

Техника и оборудование для села

Machinery and Equipment for Rural Area

Сельхозпроизводство Гереработка Агротехсервис Агробизнес



Ваши надежные помощники круглый год.
Полная линейка тракторов от 100 до 500 л.с.

ООО КЛААС Восток: г. Москва, +7 495 644 1374
claas.ru

CLAAS ||| |||

Октябрь 2015



ИНСТИТУТУ МЕХАНИЗАЦИИ
И ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА
ФГБОУ ВПО "КАЗАНСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ"
65 ЛЕТ



ТЕХНИКА И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СЕЛА
MACHINERY AND EQUIPMENT FOR RURAL AREA

Учредитель:

ФГБНУ «Росинформагротех»

Издается с 1997 г.

при поддержке Минсельхоза России

Индекс в каталоге

агентства «Роспечать» 72493

Индекс в объединенном каталоге

«Пресса России» 42285

Перерегистрирован в Роскомнадзоре

Свидетельство ПИ № ФС 77-47943 от 22.12.2011 г.

Редакционная коллегия:

главный редактор – Федоренко В.Ф.,

д-р техн. наук, проф., чл.-корр. РАН,

зам. главного редактора – Мишурин Н.П.,

канд. техн. наук.

Члены редакколегии:

Буклагин Д.С., д-р техн. наук, проф.,

Голубев И.Г., д-р техн. наук, проф.,

Ежевский А.А.,

заслуженный машиностроитель РФ,

Ерохин М.Н., д-р техн. наук, проф.,

академик РАН,

Завражников А. И., д-р техн. наук, проф.,

академик РАН

Кузьмин В.Н., д-р экон. наук,

Левшин А.Г., д-р техн. наук, проф.,

Лобачевский Я.П., д-р техн. наук, проф.,

Морозов Н.М., д-р экон. наук, проф.,

академик РАН,

Некрасов А.И., д-р техн. наук,

Цой Ю.А., д-р техн. наук, проф., чл.-корр. РАН,

Черноivanov V.I., д-р техн. наук, проф.,

академик РАН.

Editorial Board:

Chief Editor – Fedorenko V.F.,

Doctor of Technical

Science, professor, corresponding member
of the Russian Academy of Sciences,
Deputy Editor – Mishurin N.P., Candidate
of Technical Science.

Members of Editorial Board:

Buklagin D.S., Doctor of Technical

Science, professor,

Golubev I.G., Doctor of Technical

Science, professor,

Ezhevsky A.A., Honorary Industrial Engineer

of the Russian Federation

Erokhin M.N., Doctor of Technical Science,

professor, academician of the

Russian Academy of Sciences,

Zavrazhnikov A.I., Doctor of Technical Science,

professor, academician of the Russian

Academy of Sciences

Kuzmin V.N., Doctor of Economics,

Levshin A.G., Doctor

of Technical Science, professor,

Lobachevsky Ya.P., Doctor

of Technical Science, professor,

Morozov N.M., Doctor of Economics, professor,

academician of the Russian Academy of Sciences,

Nekrasov A.I., Doctor of Technical Science,

Tsoi Yu.A., Doctor of Technical Science,

professor, corresponding member

of the Russian Academy of Sciences,

Chernovianov V.I., Doctor of Technical Science,

professor, academician

of the Russian Academy of Sciences

Отдел рекламы

Горбенко И.В.

Дизайн и верстка

Речкина Т.П.

Художники: Жуков П.В., Лапшина Т.Н.

Сельхозпроизводство • Переработка • Упаковка • Хранение

В НОМЕРЕ

Техническая политика в АПК

Файзрахманов Д.И., Яхин С.М. Институту механизации и технического сервиса – 65 лет! 2

Нуруллин Э.Г. Основные направления модернизации технической базы послеуборочной обработки зерна и подготовки семян 5

Технико-технологическое оснащение АПК: проблемы и решения

Мудров А.Г., Шамсутдинов Ф.А. Многофункциональное устройство для фермерских и мелкотоварных хозяйств 8

Фокин А.И., Цой Ю.А., Зиганшин Б.Г., Гаязиев И.Н. Комбинированная установка для охлаждения молока с использованием искусственного и естественного холода 11

Инновационные технологии и оборудование

Галиев И.Г., Хусаинов Р.К. Оценка условий функционирования тракторов в аграрном производстве 13

Щитов С.В., Кузнецов Е.Е., Панова Е.В., Поликутина Е.С. Повышение эффективности использования колесных тракторов класса 1,4 в АПК 16

Хафизов К.А., Халиуллин Ф.Х. Пути повышения эффективности использования машинно-тракторных агрегатов 20

В Краснодаре состоялся запуск второй очереди завода CLAAS 23

Марданов Р.Х. Фронтальные плуги для гладкой вспашки 24

Валиев А.Р., Яруллин Ф.Ф. Исследование взаимодействия ротационного конического рабочего органа с почвой 27

Муртазин Г.Р., Зиганшин Б.Г., Яхин С.М. Повышение ресурса рабочих органов почвообрабатывающих машин 32

Калимуллин М.Н., Абдрахманов Р.К. Исследование влияния колебаний рабочих элементов на качество работы ботвоизмельчителя 35

Лотфуллин Р.Ш., Ибятов Р.И., Дмитриев А.В. К определению силы удара зерна о деку пневмомеханического шелушителя 38

Комаров В.А., Наумкин Н.И., Нуянзин Е.А. Междисциплинарные проекты в агроинженерном образовании 41

Агротехсервис

Адигамов Н.Р., Гималтдинов И.Х. Теория и практика определения остаточного ресурса подшипниковых узлов дробилок кормов 44

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

По решению ВАК журнал включен в перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук

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

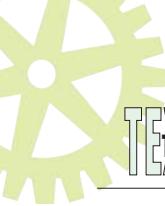
www.rosinformagrotech.ru

Отпечатано в ФГБНУ «Росинформагротех»

Заказ 502

© «Техника и оборудование для села», 2015

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



УДК 378.4

Институту механизации и технического сервиса – 65 лет!

