбий глаз»	Невысокая стоимость цифровой камеры и простота в обращении; некоторые характеристики растения, такие как высота, объем, индекс листовой поверхности и слипания могут быть определены с достаточной степенью точности	Оценка геометрических параметров растения является сложным и долгим процессом; не пригодна для получения 3D-изображений в реальном времени; требуется предварительная калибровка камеры
Световые сенсоры	Метод основан на мониторинге светло-теневых окон от дерева с помощью подвесной системы легких датчиков зондирования. Используются методы томографии для получения 3D-характеристик деревьев на основе анализа различных теневых изображений кроны, полученных при различных позициях солнца в течение дня	Невысокая стоимость системы с использованием световых сенсоров; сканирующие устройства могут быть легко размещены на различных подставках; различные геометрические параметры кроны, такие как размер, форма, секции, подвергающиеся прямому солнечному свету, и доля теневой и освещенной солнцем площади кроны, могут быть определены	Система может работать только в солнечный день при безоблачном небе и малой скорости ветра; необходима ровная поверхность; требуется много времени для получения данных; 3D-модель растения может быть получена только в результате последующей обработки с использованием соответствующего алгоритма

Продолжение таблицы

Тип сенсора	Физический принцип, на котором основан сенсор, и его характеристики	Преимущества	Недостатки
Стереозрение	Обеспечивает 3D-изображение путем объединения двух монокулярных образов, полученных одновременно с помощью бинокулярной цифровой камеры. Компьютерные алгоритмы необходимы для преобразования координат, полученных камерой, в реальные координаты. Результат измерения представляет собой 3D-облако точек со степенью детализации, пропорциональной разрешению получаемых изображений	Метод обеспечивает наиболее реалистичное 3D-изображение растений и древесных культур; позволяет измерять непосредственно 3D-структуру растительности, включая физические параметры, которые имеют большое значение для управления производственным процессом, такие как размер и объем кроны; при необходимости можно получить спектральную информацию; позволяет получать 3D-изображения для географической информационной системы (ГИС)	Обеспечивает меньшую точность, чем лазерные системы, и нуждается в соответствующей калибровке и записи процедуры; теряет свою эффективность при определенных погодных условиях, особенно при изменении освещения, и требует доработки применения для крон высокой плотности; при совместной обработке нескольких изображений величина файлов данных значительно возрастает, усложняя обработку и хранение 3D-информации, требуется больше времени на обработку данных. Сложность обработки в реальном времени
Ультразвуковые сенсоры	Используется передача звуковых волн в воздухе при частотах, не воспринимаемых ухом человека. Работа основана на определении времени прохождения ультразвуковой волны от точки излучения до точки обнаружения после отражения от объекта	Надежность и низкая цена делают их пригодными для применения в сельском хозяйстве; относительно легко реализовать	Основной недостаток – большой угол расхождения ультразвуковых пучков волн, что ограничивает разрешение и точность измерений; требуется использование многих единиц, чтобы покрыть большие сельскохозяйственные площади
LIDAR-сенсоры	Лидар – световое обнаружение и определение дальности. Технология получения и обработки информации об удаленных объектах с помощью активных оптических систем, использующих явления отражения света и его рассеяния в прозрачных и полупрозрачных средах. Используются два метода измерения: (i) измеряется время прохождения лазерного импульса между датчиком и мишенью; (ii) осуществляется измерение фазового сдвига между падающим и отраженным лазерными лучами. LIDAR-системы излучают импульсы в ультрафиолетовом диапазоне (УФ) или ближней инфракрасной области (БИК)	Высокая скорость измерения, позволяющая быстро получать 3D-облако точек и (после применения соответствующих алгоритмов) цифровые модели структуры деревьев с высокой точностью; высокая точность позволяет количественно оценивать пространственные и временные изменения структуры; LIDAR-системы могут создавать 3D-цифровые образы сельхозкультур с достаточной точностью для определения таких показателей, как высота, ширина, объем, индекс листовой и др.; по сравнению с обычными системами 3D-LIDAR системы 3D-Flash-LIDAR быстрее осуществляют необходимые измерения, имеют меньшие размеры и более низкую цену при сохранении высокой точности (примерно до нескольких миллиметров)	Имеются ограничения для пыльных, туманных и влажных условий окружающей среды; высокая стоимость моторизованных 3D- и авиационных лазерных сканеров ограничивает их применение; оценка объема очень чувствительна к ошибкам в определении расстояния от LIDAR до центра дерева и угла ориентации, поэтому моторизованные наземные LIDAR-сканеры должны иметь дополнительные устройства или процедуры для контроля или оценки и устранения источников ошибок; при определенных условиях размеры файлов данных могут быть значительными, усложняя тем самым обработку и хранение 3D-информации. Проблема может стать более критичной, когда требуется обработка данных в режиме реального времени

На специализированных машинах для садоводства практическое применение находят лазерные датчики для составления карт урожайности (рис. 4 а) и разделения последующего урожая по различным признакам (распределение сахара, Brix, PH, число связок и масса, размер ягод). Составление таких карт позволяет выделить зоны со схожими показателями для последующего получения продукции с требуемыми свойствами и показателями качества.

Эффективно системы технического зрения применяются на пунктах товарной обработки плодов для автоматической сортировки их по двум признакам – размеру и дефекту (рис. 4 б).

Для обнаружения дефектов все плоды проходят через систему технического зрения, которая получает изображение плода со всех сторон. Это первый шаг для принятия решения – дефектный плод или нет. При этом вычисляется средняя величина интенсивности пикселей изображения по шкале яркости. Яблоки перемеща-

ются в специальных ячейках и выгружаются из них на соответствующий их качеству и размеру конвейер. Таким образом происходит сортировка яблок по качеству и размеру.

Еще одним актуальным примером использования систем технического зрения является использование их для точного вождения агрегатов в междурядьях плодовых питомников.

В пределах каждого полученного изображения система находит рядок культурных растений и оценивает их защитную зону, необходимую для проезда агрегата по заданному курсу. Данная система может использоваться как дополнение к спутниковой навигации для достижения высокой точности позиционирования в пределах 1-2 см.

В плодовых питомниках при выращивании сеянцев плодовых культур применяется система Germination Vision, которая позволяет оценивать запрограммированные параметры всходов растений, получать оперативную информацию о состоянии и развитии всходов, что в итоге по-

может сократить затраты при сортировке, а также мультиспектральные 3D-изображения. Информация представляется на сенсорном экране для каждого лотка, определяются количество увядших растений, процент растений по диапазонам сортировки и площадь листьев каждого растения.

Учёные и конструкторы ВИМа, занимающиеся разработкой современной сельскохозяйственной техники и сельскохозяйственных роботов, наряду с системой GPS/ГЛОНАСС используют метод визуального определения местоположения и управления движением агрегатов. Основной принцип реализации этого метода – многократный проезд агрегата по одним и тем же участкам, особенности которого хранятся в бортовом компьютере в виде карты со множеством характеристик условий путей проездов. Метод позволяет уточнять и накапливать данные о рельефе участка на протяжении дня и ночи, сезонных или погодных изменениях окружающего ландшафта, формируя



а



б

Рис. 4. Применение лазерных датчиков в садоводстве:

а – для составления карт урожайности; б – для автоматической сортировки яблок



Рис. 5. Универсальное высококлиренсное энергосредство в плодовом питомнике

при этом собственную базу данных. Это позволяет успешно применять алгоритм визуального определения местоположения агрегата на основе анализа и последующего сравнения видеоизображений, полученных при первичном и последующих проездах. При этом первичный проезд можно рассматривать как обучающий, в нём формируется набор ключевых кадров, которые позволяют сформировать базу данных, описывающую взаиморасположение устойчивых структур.

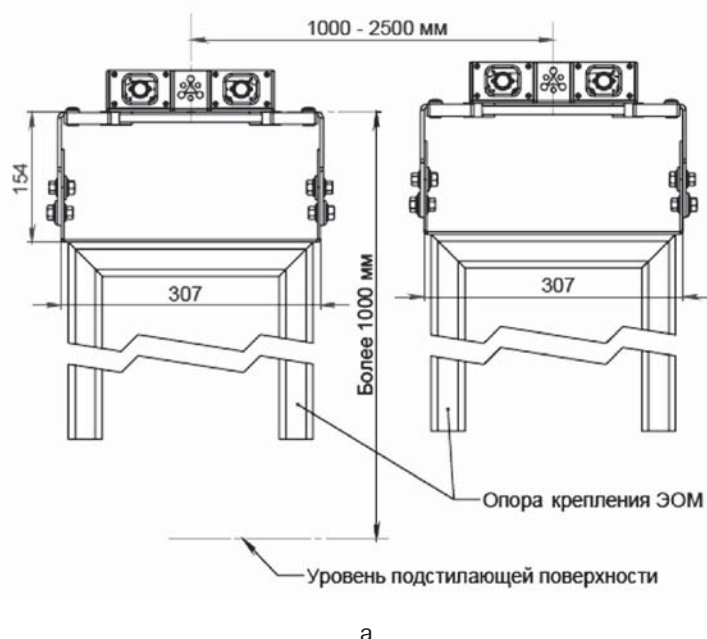
При последующем автоматическом движении характеристики текущего изображения проверяются на тождественность описаний, хранящихся в базе данных, и при их совпадении осуществляется привязка к текущему местоположению.

В настоящее время данный метод реализуется при разработке системы управления движением универсального высококлиренсного энергосредства для работ в садоводстве (рис. 5) посредством анализа видео-

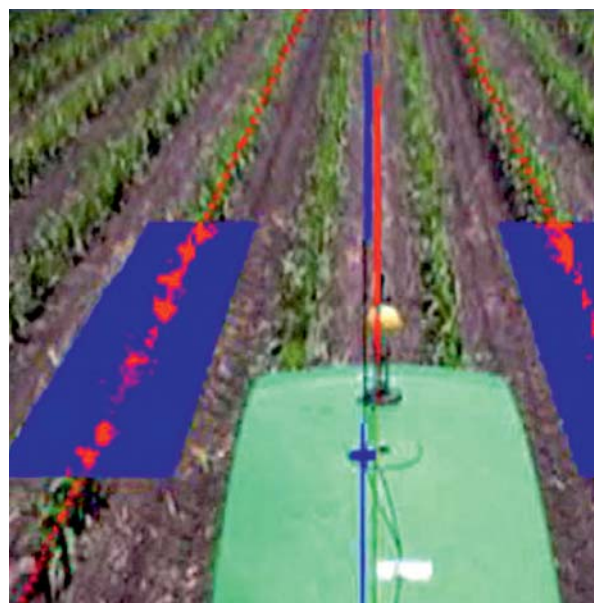
изображений окружающей обстановки и визуального определения местоположения, что впоследствии обеспечит полную автономность движения энергосредства.

Метод визуального определения местоположения позволяет обойтись без внешних по отношению к движущемуся объекту компонентов системы. Полученной в результате обработки изображения окружающего ландшафта информации достаточно для достоверного принятия решения о выборе пути движения – это коренное отличие описываемого подхода по сравнению с известным методом высокоточного вождения по данным от ГЛОНАСС/GPS-приемника спутниковой навигационной системы [4].

Для проведения эксперимента по исследованию метода визуального определения СУВЭС оснащается опорами для крепления двух электронно-оптических блоков (ЭОБ) (рис. 6). ЭОБ должен иметь поле зрения на 4-6 м вперед и 10-20° по вертикали вниз. Предпочтительное размещение блоков – непосредственно над колеей. При этом размещение электронно-оптических блоков по центрам каждой колеи должно быть отдельным. Скоба крепления блоков должна быть



а



б

Рис. 6. Экспериментальная установка для исследования метода визуального определения местоположения на высококлиренсном энергосредстве в садоводстве:

а – схема размещения модуля технического зрения; б – распознавание рядков растений в плодовом питомнике

закреплена на автоматизируемом элементе шасси.

С учётом современной тенденции перехода промышленного садоводства к интеллектуальным машинным технологиям важно отметить, что позиционирование энергосредств и сельхозагрегатов в плодовых питомниках, садах интенсивного типа и виноградарства – крайне важная задача, решение которой позволит отработать принципы автоматического позиционирования, управления агрегатами при реализации управленческих решений с учётом факторов интенсификации технологий.

Таким образом, анализ технико-технологических параметров современных систем распознавания образов в машинных агротехнологиях промышленного садоводства показал, что наиболее эффективными с точки зрения практического применения являются комплексированные системы с лазерными сенсорами, стереовидеокамерами и GPS/ГЛОНАСС-навигацией. Разрабатываемая в ВИМе система позиционирования высококлиренсного энергосредства

в междурядьях садовых насаждений и питомников обеспечит высокую степень точности позиционирования с отклонением не более 1,5-2 см. Кроме того, использование разрабатываемой системы позволит уточнять и накапливать данные о рельефе участка на протяжении дня и ночи, при сезонных или погодных изменениях окружающего ландшафта, формируя при этом собственную базу данных.

Список

использованных источников

1. **Gottschalk R., Burgos-Artiz X.P., Ribeiro A., Pajares G. and Sainchez-Miralles A.** Real-time image processing for the guidance of a small agricultural field inspection vehicle. In Proceedings Mechatronics and Machine Vision in Practice, 2008. P. 493-498.
2. **Kise M., Zhang Q., Rovira M.s F. A** Stereovision-based crop row detection method for tractor-automated guidance. Biosystems Engineering, 2005. 90 (4). P. 357-367.
3. **Lin T.-T., Hsiung Y.-K., Hong G.-L., Chang H.-K., Lu F.-M.** Development of a virtual reality GIS using stereo vision. Computers and Electronics in Agriculture 63, 2008. P. 38-48.

4. **Giuliani R., Magnanini E., Fragas-sa C., Nerozzi F.** Ground monitoring the light shadow windows of a tree canopy to yield canopy light interception and morphological traits. Plant Cell Environment 23, 2000. P. 783-796.

Application of Machine Vision Systems in Horticultural Computer Technologies

G.I. Lichman, I.G. Smirnov,
D.O. Khort, R.A. Filippov

Summary. The key parameters of modern systems of image recognition are presented. The article discusses the opportunity of their use in computer technologies of commercial horticulture for production process management, navigation of technical means, monitoring of technological operations and crop yields as well as for the analysis of diseases and insect pests of agricultural plants. The design results a computer vision module, software and hardware of the control system of a self-propelled high clearance tractor are given.

Key words: system, computer vision, horticulture, computer technology, sensors, stereo system, electronic and optical unit.



**ДЕНЬ
ПОЛЯ**
ЮГА РОССИИ

Краснодарский край,
Усть-Лабинский район,
Ладожский кукурузо-
калибровочный завод

www.rus-pole.com

11 АВГУСТА 2017

ЭКСПОЗИЦИЯ «ДНЯ ПОЛЯ» ПРЕДСТАВИТ:

- Демонстрационный посев гибридов различных культур — кукуруза, подсолнечник, сорго, соя
- Стационарную экспозицию сельхозтехники
- Демонстрацию сельхозтехники в полевых условиях
- Демонстрационные делянки с набором культур для презентации работы СЗР и удобрений
- Стационарную экспозицию компаний производителей и дистрибьюторов агрохимии и технологий для АПК

Организаторы: НО СПО «Национальная ассоциация производителей семян кукурузы и подсолнечника» | ООО «Краснодарская выставочная компания «СитиЭкспо»

Поддержка: Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Администрация Краснодарского края | Министерство сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности Краснодарского края



При поддержке
Правительства
Москвы

19-я Российская агропромышленная ВЫСТАВКА

ЗОЛОТАЯ ОСЕНЬ 2017



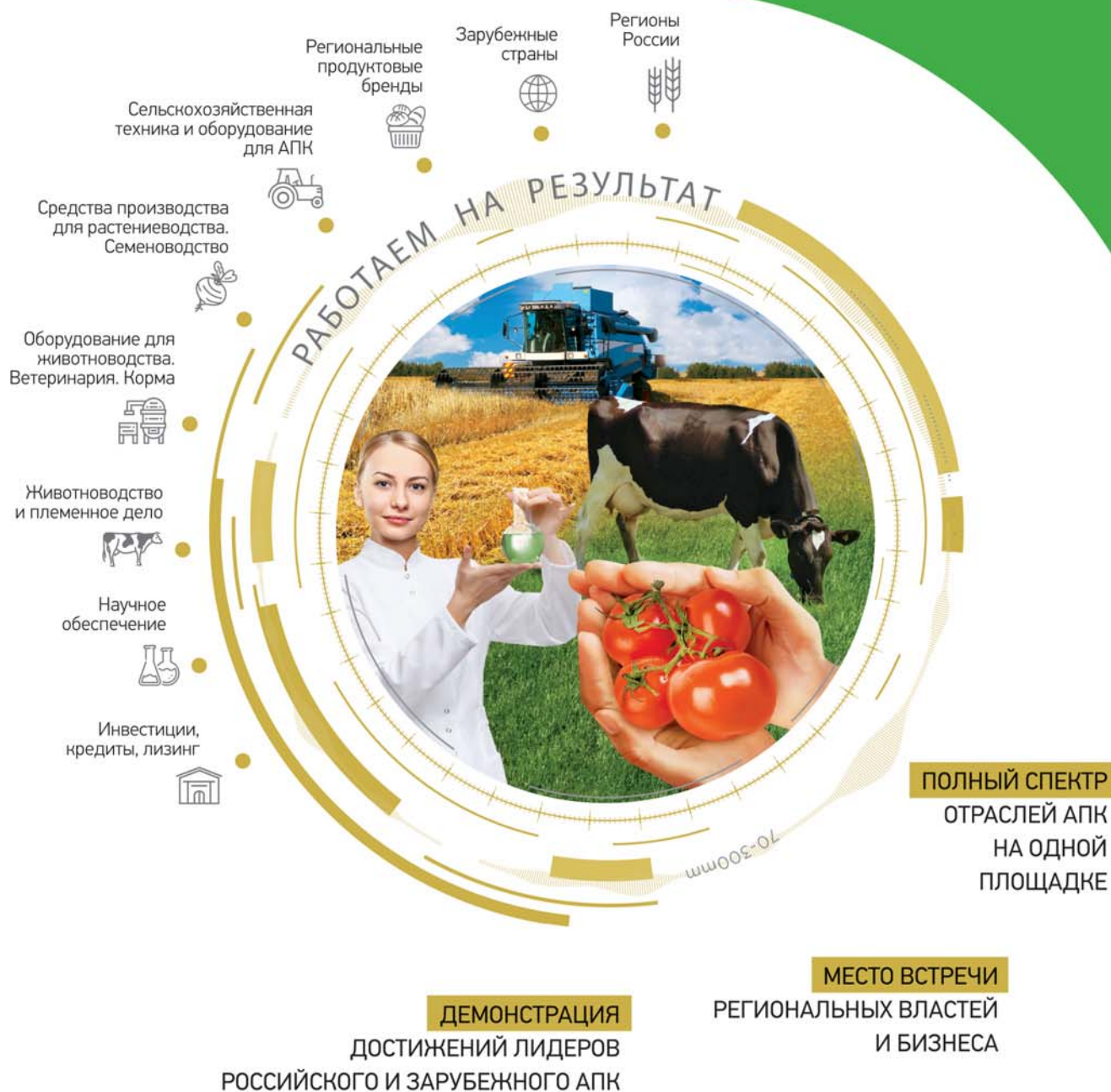
Министерство
сельского хозяйства
Российской Федерации

МОСКВА ВДНХ

4-7
октября
2017

www.goldenautumn.moscow

+7(495)256-80-48



УДК 630.377.44

Исследование взаимодействия гусеницы трактора с почвой

А.Ф. Алябьев,д-р техн. наук, проф.,
alyabievaf@rambler.ru**С.Ю. Калинин,**ст. препод.,
skalinin2015@ya.ru**А.А. Котов,**д-р техн. наук, доц., проф.,
alexejkotov@rambler.ru
(МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Аннотация. Рассмотрено взаимодействие гусеницы трактора с почвой при близкой к максимальной силе тяги. Учитывалось неравномерное распределение давления по поверхности контакта. Показано, что сцепление опорной ветви гусеничной ленты с почвой происходит за счет реакции почвы на грунтозацепы траков опорно-активных участков и силы трения траков о почву. Предложен метод расчета коэффициентов сцепления и буксования.

Ключевые слова: гусеничный движитель, трак, сила тяги, коэффициент сцепления, коэффициент буксования.

Данная работа является развитием модели взаимодействия гусеницы трактора с почвой [1]. Модель позволяет определить высоту грунтозацепов, коэффициент сцепления трака трактора в зависимости от шага гусеницы и механических свойств почвы при следующих ограничениях. Рассматриваем плоскую задачу предельного равновесия при взаимодействии гусеничной ленты с почвой. Почву рассматриваем как линейно деформируемое тело [2-4], массу почвы не учитываем, предельно допустимые касательные напряжения на площадке скольжения определяем по закону Кулона, гусеничную ленту считаем абсолютно жесткой, нерастяжимой, ширина грунтозацепа равна ширине трака, давление по поверхности контакта гусеничной ленты с почвой постоянно.

Рассмотрим, за счет чего происходит сцепление опорной ветви гусеничной ленты с почвой. В принятой модели [2, 5, 6] (рис. 1) считается, что «при выходе из зацепления с грунтом последнего грунтозацепа действующее на него тяговое усилие распределяется между остальными рабочими грунтозацепами» [6]. Одновременно почва (грунт) рассматривается как линейно деформируемое тело. Предлагаются соотношения [2, 5], позволяющие определить коэффициент буксования. Однако возникает противоречие: «подпрессовка» почвы превышает на последнем траке шаг гусеничной ленты. Например, трактор ТДТ-55 имеет длину опорной поверхности 232 см, коэффициент буксования принимаем равным 10%, соот-

ветственно «подпрессовка» почвы составит 23,2 см при шаге гусеничной ленты (с учетом её износа) 14,5 см, что противоречит модели. При расчетах коэффициента буксования используют коэффициент деформации почвы, полученный при вдавлении в нее плунжера [2, 5], т.е. можно предположить, что коэффициент деформации необходимо определять другим методом.