Д.И. Файзрахманов,
д-р экон. наук., проф., ректор,
Rector@kazgau.com

С.М. Яхин,
д-р техн. наук, проф., директор
Института механизации и технического
сервиса,
jcm61@mail.ru
(ФГБОУ ВПО «Казанский ГАУ»)

Аннотация. Приведены результаты работы Института механизации и технического сервиса Казанского ГАУ за последние 65 лет.

Ключевые слова: институт, учебная работа, научные исследования, история становления.

История становления инженерного образования в Казанском ГАУ началась в 1950 г. [1, 2]. Тогда в Казанском сельскохозяйственном институте на базе кафедр физики, математики и механизации сельского хозяйства и кабинета начертательной геометрии был создан факультет механизации сельского хозяйства. Дальнейшее развитие факультета шло по пути создания новых кафедр и расширения направлений подготовки инженерных кадров. В 1950-е годы созданы кафедра сопротивления материалов и технологии металлов и кафедра физвоспитания и спорта. На базе кафедры механизации сельского хозяйства были созданы две новые кафедры: сельскохозяйственных машин и тракторов и автомобилей. В последующем из состава кафедры тракторов и автомобилей была выделена кафедра эксплуатации и ремонта машинно-тракторного парка. Кабинет начертательной геометрии преобразован в кафедру деталей машин и графики.

В 1960-х годах в составе факультета появились новые структурные единицы: кафедра электрификации



**Ректор Казанского ГАУ –
Д.И. Файзрахманов**

сельскохозяйственного производства и учебный машинно-тракторный парк, была создана отдельная кафедра эксплуатации машинно-тракторного парка. На факультете была переведена на кафедру истории КПСС. Учебный машинно-тракторный парк преобразован в кафедру охраны труда и производственного обучения.

Таким образом, к середине 1970-х годов в составе факультета механизации сельского хозяйства было 10 кафедр и кабинет гражданской обороны. В последующие годы в структуре факультета на базе кафедры деталей машин и графики были созданы две кафедры: теории механизмов и машин, начертательной геометрии и черчения. В это же время кафедра охраны труда и производственного обучения была переименована в кафедру безопасности жизнедеятельности, к ней же был присоединен кабинет гражданской обороны.

В период становления факультета большинство ведущих преподавателей были представителями

Директор Института механизации и технического сервиса Казанского ГАУ – С.М. Яхин

технических вузов г. Казани – авиационного, химико-технологического, инженерно-строительного и др. Это профессора – Б.В. Шитиков, Л.В. Крылов, Ю.А. Радцик, доценты – Ш.С. Маневич, Ф.С. Завалишин, А.Г. Одиноков, С.Г. Винокуров, В.К. Ернов, Г.А. Матвеев, С.М. Зорин и др.

В 1960-х годах преподавательский корпус начал пополняться выпускниками факультета, среди них: И. Медведев, Р.К. Калимуллин, В.Х. Хузин, И.С. Туктамышев, Б.В. Каготкин, и др. Многие впоследствии стали доцентами и профессорами. Следом за ними пришли: М.А. Яхин, Р.Г. Гаяутдинов, Г.Г. Галеев, М.Ш. Гумиров, А.П. Мартынов, Г.И. Кондратьев, А.В. Белинский, И.Е. Волков, М.Н. Мухаметдинов, С.Г. Ананьев, М.А. Сафиуллин, С.Х. Зарипов, В.Т. Ольшевская и др.

На протяжении всей истории существования факультета его деканами избирались И.Д. Коновалов, Ф.С. Завалишин, В.П. Лапин, Л.М. Зинченко, Р.Г. Валеев, Г.Г. Галеев, Н.И. Мит-



Институту механизации и технического сервиса Казанского ГАУ – 65 лет!



ряев, М.Г. Яруллин, К.А. Хафизов, Э.Г. Нуруллин.

Большую роль в подготовке научно-педагогических кадров для кафедр факультета сыграли диссертационные советы. Первый совет по защите кандидатских диссертаций начал свою работу в 1970-е годы. В 1998 г. сформирован новый диссертационный совет, который начал принимать к защите и докторские диссертации.

В настоящее время действует объединенный диссертационный совет, членами которого являются ученые Казанского ГАУ, Башкирского ГАУ и Ульяновской ГСХА.

В 2003 г. произошло разделение факультета – факультет механизации сельского хозяйства и факультет технического сервиса. В 2007 г. на базе этих факультетов был создан Институт механизации и технического сервиса (ИМ и ТС) во главе с директором Б.Г. Зиганшиным. В настоящее время на 9 кафедрах ИМ и ТС работают 16 докторов и 46 кандидатов наук. Организация учебно-воспитательной работы в Институте осуществляется директоратом, в состав которого входят: директор С. М. Яхин, заместители директора И.Г. Галиев, А.В. Дмитриев, Р.Х. Марданов, А.А. Мустафин, специалисты Г.В. Воронцова, З.С. Коновалова, Г.И. Вагизова, А.К. Вафина, диспетчер Ф.Ф. Хасанова

Институт механизации и технического сервиса является крупнейшим в составе Казанского ГАУ, в настоящее время по основным специальностям обучаются свыше 2000 студентов очного и заочного отделений. На шести выпускающих кафедрах ведется подготовка: бакалавров по направлениям 35.03.06 – Агрономия, 20.03.01 – Техносферная безопасность, 23.03.03 – Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, 27.03.02 – Управление качеством; магистров по направлению 35.04.06 – Агрономия; специалистов по специальности 23.05.01 – Наземные транспортно-технологические средства и кадров высшей квалификации по программе подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направле-

нию 35.06.04 – Технологии, средства механизации и энергетическое оборудование в сельском, лесном и рыбном хозяйстве. За всю историю существования агрономического образования в Казанском ГАУ подготовлено более 8000 специалистов.

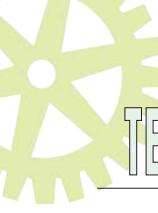
Институт механизации и технического сервиса по праву гордится своими выпускниками, многие из которых сделали успешную карьеру в государственном управлении, политике и бизнесе, занимаются преподавательской и научной деятельностью. Особую гордость составляют такие выпускники факультета механизации сельского хозяйства, как первый секретарь обкома КПСС ТАССР, секретарь ЦК КПСС Г.И. Усманов, первый Президент Республики Татарстан М.Ш. Шаймиев и ныне действующий Президент Республики Татарстан Р.Н. Минниханов [3].

В настоящее время научно-исследовательская работа в ИМ и ТС ведется с учетом современных требований аграрного производства по следующим основным направлениям: научные основы проектирования пространственных механизмов и практическое применение электрофизических методов обработки материалов (научные руководители А.Г. Мудров, Ф.А. Шамсутдинов); динамика энергоустановок, мобильных энергетических средств и их эффективное использование (научные руководители Н.П. Самойлов, Г.Г. Галеев, К.А. Хафизов); разработка и создание энерговлагосберегающих комплексов ротационных почвообрабатывающих машин нового поколения (научный руководитель Ю.И. Матяшин); разработка и внедрение системы машин для индустриального производства продукции животноводства (научные руководители А.И. Рудаков, Б.Г. Зиганшин); разработка перспективных технологий и технических средств для производства и переработки конкурентоспособной продукции растениеводства (научные руководители Э.Г. Нуруллин, Н.К. Мазитов, А.В. Белинский); разработка технологии эффективного использования и повышения работоспособности сельскохозяйствен-

ной техники (научные руководители Р.К. Абдрахманов, И.Г. Галиев); обеспечение безопасности технологических процессов в сельскохозяйственном производстве (научные руководители И.Н. Гаязиев, Ю.В. Якимов); разработка методов повышения надежности сельскохозяйственных машин и агрегатов (научный руководитель Яхин С. М.); разработка перспективных технологий ремонта и восстановления деталей сельскохозяйственных машин (научные руководители Н.Р. Адигамов, С.Н. Шарифуллин); математическое моделирование процессов и аппаратов в нефтехимической и пищевой промышленности и агропромышленном комплексе (Р.И. Ибятов); использование методов радиоспектроскопии для исследования веществ и их приложения в различных областях науки (научный руководитель Р.Ш. Лотфуллин); научные основы профилактики травматизма и функционального состояния организма спортсменов (научный руководитель Ю.С. Ванюшин). За 65-летний период сотрудниками Института получено более 700 авторских свидетельств, патентов на изобретения и полезные модели.

На современном этапе основной задачей, стоящей перед коллективом ИМ и ТС, является повышение качества и престижа агрономического образования. Задача эта многогранная, и ее решение предполагает реализацию самых различных мероприятий в рамках деятельности Института механизации и технического сервиса. В первую очередь – расширение и углубление сотрудничества с инвесторами и крупными сельхозтоваропроизводителями. Причем сотрудничество ИМ и ТС и современного высокотехнологичного производства в настоящее время выражается не только в обеспечении производственных и учебных практик студентов и трудоустройстве выпускников, но и в совместном планировании и соответствующей корректировке учебной и научной работы в ИМ и ТС через качественное изменение содержания и структуры дисциплин по выбору, факультативов и т.д. В связи с переходом





на многоуровневую подготовку в Институте совершенствуется работа по составлению новых основных образовательных программ по подготовке бакалавров и магистров.

На базе ИМ и ТС разработана и реализована инновационная модель взаимодействия образовательных учреждений и отраслевого бизнес-сообщества, результатом реализации которой является создание учебно-демонстрационного и учебно-производственного центров, а также филиалов кафедр на передовых предприятиях агробизнеса. Основными компаниями-партнерами Института механизации и технического сервиса являются государственные организации и коммерческие фирмы, занимающиеся производством и поставкой в аграрный сектор экономики Республики Татарстан различной сельскохозяйственной техники и оборудования, топливо-смазочных материалов и другой продукции.

В результате сотрудничества создано восемь учебных классов: формирования урожая (ООО «Проминтел-Агро»), зерноуборочных и кормоуборочных комбайнов (ООО «МК «Тарос»), сельскохозяйственных машин (ООО «Проминтел-Агро»), механизации животноводства (ООО «ДаМилк»), доильного оборудования (ООО «Вестфалия-Сердж»), класс малогабаритной техники для фермерских хозяйств (Казанский ГАУ), доильной техники (ООО «Фемакс», НПП «Агромакс»), топливо-смазочных материалов (ООО «Транзит-Ойл»). Все классы оборудованы необходимым мультимедийным оборудованием, макетами деталей, узлов и агрегатов различной техники, действующими стендами, комплектом учебных плакатов, фильмами и другими материалами. Оснащение осуществлено за счет средств названных компаний-партнеров без привлечения дополнительных бюджетных и

собственных средств университета.