В рамках принятой модели взаимодействия гусеничной ленты с почвой определим коэффициент буксования δ_6 , используя в качестве коэффициента деформации модуль деформации почвы [7], а напряжения – модель взаимодействия трака с почвой [1]:

$$\delta_6 = \frac{\Delta t}{t} = \frac{\sigma_{ky} N}{(N-1)E},$$

где Δt – перемещение второго трака относительно почвы;

t – шаг гусеничной ленты;

N – количество взаимодействующих с почвой грунтозацепов на одной гусеничной ленте;

$\sigma_{ky} N$ – нормальное к грунтозацепу давление, действующее на почву со стороны грунтозацепа на последнем траке;

E – модуль деформации почвы.

Буксование трактора начнется при срезе почвы последним грунтозацепом [5, 6]. Согласно модели [1] нарушение предельного равновесия почвы (срез) под последним катком произойдет за счет выклинивания области предельного равновесия. Для трактора

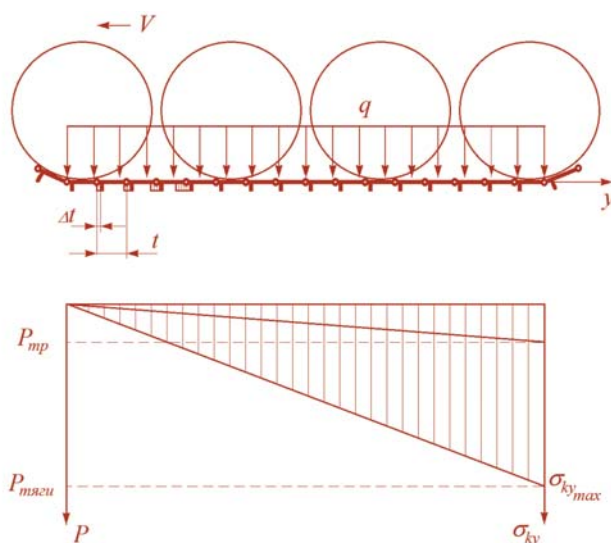


Рис. 1. Схема взаимодействия опорной ветви гусеницы с почвой при равномерном распределении давления



ТДТ-55 (вес $G = 96000$ Н, длина опорной поверхности $L = 232$ см, ширина гусеницы $b = 44$ см, шаг гусеничной ленты $t = 14,5$ см, высота грунтозацепов $h = 4,5$ см) на суглинистых почвах естественного сложения (угол внутреннего трения $\rho = 23^\circ$, сцепление почвы $C = 11$ Н/см², угол трения трака по почве $\omega = 17^\circ$, модуль деформации почвы $E = 300$ Н/см²) коэффициент буксования будет равен $\delta_6 = 0,62\%$, что на порядок меньше наблюдаемых значений, составляющих 2-10% для сельскохозяйственных гусеничных тракторов и 10-30% – для промышленных [8]. Таким образом, возможность использования предположения о равномерном распределении давления при взаимодействии опорной ветви гусеницы с почвой вызывает определенные сомнения.

Рассмотрим модель взаимодействия гусеничной ленты с почвой с учетом неравномерного распределения давления по поверхности ее контакта с почвой [2, 9, 10]. Наибольшее давление q_{max} будет под опорными катками, наименьшее – между ними. Допустим, что максимальные значения давления под опорными катками равны, а распределение давления q между ними одинаково (рис. 2). Как и ранее, буксование начнется за счет выклинивания области предельного равновесия [1].

Рассматриваем средний опорный каток. При приближении катка к траку будет увеличиваться давление на почву со стороны подошвы трака q (см. рис. 2) и со стороны грунтозацепа $\sigma_{ky(j+1)}$:

$$\sigma_{ky(j+1)} = E\delta_6 j, \quad (1)$$

где j – количество траков, расположенных подряд перед рассматриваемым траком, давление грунтозацепов которых на почву не вызвало её сдвига.

Когда давление на почву со стороны грунтозацепа $\sigma_{ky(j+1)}$ превысит значение σ_{kymin} , оно будет передаваться на подошву трака $\sigma_{kx(j+1)}$ [1, 11]:

$$\sigma_{kymin} = H \left(\frac{1 + \sin \rho}{1 + \sin \rho \cdot \cos(2\varphi_2)} \frac{\sin(\varphi_2 - \delta)}{\sin(\varphi_2 + \delta)} - 1 \right),$$

где H – временное сопротивление всестороннему равномерному растяжению:

$$H = C \cdot \text{ctg} \rho;$$

φ_2 – угол между направлением главного компонента напряжения σ_{max} и осью ОХ вдоль подошвы трака;

δ – угол между линией разрыва и приведенным напряжением вблизи линии разрыва.

Для указанного выше типа почвы $\sigma_{kymin} = 17,68$ Н/см². В силу линейности модели зависимостью между давлением на почву со стороны грунтозацепа $\sigma_{ky(j+1)}$ и давлением, передающимся на подошву трака $\sigma_{kx(j+1)}$, будет являться прямая линия:

$$\sigma_{kx(j+1)} = (\sigma_{ky(j+1)} - \sigma_{kymin})k, \quad (2)$$

где $\sigma_{ky(j+1)} > \sigma_{kymin}$

k – коэффициент, зависящий от свойств почвы.

Коэффициент k определяется с использованием модели, представленной в источнике [1]. Для указанного выше типа почв $k = 0,61$. Подставляя в выражение (2) соотношение (1), получим, что давление на $(j+1)$ траке,

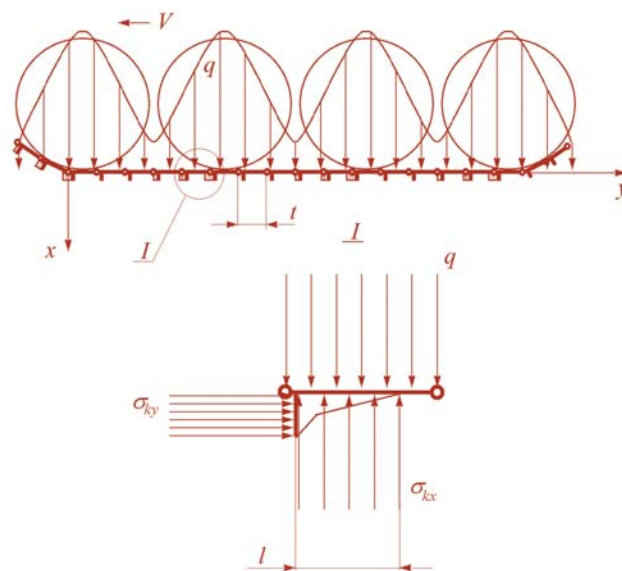


Рис. 2. Схема взаимодействия опорной ветви гусеницы с почвой при неравномерном распределении давления

передаваемое от грунтозацепа на подошву трака, определится по формуле

$$\sigma_{kx(j+1)} = (E\delta_6 j - \sigma_{kymin})k.$$

Так как на $(j+1)$ траках давление грунтозацепа не вызвало сдвига почвы (предельное равновесие не нарушено), то сила давления на почву со стороны подошвы трака от действия силы тяжести трактора больше, чем сила давления, передаваемого на подошву трака от действия грунтозацепа на почву:

$$qt = \sigma_{kx(j+1)} l,$$

где l – длина области предельного равновесия [1].

Для указанных выше механических свойств почвы и высоты грунтозацепа длина области предельного равновесия составит: $l = 11,1$ см.

При наезде катком на трак давление на почву со стороны подошвы трака достигнет максимального значения q_{max} . При максимальной силе тяги

$$q_{max} t = \sigma_{kx} l, \quad (3)$$

где σ_{kx} – давление, передаваемое почвой на подошву трака со стороны грунтозацепа;

J – количество расположенных подряд траков, давление грунтозацепов которых на почву не вызвало её сдвига, включая трак, находящийся под катком.

Максимальное давление на почву со стороны грунтозацепа σ_{kx} будет на траке, находящемся под катком. Подставляя соотношение (3) в (2), получим:

$$\sigma_{ky} = \frac{q_{max} t}{lk} + \sigma_{kymin}.$$

При съезде катка с трака давление на почву со стороны грунтозацепа q уменьшится, но давление, передающееся от грунтозацепа на подошву трака σ_{kx} , останется максимальным $qt < \sigma_{kx} l$, предельное равновесие нарушится и произойдет сдвиг почвы под траком. Область предельного

равновесия сместится и при этом возможно выдавливание нижележащей почвы под соседний трак, давление на подошву которого меньше, чем у рассматриваемого трака. При дальнейшем движении давление на подошву рассматриваемого трака начнет расти и цикл повторится.

Сила тяги и коэффициент буксования будут зависеть от распределения давления гусеничной ленты на опорную поверхность, которое, в свою очередь, зависит от механических свойств почвы и конструкции движителя. Исследованиями [2, 5, 10] установлено, что распределение давления на твердых грунтах можно аппроксимировать равнобедренными треугольниками (рис. 3а). Для построения эпюры распределения давления гусеничной ленты необходимо знать один параметр: обычно это длина опорно-активных участков $l_{OAУ}$. В частности, на минеральных лесных почвах влажностью до 30% длина опорно-активных участков гусеницы лесного трактора равна шагу трех звеньев гусеничной ленты [10, 12]. На почвах со слабой несущей способностью распределение давления гусеничной ленты аппроксимируют ломаной линией [2, 5], представленной на рис. 3б. Для построения эпюры распределения давления гусеничной ленты необходимо знать два параметра, например максимальное q_{max} и минимальное q_{min} давление на подошву трака.

Используя изложенное, оценим тяговое усилие и коэффициент буксования трактора ТДТ-55 на суглинистой почве естественного сложения при аппроксимации давления гусеничной ленты на опорную поверхность равнобедренными треугольниками (см. рис. 3а). Рассмотрим несколько вариантов длин опорно-активных участков гусеничной ленты. Результаты расчета приведены в таблице.

Как видно из таблицы, при длине опорно-активных участков, равной шагу трех звеньев гусеничной ленты,

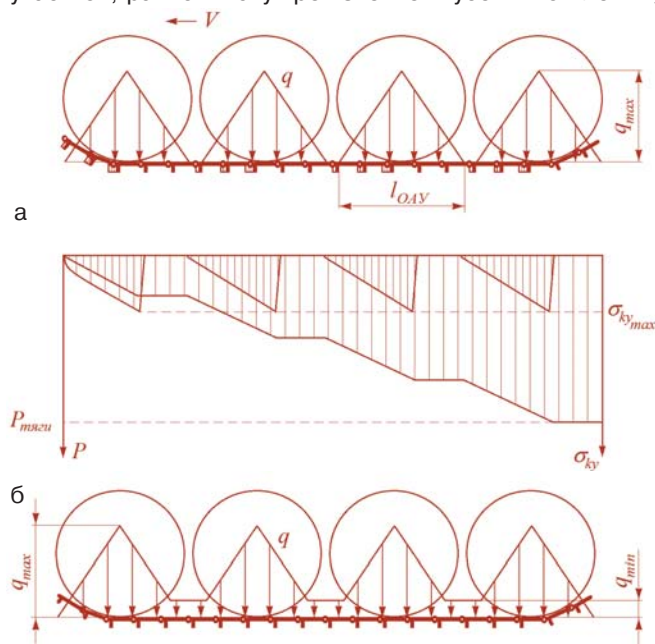


Рис. 3. Аппроксимация распределения давления гусеничной ленты на почву



Расчетные значения тяговых характеристик трактора

Длина опорно-активных участков, число траков	Максимальное тяговое усилие трактора, кН	Коэффициент сцепления	Коэффициент буксования, %
5	85	0,89	3,7
4	91,3	0,95	4,9
3	101,3	1,06	7
2	120,1	1,25	11,4
1	166,8	1,73	24,7

имеем наиболее близкие к наблюдаемым значения коэффициентов сцепления и буксования. Таким образом, расчетные значения длины опорно-активных участков совпадают с опытными [10].

Однако следует сделать несколько замечаний.

Во-первых, при расчетах необходимо использовать механические характеристики почв нарушенного сложения, так как естественное сложение почвы нарушается после прохождения первого катка. У почв нарушенного сложения сцепление почвы C меньше, что уменьшает коэффициенты сцепления и буксования.

Во-вторых, в процессе буксования происходят вынос почвы из под опорной поверхности, ее уплотнение, вовлечение в процесс более плотных нижних слоев (на минеральных почвах) и, как следствие, изменение длины опорно-активных участков гусеничной ленты. При её уменьшении будут увеличиваться коэффициенты сцепления и буксования.

Таким образом, при тяговом усилии, близком к максимальному, нарушение предельного равновесия почвы происходит каждый раз при прохождении опорного катка по траку.

На минеральных почвах сцепление опорной ветви гусеничной ленты с почвой происходит за счет реакции почвы на грунтозацепы траков опорно-активных участков, на которых давление на подошву трака возрастает за счет силы трения траков о почву.

При расчете коэффициента буксования в качестве коэффициента деформации почвы можно использовать модуль ее деформации.

Список

использованных источников

1. **Алябьев А.Ф., Калинин С.Ю.** Модель взаимодействия гусеницы трактора с грунтом // Лесной вестник. 2016. № 2. С. 173-177.
2. **Забавников Н.А.** Основы теории транспортных гусеничных машин. М.: Машиностроение, 1975. 448 с.
3. **Цитович Н.А.** Механика грунтов (краткий курс). М.: Высш. школа, 1983. 288 с.
4. **Маслов Н.Н.** Основы инженерной геологии и механики грунтов. М.: Высш. школа, 1982. 511 с.
5. **Антонов А.С.** Теория гусеничного движителя. М.: Машгиз, 1949. 214 с.
6. **Берестов Е.И., Кулабухов А.В., Лесковец И.В.** Об особенностях работы гусеничных движителей землеройно-транспортных машин // Механизация строительства. 2009. № 10. С. 15-18.
7. **Алябьев А.Ф.** Обоснование технологических комплексов машин для лесовосстановления: монография. М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2010. 265 с.
8. **Гинзбург Ю.В., Швед А.И., Парфенов А.П.** Промышленные тракторы. М.: Машиностроение, 1986. 296 с.
9. Многоцелевые гусеничные и колесные машины. Теория. / В.П. Бойков [и др.]. Минск: Новое знание, 2012. 543 с.
10. Влияние распределения нормальных давлений движителей гусеничных лесозаготовительных машин ЛЗ-4 и ЛЗ-5 на колеобразование // Е.Е. Клубничкин [и др.] // Лесотехнический журнал. 2016. № 3. С. 167-176.
11. **Соколовский В.В.** Статика сыпучей среды. М.: Наука, 1990. 272 с.
12. Изменение длины опорно-активных участков движителя гусеничной лесозаготовительной машины с учетом режимов / Е.Е. Клубничкин [и др.] // Лесной вестник. 2013. № 2. С. 119-121.

Interaction of Tractor Caterpillar with Soil**A.F. Alyabiev, S.Yu. Kalinin, A.A. Kotov**

Summary. *The interaction of a tractor caterpillar with soil at the traction close to the maximum was considered. Non-uniform pressure distribution over the contact surface was taken into account. It was determined that the adhesion of caterpillar belt supporting branch with soil took place due to soil reaction to track lugs of support-active sections and frictional forces of tracks on soil. A method of calculating adhesion and slippage coefficients was proposed.*

Key words: *caterpillar propulsion, track, traction, coefficient of adhesion, coefficient of slippage.*

Информация

IX Международная научно-практическая конференция «Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК», посвященная 50-летию юбилею ФГБНУ «Росинформагротех»

8 июня 2017 г. в ФГБНУ «Росинформагротех» состоялась IX Международная научно-практическая конференция «Научно-информационное обеспечение инновационного развития АПК», посвященная 50-летию юбилею института.

Организаторы: Департамент научно-технологической политики и образования Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, ФГБНУ «Росинформагротех».



Программа конференции предусматривала работу секций:

- Научно-информационное обеспечение реализации Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы;
- Инновационное развитие приоритетных подотраслей АПК: опыт и перспективы;
- Информационные технологии в сельскохозяйственном производстве, научной, образовательной и управленческой деятельности;
- Инновационные технологии и технические средства для АПК.

В работе конференции приняли участие представители Минсельхоза России, ученые и специалисты по различным направлениям развития АПК, образовательных и научных учреждений Минсельхоза России, научных учреждений ФАНО России, стран ближнего зарубежья и др.

Открыл конференцию директор ФГБНУ «Росинформагротех», д-р техн. наук, проф., академик РАН В.Ф. Федоренко.

С приветствием от Минсельхоза России выступил директор Департамента научно-технологической политики и образования В.С. Волощенко.

С приветственными словами и поздравлениями выступили заместитель главы администрации Пушкинского муниципального района А.Г. Волков, руководитель администрации городского поселения Правдинский Н.А. Громов, проректор по науке и инновационному развитию, д-р с.-х. наук, проф. ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева С.Л. Белоухов, академики РАН В.М. Баутин и В.И. Черноиванов, чл.-корр. РАН Я.П. Лобачевский.

За заслуги в агропромышленном производстве, активную общественную работу и многолетний плодотворный труд сотрудники учреждения были награждены званием «Почетный работник агропромышленного комплекса России», почетными грамотами и благодарственными письмами администраций города Пушкино и городского поселения Правдинский.

На пленарном заседании и секциях заслушаны доклады, в которых рассмотрены научно-практические аспекты по систематизации и освоению результатов научных исследований, вопросы научно-информационного обеспечения инновационного развития в сфере сельского хозяйства, влияния информационных технологий на развитие и повышение конкурентоспособности отечественного сельскохозяйственного производства, перехода на принципы наилучших доступных технологий в сфере АПК и др. Обсуждены результаты и перспективы развития приоритетных подотраслей АПК, практического применения информационных технологий в сельскохозяйственном производстве, научной, образовательной и управленческой деятельности.

УДК 691.303

Определение зависимости движущей силы игольчатой бороны от сопротивления почвы проколу и числа одновременно заглубляющихся игл

М.М. Ковалев,

д-р техн. наук, научный руководитель,

m.kovalev@vniiml.ru

В.А. Кондрашов,

мл. науч. сотр.,

vik3353@yandex.ru

(ФГБНУ ВНИИМЛ)

Аннотация. Изложена методика определения движущей силы игольчатой бороны исходя из линейной и параболической зависимостей сопротивления почвы внедрению плунжера твердомера и учета сопротивления почвы на выходе иглы из неё. Приведены уравнения движения игольчатой бороны с учетом этих факторов, а также при одновременном заглублении в почву нескольких игл.

Ключевые слова: почва, прокол, сопротивление, игольчатая бороны, зависимость, движущая сила.

Существенным резервом увеличения урожайности сельскохозяйственных культур являются сокращение сроков и значительное улучшение качества выполнения различных технологических операций при обработке почвы [1-4].

Приоритетным направлением в программах развития сельского хозяйства в качестве стратегического выделено производство мелкосемянных культур, таких как лен-долгунец и яровой рапс [5].

В настоящее время природно-климатические условия в льноводной зоне страны характеризуются образованием на поверхности, особенно суглинистых почв, плотной корки, которая усложняет появление всходов и, растрескиваясь, повреждает тонкую корневую систему растений, что приводит к снижению урожайности культур [3-4].

Бороны, используемые как отдельные рабочие органы, так и в составе комбинированных почвообрабатывающих машин, имеют определенные недостатки при выполнении процесса предпосевной обработки почвы под мелкосемянные культуры [5-6].

В существующих игольчатых бороны рабочие органы не приспособлены для мелкой поверхностной обработки почвы. Поэтому исследования, направленные на улучшение показателей выполнения технологических процессов ресурсосберегающими бесприводными игольчатыми бороны при их использовании для мелко-го поверхностного рыхления почв, являются актуальными.

Работа игольчатых борон исследована рядом авторов [5-6]. Наиболее полно работа борон с перемещением дисков по почве в продольно-вертикальной плоскости изложена в трудах [7-10]. Однако вопросы взаимодействия игл с почвой изучены недостаточно. При определении движущей силы игольчатой бороны исходили только из линейной зависимости деформации почвы плунжерами твердомеров. Однако при этом не была учтена сила сопротивления, которую преодолевает игла при выходе из почвы и не рассмотрены случаи одновременного заглубления в нее нескольких игл бороны.

Цель исследований – определение зависимости движущей силы игольчатой бороны с учетом разных закономерностей сопротивления почвы проколу иглами и силы сопротивления, преодолеваемого иглой при выходе из почвы, а также при одновременном заглублении нескольких игл в нее.

Теоретические исследования проведены с использованием классических методов высшей математики, теоретической и аналитической механики, теории механизмов и машин, а также методов решения задач с использованием персонального компьютера.

Рассматриваемая бороны относится к устройствам, представляющим собой ведомые звенья, совершающие качение по почве в продольно-вертикальной плоскости. В этой плоскости движутся диски с иглами, которые углубляются в почву и производят ее прокол и рыхление. Движение игольчатой бороны осуществляется под действием движущей силы, а заглубление игл – под действием силы тяжести.

Для определения сопротивления почвы при работе игольчатой бороны будем исходить из двух основных закономерностей деформации почвы плунжерами твердомеров (рис. 1).