Реализованная модель является уникальным методом решения одной из наиболее сложных и требующих больших капитальных вложений проблем в сфере профессионального образования. Конкурентоспособность и успешность проекта на практике обеспечиваются высокой заинтересованностью обеих сторон в сотрудничестве и развитии подобных отношений, так как стороны без дополнительных финансовых затрат обеспечивают высокую эффективность и качество своей основной деятельности: институт – подготовку инженерных кадров для агробизнеса; компании-партнеры – продвижение своей продукции на рынок.

История становления Института механизации и технического сервиса и его современное развитие позволяют коллективу с уверенностью смотреть в будущее.

Список использованных источников

1. Казанский государственный аграрный университет [Электронный ресурс]. URL: <http://kazgau.ru/>(дата обращения: 11.09.2015).
2. История [Электронный ресурс]. URL: <http://mech.kazgau.ru/main/istoriya/>(дата обращения: 14.09.2015).
3. Наши выпускники [Электронный ресурс]. URL: http://mech.kazgau.ru/main/nashi_vypuskniki1/(дата обращения: 10.09.2015).

Institute of Mechanization and Technical Service Celebrates its 65th Anniversary

D.I. Faizrakhmanov, S.M. Yakhin

Summary. The article presents the working results of the Institute of Mechanization and Technical Service of Kazan State Agrarian University within recent 65 years.

Keywords: institute, training activity, research, formation history.

МАЗИТОВУ Назибу Каюмовичу – 75 лет!



8 июля 2015 г. исполнилось 75 лет члену-корреспонденту Российской академии наук Назибу Каюмовичу Мазитову.

Окончив в 1965 г. факультет механизации сельского хозяйства Казанского СХИ, в 1978 г. – факультет повышения квалификации ЧИМЭСХ, в 1993 г., пройдя курс лекций по переходу к рыночной экономике в Будапештском Среднеевропейском экономическом исследовательском институте, Назиб Каюмович до сих пор активно работает в области совершенствования технологий и средств механизации сельского хозяйства.

Им опубликовано свыше 400 научных трудов, получено 39 авторских свидетельств и патентов.

За заслуги Назиб Каюмович удостоен почетных званий «Заслуженный работник сельского хозяйства Татарской АССР» и «Заслуженный деятель науки Российской Федерации», является лауреатом Государственной премии РСФСР, Государственной премии Республики Татарстан, премии Правительства Российской Федерации в области науки и техники и др.

Дорогой Назиб Каюмович!

Примите наши самые искренние поздравления и пожелания здоровья, благополучия, долгих лет жизни, дальнейших успехов в творческой деятельности, новых свершений на благо развития российского сельского хозяйства!

**От коллектива ФГБНУ «Росинформагротех»
и редакции журнала «Техника
и оборудование для села»
чл.-корр. РАН В.Ф. ФЕДОРЕНКО**



Институту механизации и технического сервиса Казанского ГАУ – 65 лет!

УДК 631.362: 633.1

Основные направления модернизации технической базы послеуборочной обработки зерна и подготовки семян

Э. Г. Нуруллин,

д-р техн. наук, проф.
(ФГБОУ ВПО «Казанский ГАУ»),
nureg@mail.ru

Аннотация. Приведен анализ факторов, влияющих на эффективность послеуборочной обработки зерна и подготовки семян. Рассмотрены основные проблемы и обоснована необходимость разработки технической политики в области послеуборочной обработки зерна и подготовки семенного материала. Представлены основные направления модернизации технической базы для послеуборочной обработки зерна и подготовки семян.

Ключевые слова: послеуборочная обработка зерна, подготовка семян, факторы эффективности, техническая база.

Основой продовольственной безопасности является зерно. Для обеспеченности достаточным количеством качественного зерна наряду с селекцией новых перспективных сортов, совершенствованием технологий возделывания необходима его послеуборочная обработка с целью получения продовольственного зерна с высокой добавочной стоимостью и качественных семян, соответствующих требованиям современных стандартов. Количество, качество, высокая добавочная стоимость продовольственного зерна и семенного материала в основном зависят от технологии и технической базы послеуборочной обработки зерна и подготовки семян [1].

За последние 30 лет проблеме модернизации технической базы для послеуборочной обработки зерна и подготовки семян со стороны государства, научного сообщества уделялось недостаточно внимания. В современной внешнеполитической ситуации, в которой находится наша



страна, значительно актуализируются вопросы продовольственной безопасности. Новые санкции требуют пересмотра подходов к сельскохозяйственному производству в целом и зерновому сектору в частности. Поэтому разработка современной научно обоснованной системы послеуборочной обработки и хранения зерна, подготовки семян, базирующейся на прогрессивных, широко апробированных технологиях и технических средствах отечественного производства, является важнейшей задачей.

Послеуборочная обработка зерна в зависимости от его целевого назначения, применяемых технологий, состояния технической базы и климатических условий включает в себя следующие основные операции: приемка, очистка, сушка, закладка на хранение. Для подготовки семенного материала, помимо технологических операций по послеуборочной обра-

ботке, требуется дополнительные: окончательная очистка, сортирование семенного материала и проправливание готовых семян [2-7].

В настоящее время при организации проведения послеуборочной обработки зерна и подготовке семенного материала в зависимости от наличия и состояния технической базы и технологического оснащения в основном используются три варианта.

1. Хлебоприемные предприятия или элеваторы, оснащенные комплексом машин для очистки, сушки, временного хранения с активным вентилированием, очистки от металломагнитных примесей, складами для длительного хранения, необходимым лабораторным оборудованием, семяприготовительными отделениями (цехами). Многие технологические процессы на этих предприятиях автоматизированы. Товарное зерно доводится до базисных кондиций.

За рубежом послеуборочная обработка зерна и семян осуществляется в основном на таких предприятиях. Однако в современных условиях послеуборочная обработка зерна и подготовка семян на хлебоприемных предприятиях и элеваторах для сельхозпредприятий экономически не выгодна. В условиях рыночной экономики производителям зерна и семян необходимо принять весь урожай с поля, довести до кондиции по чистоте и влажности, состояния надежной сохранности для длительного хранения до момента наиболее выгодной реализации.

2. Механизированные технологические линии сельскохозяйственных предприятий, оснащенные стационарными машинами для очистки, сушки и сортирования зерна и семян, позволяющими довести товарное зерно до базисных кондиций, а семенной материал – до требований ГОСТ Р 52325-2005 «Сортовые и посевные качества семян зерновых и зернобобовых растений», протравливателями семян, позволяющими подготовить семена к посеву в непрерывном технологическом потоке, что повышает производительность и качество семян, семяделательными приставками с набором машин, обеспечивающими получение семян высокого качества с высокой добавочной стоимостью (при продаже). В итоге товарное зерно и семена могут быть проданы по наиболее высокой цене, что обеспечит рентабельность их производства.

Один из вариантов подготовки семян в сельскохозяйственных предприятиях – протравливание подготовленного семенного материала на мобильных протравливателях, установленных вне технологической линии. Большинство крупных и средних сельскохозяйственных предприятий применяют данные варианты. Крупные агрохолдинги, нуждающиеся в большом количестве семенного материала для внутреннего пользования, имеют собственные семенные заводы, где осуществляется подготовка семян с протравливанием и фасовкой для собственных сельскохозяйственных предприятий и продажи.

3. Сельскохозяйственные предприятия, имеющие набор само-передвижных зерноочистительных машин, стационарных зерносушилок для выполнения всех этапов послеуборочной обработки зерна и семян. При этом производительность и качество выполнения технологического процесса очень низкие, в результате затягиваются сроки уборки, увеличиваются потери зерна в поле и т.д., что снижает эффективность зернового бизнеса. После обработки зерно в основном доводится только до ограничительных кондиций и его необходимо сдавать на хлебоприемные предприятия или элеватор. Протравливание подготовленного семенного материала осуществляется на мобильных протравливателях, установленных вне технологической линии. По этому пути идут сельскохозяйственные предприятия, имеющие слабую техническую базу для послеуборочной обработки зерна и семян.

Наиболее рациональным с точки зрения ведения эффективного зернового бизнеса для организации послеуборочной обработки зерна и подготовки семенного материала является второй вариант. Сельскохозяйственные предприятия, занимающиеся зерновым бизнесом, для получения наибольшей экономической выгоды обязательно должны иметь современный зерноочистительно-сушильный комплекс, где очистка и сушка зерна и семян осуществляются в едином технологическом потоке, что позволяет повысить производительность и качество послеуборочной обработки и довести валовой сбор зерна до продовольственных заготовительных (ограничительных и базисных) и семенных кондиций. Кондиционное зерно хранится долго, сохраняя качество, и может реализоваться на наиболее выгодных условиях.

На технологическую и экономическую эффективность послеуборочной обработки зерна и подготовки семян при применении различных вариантов организации работ основное влияние оказывают три группы факторов: техническая, технологическая, человеческая.

Техническая группа факторов определяется физическим и моральным уровнем машин и оборудования, используемых для очистки, сушки, сортирования зерна и подготовки семян. Техническая база послеуборочной обработки зерна и семян в Российской Федерации, в том числе и в Республике Татарстан, физически и морально устарела и нуждается в модернизации. В то же время в России есть предприятия, выпускающие зерно- и семяочистительные машины и зерносушилки различной конструкции, а также осуществляющие строительство новых и реконструкцию старых зерноочистительных агрегатов, зерноочистительно-сушильных комплексов, линий по подготовке семян [8]. Только в Республике Татарстан успешно функционируют три предприятия по производству машин для очистки зерна и семян, а также несколько организаций, которые осуществляют строительство и реконструкцию технологических линий для послеуборочной обработки зерна и семян. Немаловажной составляющей этой группы является замена морально устаревших зерноочистительных машин и транспортеров зерна (шnekовые, скребковые, ковшовые) техническими средствами нового поколения – аэродинамического и пневмомеханического типов, снижающих травмирование зерна и семян [9-11].

Технологическая группа факторов предполагает строгое соблюдение агротехнических требований на каждом этапе послеуборочной обработки зерна и подготовки семян; соблюдение технологической дисциплины; расчет производительности технологической линии с подбором соответствующих машин (зерновой ворох, поступающий на послеуборочную обработку с полей в течение суток должен пройти полную предварительную очистку и последующую сушку в течение этих же суток); компоновку технологических линий, обеспечивающую перенаправление обрабатываемого зерна с одного потока линии на другой на всех этапах выполнения технологического процесса, что повышает вероятность безостановочной работы зерно- и семяочистительно-



Институту механизации и технического сервиса Казанского ГАУ – 65 лет!

сушильного комплекса при выходе из строя какой-либо машины; минимальное механическое воздействие на зерно с целью снижения травмирования (особенно важно для семенного материала); учет уменьшения массы зернового вороха в процессе очистки.

К человеческой группе факторов относятся уровень подготовки персонала, обеспечивающий производственный процесс послеуборочной обработки зерна и семян; производственная дисциплина; добросовестность операторов при выполнении технологических операций.