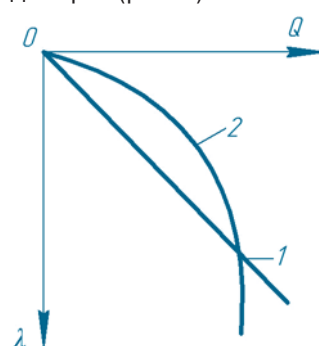
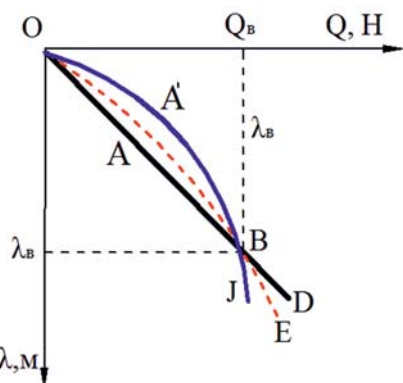


Рис. 1. Зависимость силы Q сопротивления почвы внедрению в неё плунжера на глубину λ погружения:
1 – линейная;
2 – параболическая

Рис. 2. Пример, иллюстрирующий замену опытной кривой ОВЕ линейной зависимостью ОАВД и параболической ОА'ВJ



Значение силы сопротивления почвы при применении линейной зависимости определяется по выражению

$$Q = \kappa \lambda, \quad (1)$$

где Q – сила, необходимая для внедрения плунжера в почву, Н;

κ – опытный коэффициент, Н/м;

λ – глубина погружения плунжера, м.

Значение силы сопротивления почвы при применении параболической зависимости определяется по выражению

$$Q = c\sqrt{\lambda} \text{ или } Q = c\lambda^{0.5}, \quad (2)$$

где c – опытный коэффициент, Н/м.

С учетом приведенных выражений была выполнена замена зависимости силы сопротивления почвы внедрению в неё плунжера на глубину погружения, полученной опытным путем (кривая ОВЕ), линейной зависимостью ОАВД ($\kappa = \frac{Q_B}{\lambda_B}$) и параболической ОА'ВJ ($c = \frac{Q_B}{\lambda_B}$) (рис. 2).

Величины Q_B и λ_B приведены на рис. 2.

Ранее [8-10] получена зависимость для определения горизонтальной движущей силы $P_{\partial л}$, приложенной в центре С диска игольчатой бороны при заглублении одной иглы для обеспечения движения центра диска при линейной деформации почвы:

$$P_{\partial л} \approx \kappa \lambda \cos(\Psi_0 + \Psi), \quad (3)$$

где λ – глубина внедрения наружного конца иглы в почву, м;

Ψ_0 – угол отклонения иглы от передней горизонтали, проходящей через центр диска с иглами в момент начала прокола почвы этой иглой, град.;

Ψ – угол поворота иглы в почве от Ψ_0 до вертикального её положения (Ψ меняется от 0 до $90^\circ - \Psi_0$, град.).

С учетом силы Q_1 сопротивления, преодолеваемого иглой при выходе из почвы, формула (3) приобретает вид:

$$P_{\partial н} \approx \kappa \lambda \cos(\Psi_0 + \Psi) + Q_1. \quad (4)$$

Если почва сопротивляется внедрению в неё иглы по параболической зависимости, то при условии, что $Q = c\sqrt{\lambda}$ или $Q = c\lambda^{0.5}$ формула (4) примет вид:

$$P_{\partial н} \approx c\lambda^{0.5} \cos(\Psi_0 + \Psi) + Q_1, \quad (5)$$

или

$$P_{\partial н} \approx c\sqrt{\lambda} \cos(\Psi_0 + \Psi) + Q_1. \quad (5')$$

Анализ формул (4), (5) и (5') показал, что они справедливы для случая, когда угол между иглами больше 45° , т.е. поворачивается в почве на угол от $\Psi_0 \approx 45^\circ$ до угла $\Psi_0 + \Psi$, равного 90° (т.е. до вертикального положения иглы).

Если угол между иглами диска меньше 45° , то следующая за первой иглой вторая игла входит в почву, когда первая еще не вышла из нее и продолжает углубляться дальше, т.е. одновременно работают две иглы. В таком случае формулы (4), (5) и (5') нуждаются в корректировке.

Прежде чем скорректировать формулы, составим таблицу, в которой приводятся возможные варианты количества игл и угла между ними на диске в игольчатой бороны такого типа.

Из таблицы видно, что чем больше количество игл в диске, тем меньше угол между ними и тем труднее будет изготовить диск с иглами. С другой стороны, при большом расстоянии между проколами почвы возможно недостаточное её рыхление. Поэтому наиболее подходящим числом игл является 12 и 18, т.е. варианты 2 и 3, представленные в таблице, хотя возможно применение и варианта 4.

Возможные варианты количества игл и углов между ними в игольчатой бороны

№ п/п	Варианты количества игл в одном диске	Угол между соседними иглами, град.	Возможное количество одновременно работающих игл
1	9	40°	2
2	12	30°	2
3	18	20°	3
4	24	15°	3
5	30	10°	4

Проведём коррекцию формул (4), (5) и (5'). В них сила P_{∂} зависит от двух переменных: λ и Ψ .

Для коррекции этих формул необходимо, чтобы в их правых частях была зависимость

$$\lambda = \frac{h_u}{\Psi_{12}}, \quad (6)$$

где h_u – максимальная глубина прокола почвы иглой;

Ψ_{12} – угол, на который поворачивается игла в почве от начала её прокола до его окончания (т.е. когда игла становится в почве вертикально), $\Psi_{12} = 90^\circ - \Psi$.

Из равенства (6) находим:

$$\Psi \approx \frac{\Psi_{12}}{h_u} \lambda. \quad (7)$$

С учетом равенства (7) получаем, помимо равенств (4), (5) и (5'), следующие скорректированные формулы для определения сил $P_{\partial л}$ и $P_{\partial н}$:

$$P_{\partial l} \approx \kappa \lambda \cos(\Psi_0 + \frac{\Psi_{12}}{h_H} \lambda) + Q_1; \quad (8)$$

$$P_{\partial n} \approx c\sqrt{\lambda} \cos(\Psi_0 + \frac{\Psi_{12}}{h_H} \lambda) + Q_1. \quad (9)$$

Таким образом, формулы (8) и (9) позволяют определять силы $P_{\partial l}$ и $P_{\partial n}$ в зависимости от одной переменной λ при линейной и параболической закономерностях деформации почвы.

Определим теперь угол Ψ_0 в зависимости от длины (или радиуса) иглы и глубины прокола почвы (рис. 3). На рис. 3 показаны центр C и окружность, по которой вращаются концы игл при работе, а также углы Ψ_0 , Ψ_{12} , Ψ , глубина прокола почвы иглой h_H и радиус окружности концов игл r_H .

Из прямоугольного треугольника CA_0E_1 следует, что

$$\sin \Psi_0 = \frac{A_0E_1}{A_0C},$$

где $A_0E_1 = r_H - h_H$, а $A_0C = r_H$.

Тогда:

$$\Psi_0 = \arcsin \frac{r_H - h_H}{r_H} = \arcsin (1 - \frac{h_H}{r_H}). \quad (10)$$

С учетом выражения (10) формулы (8) и (9) приобретают вид:

$$P_{\partial l} \approx \kappa \lambda \cos(\arcsin (1 - \frac{h_H}{r_H}) + \frac{\Psi_{12}}{h_H} \lambda) + Q_1; \quad (11)$$

$$P_{\partial n} \approx c\sqrt{\lambda} \cos(\arcsin (1 - \frac{h_H}{r_H}) + \frac{\Psi_{12}}{h_H} \lambda) + Q_1. \quad (12)$$

Рассмотрим процесс одновременного заглубления двух игл бороны. Схема прокола почвы одновременно двумя иглами показана на рис. 4.

Две иглы CA и CB работают совместно, причём угол между ними равен $\Psi_A - \Psi_B$. Если считать, что каждая игла производит прокол почвы в направлении, близком к вертикали, то игла CA начала прокол в точке A'_0 (центр C – в положении C'), а игла CB – в положении около точки B'_0 (центр C – в положении C''), угол Ψ_0 для каждой иглы равен углу ECA_0 , угол Ψ для каждой иглы CA , равный углу Ψ_A , и

угол Ψ для каждой иглы CB , равный углу Ψ_B , принимают значения от угла Ψ_0 до угла ECH .

Глубина прокола h_H показана на схеме (рис. 4), а угол Ψ_{12} равен $90^\circ - \Psi_0$. Тогда для обеих игл сила P_{∂} будет равна сумме $P_{\partial 1}$ и $P_{\partial 2}$, где $P_{\partial 1}$ – движущая сила для углубления в почву иглы CA , а $P_{\partial 2}$ – движущая сила для углубления в почву иглы CB . Прокол почвы был начат в точке A'_0 (игла тогда находилась в положении $C'A'_0$). Во время прокола почвы игла поворачивалась и углублялась в неё благодаря движению центра C влево и углублению конца A иглы вниз, при этом игла повернулась на угол Ψ_A . Прокол почвы в точке B'_0 был произведён в положении $C''B'_0$. Во время этого прокола игла повернулась на угол Ψ_B . С учётом изложенного получим зависимость силы P_{∂} при линейной деформации почвы двумя иглами:

$$P_{\partial l} = P_{\partial 1l} + P_{\partial 2l} \approx \kappa \lambda_1 \cos (\psi_0 + \frac{\Psi_{12}}{h_H} \lambda_1) + \kappa \lambda_2 \cos (\psi_0 + \frac{\Psi_{12}}{h_H} \lambda_2) + 2Q_1. \quad (13)$$

При параболической деформации почвы обеими иглами сила $P_{\partial n}$ будет определяться по формуле

$$P_{\partial n} = P_{\partial 1n} + P_{\partial 2n} \approx c\sqrt{\lambda_1} \cos (\psi_0 + \frac{\Psi_{12}}{h_H} \lambda_1) + c\sqrt{\lambda_2} \cos (\psi_0 + \frac{\Psi_{12}}{h_H} \lambda_2) + 2Q_1. \quad (14)$$

С учётом выражения (10) формулы (13) и (14) приобретают вид:

$$P_{\partial l} = P_{\partial 1l} + P_{\partial 2l} \approx \kappa \lambda_1 \cos \left(\arcsin (1 - \frac{h_H}{r_H}) + \frac{\Psi_{12}}{h_H} \lambda_1 \right) + \kappa \lambda_2 \cos \left(\arcsin (1 - \frac{h_H}{r_H}) + \frac{\Psi_{12}}{h_H} \lambda_2 \right) + 2Q_1; \quad (15)$$

$$P_{\partial n} = P_{\partial 1n} + P_{\partial 2n} \approx c\sqrt{\lambda_1} \cos \left(\arcsin (1 - \frac{h_H}{r_H}) + \frac{\Psi_{12}}{h_H} \lambda_1 \right) + c\sqrt{\lambda_2} \cos \left(\arcsin (1 - \frac{h_H}{r_H}) + \frac{\Psi_{12}}{h_H} \lambda_2 \right) + 2Q_1; \quad (16)$$

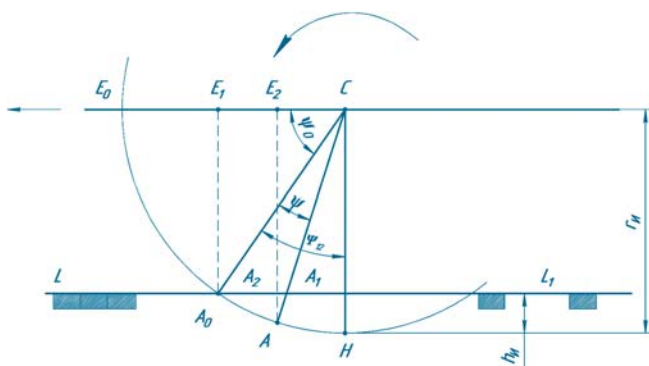


Рис. 3. Схема к определению углов Ψ_0 и Ψ в зависимости от радиуса r_H игл и глубины h_H прокола почвы иглами

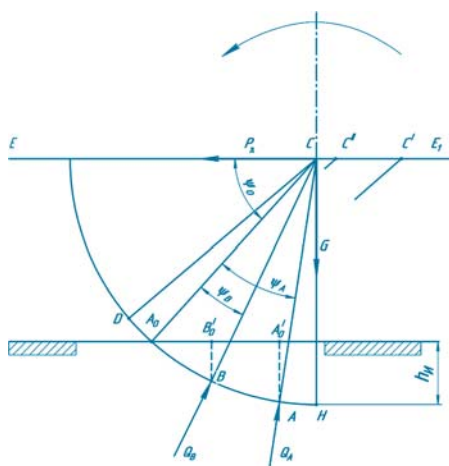


Рис. 4. Схема прокола почвы иглами CA и CB бороны из точек A'_0 и B'_0 под действием сил P_A и G (угол BCA острый)

Таким образом, с использованием выражений (15) и (16) определяются силы P_0 при одновременной работе двух игл.

В формулах (8), (9), (13) и (14) величины Ψ_0 , Ψ_{12} и h_{II} постоянные, а λ_1 и λ_2 – переменные. Коэффициенты k и c определяются в результате обработки диаграмм, получаемых при определении твердости почвы с помощью твердомеров (см. рис. 1, 2).

Если одновременно работают три иглы, то задача решается аналогично.

В результате выполненных исследований предложена методика расчета движущей силы игольчатой бороны, предусматривающая замену опытных кривых, полученных при деформации почвы плунжерами твердомеров, двумя основными закономерностями – либо линейной, либо параболической, что позволит повысить точность расчетов.

В ходе исследований получены уточненные зависимости (11) – (14) для расчета движущей силы игольчатой бороны при заглублении одной или нескольких игл одновременно, учитывающие силу сопротивления, преодолеваемую иглой при выходе из почвы, и использование линейной или параболической закономерностей сопротивления почвы при работе игольчатой бороны.

Список использованных источников

1. Поздняков Б.А., Ковалев М.М. Организационно-экономические аспекты технологизации льняного комплекса: монография. Тверь: ГУПТО Тверская обл. типограф., 2006. 208 с.
2. Ковалев М.М., Баранов И.В., Пучков Е.М. Ресурсосберегающая технология внесения туков под лен-долгунец // Льняное дело. 1997. № 2. С. 30-32.
3. Лачуга Ю.Ф., Ковалев М.М., Поздняков Б.А. Повышение экономической эффективности технологизации инженерно-технической сферы льняного подкомплекса: реком. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2006. 28 с.

4. Ковалев М.М. Машинно-технологическая модернизация льняного подкомплекса // Техника и оборудование для села. 2011. № 2. С. 3-7.

5. Голубев Д.А. Обоснование параметров и режимов работы комбинированной бороны для предпосевной обработки почвы под мелкозерновые культуры: автореф. дис...канд. техн. наук: 05.20.01.М., 2010. 16 с.

6. Конищев А.А. Обоснование параметров рабочих органов игольчатой бороны для обработки почвы на стерневых фонах: дис. ...канд. техн. наук: 05.20.01. Шортанды, 1983. 174 с.

7. Хайлис Г., Шевчук В., Толстушко Н. К расчету сил, действующих на иглы игольчатой бороны // Сільськогосподарські машини: сб. наук. ст. Вип. 23. Луцьк: ЛНТУ, 2012. С.136-141.

8. Хайлис Г.А. О прокалывании почвы иглами игольчатой бороны / Г.А. Хайлис, М.М. Ковалев, Л.А. Талах, В.В. Шевчук // Достижения науки и техники АПК. 2014. № 1. С. 60-62.

9. Хайлис Г.А. Анализ работы игольчатой бороны при качении по почве / Г.А. Хайлис, М.М. Ковалев, Н.Н. Толстушко, В.В. Шевчук // Тракторы и сельхозмашины. 2014. № 5. С. 25-28.

10. Ковалев М.М. Теоретические основы воздействия игл игольчатой бороны на почву / М.М. Ковалев, С.В. Прокофьев, В.Г. Фадеев, В.А. Кондрашов // Техника и оборудование для села. 2017. № 1. С.12-15.

Dependence Determination of Soil Spiker Driving Force on Soil Resistance to Puncturing and the Number of Simultaneously Penetrated Needles

M.M. Kovalev, V.A. Kondrashov

Summary. The article presents the technique to determine a driving force of a soil spiker on a basis of the linear and parabolic dependence of soil resistance to penetration of a durometer plunger and taking into account soil resistance on going a needle out of it. The equations of the soil spiker movement are given based on these factors, and simultaneous penetration of several needles into the soil.

Key words: soil, puncture, soil resistance, soil spiker, dependence, driving force.

Уважаемые читатели!

Предлагаем подписаться на реферативный журнал «Инженерно-техническое обеспечение АПК»

Использование реферативного журнала позволяет оперативно знакомиться с новинками в области механизации, автоматизации, электронизации сельского хозяйства, а также пищевой промышленности, созданными как в России, так и за рубежом.

В журнале публикуется реферативная информация о наиболее значимых статьях из отечественных и иностранных научных и научно-производственных журналов, тематических сборников и материалов конференций.

Реферат, представляющий собой сокращенное изложение содержания первичного документа с основными фактографическими сведениями и выводами, значительно сократит Ваше время на просмотр и изучение информации по интересующей теме. Каждая запись содержит библиографическое описание документа, ключевые слова.

Материал в журнале систематизирован в соответствии с Государственным рубрикатором научно-технической информации (ГРНТИ). Каждая рубрика снабжена индексом Универсальной десятичной классификации (УДК), который может быть использован при написании статей. Для удобства работы в журнале предусмотрен именной указатель авторов, составителей, редакторов публикаций, а также предметный указатель.

Издание распространяется по подписке через агентство «Роспечать» и ФГБНУ ЦНСХБ. Условия подписки можно узнать по тел.: (495) 926-7724, (495) 607-53-39, каталогам агентства «Роспечать», а также на сайте ФГБНУ ЦНСХБ (<http://www.cnsb.ru>).



АГРОРУСЬ

26-я МЕЖДУНАРОДНАЯ АГРОПРОМЫШЛЕННАЯ

ВЫСТАВКА

22.08 –

25.08.2017

ПАВИЛЬОНЫ F, G

ЯРМАРКА

РЕГИОНАЛЬНЫХ ПРОДУКТОВ

19.08 –

27.08.2017

ОТКРЫТАЯ ПЛОЩАДЬ КОМПЛЕКСА



Реклама



КОНГРЕССНО-ВЫСТАВОЧНЫЙ ЦЕНТР
ЭКСПОФОРУМ

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ, ПЕТЕРБУРГСКОЕ ШОССЕ, 64/1

ОРГАНИЗАТОР

EXPOFORUM

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ
МЕДИАПАРТНЕР



тел. +7 (812) 240 40 40
доб. 2231, 2235, 2188, 2254, 2281

farmer@expoforum.ru

www.agrorus.expoforum.ru

0+

УДК 631.3

Обоснование модернизации пруткового элеватора копателя-сборщика картофеля КСК-1 путем использования композитных материалов

П.В. Дородов,д-р техн. наук, доц., проф.,
pvd80@mail.ru**П.Л. Максимов,**д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой,
декан,
maksimovpl@mail.ru**Н.Д. Давыдов,**ст. препод.,
maksimovpl@mail.ru
(ФГБОУ ВО «Ижевская ГСХА»)

Аннотация. Приведены результаты механических испытаний при различных условиях нагружения и расчет усталостной долговечности стеклопластикового прутка элеватора картофелекопателя.

Ключевые слова: материалоемкость, стеклопластиковая арматура, механические свойства, прочность, усталостная долговечность.

В России картофель возделывается практически повсеместно, причем до 80% и более площадей приходится на долю небольших фермерских хозяйств и приусадебных участков. Наибольшее затруднение вызывают уборочные работы. Для выкапывания картофеля используются распространенные копатели КТН-2В, КСТ-1,4, за которыми следуют 15-20 рабочих-сборщиков.

Такая технология малопроизводительна, трудозатратна и приводит к большим потерям (в зависимости от почвенно-климатических условий потери урожая могут достигать 26%). Применение высокопроизводительных картофелеуборочных комбайнов в таких условиях нерентабельно.

В результате многолетних исследований и изысканий был создан копатель-сборщик картофеля КСК-1 с системой отделения клубней от почвы и ботвы «в восходящем потоке во-

роха» [1-3] (рис. 1а). Отличительные особенности машины – компактность и малая материалоемкость. Тем не менее производственные испытания показали, что использование копателя в навесном варианте в агрегате с тракторами тягового класса 0,6 требует наличия переднего противовеса.

Один из способов дальнейшего снижения материалоемкости машины – применение облегченных конструкций при условии их достаточной прочности и жесткости [4-6]. Так, вместо металлических элементов можно использовать облегченные композитные материалы (их плотность в 4 и более раз меньше стали) при условии их надежной эксплуатации в условиях динамического нагружения.

Цель работы – экспериментальное обоснование замены стальных прутков элеватора полимерной композитной арматурой (АКП) для модернизации копателя-сборщика картофеля КСК-1 (рис. 1б).

Проблема заключается в том, что АКП используется как строительный материал и в основном испытывает статическую нагрузку. Поэтому остается пока неизвестным, как скажется на

ее надежности работа в условиях циклических или ударных воздействий.

Кроме того, различные источники для такой арматуры дают достаточно широкий разброс механических характеристик [7-9]:

- при растяжении-сжатии предел прочности $\sigma_B = 463 - 1600 \text{ МПа}$, модуль упругости $E = (0,21 - 0,51) \cdot 10^5 \text{ МПа}$;

- при изгибе предел прочности $\sigma_B = 690 - 1240 \text{ МПа}$, модуль упругости $E = (0,2 - 0,41) \cdot 10^5 \text{ МПа}$.

В связи с поставленной целью в работе определены следующие задачи: исследовать механические свойства стеклопластиковой арматуры (АСП-10) при статическом изгибе, ударе и циклическом нагружении; рассчитать параметры стеклопластикового прутка из условия его надежной эксплуатации.

Методы механических испытаний регламентированы государственными стандартами [10], лабораторные исследования стеклопластиковой арматуры проведены в соответствии с ними.