Анализ технической политики в области сельского хозяйства, научных исследований, практического опыта, факторов, влияющих на эффективность послеуборочной обработки зерна и подготовки семян, показал, что в настоящее время отсутствуют научно обоснованная система послеуборочной обработки зерна и подготовки семян, учитывающая современные требования государственных и международных стандартов, уровень техники и технологий, а также техническая политика в области послеуборочной обработки зерна и подготовки семян.

Для решения указанных проблем необходимо:

- научно обосновать агротехнические требования и систематизировать способы послеуборочной обработки зерна и подготовки семян в соответствии с требованиями действующих государственных и международных стандартов и современных достижений техники и технологий;

- разработать современную научно обоснованную систему послеуборочной обработки зерна и подготовки семян, базирующуюся на прогрессивных, широко апробированных технологиях и технических средствах отечественного и зарубежного производства;

- определить важные и перспективные направления развития технического прогресса с учетом данных научно-технических прогнозов, реальных ресурсов, которыми располагает страна, а также внешней политики, и разработать государственную программу модернизации

технической базы послеуборочной обработки зерна и подготовки семян на основе наиболее эффективных машин отечественного производства.

Список

использованных источников

1. Инновации в послеуборочной обработке зерна и семян / Ю.В. Еров, Э.Г. Нуруллин, Х.З. Каримов, Д.З. Салахиев. Казань: «Слово», 2009. 128 с.
2. Некоторые рекомендации производителям семян и зерна / И.Х. Габдрахманов, Э.Г. Нуруллин, Ю.В. Еров, Д.З. Салахиев, Н.В. Зарипов, А.А. Железнов // Аграрная тема. 2011. № 7. С. 30-33.
3. Некоторые рекомендации производителям семян и зерна / И.Х. Габдрахманов, Э.Г. Нуруллин, Ю.В. Еров, Д.З. Салахиев, Н.В. Зарипов, А.А. Железнов // Аграрная тема. 2011. № 8. С. 32-35.
4. Некоторые рекомендации производителям семян и зерна / И.Х. Габдрахманов, Э.Г. Нуруллин, Ю.В. Еров, Д.З. Салахиев, Н.В. Зарипов, А.А. Железнов // Аграрная тема. 2011. № 9. С. 44-47.
5. Некоторые рекомендации производителям семян и зерна / И.Х. Габдрахманов, Э.Г. Нуруллин, Ю.В. Еров, Д.З. Салахиев, Н.В. Зарипов, А.А. Железнов // Аграрная тема. 2011. № 10. С. 34-37.
6. Некоторые рекомендации производителям семян и зерна / И.Х. Габдрахманов, Э.Г. Нуруллин, Ю.В. Еров, Д.З. Салахиев, Н.В. Зарипов, А.А. Железнов // Аграрная тема. 2011. № 11. С. 42-43.
7. Рекомендации по обеспечению качества уборки хлебов, послеуборочной обработки зерна и семян зерновых, зернобобовых и крупяных культур / И.Х. Габдрахманов, Э.Г. Нуруллин, Ю.В. Еров, Д.З. Салахиев, Н.В. Зарипов, А.А. Железнов // Аграрная тема. 2011. № 12. С. 30-33.

Салахиев, Н.В. Зарипов, А.А. Железнов. Казань: МСХП РТ, 2015. 46 с.

8. Рекомендации по строительству и реконструкции зерно- и семяочистительно-сушильных комплексов / И.Х. Габдрахманов, Э.Г. Нуруллин, Ю.В. Еров. Казань: Казанский ГАУ, 2015. 92 с.

9. **Нуруллин Э.Г.** Основные направления и результаты научной школы по разработке энергосберегающих машин пневмомеханического типа для производства и переработки зерна // Известия Междунар. акад. аграрного образования. 2013. № 17 (внеочередной). С. 100-103.

10. **Нуруллин Э.Г., Сычугов Н.П., Каминский Э.** К методике расчета аэrodinamических транспортеров сыпучих материалов // Вестник Казан. технолог. ун-та. 2012. № 9. С. 177-179.

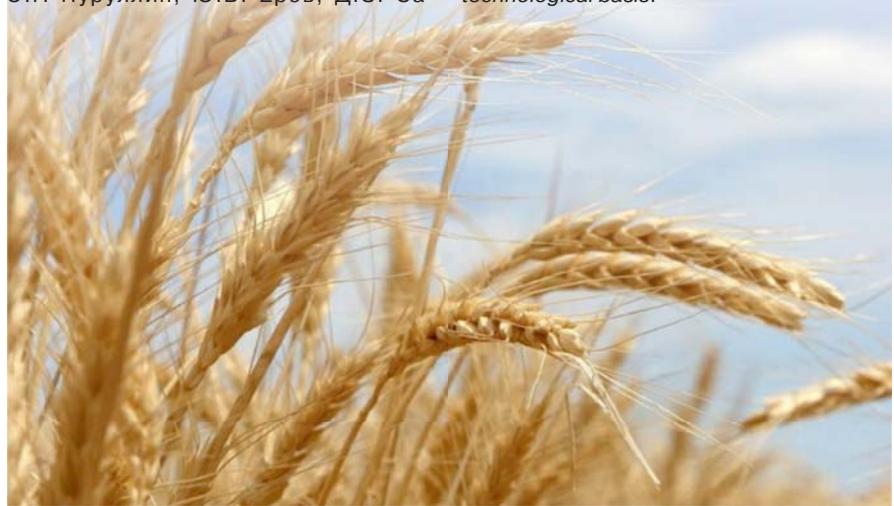
11. **Салахов И.М., Нуруллин Э.Г.** Энергосберегающий проправливатель семян // Сельский механизатор. 2013. № 11. С. 16-17.