Исследование ползучести и вязкоупругих свойств. Исследование ползучести проводилось для кон-

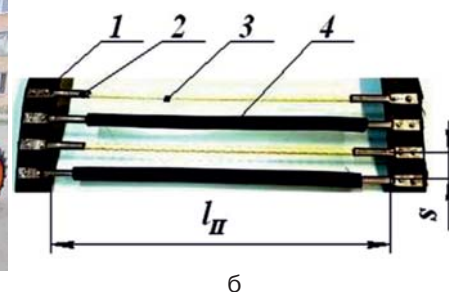


Рис. 1. Копатель-сборщик КСК-1 в агрегате с трактором ТК-30 (а) и элемент пруткового элеватора копателя (б):

1 – ремень элеватора; 2 – опорная металлическая втулка прутка; 3 – стеклопластиковый пруток; 4 – резиновая втулка

сольно-нагруженных образцов рабочей длиной $l = 120-125$ мм, диаметром $d = 9,44-9,81$ мм при нагрузке $P = 10-70$ Н. Затем строились диаграммы ползучести – изменение прогиба w с течением времени t . После снятия внешней нагрузки максимальная остаточная деформация составила $w_{ост} = 0,1$ мм, время релаксации, т.е. время, за которое остаточная деформация уменьшилась в e раз, составило 24 ч.

Проведенный анализ показал, что исследуемый материал является вязкоупругим. Скорость ползучести за первые 60-120 с сравнительно высока и составляет 0,01-0,02 мм/мин, затем резко снижается и остается малой в течение десятков часов.

Большая часть вязкоупругих материалов обладает линейной зависимостью между напряжениями и деформациями в определенных пределах изменения внешней нагрузки [5, 11, 12]. В первом приближении материал АСП-10 подчиняется закону Гука, поэтому для определения модуля упругости можно воспользоваться примерной формулой [12]

$$E = \frac{64 P l^3}{3\pi w d^4}.$$

Для исследуемой серии образцов значения модуля упругости находились в пределах $E = (0,31-0,36) \cdot 10^5$ МПа, т.е. жесткость стеклопластикового прутка в 5,5-7,1 раза ниже, чем стального. Это необходимо учитывать при проектировании (модернизации) конструкции, предусматривающем подбор (или замену) ее несущих элементов.

При превышении предела пропорциональности жесткость материала снижается и появляется остаточная деформация. Для определения предела пропорциональности были проведены испытания на статическую прочность.

Испытания на прочность при изгибе. Испытания на изгиб проводились на модернизированной разрывной машине МР-0,5-1 [5, 11].

Образцы испытывались на изгиб по расчетной схеме шарнирно-опертой балки, нагруженной по-

середине сосредоточенной силой. Для серии образцов длиной $l = 70-70,5$ мм и диаметром $d = 9,44-9,81$ мм при помощи диаграммного аппарата строились зависимости нагрузка-прогиб. Испытания образцов с периодической разгрузкой выше предела пропорциональности показали, что петли разгрузки почти полностью возвращаются на линию нагружения, вплоть до разрушения образца.

Если сравнить максимальные прогибы w_{max} с теоретическими w_T , рассчитанными по известной зависимости [12] (в предположении, что закон Гука справедлив, вплоть до разрушения):

$$w_T = \frac{4P_{max} l^3}{3\pi E d^4},$$

где P_{max} – нагрузка, при которой происходит разрушение образца, то получаем отношение

$$\frac{w_{max}}{w_T} = 3,4 - 4,$$

т.е. материал образца имеет предел пропорциональности, значительно меньший предела прочности.

Для исследуемой серии образцов нагрузка, соответствующая пределу пропорциональности, составила $P_{II} = 433-500$ Н. Затем по формуле [12]

$$\sigma = \frac{8Pl}{\pi d^3} \quad (1)$$

при $P = P_{II}$ рассчитывался предел пропорциональности σ_{II} , который составил $\sigma_{II} = 90-102$ МПа.

Если считать гипотезу плоских сечений справедливой, вплоть до разрушения, то условный предел прочности σ_B можно найти по формуле (1)

при $P = P_{max}$. Для исследуемой серии образцов $\sigma_B = 728-793$ МПа.

Таким образом, статическая прочность стеклопластиковой арматуры соизмерима с прочностью стали. Однако с целью предотвращения появления остаточной деформации, которая может стать причиной возникновения монтажных напряжений, излишних натягов или зазоров в сопряжениях деталей, а также в связи с низкой жесткостью материала, необходимо ограничивать расчетные напряжения величиной, меньшей предела пропорциональности, т.е. $\sigma \leq 90$ МПа.

Испытания на удар проводились на маятниковом копре КМ-30 при температуре 21-23°C над партией однотипных образцов в количестве 6 шт., длиной $l = 89,4-90$ мм, диаметром $d = 9,36-9,67$ мм.

Величина ударной вязкости составила $a = (1,85-2,18) \cdot 10^6$ Дж/м² и соизмерима с металлическими прутками марки Ст.10, для которой $a = 2,40 \cdot 10^6$ Дж/м².

Испытания на усталость. Для определения усталостной долговечности испытывалась серия образцов (рис. 2а) рабочей длиной $l = 102-121$ мм и диаметром $d = 9,5-9,8$ мм в количестве 10 шт. до полного их разрушения (рис. 2б) на машине УКИ-10М.

По результатам испытаний строилась диаграмма зависимости предельных напряжений σ от числа циклов до разрушения N (кривая усталости), изображенная на рис. 3.

Напряжения для консольно-нагруженного образца определялись по формуле [12]

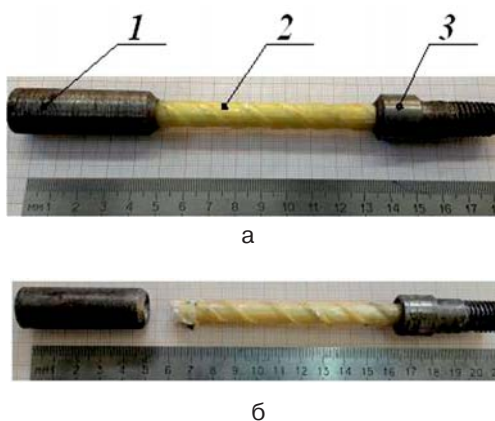


Рис. 2. Образец для исследования на усталость:

а – до разрушения:
1 – головка под захват машины;
2 – исследуемый прут;
3 – головка под подшипники с серьгой для гирь;
б – после разрушения

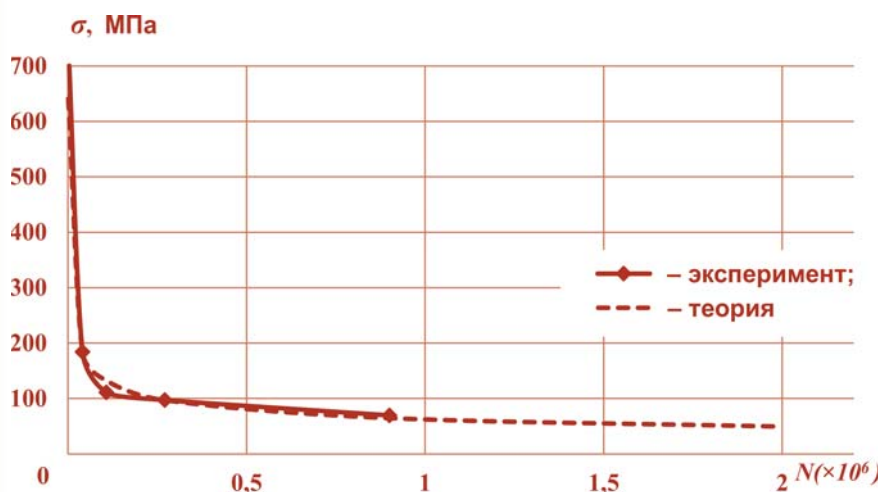


Рис. 3. Диаграмма усталости стеклопластиковой арматуры

$$\sigma = \frac{32Pl}{\pi d^3},$$

где P – вес гирь.

При построении диаграммы усталости для $N = 0$ принято значение предела прочности $\sigma_0 = 750,1$ МПа.

Известно теоретическое представление кривой усталости в виде уравнения [12, 13]

$$\sigma^m N = C, \quad (2)$$

где m , C – постоянные.

Численное исследование уравнения (2) в контрольных точках экспериментальных значений (на рис. 3 отмечены маркерами) позволило рассчитать значения постоянных: $m = 2,9672$; $C = 13,54 \cdot 10^{28} \text{ Па}^m$.

Тогда по уравнению (2) можно рассчитать предел выносливости при симметричном цикле σ_{-1} , задавшись базовым числом N_0 . В сравнении со стальными образцами, для которых принято $N_0 = 10^7$ циклов [13], получено $\sigma_{-1} = 28,76$ МПа. Таким образом, для стеклопластиковой арматуры можно записать эмпирическое соотношение между пределом выносливости и пределом прочности при изгибе в виде:

$$\sigma_{-1} = 0,038\sigma_B.$$

Для стали принято следующее соотношение: $\sigma_{-1} = (0,4 - 0,5)\sigma_B$ [12, 13].

Таким образом, заключаем, что усталостная прочность стеклопластиковой арматуры более чем в 10 раз ниже стальных образцов.

Расчет прутка. При расчете прутка исходим из наиболее тяжелых условий его работы: прутки работают

на изгиб под действием нагрузки от сопротивления движению лемеха копателя, равнодействующая R которой приложена посередине пролета длиной $l_{пр}$; напряжения в прутке имеют циклический характер.

Согласно [3-5] имеем:

$$R = \frac{ab\rho(Lg + v^2 \sin \alpha) \cdot \cos \alpha}{\cos(\alpha + \varphi)}, \quad (3)$$

где a – толщина клубненосного пласта;

b – ширина пласта;

L – длина рабочей поверхности лемеха;

v – рабочая скорость копателя;

ρ – плотность почвы;

g – ускорение свободного падения ($9,81 \text{ м/с}^2$);

α – угол наклона лемеха;

φ – угол трения.

Подбираем следующие агротехнические параметры [3-5]:

$a = 0,2 \text{ м}$; $b = 0,62 \text{ м}$; $L = 0,35 \text{ м}$; $\rho = 1500 \text{ кг/м}^3$; $v = 1,16 \text{ м/с}$; $\alpha = 24^\circ$; $\varphi = 28^\circ$.

Подставляя их в выражение (3), получаем величину равнодействующей $R = 640,53 \text{ Н}$.

Напряжения в крайних волокнах опасного сечения определяются по формуле [12]

$$\sigma = \frac{4Rl_{пр}}{k\pi d^3}, \quad k = \frac{L}{S},$$

максимальный прогиб:

$$w_{max} = \frac{5\sigma l_{пр}^2}{24Ed},$$

угол поворота опорного сечения:

$$\theta_{max} = \frac{16w_{max}}{5l_{пр}},$$

где d – минимальный диаметр прутка;

$l_{пр}$ – длина прутка;

k – целое число прутков, воспринимающих нагрузку от клубненосного слоя;

s – расстояние между прутками (см. рис. 1б).

При $l_{пр} = 0,5 \text{ м}$, $d = 9,44 \text{ мм}$, $s = 45 \text{ мм}$, $E = 0,32 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ получаем $k = 8$, $S = 60,6 \text{ МПа}$, $w_{max} = 10,44 \text{ мм}$, $\theta_{max} = 3^\circ 8'$.

Расчетные напряжения меньше предела пропорциональности $\sigma_{пр}$, но превышают предел выносливости σ_{-1} , т.е. материал прутка работает в упругой зоне – многоциклового усталости.

Таким образом, условие надежной эксплуатации прутка при отсутствии износа его поверхности можно записать в виде:

$$N \geq N_0, \quad (4),$$

где N – усталостная долговечность;

N_0 – наработка на отказ.

Для предотвращения износа прутка (нарушение целостности волокон) его поверхность необходимо защищать резиновыми втулками, а опорные металлические втулки должны иметь возможность свободного поворота на угол $\geq 4^\circ$ за счет упругих направляющих ремней элеватора (см. рис. 1б).

Тогда усталостная долговечность, рассчитанная по формуле 2 при $\sigma = 60,6 \text{ МПа}$, равна $N = 1095130$. Рекомендуемая наработка на отказ для современной картофелеуборочной техники составляет $T_0 = 80 \text{ ч}$ [5, 14], которой соответствует долговечность

$$N_0 = 3600v T_0 / L = 954514,$$

т.е. условие (4) выполняется. Однако для подтверждения полученного результата необходимы дополнительные производственные испытания модернизированного копателя в полевых условиях, что является задачей дальнейших исследований.

Список

использованных источников

1. Максимов П.Л. Универсальные технические средства для уборки кор-

неклубнеплодов: дисс....д-ра техн. наук: 05.20.01. М., 2003. 287с.

2. Картофелеуборочный комбайн, отделяющий клубни в восходящем потоке вороха: пат. 2332828 Рос. Федерация: МПК⁶¹ А 01 D 17/22 / Максимов Л.М., Максимов П.Л., Максимов Л.Л.; заявитель и патентообладатель Максимов Леонид Михайлович. №2006144343/11; заявл. 12.12.2006; опублик. 10.09.2008, Бюл. № 25. 7 с.

3. Новый малогабаритный картофелеуборочный комбайн с сепаратором восходяще-сходящего действия / Л.М. Максимов, П.Л. Максимов, А.К. Струнов, Е.М. Бушмакин // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 9. С. 9-11.

4. **Ерохин М.Н., Максимов П.Л., Дородов П.В.** Повышение конструктивной надежности копателя-сборщика картофеля // Тракторы и сельхозмашины. 2015. № 2. С. 8-12.

5. **Дородов П.В.** Повышение надежности сельскохозяйственных машин путем оптимизации формы их деталей: дисс....д-ра техн. наук: 05.20.03. М., 2015. 327 с.

6. **Ерохин М.Н.** Принципы повышения надежности и эффективности эксплуатации сельскохозяйственной техники: дисс....д-ра техн. наук: 05.20.03. М., 1994. 76 с.

7. Композитная арматура [Электронный ресурс]. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения: 05.04.2017).

8. **Нильсен Л.** Механические свойства полимеров и полимерных композиций. М.: Химия, 1978. 312с.

9. Альбом типовых проектов [Электронный ресурс]. URL: <http://stekloarmatura.com.ua/images/Album-of-Imperative-ukraine.pdf> (дата обращения: 11.04.2017).

10. **Миненков Б.В., Семенов-Ежов И.Е., Бидерман Т.В.** Экспериментальные методы исследования деформаций и напряжений: метод. указания. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999. С. 64.

11. **Дородов П.В.** Комплексный метод расчета и оптимального проектирования деталей машин с концентраторами напряжений: монография. Ижевск: ФГБОУ ВПО «Ижевская ГСХА», 2014. 316 с.

12. **Беляев Н.М.** Сопротивление материалов. М.; Л.: Гостехиздат, 1951. 856 с.

13. **Серенсен С.В., Когаев В.П., Шнейдерович Р.М.** Несущая способность и расчет деталей машин на прочность: руководство и справочное пособие. М.: Машиностроение, 1975. 488 с.

14. Технические и технологические требования к перспективной сельскохозяйственной технике: науч. издание / В.Ф. Федоренко, Д.С. Буклагин, М.Н. Ерохин, Н.П. Мишуров [и др.]. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2011. 248 с.

Justification for Modernization of KCK-1 Potato Digger Elevator by Using Composite Materials

P.V. Dorodov, P.L. Maksimov, N.D. Davidov

Summary. The results of mechanical tests of a fiberglass rod of a potato digger elevator under different loading conditions as well as fatigue durability calculation are presented.

Key words: material consumption, fiberglass reinforcement, mechanical properties, strength, fatigue durability.

Информация

Развитие тепличных комплексов является одним из приоритетных направлений развития сельского хозяйства. За последние три года благодаря беспрецедентной поддержке со стороны государства отрасль получила возможность динамично развиваться. В результате темпы производства овощей ежегодно растут. По итогам 2016 г. урожай овощей защищенного грунта превысил 800 тыс.т.

Дальнейшему развитию тепличного комплекса способствует ежегодно проводимая специализированная выставка «Защищенный грунт России», которая состоялась с 14 по 16 июня 2017 г. на ВДНХ. Организатор выставки – Республиканская производственно-научная ассоциация «Теплицы России» при поддержке Министерства сельского хозяйства Российской Федерации, Комитета Совета Федерации по аграрно-продовольственной политике и природопользованию Федерального Собрания Российской Федерации, Агропромышленного союза России.

Основные цели и задачи выставки:

- способствовать развитию производства и импортозамещению овощей защищенного грунта, грибов и цветов, внедрению инновационных технологий, повышению инвестиционной привлекательности

С 14 по 16 июня 2017 г. на ВДНХ прошла XIV специализированная выставка «Защищенный грунт России»

тельности и конкурентоспособности произведенной отечественной продукции;

- продвигать на российский рынок современные конструкции теплиц и энергосберегающее оборудование отечественного и импортного производства;

- знакомить с передовыми технологиями выращивания овощных культур, грибов, хранения, сортировки и упаковки продукции;

- оказывать содействие привлечению инвестиций в данный сектор сельскохозяйственного производства и др.

В специализированной выставке «Защищенный грунт России 2017» приняло участие около 120 фирм и предприятий, научно-производственные объединения, проектно-строительные организации, институты, селекционно-семеноводческие фирмы, тепличные предприятия и многие другие компании, связанные с производством продукции защищенного грунта, из России и стран ближнего и дальнего зарубежья.

На выставке были представлены современные теплицы и новейшие технологии, оборудование для капельного полива и подготовки воды, рассадные и

салатные комплексы, приборы для регулирования микроклимата, перспективные сорта и гибриды овощных культур, средства защиты растений, удобрения, продукция тепличных комбинатов, тара, упаковка и др.

Научно-информационное обеспечение выставки осуществляло ФГНУ «Росинформагротех». На стенде были представлены информационные ресурсы по перспективным технологиям возделывания овощных культур, современным конструкциям сооружений защищенного грунта, экологически безопасным способам защиты овощных культур от болезней и др. Значительно востребованы научно-методические информационные издания по вопросам строительства, технологическому проектированию теплиц для выращивания овощной рассады, внедрения энергосберегающих технологий и технических средств производства овощей и грибов в защищенном грунте, хранения и переработки овощной продукции.

Н.В. Березенко,
ст. науч. сотр.
ФГНУ «Росинформагротех»

ПРИГЛАШАЕМ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ

XXIII МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА



МВС: ЗЕРНО-КОМБИКОРМА-ВЕТЕРИНАРИЯ - 2018



30 ЯНВАРЯ - 1 ФЕВРАЛЯ

МОСКВА, ВДНХ, ПАВИЛЬОН № 75

СПЕЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА:



СОЮЗ
КОМБИКОРМЩИКОВ



ЕВРОПЕЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ
ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ КОМБИКОРМОВ



РОССИЙСКИЙ
ЗЕРНОВОЙ СОЮЗ



РОСПТИЦЕСОЮЗ



СОЮЗ
ПРЕДПРИЯТИЙ
ЗООБИЗНЕСА



РОССИЙСКАЯ
ВЕТЕРИНАРНАЯ
АССОЦИАЦИЯ



СОЮЗРОССАХАР



ГКО "РОСРЫБХОЗ"



ОФИЦИАЛЬНЫЙ ПАРТНЕР: МОСКОВСКАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ПАЛАТА



ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА:

КОМБИ-
КОРМА

Ценовик



НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ
СВИНОВОДСТВО

МОЛОЧНОЕ И МЯСНОЕ
СКОТОВОДСТВО

Информационно-аналитический журнал
ЭФФЕКТИВНОЕ
ЖИВОТНОВОДСТВО

АПК
ЭКСПЕРТ

НСХ
ЖУРНАЛ АГРОБИЗНЕСА

ИЗДАТЕЛЬСТВО
АГРАРИЙ

ВЕТЕРИНАРНЫЙ
ВРАЧ

ВЕТЕРИНАРИЯ

VetPharma

FARM ANIMALS
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Perfect
Agro Technologies

РН

АГРАРНОЕ
ОБОЗРЕНИЕ

ПРОДОВОЛЬСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИИ
РЫНОК и АПК

АКТУАЛЬНЫЕ
ПРОСИСТЕМЫ

ОРГАНИЗАТОР ВЫСТАВКИ:

ЦЕНТР МАРКЕТИНГА "ЭКСПОХЛЕБ"

Член Всемирной Ассоциации Выставочной Индустрии (UFI)

Член Российского Зернового Союза



Член Союза Комбикормщиков



РОССИЙСКИЙ
ЗЕРНОВОЙ СОЮЗ



Россия, 129223, Москва, ВДНХ
Павильон "Хлебопродукты" (№40)
Телефон: (495) 755-50-35, 755-50-38
Факс: (495) 755-67-69, 974-00-61
E-mail: info@expokhleby.com
Интернет: www.breadbusiness.ru
Интернет: www.mvc-expokhleby.ru

УДК 631.362.3:633.854.54

Устройство очистки семян карусельного типа

Ю.А. Медведев,

ст. науч. сотр.,

muatorzhok1@rambler.ru

(ФГБНУ ВНИИМЛ)

Аннотация. Приведено устройство очистки семян льна, разработанное в ФГБНУ ВНИИМЛ, в котором применена принципиально новая схема, позволяющая при обеспечении высокой степени очистки снизить энергоёмкость и материалоемкость технических средств, задействованных в данном процессе.

Ключевые слова: семена, бункер, решето, лопатка, щетка, лоток, вентилятор.

Отечественное льноводство на протяжении многих лет испытывает нехватку высококачественных посевных семян льна-долгунца, что негативно отражается на показателях работы всей отрасли [1-3]. Это комплексная проблема, требующая не только агрономического [4], но и инженерно-технического решения [5-7]. Основной задачей научно-технического обеспечения в этом направлении являются изыскание, исследование и создание высокоэффективных рабочих органов и машин для получения семян льна [8-10].

Опыт практического применения зерноочистительных машин показал, что в нашей стране и за рубежом основным средством очистки семенного материала в настоящее время и ближайшей перспективе остаются машины, в конструкциях которых в качестве рабочих органов используются плоские пробивные решета, установленные в тихоходных решетных станах, совершающих гармонические колебания в горизонтальной плоскости.

Важнейшим направлением в решении задачи повышения производительности семяочистительных агрегатов является интенсификация процесса сепарации, интенсивность которого оценивается удельной производительностью, т.е. производительностью единицы площади

поверхности сепарирующего органа при заданном качестве работы [11].

В машинах предварительной, первичной и вторичной очистки, имеющих малую и среднюю производительность, применяют двухъярусную схему расположения решет. Повышение производительности достигается использованием двух параллельно работающих решетных станов, устанавливаемых один над другим. Недостатками такой схемы расположения являются чрезмерная материалоемкость и энергоёмкость [12].

Решетный стан, на котором происходит разделение материала на фракции, является одним из основных рабочих органов машин по очистке семян. Традиционная форма решет, применяемых в решетных станах, – прямоугольная. Решающим моментом при их проектировании является обеспечение необходимой величины площади решета, которой будет достаточно для качественного проведения процесса очистки семян. В этом случае длина и ширина решета рассчитываются в зависимости от производительности машины:

ширина решета:

$$B = \frac{Q}{q_g}, \text{ м,}$$

где Q – производительность устройства, кг/с;

q_g – удельная производительность, отнесенная к единице ширины решета, кг/(с·м);

длина решета:

$$l = \frac{Q}{B \cdot q_f},$$

где Q – производительность устройства, кг/с;

B – ширина решета, м;

q_f – удельная производительность решета, кг/с·м².

На решете прямоугольной формы сепарация материала происходит на ограниченном по длине участке, после прохождения которого должно

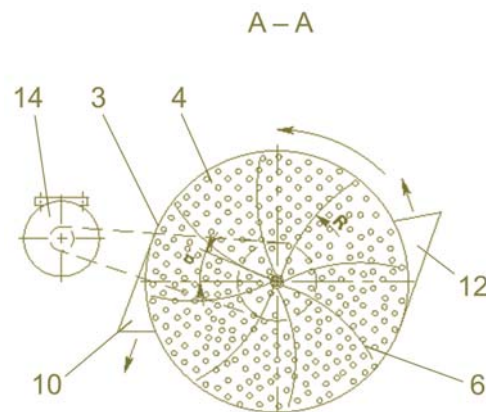
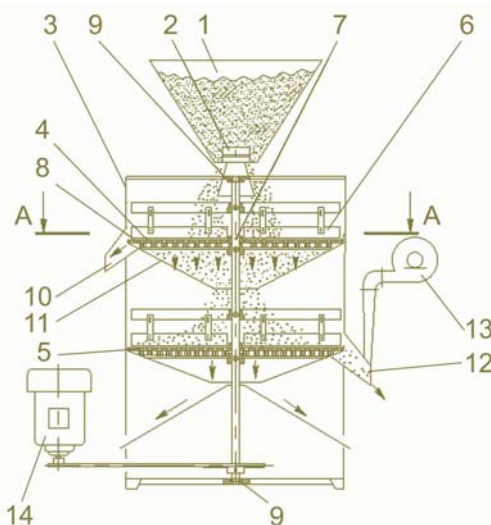
произойти полное разделение материала на фракции.

Анализ существующих технологических схем сепарации семян дал основание предложить новую схему, в которой используются плоские решета для очистки, имеющие круглую форму, что позволяет перемещать очищаемый материал по замкнутому циклу с возможностью постоянной сепарации (см. рисунок).

Технологический процесс очистки семян льна, показанный на рисунке, протекает следующим образом. Исходный материал из бункера 1 через регулируемую заслонку 2 подается в центральную часть корпуса 3, выполненного в виде цилиндра и установленного вертикально на верхнее решето 4. Криволинейные лопатки 6, жестко закрепленные на вращающемся валу 7 с опорными подшипниками 9, перемещают исходный материал по верхнему решету, при этом за счет того, что криволинейные лопатки в поперечном сечении имеют форму дуги, выпуклостью направленной в сторону вращения вала, происходит смещение материала от центра верхнего решета к его краю при одновременном просеивании его через отверстия в верхнем решете на конус схода 11, с которого материал поступает к центру нижнего решета 5. За счет кривизны лопаток крупные примеси, которые не могут просеиваться через отверстия верхнего решета, в процессе кругового вращения криволинейных лопаток смещаются к его краю, откуда попадают на лоток 10 схода крупных примесей и отводятся в отходы. С конуса схода верхнего решета материал поступает к центру нижнего решета, диаметр отверстий которого меньше, чем у верхнего; процесс очистки семян повторяется; за счет кривизны лопаток чистые семена смещаются в процессе их кругового вращения к краю нижнего решета и по лотку 12 схода чистых семян поступают на затаривание. Мелкие и

Схема устройства очистки семян

- 1 – бункер;
- 2 – регулируемая заслонка;
- 3 – корпус;
- 4 – верхнее решето;
- 5 – нижнее решето;
- 6 – лопатки;
- 7 – вал; 8 – щетки;
- 9 – подшипники;
- 10 – лоток схода
крупных примесей;
- 11 – конус схода
чистых семян;
- 12 – лоток схода
чистых семян;
- 13 – вентилятор;
- 14 – привод



колотые семена, а также мелкие примеси просыпаются через отверстия нижнего решета и отводятся в отходы. Вентилятор 13, установленный над лотком 12 схода чистых семян, удаляет пыль и оставшиеся мелкие примеси. Щетки 8, закрепленные на валу 7 и установленные снизу каждого из решет 4, 5, при круговом вращении очищают отверстия. Привод устройства очистки семян осуществляется двигателем 14 через систему шкивов.

Устройство очистки семян прошло лабораторные испытания, которые показали, что при всей простоте конструкции устройство обеспечивает надежную работу и высокую эффективность выполнения технологического процесса. По результатам лабораторных испытаний (при производительности 280-320 кг/ч) чистота семян составила 98-98,7%, потери – 1,5-1,9, повреждаемость – 0,1-0,2%.

Таким образом, использование разработанного устройства для очистки семян льна упрощенной конструкции позволяет существенно повысить эффективность данного процесса с меньшими потерями, значительным снижением удельных показателей затрат энергии и материалоемкости, что в конечном итоге позволит снизить себестоимость производства высококачественных семян льна.

Список

использованных источников

1. Ростовцев Р.А., Черников В.Г. Приоритеты в механизации современного

льноводства // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2016. № 5. С. 2-4.

2. Ущাপовский И.В., Новиков Э.В., Басова Н.В., Безбабченко А.В., Галкин А.В. Системные проблемы льнокомплекса России и зарубежья, возможности их решения // Молочнохозяйственный вестник. 2017. № 1. С. 166-186.

3. Ущাপовский И.В., Басова Н.В., Новиков Э.В., Галкин А.В. Анализ состояния, проблемы и перспективы льнокомплекса России // Матер. Междунар. науч.-практ. конф. Инновационные разработки производства и переработки льняных культур. 2016. С. 27-34.

4. Uschapovsky I. The Russian flax sector: bottlenecks and solutions // Journal of Natural Fibers. 2009. Т. 6. № 1. С. 108-113.

5. Карпова Л.Г., Безбабченко А.В., Ущাপовский И.В., Новиков Э.В. Эффективность первичной переработки льносырья в России // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2012. № 6. С. 22-24.

6. Ковалев М.М., Галкин А.В. Машинные технологии производства льнопродукции и их эффективность // Инновационные процессы – основа модели стратегического развития АПК в XXI веке. Тверь: ТГСХА, 2011. С. 62-64.

7. Ковалев М.М., Галкин А.В., Андрощук В.С. Адаптивная технология комбинированной уборки льна-долгунца // Устойчивое развитие АПК регионов: ситуация и перспективы. 2015. С. 178-181.

8. Ростовцев Р.А., Шишин Д.А. Устройство для отделения семенных коробочек от стеблей льна // Сельский механизатор. 2016. № 7. С. 14-15.

9. Ростовцев Р.А., Ковалев М.М., Галкин А.В., Романенко В.Ю. Расчёт потребности в транспортных средствах для перевозки вороха от льнокомбайнов // Техника и оборудование для села. 2016. № 10. С. 29-31.

10. Медведев Ю.А. Комплекс технических средств для повышения эффективности сепарации, сушки и переработки льняного вороха // Техника и оборудование для села. 2016. № 9. С. 29-33.

11. Медведев Ю.А., Калашникова Н.А. Моноблочная машина для обмола вороха льна, рапса и трав МВУ-1,5 // Матер. Междунар. науч.-практ. конференции. Инновационные разработки производства и переработки льняных культур. 2016. С. 209-212.

12. Машина для переработки льновороха: пат. 155634 Рос. Федерация: МКИ А01 D 45/06. / Медведев Ю.А., Ковалев М.М., Лачуга Д.Ю., Калашникова Н.А., Зубанов В.В.; заявитель и патентообладатель ФГБНУ ВНИИМЛ. № 2015127571; заявл. 08.07.2015; опубл. 10.10.2015, Бюл. № 28. 5 с.

Rotary Type Unit for Seed Cleaning

Yu.A. Medvedev

Summary. The article describes a cleaning unit for flax seed developed in FBGNU VNIIML. The unit uses a fundamentally new seed-cleaning scheme, which enables to reduce energy and material consumption of seed cleaning equipment, while ensuring a high degree of seed cleaning.

Key words: seeds, hopper, sieve, spade, brush, tray, fan.

УДК 621:631.3

Система автоматического регулирования производительности вакуумной установки доильного оборудования

А.В. Борознин,

канд. техн. наук, доц.

(ФГБОУ ВО «Волгоградский ГАУ»),

titusbav@yandex.ru

Аннотация. Приведены методика расчета и результаты исследования зависимости производительности от частоты вращения ротора и степени износа сопрягаемых поверхностей вакуумной установки доильного оборудования. Представлены устройство и принцип работы системы стабилизации вакуумного режима установки, позволяющей предотвратить колебания рабочего вакуумметрического давления в доильном оборудовании.

Ключевые слова: вакуумная установка, колебания, вакуум, пластины, обороты.

Нормальный эксплуатационный режим доильного оборудования задается вакуумной установкой, поэтому от ее технического состояния зависит работа всех входящих в нее узлов и агрегатов.

Основными параметрами, характеризующими состояние вакуумной установки, являются ее фактическая производительность Q_{ϕ} и максимально развиваемое на всасывании и рабочее вакуумметрическое давление (соответственно $h_{\phi Д}$, h_o). Эти параметры тесно связаны между собой, и изменение первого влечет за собой изменение второго. Если производительность установки снижается более чем на 20% от паспортной, то при этом происходят значительные по величине и продолжительности колебания вакуумметрического давления (до 10–18 кПа вместо 0,3–0,4 кПа) во всех системах доильного оборудования, что приводит к нарушениям и торможению рефлекса молокоотдачи, потере продуктивности и жирности молока [1–4].

Фактическая производительность вакуумной установки определяется по формуле

$$Q_{\phi} = Q_T K_{\omega} K_M, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (1)$$

где Q_T – теоретическая производительность вакуумной установки, $\text{м}^3/\text{ч}$;

K_{ω} – коэффициент заполнения камеры, зависящий от конструкции установки и частоты вращения ротора (по данным Н.И. Мжельского, он может колебаться в достаточно широких пределах: $K = 0,3\text{--}0,9$);

$K_M = (P_a - h_o)/P_a$ – манометрический коэффициент, учитывающий условия вакуума (для доильных установок, работающих при $h_o = 45\text{--}65$ кПа, равен $0,52\text{--}0,32$).

Теоретическая производительность вакуумной установки при частоте вращения ω равна:

$$Q_T = V_n z_n \omega / 2\pi, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (2)$$

где $V_n = (\Delta S - \delta_n) L$ – полезный объем межпластиночной камеры ротора;

L – длина цилиндра, м;

ΔS – межпластиночная площадь ротора, м^2 ;

z_n – число пластин ротора;

δ_n – площадь поперечного сечения пластины ротора.

Эффективность работы вакуумной установки определяется разностью между максимальной и минимальной межпластиночной площадью ротора $\Delta S = \Delta S_{\max} - \Delta S_{\min}$, которая определяется по формуле

$$\Delta S = 0,785 e (D + e), \text{ м}^2, \quad (3)$$

где $e = 0,5(D - d)$ – эксцентриситет, м;

D – диаметр статора, м;

d – диаметр ротора, м.

Тогда, с учетом формулы (3) полезный объем межпластиночной камеры ротора запишется в виде:

$$V_n = [0,785 e (D + e) - \delta_n] L, \text{ м}^3. \quad (4)$$

Используя формулы (2) и (4), определим теоретическую производительность вакуумной установки в зависимости от ее геометрических размеров и частоты вращения ротора:

$$Q_T = [0,785 e (D + e) - \delta_n] L z_n \omega / 2\pi, \text{ м}^3/\text{ч}. \quad (5)$$

Частоту вращения ротора определим по формуле

$$\omega = \omega(D_{\text{вр}}) = \omega_s i = \omega_s D_{\text{шз}} / D_{\text{вр}}(h_o), \text{ с}^{-1}, \quad (6)$$

где ω_s – частота вращения шкива электродвигателя, с^{-1} , i – передаточное число ременной передачи вакуумной установки;

$D_{\text{шз}}$ – диаметр шкива электродвигателя, м;

$D_{\text{вр}}(h_o)$ – диаметр вариатора в зависимости от величины рабочего вакуумметрического давления, м.

Используя формулы (1), (5) и (6), вычисляем фактическую подачу вакуумной установки:

$$Q_{\phi} = \{K_{\omega} [(P_a - h_o)/P_a] [0,785 e (D + e) - \delta_n] \times \\ \times L z_n \omega_s D_{\text{шз}} / D_{\text{вр}}(h_o)\} / 2\pi, \text{ м}^3/\text{ч}. \quad (7)$$

Как следует из формулы (7), производительность данной установки можно изменить в процессе эксплуатации (не изменяя конструкции) путем изменения частоты вращения ротора: с увеличением частоты его вращения производительность вакуумной установки будет повышаться.

Используя формулу (1), была выведена зависимость коэффициента заполнения камеры K_{ω} от соотношения фактической и теоретической производительности вакуумной установки:

$$K_{\omega} = Q_{\phi}(\omega) / Q_T(\omega) K_M, \quad (8)$$

где $Q_{\omega}(\omega)$ – фактическая производительность, м³/ч;
 $Q_T(\omega)$ – теоретическая производительность, м³/ч.

Следующим этапом исследования являлось определение зависимости фактической производительности установки от износа пластин за период наработки t . Длина пластин является функцией наработки: $L = L(t)$.

Для оптимальной работы вакуумного насоса должно соблюдаться равенство:

$$L_{II} = L, \text{ м}, \quad (9)$$

где L_{II} – длина цилиндра вакуумной установки, м.

При износе поверхностей сопрягаемых деталей равенство принимает следующий вид:

$$L = L_{II} - \Delta L, \text{ м}, \quad (10)$$

где ΔL – величина износа, изменяющегося в пределах 0,0001-0,0006 м [2, 3].

Зная параметры установки и используя значения коэффициента K_{ω} , можно вычислить изменение фактической производительности вакуумной установки (при постоянной частоте вращения $\omega = 26 \text{ с}^{-1}$) от изменения длины пластин ротора (рис. 1). Для определения фактической производительности установки подставим формулу (10) в формулу (7), получим:

$$Q_{\omega} = K_{\omega}[(P_a - h_o)/P_a [0,785 e (D + e) - \delta_n] - \delta_n](L_{II} - \Delta L)z_n\omega/2\pi, \text{ м}^3/\text{ч}. \quad (11)$$

Таким образом, колебания вакуумметрического давления в вакуумной системе, вызванные чрезмерным износом сопрягаемых поверхностей, а также негерметичностью или засоренностью элементов ДМО [4], можно предотвратить, изменяя частоту вращения ротора, которую, в свою очередь, согласно формулам (4-6) можно изменить, изменив диаметр шкива вариатора вакуумной установки в процессе ее работы.

Для определения фактической производительности вакуумной установки в зависимости от изменения диа-

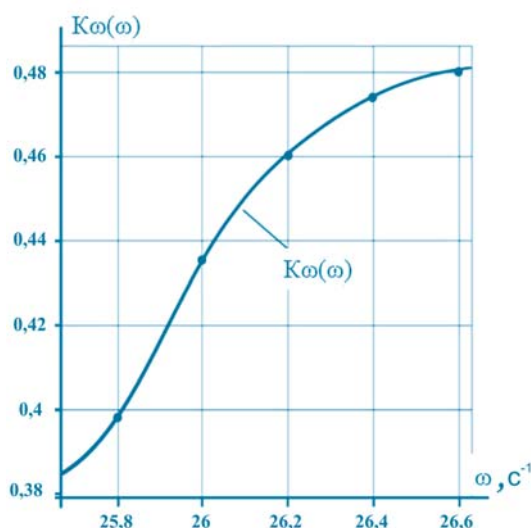
метра шкива и соответственно частоты вращения ротора, а также от износа сопрягаемых поверхностей вакуумной установки, в частности от торцевого износа текстолитовых пластин ротора, подставим формулы (6) и (10) в формулу (7), получим:

$$Q_{\omega} = \{K_{\omega}[(P_a - h_o)/P_a [0,785 e (D + e) - \delta_n] \times (L_{II} - \Delta L)z_n\omega_3 D_{ш3}/D_{ep}(h_o)\}/2\pi, \text{ м}^3/\text{ч}. \quad (12)$$

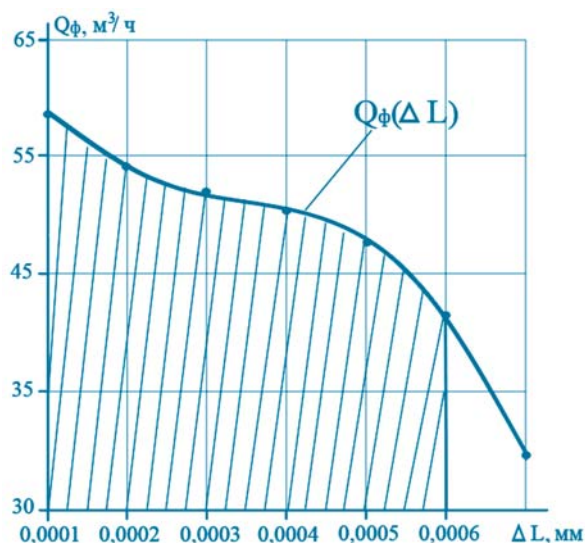
Из изложенного следует, что конструктивные особенности серийной вакуумной установки с неизменной частотой вращения ротора при колебаниях вакуумметрического давления не позволяют стабилизировать ее вакуумный режим. Целенаправленное изменение частоты вращения вакуумной установки позволит изменить ее производительность и тем самым избежать резких колебаний рабочего вакуумметрического давления и стабилизировать вакуумный режим.

В результате анализа направлений развития и совершенствования доильного оборудования [5-8] было установлено, что повышения производительности вакуумной установки за счет увеличения частоты вращения ее ротора можно достичь, используя вариатор, что позволит не только увеличить производительность, но и сократить макроколебания вакуумметрического давления в основной вакуумной магистрали доильной установки, а также повысить эффективность ее работы.

Для предотвращения отрицательных последствий колебаний рабочего вакуумметрического давления и повышения функциональной надежности вакуумной системы была разработана система стабилизации вакуумного режима [9, 10]. Данная система стабилизирует рабочее давление при его падении за счет изменения оборотов вакуумной установки с помощью вариатора (рис. 2).



а



б

Рис. 1. Изменение коэффициента заполнения $K_{\omega}(\omega)$ от частоты вращения ротора ω (а) и фактической производительности установки (б) от увеличения износа пластин при $\omega = 26 \text{ с}^{-1}$

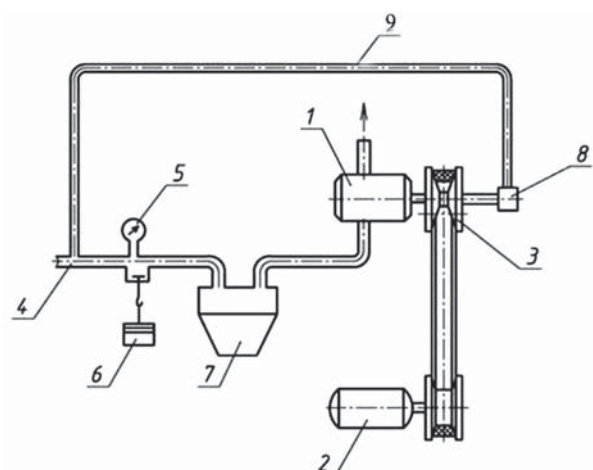


Рис. 2. Схема системы стабилизации вакуумного режима:

1 – вакуумная установка; 2 – электродвигатель; 3 – вариатор; 4 – вакуумпровод; 5 – вакуумметр; 6 – вакуум-регулятор; 7 – вакуумный баллон; 8 – пневмоцилиндр; 9 – вакуумный шланг

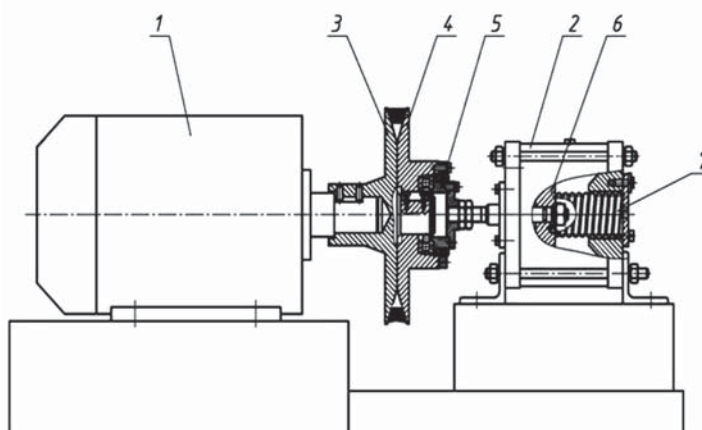


Рис. 3. Конструктивная компоновка вакуумной установки с пневмоцилиндром через вариатор:

1 – вакуумная установка; 2 – пневмоцилиндр; 3 – ползунок ведущий; 4 – ползунок ведомый; 5 – нажимной механизм; 6 – поршень; 7 – пружина

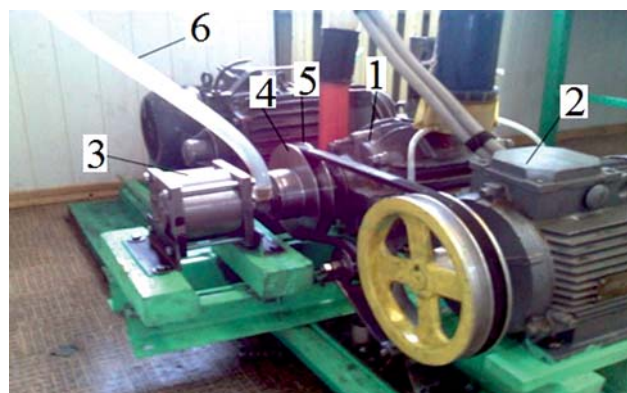


Рис. 4. Вакуумная установка с пневмоцилиндром:

1 – установка; 2 – электродвигатель; 3 – пневмоцилиндр; 4 – подвижный ползунок; 5 – неподвижный ползунок; 6 – вакуумный шланг

Отличие от классической вакуумной системы заключается в изменении привода вакуумной установки путем включения в энергетическую систему пневмоцилиндра с вариатором, который предназначен для изменения оборотов вакуумной установки с целью стабилизации вакуумного режима.