Major Trends of Technological Basis Modernization for Postharvest Grain Handling and Seed Preparation

E.G. Nurullin

Summary. The article analyzed the factors effecting the efficiency of postharvest grain treatment and seed preparation. The basic problems were described and the necessity to develop technological policy in the field of postharvest grain handling and seed preparation were substantiated. The major trends of technological basis modernization for postharvest grain handling and seed preparation were presented.

Key words: postharvest grain handling, seed preparation, factors of efficiency, technological basis.



УДК 621.929(088.8)

Многофункциональное устройство для фермерских и мелкотоварных хозяйств

А.Г. Мудров,д-р техн. наук, проф.,
Alexmudrov42@rambler.ru**Ф.А. Шамсутдинов,**д-р техн. наук, проф.,
Shfa625@gmail.com

Аннотация. Представлено многофункциональное устройство на базе пространственного механизма только с вращательными шарнирами, обеспечивающими сложное движение емкости и дополнительное динамическое воздействие, в результате которого интенсифицируются процессы смещивания различных сельскохозяйственных продуктов, проправливания семян перед посевом, мойки корнеклубней, взбивания сливочного масла, приготовления бетонной смеси и др.

Ключевые слова: пространственный механизм, вращательные шарниры, перемешивание, проправливание семян.

В связи с коренными изменениями в организации сельскохозяйственного производства, появлением фермерских и мелкотоварных хозяйств возникла потребность в новой технике – небольших высокоэффективных и универсальных устройствах, позволяющих осуществлять перемешивание, шлифование и проправливание семян, взбивание сливочного масла, откатку шкурок пушных зверей и др.

Желательно, чтобы на одной установке без переналадок можно было выполнять практически все подобные производственно-технологические процессы. Пока такая универсальная техника для фермерских хозяйств не разработана.

Существующие для аналогичных целей устройства механического действия основаны на базе плоских или пространственных механизмов с шаровыми или шаровыми с пальцем парами. Однако для этих групп механизмов характерны ограниченная несущая силовая способность, малый срок службы, неудовлетворительное качество конечного продукта, высокие энергозатраты и другие недостатки.

Является перспективным использование пространственных механизмов только с вращательными шарнирами, оформленными стандартными подшипниками качения или скольжения, которые позволяют обеспечить сложное движение емкости меньшим числом передаточных звеньев с высокой степенью интенсификации процесса обработки материалов.

Однако при создании и изготовлении таких механизмов возникла сложная проблема, суть которой заключается в следующем. При теоретических исследованиях механизмов концы длин соединяемых звеньев

пересекаются в одной точке, а так как геометрические оси шарниров звеньев скрещены (не параллельны и нигде не пересекаются), то длина звена измеряется не по его телу, а по кратчайшему расстоянию между осями шарниров, которое геометрически находится вне тела звена, т.е. длины звеньев по телу не равняются кратчайшему расстоянию между осями их шарниров и не пересекаются в одной точке (рис. 1, а), иначе механизмы будут неработоспособны.

Проблема изготовления моделей и производственных устройств успешно решена учеными под руководством профессоров Б.В. Шитикова и П.Г. Мудрова [1]. Сотрудниками кафедры общеинженерных дисциплин Казанского аграрного университета создано более 100 новых механизмов только с вращательными шарнирами, причем изготовлены не только модели, но и производственные устройства.

Таким образом, для сообщения емкости устройства сложного пространственного движения следует изыскивать пространственный механизм только с вращательными шарнирами.

Был выбран механизм (рис. 1) с наименьшим числом звеньев – четырехзвенный «механизм Беннетта» [2].

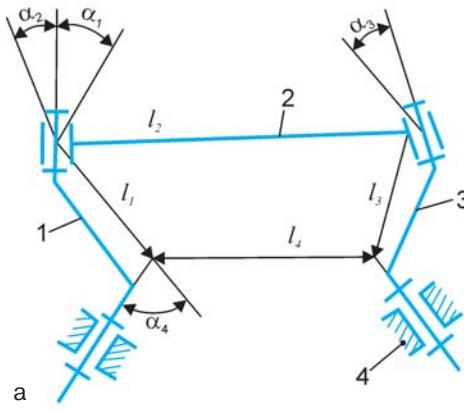


Рис. 1. Четырехзвенный «механизм Беннетта»:
а – схема; б – общий вид

Институту механизации и технического сервиса Казанского ГАУ – 65 лет!

Механизм состоит из стойки 4, в опорах которой установлены два кривошипа 1 и 3, шарнирно соединенные шатуном 2. Геометрические оси шарниров стойки 4 (геометрические оси валов вращения кривошипов 1 и 3) скрещены под прямым углом α_4 и расположены на кратчайшем расстоянии l_4 , точно так же расположены оси шатуна 2, т.е. $l_2 = l_4$ и $\alpha_2 = \alpha_4$. Оси шарниров кривошипов 1 и 3 скрещены под углом $\alpha_1 = \alpha_3$ и отстоят друг от друга на кратчайшем расстоянии $l_1 = l_3$, при этом $l_{1(3)} = l_{2(4)} \sin \alpha_{1(3)}$.

Особенность механизма состоит в том, что ведомый кривошип 3 при постоянной угловой скорости ведущего кривошипа 1 вращается в течение одного оборота с переменной угловой скоростью.

Поскольку кривошипы вращаются в разных плоскостях, шатун 2, соединяющий оба кривошипа, будет иметь сложное неравномерное пространственное движение. При этом сторона шатуна, связанная с ведущим кривошипом, имеет постоянную угловую скорость, а другая сторона, связанная с ведомым кривошипом, – переменную. Конструктивно устройство можно выполнить в двух вариантах: либо закрепить емкость непосредственно на шатуне, либо роль шатуна будет выполнять сама емкость.