Конструктивная компоновка вакуумной установки и пневмоцилиндра посредством вариатора представлена на рис. 3, а общий вид экспериментальной установки – на рис. 4.

Принцип работы установки заключается в следующем. При включении через вакуумный шланг 9, соединенный с вакуумпроводом, в камеру пневмоцилиндра 8 создается вакуум (см. рис. 3), с помощью которого поршень пневмоцилиндра 6 через толкатель перемещает ведомый ползунок 4 в осевом направлении, сокращая расстояние между ползунками, при этом увеличивая диаметр шкива в целом. При падении степени разрежения в вакуум-

проводе и камере пневмоцилиндра ведомый ползунок перемещается в осевом направлении в противоположную сторону, уменьшая диаметр шкива вариатора и увеличивая обороты вакуумной установки, тем самым повышая ее производительность и стабилизируя разрежение в вакуумной системе.

В результате проведенных испытаний с использованием системы стабилизации вакуумного режима были получены данные об изменении производительности в зависимости от частоты вращения вала вакуумной установки (рис. 5).

Из графика, представленного на рис. 5, видно, что даже при незначительном увеличении частоты вращения вариатора с 25,8 до 26,8 с^{-1} производитель-

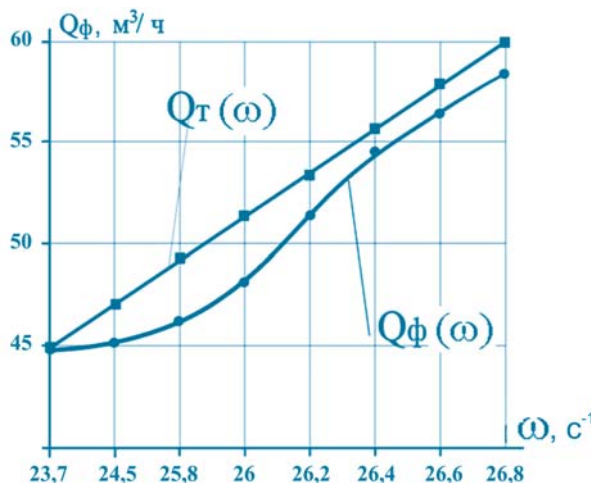


Рис. 5. Изменение производительности и срока эксплуатации вакуумной установки за счет применения системы стабилизации вакуумного режима:

$Q_t(\omega)$ – теоретическая производительность;
 $Q_\phi(\omega)$ – фактическая производительность

ность вакуумной установки изменяется от 44,6 до 58 м³/ч [3].

Анализируя данные, полученные в ходе испытаний системы стабилизации вакуумного режима, можно сделать вывод: применение разработанного устройства позволит повысить производительность вакуумной установки на 29%, что, в свою очередь, не только снизит резкие колебания вакуумметрического давления, но и создаст условия для повышения функциональной надежности установки, т.е. увеличит сроки ее эксплуатации (см. рис. 5).

Как видно из рис. 5, с помощью системы стабилизации вакуумного режима можно снизить колебания вакуумметрического давления, повысить функциональную надежность и увеличить время эксплуатации вакуумной системы (наработка на отказ пластин) в среднем на 250 ч.

Список использованных источников

1. **Борознин В.А., Борознин А.В., Бобылев Ю.В.** Теоретическая оценка показателей надежности вакуумной системы доильной установки // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. 2009. № 4. С. 113-117.
2. **Антонов Н.М., Борознин В.А., Бобылев Ю.В.** Показатели надежности вакуумной системы доильной установки // Вестник КрасГАУ. 2009. № 12. С. 184-188.
3. **Борознин В.А., Борознин А.В., Бобылев Ю.В.** Оценка эффективности использования доильного оборудования в зависимости от уровня его надежности // Тр. XIV Междунар. симпозиума по машинному доению. Углич, 2008. С. 254-260.
4. **Борознин В.А., Борознин А.В., Попов Г.Г.** Исследование параметров, влияющих на эффективность работы доильного оборудования // Техника и оборудование для села. 2016. № 8 (230). С. 40-44.
5. Концепция построения и технико-технологическое решение доильного аппарата с почтчетвертным управлением процессом доения / Ю.А. Цой, В.В. Кирсанов, А.И. Зеленцов, Д.Ю. Павкин // Вестник ВНИИМЖ. 2015. № 3. С. 86-89.
6. **Кирсанов В.В., Архипцев В.В.** Оптимальные схемы построения исполнительных механизмов доильных установок // Вестник ВНИИМЖ. 2010. Том 21. № 2. С. 67-73.
7. Нанотехнологии – в молочном доении коров / В.Ф. Ужик, О.В. Ужик, Д.Н. Клесов, А.А. Наumenко, А.А. Чигрин // ВНИИМЖ. 2014. № 4. С. 49-52.
8. **Ужик О.В.** Элементы теории системы функционирования отрасли молочного скотоводства // Вестник ВНИИМЖ. 2010. Т. 21. № 2, С. 43-51.
9. Система автоматического регулирования производительности вакуумного насоса доильной установки: пат. 79376 Рос. Федерация: МПК А01J7/00 / В.А. Борознин, А.В. Борознин, Ю.В. Бобылев; заявители и патентообладатели В.А. Борознин, А.В. Борознин, Ю.В. Бобылев. №2008133252; заявл. 14.08.08; опубл. 10.01. 2009, бюл. №1. 5 с.
10. Регулятор производительности вакуумного насоса доильной установки: пат. 79751 Рос. Федерация МПК А01J7/00 / В.А. Борознин, А.В. Борознин, Ю.В. Бобылев; заявители и патентообладатели В.А. Борознин, А.В. Борознин, Ю.В. Бобылев. № 2008133254; заявл. 14.09.08; опубл. 20.01.2009, бюл. № 2. 4 с.

Automatic Control System of Performance of Vacuum Unit for Dairy Equipment

A.V. Boroznin

Summary. The article gives the calculation procedure and study results of dependence of performance of milking equipment vacuum unit on rotor speed and wear degree of its mating surfaces. It presents a device and operating principle of a stabilization system of the vacuum regime enabling to prevent fluctuations in vacuum-gauge pressure in the milking equipment.

Key words: vacuum unit, fluctuations, vacuum, plates, revolutions.

Информация

В Выборгском районе Ленинградской области появится новый комплекс для производства молока

В Красносельском сельском поселении района заложили первый камень в строительство нового здания молочной фермы. Первая очередь сооружения будет готова в 2017 г. На новых площадях смогут разместиться 450 коров. Весь комплекс, рассчитанный на 1100 голов крупного рогатого скота, заработает в 2018 г.

Существенный прирост поголовья позволит ООО «СП «Смена» увеличить надои на 4,5 тыс. т молока в год. Инвестиции в проект на первом этапе составят 60 млн руб.

В Ленинградской области идет планомерная модернизация животноводческих хозяйств. Только в 2016 г. в регионе было реализовано 19 инвестиционных про-

ектов по строительству новых и реконструкции действующих молочных ферм. Общий объем инвестиций составил около 20 млрд руб. Поддержание племенного дела, технологическое обновление и кадровое обеспечение отрасли из года в год позволяют области оставаться флагманом молочного животноводства России.

Ленинградская область занимает первое место в России по уровню производства молока от одной коровы (8181 кг) и четвертое – по валовому производству молока в сельскохозяйственных организациях (612 тыс. т). В 2016 г. область вошла в число регионов, обеспечивших прирост по всем основным показателям в молочном скотоводстве: валовому производству, поголовью коров и удою.

За 2016 г. в ООО «СП «Смена» произведено 7830 т молока (111,2% к 2015 г.) при среднем удое на одну фуражную корову 9000 кг (+904 кг, 111,2%) – первое место по величине удоя в Выборгском районе. Реализация молока за 2016 г. составила 7635,9 т, товарность – 97,5%. Высшим сортом реализовано 100% молока на ООО «Санкт-Петербургский молочный завод «Пискаревский».

По итогам пяти месяцев 2017 г. валовое производство молока составило 3570,1 т, что на 243,9 т (+7,3%) выше аналогичного периода 2016 г. Средний удой на одну фуражную корову составил 4104 кг (+281 кг, или +4,7% к 1.06.16). Реализация молока – 3473,1 т, товарность – 97,3%.

Комитет по агропромышленному и рыбохозяйственному комплексу Ленинградской области

УДК 62-2.001.5.004.62/.63+62-2.001.5

Применение карбовибродугового упрочнения для повышения износостойкости долот лемехов плугов

Н.В. Титов,

канд. техн. наук, доц.,
ogau@mail.ru

А.В. Коломейченко,

д-р техн. наук, проф.,
kolom_sasha@inbox.ru
(ФГБОУ ВО «Орловский ГАУ
им. Н.В. Парахина»)

Аннотация. Приведены результаты исследования износостойкости покрытий, полученных при карбовибродуговом упрочнении (КВДУ) на металлокерамических пастах различного состава. Даны сведения о полевых эксплуатационных испытаниях долот лемехов плугов фирмы KUNN, которые подтвердили обоснованность выбора состава металлокерамической пасты, использование которой обеспечивает повышение износостойкости и ресурса долот в среднем в 2,1 раза.

Ключевые слова: карбовибродуговое упрочнение (КВДУ), износостойкость, металлокерамическая паста, долото лемеха, металлокерамическое покрытие, полевые испытания, оборотный плуг.

Повышение износостойкости рабочих органов современных почвообрабатывающих и уборочных машин должно стать одним из основных направлений развития машиностроения, позволяющим экономить значительные материальные ресурсы. В настоящее время одним из перспективных способов, значительно повышающих износостойкость рабочих органов машин различного назначения, эксплуатируемых в условиях абразивного изнашивания, является КВДУ [1-6]. При КВДУ на упрочняемой поверхности рабочего органа из компонентов пасты образуется металлокерамическое покрытие. Одновременно происходит термодиффузионное насыщение металла рабочего органа углеродом за счет

его диффузии вследствие сублимации угольного электрода. В состав металлокерамических паст, используемых для КВДУ, входят металлическая матрица, твердая составляющая (керамические компоненты) и криолит.

Способ КВДУ в настоящее время находится в состоянии развития. Пока не до конца изучены вопросы, связанные с особенностями структуры металлокерамических покрытий, получаемых при КВДУ на пастах различного состава. Кроме этого, практически отсутствуют данные по абразивной износостойкости металлокерамических покрытий как в лабораторных, так и в эксплуатационных условиях. Все это затрудняет выбор рационального состава металлокерамической пасты для упрочнения рабочих органов машин, в частности долот лемехов плугов. У составных лемехов, которые используются в конструкции практически всех зарубежных плугов и все более широко применяются на отечественных плугах, именно износостойкость долота во многом определяет ресурс всего лемеха.

В этой связи были проведены исследования по определению износостойкости металлокерамических покрытий, полученных при КВДУ с использованием металлокерамических паст различного состава, и выявлению рационального состава пасты, обеспечивающего повышение износостойкости долот лемехов плугов.

В качестве матричного материала исследуемых металлокерамических паст использовали стальной порошок ПГ-10Н-01 (ТУ У 319-19-004-96), а в качестве керамических компонентов – оксиды алюминия Al_2O_3 (ГОСТ 8136), кремния SiO_2 (ГОСТ 9428), а также карбид бора B_4C (ГОСТ 5744). Выбор данных материалов обусловлен тем, что их наиболее часто используют в

составе паст для КВДУ рабочих органов машин различного назначения [1-3, 5, 7-9]. Содержание керамических компонентов в составе паст по результатам предварительно проведенных исследований принимали равным 30%, а содержание криолита Na_3AlF_6 – 10%. Пасты готовили путем смешивания указанных компонентов механическим способом с добавлением связующего вещества, в качестве которого использовали 50%-ный водный раствор клея ПВА. Толщина нанесенного слоя пасты составляла 2-2,5 мм. После нанесения пасты высушивали до затвердевания и расплавляли с использованием установки ВДГУ-2 при следующих режимах: сила тока $I=70-80$ А, частота и амплитуда вибрации угольного электрода – 25 Гц и 0,5 мм соответственно.

Исследования микроструктуры полученных металлокерамических покрытий проводили на подготовленных по стандартным методикам поперечных шлифах образцов на автоэмиссионном сканирующем электронном микроскопе сверхвысокого разрешения Zeiss Ultra plus. Лабораторные испытания на изнашивание проводили с учетом рекомендаций работы [10] по методу «гильзы» на вертикально-сверлильном станке типа 2Н135. Длительность испытаний составляла 10 ч. Образцы при этом устанавливали в специальное устройство, которое закреплялось в шпинделе станка и вращалось в абразивном материале, находящемся в емкости, установленной на станине станка. Периодически устройство извлекали из емкости для фиксации динамики износа образцов и перемешивания абразива. В качестве абразивного материала использовали кварцевый песок размером 0,16-0,32 мм. Эталоном

служили образцы, изготовленные из стали 65 Г. Величину износа определяли по уменьшению массы образца путем взвешивания на аналитических весах с точностью 0,1 мг до и после проведения испытаний.

Результаты проведенных лабораторных испытаний на изнашивание упрочненных КВДУ и неупрочненных эталонных образцов из стали 65Г показали, что наибольший средний износ (0,47 г) имеют эталонные неупрочненные образцы (см. таблицу). Образцы, упрочненные КВДУ, имеют значительно меньший износ. Минимальный износ образцов (0,16 г) обеспечивают покрытия, полученные на пастах, содержащих карбид бора.

Результаты проведенных испытаний на изнашивание могут быть объяснены особенностями микроструктуры металлокерамических покрытий, полученных КВДУ на пастах различного состава. При использовании в составе пасты карбида бора в структуре покрытия присутствуют упрочняющие фазы $(\text{Fe, Ni})_2\text{B}$ и FeCrB_2 (рис. 1), расположенные в матрице железа и никеля, образовавших между собой твердый раствор Ni_3Fe . Данные упрочняющие фазы представлены в виде пластинчатых зерен толщиной 1-4 мкм и длиной более 100 мкм, колонially расположенных по всему объему покрытия. Полученная структура обеспечивает покрытию наиболее высокую износостойкость.

Таким образом, по результатам проведенных лабораторных испыта-

Износ эталонных и упрочненных КВДУ образцов

Образцы	Износ, г
Эталонные неупрочненные	0,47
Упрочненные КВДУ с использованием пасты, содержащей оксид кремния SiO_2	0,29
Упрочненные КВДУ с использованием пасты, содержащей оксид алюминия Al_2O_3	0,25
Упрочненные КВДУ с использованием пасты, содержащей карбид бора B_4C	0,16

ний на изнашивание для упрочнения долот лемехов плугов, работающих в условиях интенсивного абразивного изнашивания, рациональной будет являться металлокерамическая паста, содержащая 60% матричного порошка ПГ-10Н-01, 30 карбида бора и 10% криолита.

Окончательную оценку целесообразности использования данного состава металлокерамической пасты могут дать только испытания упрочненных долот в условиях реальной эксплуатации. Полевые эксплуатационные испытания упрочненных КВДУ долот проводили на темно-серых лесных тяжелосуглинистых почвах плотностью 1200-1250 кг/м³. На испытания были установлены упрочненные КВДУ долота навесного оборотного плуга фирмы KUNN. Половина испытываемых долот была упрочнена с тыльной стороны (рис. 2), оставшиеся – с противоположной (лицевой). Упрочнение долот как с одной, так и с другой стороны обусловлено отсутствием в настоящее время единого

мнения о том, с какой стороны наиболее целесообразно формировать упрочняющее покрытие для обеспечения наибольшей износостойкости долота. В этой связи еще одной задачей проводимых полевых испытаний было определение той части долота, которую наиболее целесообразно подвергать упрочнению. Средняя скорость движения плуга составляла 12-13 км/ч, глубина обработки – 15-18 см. Одновременно с упрочненными долотами на плуг были установлены неупрочненные серийные долота. Измерение износа долот проводили периодически, через 4-5 га наработки, путем наложения долота на шаблон, соответствующий форме и размерам нового долота.

Результаты проведенных полевых эксплуатационных испытаний позволили установить, что неупрочненные долота достигают своего предельного состояния и подлежат замене при средней наработке 33 га (рис. 3). Упрочнение испытываемых долот КВДУ с лицевой и тыльной

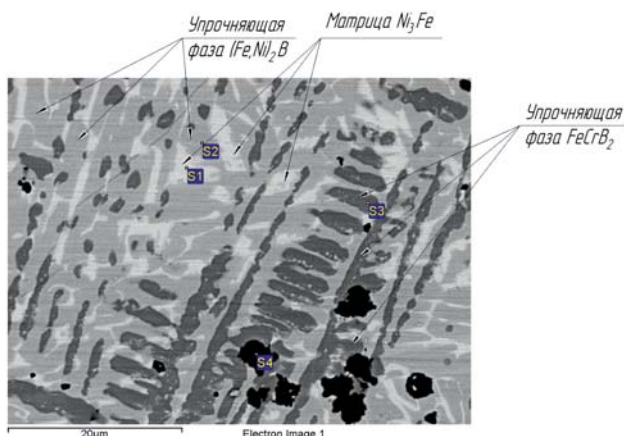


Рис. 1. Микроструктура металлокерамического покрытия, полученного с использованием пасты, содержащей карбид бора

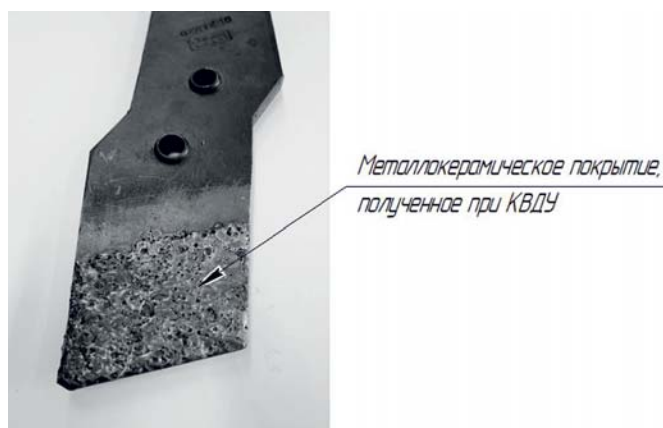


Рис. 2. Долото плуга Multi Master 112 фирмы KUNN, упрочненное КВДУ с тыльной стороны

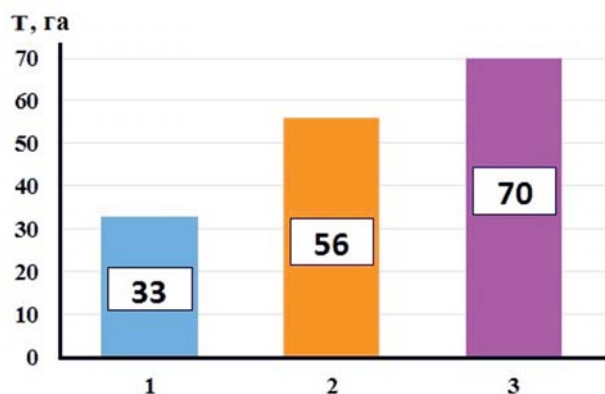


Рис. 3. Нароботка долот плуга Multi Master 112 фирмы KUHN до наступления предельного состояния:

- 1 – неупрочненное серийное долото;
- 2 – долото, упрочненное КВДУ с лицевой стороны;
- 3 – долото, упрочненное КВДУ с тыльной стороны

стороны позволяет повысить их наработку на отказ до 56 и 70 га соответственно (см. рис. 3), что в 1,7 и 2,1 раза выше, чем у неупрочненных долот. Поэтому в данном случае более предпочтительным будет являться упрочнение испытываемых долот с тыльной стороны. У долот, упрочненных КВДУ с лицевой стороны, в процессе испытаний наблюдается перезатачивание с образованием широкой фаски с тыльной стороны, что в отдельных случаях приводит к нарушению устойчивости движения плуга и снижению глубины обработки.

На рис. 4 показаны изношенные неупрочненное и упрочненное КВДУ с тыльной стороны долота плуга Multi Master 112 фирмы KUHN после полевых испытаний. Из представленных фотографий наглядно видна

разница в износе неупрочненного, доработавшего до предельного состояния и упрочненного КВДУ долота при аналогичной наработке. В рассматриваемом случае износ неупрочненного долота превышает износ упрочненного на 22 мм.

Проведенные полевые испытания также показали, что упрочненные КВДУ долота практически не изнашиваются по толщине, тогда как износ по толщине неупрочненных долот очень значительный и достигает 6-7 мм (рис. 5). После достижения неупрочненными долотами предельного состояния остается не более 30%.

Таким образом, в ходе выполненных исследований определена износостойкость металлокерамических покрытий, полученных при КВДУ с использованием металлокерамических

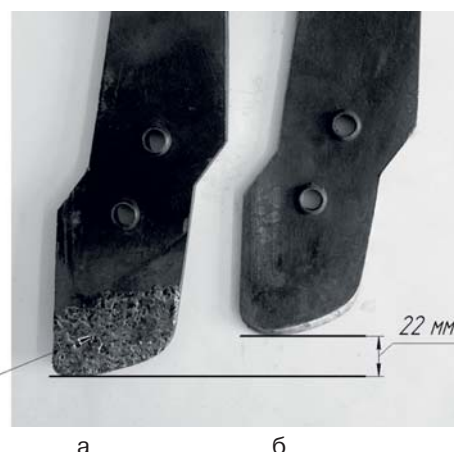


Рис. 4. Долота плуга Multi Master 112 фирмы KUHN: упрочненное КВДУ с тыльной стороны (а) после наработки 33 га и неупрочненное (б) после аналогичной наработки

паст, содержащих в своем составе различные керамические компоненты (оксиды алюминия, кремния, карбид бора).

По результатам лабораторных испытаний на изнашивание установлено, что наибольшую износостойкость обеспечивают металлокерамические покрытия, полученные на пастах, содержащих 60% стального матричного порошка ПГ-10Н-01, 30 карбида бора и 10% криолита.

Полевые эксплуатационные испытания долот лемехов плугов фирмы KUHN, проведенные на темно-серых лесных тяжелосуглинистых почвах, подтвердили, что именно данный состав металлокерамической пасты является рациональным и обеспечивает увеличение износостойкости и ресурса долот в среднем в 2,1 раза. Это, в свою очередь, позволит снизить потребность сельхозтоваропроизводителей в приобретении оригинальных дорогостоящих запасных частей зарубежного производства.

Список использованных источников

1. Исследование технологических возможностей карбовибродугового метода упрочнения рабочих органов почвообрабатывающих машин / А.В. Коломейченко, Н.В. Титов, Н.А. Кондрахин [и др.] // Техника и оборудование для села. 2015. № 2. С. 24-26.

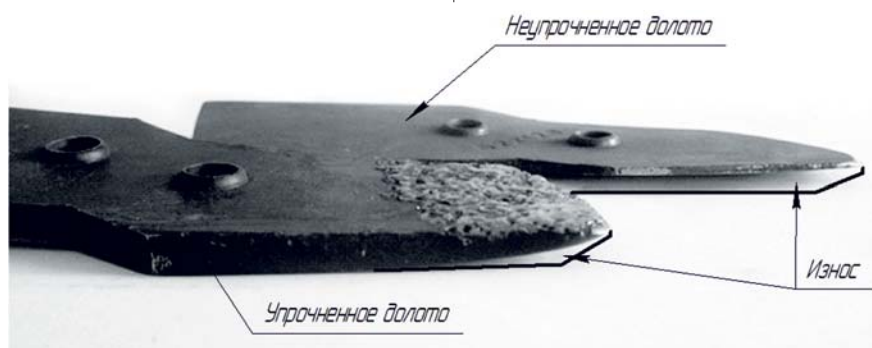


Рис. 5. Износ по толщине упрочненного КВДУ с тыльной стороны и неупрочненного долота плуга Multi Master 112 фирмы KUHN после наработки 33 га

2. **Лялякин В.П., Соловьев С.А., Аулов В.Ф.** Состояние и перспектива упрочнения и восстановления деталей почвообрабатывающих машин сварочно-наплавочными методами // Труды ГОСНИТИ. 2014. Т. 115. С. 96-104.

3. Методы повышения долговечности рабочих органов почвообрабатывающих машин / Г.Р. Муртазин, Б.Г. Зиганшин, С.М. Яхин [и др.] // Научное обозрение. 2015. № 19. С. 53-57.

4. Упрочнение рабочих органов машин, работающих в абразиве / Н.Н. Литовченко, Н.В. Титов, А.В. Коломейченко [и др.] // Труды ГОСНИТИ. 2013. Т.111. Ч. 2. С. 86-88.

5. Исследование влияния режимов и параметров карбовибродугового упрочнения на толщину металлокерамического покрытия / Н.В. Титов, А.В. Коломейченко, В.В. Виноградов [и др.] // Техника и оборудование для села. 2016. № 9. С. 34-37.

6. **Титов Н.В., Коломейченко А.В., Виноградов В.В., Басинюк В.Л.** Особенности зажигания электрической дуги при

карбовибродуговом упрочнении рабочих органов сельскохозяйственных машин // Техника и оборудование для села. 2016. № 4. С. 34-38.

7. **Коломейченко А.В.** Влияние керамических компонентов пасты на твердость упрочненных карбовибродуговым методом поверхностей / А.В. Коломейченко, Н.В. Титов, В.В. Виноградов, Н.Н. Литовченко, К.С. Поджарая // Труды ГОСНИТИ. 2015. Т. 118. С. 140-145.

8. **Kolomeichenko A.V., Titov N.V.** Investigation of Hardness of tillage tools being hardened by carbo-vibro-arc method with paste application // Vestnik OrelGAU. 2014. № 6 (51). P. 96-101.

9. **Титов Н.В.** Повышение износостойкости рабочих поверхностей стрельчатых лап почвообрабатывающих машин карбовибродуговым упрочнением // Техника и оборудование для села. 2015. № 11. С. 38-41.

10. **Михальченков А.М., Лялякин В.П., Михальченкова М.А.** Мето-

дология проведения ускоренных сравнительных испытаний на абразивное изнашивание материалов с различным составом, строением и свойствами // Труды ГОСНИТИ. 2014. Т. 116. С. 91-96.

Use of Carbon-Vibro-Arc Hardening to Increase Wear Resistance of Chisels for Plowshares

N.V. Titov, A.V. Kolomeychenko

Summary. The article presents the study results of the wear resistance of coatings produced with carbon-vibro-arc hardening (CVAH) on cermet pastes of different composition. The data on field operational tests of the KUHN plowshare chisels are given confirming the validity of selection of cermet paste composition, which shows the increase of the wear resistance and resource of chisels by an average of 2.1 times.

Key words: carbon-vibro-arc hardening (CVAH), wear-resistance, cermet paste, chisel of plowshare, cermet coating, field tests, reversible plow.

Реферат

Цель – определение износостойкости металлокерамических покрытий, полученных при карбовибродуговом упрочнении (КВДУ) с использованием металлокерамических паст различного состава, и выявление рационального состава пасты, обеспечивающего повышение износостойкости долот лемехов плугов. В качестве матричного материала исследуемых металлокерамических паст использовали стальной порошок ПГ-10Н-01 (ТУ У 319-19-004-96), керамических компонентов – оксиды алюминия Al_2O_3 (ГОСТ 8136), кремния SiO_2 (ГОСТ 9428) и карбид бора B_4C (ГОСТ 5744). Содержание керамических компонентов в составе паст по результатам предварительно проведенных исследований принимали равным 30%, а содержание криолита Na_3AlF_6 – 10%. Пасты готовили путем смешивания указанных компонентов механическим способом с добавлением связующего вещества. Толщина нанесенного слоя пасты составляла 2-2,5 мм. После нанесения пасты высушивали до затвердевания и расплавляли с использованием установки ВДГУ-2 на следующих режимах: сила тока $I = 70-80$ А, частота и амплитуда вибрации угольного электрода – 25 Гц и 0,5 мм соответственно. Исследования микроstructures полученных металлокерамических покрытий проводили на подготовленных по стандартным методикам поперечных шлифах образцов на электронном микроскопе сверхвысокого разрешения Zeiss Ultra plus. Длительность испытаний составляла 10 ч. В качестве абразивного материала использовали кварцевый песок размером 0,16-0,32 мм. Эталоном служили образцы, изготовленные из стали 65 Г. Величину износа определяли по уменьшению массы образца путем его взвешивания на аналитических весах с точностью 0,1 мг до и после проведения испытаний. По результатам лабораторных испытаний на изнашивание установлено, что наибольшую износостойкость обеспечивают металлокерамические покрытия, полученные с использованием паст, содержащих 60% стального матричного порошка ПГ-10Н-01, 30 карбида бора и 10% криолита. Полевые испытания долот лемехов плугов фирмы KUHN подтвердили, что данный состав металлокерамической пасты является рациональным и обеспечивает увеличение износостойкости и ресурса долот в среднем в 2,1 раза.

Abstract

The aim of the study is to determine the wear resistance of cermet coatings produced with carbon-vibro-arc hardening (CVAH) using cermet pastes of different composition, and to identify the rational composition of a paste to improve wear resistance of chisels for plowshares. The ПГ-10Н-01 (ТУ У 319-19-004-96) steel powder was used as the matrix material of the cermet pastes studied. Aluminum oxides Al_2O_3 (GOST 8136), silicon SiO_2 (GOST 9428) and boron carbide B_4C (GOST 5744) were used as ceramic components. In accordance with the preliminary studies results, the content of ceramic components in paste composition was taken equal to 30 %, and cryolite Na_3AlF_6 – 10 %. The pastes were prepared by mixing these components mechanically with the addition of a binder. The thickness of the applied paste layer was 2-2.5 mm. After application, the pastes were dried to solidification and melted using the ВДГУ-2 unit in the following modes: current $I = 70-80$ A, frequency and vibration amplitude of a carbon electrode – 25 Hz and 0.5 mm, respectively. Microstructure studies of the resulting cermet coatings were carried out on the cross-sectional samples prepared with the standard techniques using the Zeiss Ultra plus electronic microscope of an ultra-high resolution. The duration of the tests was 10 hours. Quartz sand of 0.16-0.32 mm in the size was used as an abrasive material. Reference samples were made of the 65 Г steel. The amount of wear was determined as the sample mass decrease when weighing on an analytical balance with an accuracy of 0.1 mg before and after testing. By laboratory wear tests results, it was determined that cermet coatings produced with the use of pastes containing 60% of the ПГ-10Н steel matrix powder, 30% of boron carbide and 10% of cryolite showed the greatest wear resistance. Field tests of the KUHN chisels for plowshares confirmed that the given composition of the cermet paste was rational and showed an increase in wear resistance and resource of chisels by an average of 2.1 times.

УДК 631.11:332

Совершенствование методики оценки земель на основе результатов паспортизации полей

Ф.Н. Мухаметгалиев,

д-р экон. наук, проф.,
директор института экономики,
fem59@mail.ru

Б.Г. Зиганшин,

д-р техн. наук, проф.,
проректор по учебной
и воспитательной работе,
Pr.education@kazgau.com

Л.Ф. Ситдикова,

канд. экон. наук, доц.,
lan-dish@rambler.ru
(ФГБОУ ВО «Казанский ГАУ»)

Аннотация. Рассмотрены существующие методики определения кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения. Предложена новая методика, позволяющая более объективно устанавливать кадастровую стоимость сельскохозяйственных угодий с учетом кадастровой, рыночной оценок и удельных затрат при проведении технологических операций, предусмотрены меры по совмещению мероприятий кадастровой оценки земель и паспортизации полей.

Ключевые слова: земля, оценка, стоимость, кадастр, паспортизация.

Проблема рационального использования сельскохозяйственных угодий занимает особое место в ряду важнейших проблем, стоящих перед агропромышленным комплексом. Сельскохозяйственные угодья как особый вид природных ресурсов являются единственным и универсальным условием развития сельского хозяйства. Их исключительная роль в обеспечении продовольственной безопасности и импортозамещении сельхозпродукции в современных условиях настолько очевидна, что проблема их оценки и эффективного использования имеет первостепенное значение [1, 2]. С введением земельного кадастра регистрация прав собственности на землю, оценка земли, изучение почвенного покрова



и мониторинг использования сельскохозяйственных земель, совершенствование методики оценки качества и хозяйственной ценности земли как объекта хозяйствования являются необходимым инструментом управления земельными ресурсами. Результаты государственной кадастровой оценки земель сельскохозяйственного назначения Республики Татарстан утверждены постановлением Кабинета министров Республики Татарстан от 26.12.2011 № 1066 «Об утверждении результатов определения кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения на территории Республики Татарстан». Приказом Министерства экономического развития России от 20.09.2010 г. были приняты новые указания по определению кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения [3, 4].

Таким образом, если раньше при оценке сельскохозяйственных земель анализировались показатели урожайности культур и затрат на возделывание земель за последние годы, то сейчас используются средние показатели урожайности и затрат на возделывание исходя из свойств почвы. Данные показатели используются и в

определении рыночной стоимости земельных участков этой категории. При проведении кадастровой оценки все земли сельхозназначения подразделяются на группы: пашни, сенокосы, земли для выращивания определенных культур, сады-огороды, земли, занятые зданиями, лесные участки, свалки, овраги и др.

По сравнению с предыдущей в новой методике значительно расширен перечень свойств почв, уточняющих оценку. Дополнительно учитываются их водно-физические свойства в пределах метрового слоя, которые раньше не принимались во внимание, проводится агроклиматическое зонирование территории, позволяющее более полно учесть влияние климатических условий на качество земель, и не учитывается местоположение объекта. В старой методике выводился единый удельный показатель кадастровой стоимости на все сельхозпредприятие исходя из среднего плодородия почв (внутри сельхозпредприятия все земельные участки одной группы имели одинаковую стоимость, несмотря на различия в качестве почв). В новой методике оценивается каждый земельный участок, стоящий на кадастровом



учете, исходя из качества почвы на конкретном земельном участке [5,6]. Несмотря на совершенствование и развитие методики оценки кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения, следует отметить, что неверная оценка нормативной продуктивности различных видов угодий, отсутствие учета фактора местоположения земельных участков привели к искажению показателей кадастровой стоимости. В этой связи самое серьезное внимание важно уделить совершенствованию методики экономической оценки земельных ресурсов не только с позиции качественных характеристик плодородия почвы, но и с позиции предмета труда, объекта обработки. Такая постановка задачи предполагает рассмотрение компонентов оценки земли с точки зрения снижения удельных эксплуатационных затрат на использование техники при выполнении технологических операций при возделывании сельскохозяйственных культур и производство продукции растениеводства. При оценке стоимости земельных ресурсов как объекта сельскохозяйственного производства необходимо учитывать и стоимость их обработки при выполнении технологических операций, а также их пригодность для использования современной высокопроизводительной сельскохозяйственной техники и реализации ее эксплуатационных возможностей и преимуществ [7,8]. Для решения указанных задач на практике используется паспортизация полей, целью которой является выявление факторов, влияющих на норму затрат труда исполнителя, производительность машинно-тракторных агрегатов и расход топлива. В результатах проведенной паспортизации отражается хозяйственная ценность каждого поля, севооборота и землевладения отдельных сельскохозяйственных организаций. По своему назначению паспортизация направлена на установление группы норм выработки механизированных агрегатов. Нормы выработки и расхода топлива на механизированные работы дифференцируются в зависимости от состава агрегата, класса длины гона, удель-

ного сопротивления плуга и сочетания других природно-производственных факторов. Приводимые в типовых сборниках нормы выработки и расхода топлива распределены на двенадцать групп. В первой группе они рассчитаны для полей правильной конфигурации (квадратная или прямоугольная) с ровным рельефом, без камней и препятствий, расположенных до 500 м над уровнем моря, для почв со средней прочностью несущей поверхности влажностью до 22%. Однако в хозяйствах поля имеют более сложную конфигурацию, неровный рельеф, препятствия, высокую влажность и другие особенности, поэтому возникает необходимость по результатам паспортизации каждого конкретного хозяйства в рекомендуемые нормы вносить соответствующие поправки путем установления группы норм выработки и расхода топлива. Такая группа объективно отражает хозяйственную ценность полей через уровни производительности сельскохозяйственных агрегатов и затратности обработки земельных участков при выполнении технологических операций по возделыванию сельскохозяйственных культур. По этой причине при оценке хозяйственной ценности земельных угодий в целях их использования в процессе сельскохозяйственного производства необходимо учитывать и результаты паспортизации полей [9, 10].

Первой группе норм на пахотные работы соответствуют следующие условия: класс длины гона – более 1000 м; диапазон удельного сопротивления – 0,42-0,47 кг/см²; обобщенный поправочный коэффициент на местные условия – 1; двенадцатой группе соответствуют: класс длины гона – менее 150 м; диапазон удельного сопротивления – 0,72-0,78 кг/см²; обобщенный поправочный коэффициент на местные условия к норме выработки – 0,85, к норме расхода топлива – 1,17. Нормы от первой до двенадцатой группы представляют собой геометрическую прогрессию с коэффициентом C_{II} :

$$C_{II} = 11 \sqrt[11]{\frac{W_{12}}{W_1}},$$

где W_1 – норма выработки первой группы;

W_{12} – норма выработки 12-й группы.

Норма выработки следующей по порядку группы определяется как произведение нормы предыдущей группы и коэффициента C_{II} :

$$W_2 = C_{II} \cdot W_1; W_3 = C_{II} \cdot W_2; \dots W_{12} = C_{II} \cdot W_{11}.$$

В связи с этим можно утверждать, что в таком же соотношении меняются количественные значения технологических свойств и хозяйственная ценность сельскохозяйственных угодий – полей и участков. Следовательно, при оценке качества земель необходимо учитывать данную особенность на основе поправочных коэффициентов на проведение механизированных полевых работ, рассчитанных научно-исследовательскими учреждениями, т.е. C_{II} . С учетом сложившихся условий на производстве отношение норм выработки между крайними группами может меняться в диапазоне 0,3-0,9. Для оценки земель по хозяйству в целом или по муниципальным районам необходимо брать его среднее значение. В этом случае среднее значение отношения норм выработки будет выражаться формулой

$$C_{cp} = \frac{C_{max} + C_{min}}{2} = \frac{0,9 + 0,3}{2} = 0,6.$$

Для отношения норм выработки, равного 0,6, значение поправочного коэффициента составит $C_{II} = 0,955$. Исходя из этого средней группой норм выработки следует рассматривать шестую и для остальных групп поправочные коэффициенты на технологические условия рассчитывать с помощью поправочного коэффициента 0,955 [11, 12]. Для земельных угодий, соответствующих лучшим условиям, поправочные коэффициенты на технологические условия должны повышаться, а худшим – уменьшаться. Такой подход позволяет сохранить общую стоимость земельных ресурсов в целом по хозяйству, району, региону в целях налогообложения земельных ресурсов и не снижать налоговую базу муниципальных образований. Поправочные коэффициенты на тех-

нологические условия также должны учитывать стоимостные показатели издержек, охваченных поправочным коэффициентом для норм выработки. Данные нормы направлены на регулирование двух основных показателей в составе издержек производства – оплаты труда и расхода топлива. Поэтому в поправочный коэффициент необходимо внести корректировки, выражающие удельный вес этих затрат в составе затрат на основное производство по растениеводству. По средним данным сводных годовых отчетов по сельскохозяйственным организациям Республики Татарстан за 2012-2015 гг., этот показатель составляет 24%, или коэффициент 0,24. Результаты расчетов поправочных коэффициентов приведены в табл. 1.

С учетом коэффициента корректировки и в зависимости от группы норм выработки можно корректировать кадастровую оценку земельных участков. На основе установленной стоимости земель можно определить целесообразность их использования в качестве угодий по видам деятельности. Кроме того, по предлагаемой методике в показатели качества земель добавляются технологические свойства и хозяйственная ценность земельных участков, характеризующиеся следующими показателями: длина, ширина, рельеф, сложность конфигурации, изрезанность препятствиями, каменистость, механический состав почв. Значения кадастровой оценки земель, установленные по предлагаемой методике, приведены в табл. 2.

В данном случае возникает новая проблема – проведение паспортизации полей, так как в процессе реформирования и преобразования сельскохозяйственных организаций границы севооборотов и землепользования хозяйств были нарушены, а паспортизация в последние 20-25 лет практически не проводилась и материалы сильно устарели. В связи с этим паспортизацию полей необходимо провести одновременно с проведением кадастровой оценки земли и возложить данные обязанности на специализированные коммерческие организации, занимающиеся госу-

Таблица 1. Расчет поправочных коэффициентов кадастровой оценки земли с учетом технологических свойств земельных участков

Группа норм выработки	Поправочный коэффициент на местные условия	Отклонение поправочного коэффициента на местные условия от среднего значения	Отклонение с учетом коэффициента затрат, вызванных технологическими свойствами (для РТ $k=0,24$)	Поправочный коэффициент корректировки кадастровой оценки земли
1	1,259	0,057	0,014	1,062
2	1,202	0,054	0,013	1,048
3	1,148	0,052	0,012	1,035
4	1,096	0,049	0,012	1,023
5	1,047	0,047	0,011	1,011
6	1	0	0	1
7	0,955	-0,045	-0,011	0,989
8	0,912	-0,043	-0,010	0,979
9	0,871	-0,041	-0,010	0,969
10	0,831	-0,040	-0,010	0,959
11	0,794	-0,037	-0,009	0,950
12	0,759	-0,035	-0,008	0,942

Таблица 2. Значения удельных показателей кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения на территории Республики Татарстан с учетом групп норм выработки

Группа норм выработки	Поправочный коэффициент корректировки кадастровой оценки земли	Показатели кадастровой стоимости земель с учетом групп норм выработки, руб/м ²			
		районы (выборочные)			в среднем по республике
		Агрызский	Азнакаевский	Аксубаевский	
1	1,062	1,90	3,04	2,95	2,57
2	1,048	1,88	3,00	2,91	2,54
3	1,035	1,85	2,96	2,88	2,50
4	1,023	1,83	2,93	2,84	2,48
5	1,011	1,81	2,89	2,81	2,45
6	1	1,79	2,86	2,78	2,42
7	0,989	1,77	2,83	2,75	2,39
8	0,979	1,75	2,80	2,72	2,37
9	0,969	1,73	2,77	2,69	2,34
10	0,959	1,72	2,74	2,67	2,32
11	0,950	1,70	1,70	2,64	2,30
12	0,942	1,69	1,69	2,62	2,28

дарственной кадастровой оценкой земель, с соответствующим финансированием данных мероприятий.

Список использованных источников

1. **Авахидиев Ф.Н., Файзрахманов Д.И., Ситдикова Л.Ф.** Концепция и методология устойчивого развития агропромышленного комплекса Республики Татарстан. Казань: Казанский ГАУ, 2015. 120 с.

2. **Салаватуллин Р.Н., Мухаметгалиев Ф.Н.** Организационно-экономический механизм регулирования земельных отношений в АПК. Казань: изд-во Казанск. гос. ун-та. 2008. 218 с.

3. Методические рекомендации по совершенствованию оборота и использования земель сельскохозяйственного назначения. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2011. 128 с.

4. **Миндрин А.С., Климушкина Н.Е., Лаврова Е.Е.** Формирование устойчивого землепользования в условиях оборота зе-

мельных долей. М.: ООО «НИПКЦ Восход-А», 2012. 136 с.

5. Миндрин А.С., Лепке О.Б., Корнева Н.Н. Теоретические и методические основы планирования мероприятий по организации рационального использования и охране сельскохозяйственных земель. М.: ООО «НИПКЦ Восход-А», 2011. 224 с.

6. Мухаметгалиев Ф.Н. Формирование и функционирование экономического механизма хозяйствования в организациях аграрной сферы: дисс.... д-ра экон. наук: 08.00.05. Саратов, 2002. 345 с.

7. Миндрин А.С., Лепке О.Б. Совершенствование форм и методов регулирования земельных отношений в сельском хозяйстве. М.: ООО «НИПКЦ Восход-А», 2013. 248 с.

8. Мухаметгалиев Ф.Н. Проблемы инновационного развития сельского хозяйства в условиях предстоящего вступления России во Всемирную торговую организацию // Вестник Казанского ГАУ. 2012. № 1. С. 48-51.

9. Ситдикова Л.Ф., Мухаметгалиев Ф.Н., Файзрахманов Д.И. Стратегические задачи развития сельского хозяйства Республики Татарстан // Вестник Казанского ГАУ. 2015. № 1. С. 45-50.

10. Файзрахманов Д.И., Гайнутдинов И.Г., Ситдикова Л.Ф. Методологические подходы оценки взаимосвязи аграрного производства и социальной инфраструктуры села // Вестник Казанского ГАУ. 2015. № 3. С. 39-55.

11. Файзрахманов Д.И., Мухаметгалиев Ф.Н. Проблемы адаптации сельскохозяйственных организаций Республики Татарстан к условиям ВТО // Зерновое хозяйство России. 2014. № 2. С. 64-67.

12. Якушкин Н.М., Авхадиев Ф.Н., Гайнутдинов И.Г. Справочник специалиста агропромышленного комплекса. Казань: Казан. ун-т, 2011. 694 с.

Improvement of Land Evaluation Technique on a Basis of Fields Certification Results

F.N. Mukhametgaliev,
B.G. Ziganshin, L.F. Sitdikova

Summary. Existing methods for determination of the cadastral value of agricultural lands were considered. A new technique was proposed that makes possible establishing the cadastral value of agricultural land more objectively, taking into account cadastral, market valuation and unit costs when conducting technological operations. Measures for combining of cadastral land valuation measures and field certification were provided.

Key words: land, evaluation, value, cadastre, certification.

25-27
октября 2017

Краснодар, ул. Конгрессная, 1
ВКК «Экспоград Юг»



ФермаЭкспо
КРАСНОДАР

Выставка оборудования, кормов и ветеринарной
продукции для животноводства и птицеводства



farming-expo.ru

Организатор



КРАСНОДАРЭКСПО
В составе группы компаний ITE

+7 (861) 200-12-56, 200-12-34
farmingexpo@krasnodarexpo.ru

12+

УДК 630.372

Моделирование технологических процессов уборки древесины естественного отпада на нужды биоэнергетики

С.П. Карпачев,

д-р техн. наук, проф.,
karpachevs@mail.ru

Р.И. Диев,

ст.препод.,
RDiev@yandex.ru
(МФ МГТУ им. Н.Э. Баумана)

Аннотация. Приведены результаты имитационного моделирования уборки захламленности леса от естественного отпада с использованием на нужды биоэнергетики.

Ключевые слова: захламленность леса, естественный отпад, биоэнергетика, имитационное моделирование.

В лесах всегда присутствует древесина естественного отпада. По нормативным документам [1], если объем такой древесины превышает 20 м³/га, назначаются санитарные мероприятия по уборке захламленности леса. Однако существующие технологии очистки леса от захламленности малоэффективны, затратны и основаны на использовании ручного труда.

В настоящей статье рассматривается технологическая схема уборки захламленности леса, основанная на использовании бензомоторных пил и переносной лебедки со специальными трелевочными конусами. Эта технология позволяет минимизировать ручной труд, свести к минимуму воздействие на окружающую среду, использовать древесину отпада для нужд биоэнергетики.

В предлагаемой технологии древесина отпада трелюется лебедкой в пачки, которые затем раскряжевываются вальщиками с бензопилами на коротыши, которые укладывают в поленницы (рис. 1). Часть древесины отпада удовлетворительного качества (условно деловая) может быть пере-

работана в энергоносители (топливная щепка, дрова и т.д.) [2-4].

Такое разделение обусловлено тем, что эти две операции выполняются отдельно. Например, сформированные лебедкой пачки деревьев

могут длительное время находиться в очереди и ожидать обработки их вальщиком-раскряжевщиком без остановки работы лебедки.

Наиболее важной фазой является первая, поскольку на данном этапе

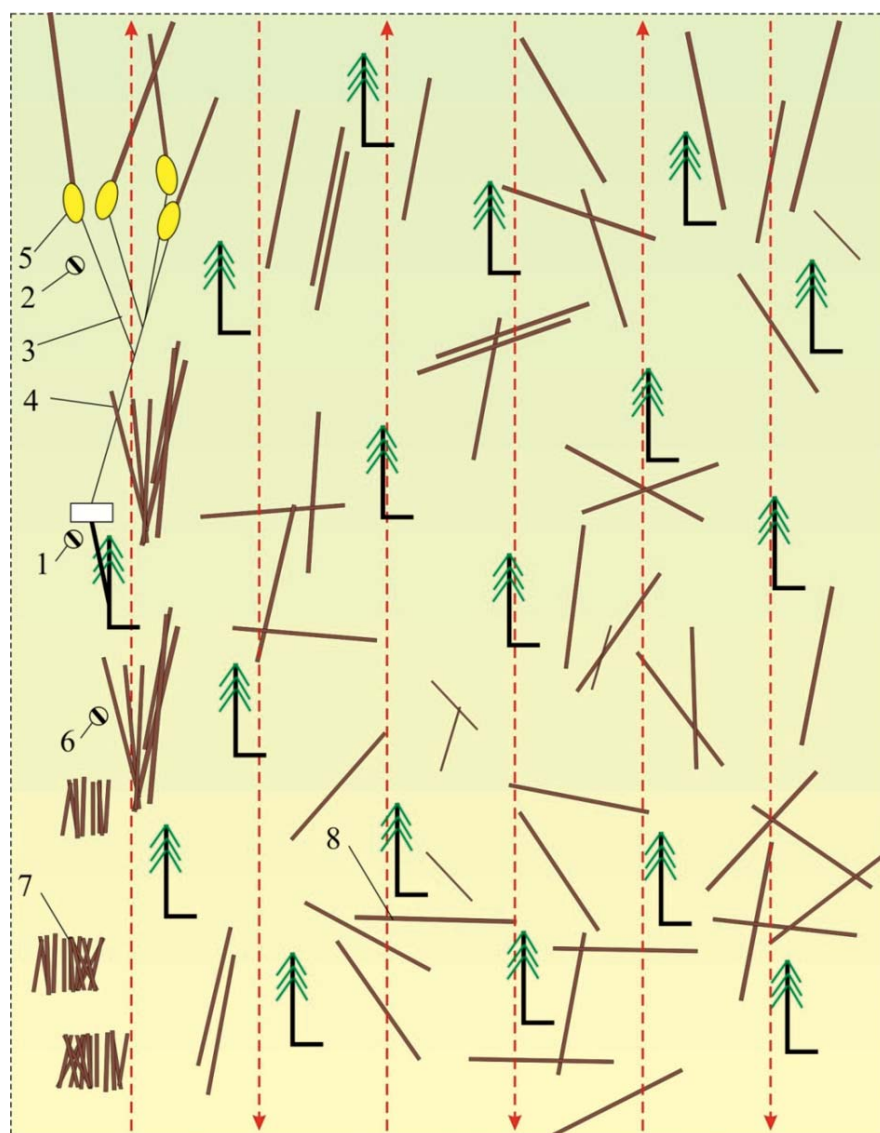


Рис. 1. Уборка захламленности леса:

1 – лебедка; 2 – вальщик; 3 – тягач; 4 – пачки стрелованных деревьев отпада; 5 – конусы; 6 – вальщик-раскряжевщик; 7 – поленницы из раскряжеванных деревьев отпада

используется основное оборудование – переносная лебедка и бензопилы. Для первой фазы была разработана модель технологического процесса.

Представленную на рис. 1 технологическую цепочку можно разделить и представить в виде двух фаз:

1. Вальщики + переносная лебедка;

2. Вальщик-раскряжевщик + укладчик полениц.

Продолжительность циклов и производительность вальщиков за смену в модели определим как сумму всех циклов и объемов всех подготовленных деревьев:

$$\forall \sum_{j=1}^n \cdot \sum_{i=1}^N t_{ji} = T \cdot \eta; \quad (1)$$

$$\Pi = \sum_{j=1}^n \cdot \sum_{i=1}^N q_{ji},$$

где t_{ji} – время i -го цикла работы j -го вальщика, с;

q_{ji} – объем j -го дерева во время i -го цикла работы, м³;

N – число полных циклов работы одного вальщика за смену;

T – продолжительность смены, с;

η – коэффициент использования бензопилы;

n – число вальщиков.

Сменную производительность работы лебедки можно представить как сумму объемов стреланных за

смену групп деревьев. Объем группы деревьев определяется предельным одновременно трелюемым объемом. В предельном случае трелюемая группа может состоять из одного дерева. Объем пачки деревьев определяется как сумма стреланных групп деревьев с одной стоянки лебедки. Этот объем определяется площадью, охватываемой лебедкой, которая зависит от длины тягового каната:

$$Q_{нач} = q \cdot \frac{\pi \cdot l_{кан}^2}{20000}, \quad (2)$$

где $l_{кан}$ – длина тягового каната лебедки, м;

q – объем отпада на 1 га, м³/га.

Продолжительность циклов и производительность лебедки за смену в модели определим как сумму всех циклов и объем всех стреланных пачек деревьев:

$$\forall \sum_{i=1}^N t_i = T \cdot \eta; \quad (3)$$

$$\Pi = \sum_{i=1}^N Q_{нач.i},$$

где t_i – время i -го цикла работы лебедки, с;

$Q_{нач.i}$ – объем пачки деревьев во время i -го цикла работы лебедки, м³;

N – число полных циклов работы лебедки за смену;

T – продолжительность смены, с;

η – коэффициент использования лебедки.

На основе формул (1-3) разработаны имитационная модель и компьютерная программа технологического процесса, а также составлен план экспериментов. Была поставлена задача установления влияния длины тягового каната лебедки (значит, и охватываемой площади) на показатели эффективности технологии. Некоторые результаты экспериментов представлены в виде графиков на рис. 2, 3.

Весьма показателен график на рис. 2. С увеличением длины тягового каната лебедки число стреланных пачек в смену резко уменьшается (по степенному закону), чего и следовало ожидать, поскольку объем пачки, а значит, и время ее набора увеличиваются с увеличением длины каната лебедки.

Интересен график на рис. 3, который представляет зависимость объема стреланной древесины в смену от длины тягового каната лебедки.

Кривые на графике (см. рис. 3) имеют максимумы, т.е. при некоторой длине тягового каната лебедки технологический процесс достигает максимальной производительности. Для случая, когда объем отпада составляет 20 м³/га, максимальная производительность системы будет достигаться при длине каната, равной 30 м.

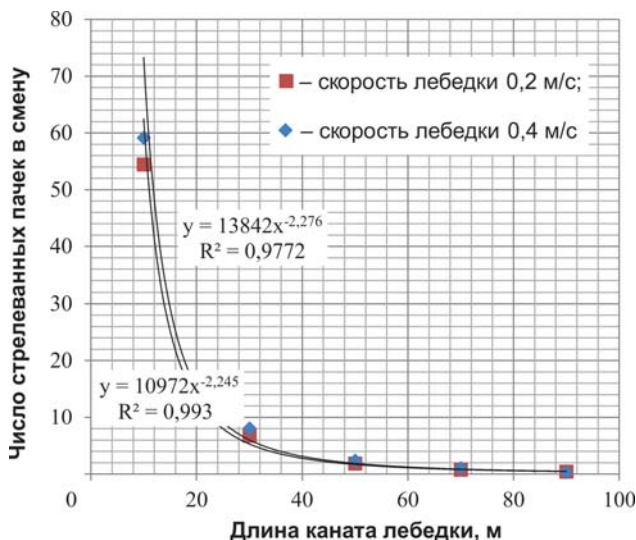


Рис. 2. Зависимость числа стреланных пачек в смену от длины тягового каната лебедки (один вальщик, одна лебедка, объем отпада – 20 м³/га)

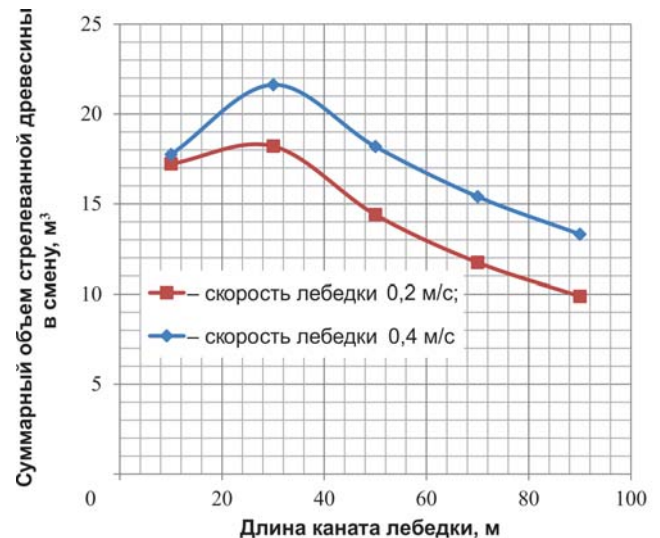


Рис. 3. Зависимость объема стреланной древесины в смену от длины тягового каната лебедки (один вальщик, одна лебедка, объем отпада – 20 м³/га)

Таким образом, в результате имитационных экспериментов с моделями технологической уборки захламленности леса от естественного отпада установлено следующее:

1. Предложенная технологическая схема уборки захламленности леса, основанная на использовании бензомоторных пил и переносной лебедки со специальными трелевочными конусами, направлена на решение следующих задач:

- минимизация ручного труда;
- минимизация воздействия на окружающую среду;
- использование древесины отпада для нужд биоэнергетики.

2. Предложена система машин для уборки захламленности участка леса (см. рис. 1), включающая в себя две фазы:

- вальщики + переносная лебедка;
- вальщики-раскряжевщики + укладчик полениц.

3. Работа системы «Вальщики + переносная лебедка» является основной, поскольку на этом этапе используется основное оборудование – переносная лебедка и бензопилы.

4. Разработана математическая модель технологии работы сис-

темы «Вальщики + переносная лебедка».

5. Результаты имитационных экспериментов с моделью технологического процесса позволяют сделать следующие выводы:

- число стрелеванных пачек в смену (см. рис. 2) резко уменьшается (по степенному закону) с увеличением длины тягового каната лебедки. Это объясняется тем, что объем пачки, а значит, с и время ее набора увеличиваются с увеличением длины каната лебедки;
- кривые на графике (см. рис. 3) имеют максимумы, т.е. при некоторой длине тягового каната лебедки система достигает максимальной производительности. Для случая, когда объем отпада равен 20 м³/га, максимальная производительность системы будет достигаться при длине каната 30 м.

Список

использованных источников:

1. Руководство по проведению санитарно-оздоровительных мероприятий (утв. приказом Рослесхоза от 29.12.2007 № 523). Приложение 2. 32 с. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.alppp.ru/law/bezopasnost-i-ohrana-pravoporjadka/>

21/prikaz-rosleshoza-ot-29-12-2007--523.html (дата обращения: 18.04.2017).

2. Карпачев С.П., Щербаков Е.Н., Комяков А.Н. Некоторые вопросы освоения биоресурсов из леса для нужд биоэнергетики // Лесной вестник. Вестник Московского государственного университета леса. 2010. № 4. С. 107-111.

3. Карпачев С.П., Щербаков Е.Н., Приоров Г.Е. Проблемы развития биоэнергетики на основе древесного сырья в России // Лесопромышленник 2009. № 1. С. 3-7.

4. Шадрин А.А. Повышение гибкости технологий лесозаготовительных предприятий // Матер. 2-й республиканской науч. практ. конф. Петрозаводск: Петрозаводский государственный университет, 2015: Наука, образование, инновации в приграничном регионе. С. 31-32.

Process Simulation of Wood Mortality Cleaning for Needs of Bioenergetics

S.P. Karpachev, R.I. Diev

Summary. The simulation technique results of wood mortality cleaning for use in bioenergetics are presented.

Key words: dirtiness of forest, wood mortality, bioenergetics, simulation technique.

Информация

Реконструкция молочной фермы в ЗАО «Зеленоградское»

Программа по реконструкции молочных ферм начата в Московской области. Старт дан по поручению губернатора региона.

«Целью новой программы является возвращение к активному использованию ферм, которые на сегодняшний день находятся в нерабочем состоянии. Согласно условиям, когда у хозяйства уже есть все необходимые документы, но необходимо модернизировать производство, не нужно будет получать разрешение на строительство. Можно быстро укомплектовать эту ферму необходимым оборудованием и запустить в хозяйственный оборот», – сказал министр сельского хозяйства и продовольствия Московской области Андрей Разин.

По словам министра, участники могут рассчитывать на 50%-ное возмещение затрат на оборудование при реконструкции таких ферм и другие виды поддержки. К примеру, хозяйствам субсидируют закупку роботов для доения. Областное

правительство возмещает до 6 млн руб. при покупке подобных роботов, стоимость которых составляет не менее 12 млн руб.

Первую молочную ферму на 240-260 голов реконструируют в ЗАО «Зеленоградское» Пушкинского района. Для закладки «камня» начала реконструкции приехали зампред правительства Московской области – министр инвестиций и инноваций Денис Буцаев и министр сельского хозяйства и продовольствия области Андрей Разин.

В начале визита состоялось выездное совещание по вопросам реконструкции и модернизации объектов сельскохозяйственного назначения для производства молока в ЗАО «Зеленоградское».

Во встрече приняли участие более 40 человек. Были обсуждены вопросы «О субсидировании процентной ставки инвестиционных кредитов, взятых на строительство, реконструкцию и модернизацию животноводческих ферм» и

«О субсидировании процентной ставки удорожания техники, взятой в лизинг по программе Ростсельмаш и Кировского тракторного завода».

В ходе совещания было принято решение: до 1 июня текущего года руководителям предприятий подготовить и направить в министерство сельского хозяйства и продовольствия области информацию о планируемых приобретениях тракторов, комбайнов и другой сельхозтехники в лизинг.

Участники встречи также посетили племязавод ЗАО «Зеленоградское», который обеспечивает свежим натуральным молоком детские сады, школы, больницы, жителей Пушкинского и соседних районов, ознакомились с производственными комплексами, цехами по производству молочной продукции.

http://msh.mosreg.ru/sobytiya/novosti_ministerstva/22-05-2017-15-32-49-nachata-programma-po-rekonstruktsii-molochnykh-fer

28-01

НОЯБРЯ ДЕКАБРЯ
2017

Россия | Краснодар
ул. Конгрессная, 1
ВКК «Экспоград Юг»

yugagro.org

24-я Международная выставка

сельскохозяйственной техники,
оборудования и материалов
для производства и переработки
растениеводческой сельхозпродукции



ЮГАГРО

12+



Организатор



+7 (861) 200-12-38, 200-12-34
yugagro@krasnodarexpo.ru

Стратегический
спонсор



Генеральный
спонсор



Генеральный
партнер



Официальный
партнер



Спонсор
деловой программы



Официальный
спонсор



Спонсоры выставки





5-7 июля

ВСЕРОССИЙСКИЙ
Казань 2017 ДЕНЬ ПОЛЯ

*Республика Татарстан, Лаишевский район,
экспериментальные поля ТАТНИИСХ «НАУКА»*

WWW.VSEROSSIIYSKIY-DEN-POLYA.RF

Оргкомитет выставки:

ОАО «Казанская ярмарка»

Россия, 420059, Казань,

Оренбургский тракт, 8,

Телефон/факс: (843) 570-51-13

E-mail: id.expokazan@mail.ru, id@expokazan.ru

Телефон горячей линии: (843) 570-51-11