Структурная схема предложенного устройства получена объединением двух «механизмов Беннетта» через

общий вал 9 и станину 2 (рис. 2). Новизна конструкции подтверждена авторским свидетельством №780871 [3].

Конструкция состоит из источника привода 10 (мотор-редуктор или электродвигатель с редуктором), вращение от которого посредством клиноременной передачи 5 передается ведущему валу 9. На концах вала жестко закреплены пространственные ведущие кривошипы 3 и 7.

Кривошипы 3, 4 и 7, 8 шарнирно соединены с емкостями соответственно 1 и 6. Оси валов вращения ведомых кривошипов 4 и 8 расположены в опорах станины 2 под прямым углом к оси вращения ведущего вала 9 с кривошипами 3 и 7 и на кратчайшем расстоянии l_1 .

Первый (правый) объединяемый механизм состоит из ведущего кривошипа 7, шатуна-емкости 6, ведомого кривошипа 8 и станины 2.

Второй механизм включает в себя ведущий кривошип 3, шатун-емкость 1, ведомый кривошип 4 и станину-стойку 2.

Параметры звеньев правого и левого механизмов одинаковы, кроме угла скрещивания осей шарниров кривошипов. Геометрические оси шарниров кривошипов 7 и 8 скрещены под углом α , а кривошипов 3 и 4 – под углом $\alpha_1 = 180^\circ - \alpha$.

Кратчайшие расстояния l у всех четырех кривошипов одинаковы и

равны $l = l_1 \sin \alpha$ (l_1 – кратчайшее расстояние между цапфами емкостей 1 и 6 и кратчайшими расстояниями между осями валов вращения ведущих 3, 7 и ведомых кривошипов 4, 8).

Производственный образец устройства с двумя емкостями, имеющий параметры: $\alpha = 22^\circ$, $\alpha_1 = 158^\circ$, $l = 74,92$ мм, $l_1 = 200$ мм, вместимость емкостей 46 л (два молочных бидона), коэффициент неравномерности вращения ведомых кривошипов – 0,8, частоту вращения ведущих кривошипов – 120 мин⁻¹, приведен на рис. 3.

Смеситель испытан на птицефабрике «Юбилейная» (Республика Татарстан) при смешивании различных компонентов в первой линии обогащения комбикормов микробактериями.

Следует отметить, что благодаря структурному исполнению смесителя ведомые кривошипы 4 и 8 с присоединенными к ним частями емкостей имеют встречное движение. В результате этого создаются одинаковые по величине, но противоположные по знаку инерционные моменты, которые уравновешивают друг друга и не действуют на станину.

Представленная конструкция смесителя позволяет без переналадок в условиях птицефабрики осуществлять следующие производственные функции.

Смешивание травяной муки с комбикормом. Смеситель обеспечивает степень неоднородности смеси 2,6% при длительности работы смесителя 180 с и частоте вращения 110 мин⁻¹ и 2% – соответственно при 120 с и 130 мин⁻¹.

Смешивание поваренной соли с комбикормом проводилось при

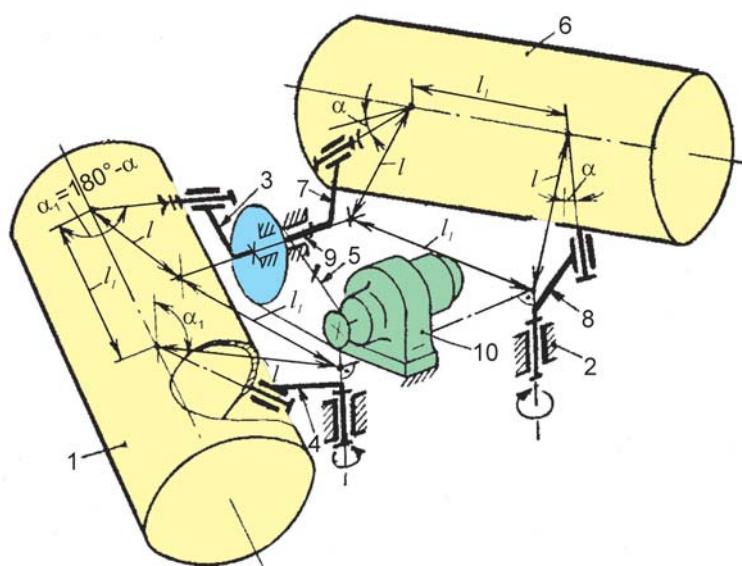


Рис. 2. Схема устройства с двумя емкостями

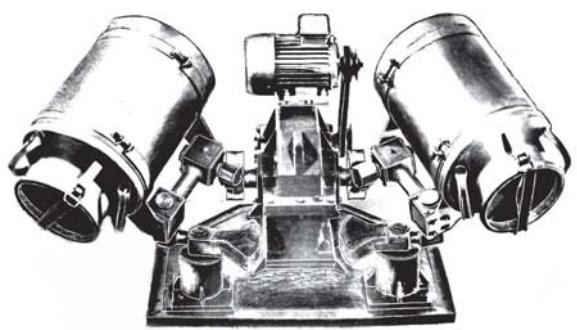


Рис. 3. Производственное устройство

концентрации раствора поваренной соли 2-5%, частоте вращения смесителя 110 и 130 мин⁻¹, коэффициенте заполнения емкости – 0,7 объема. Исследования показали, что однородность смеси достигается при концентрации раствора поваренной соли 4,5-5,5% за 2-3 мин работы смесителя.

Смешивание жирорастворимых витаминов проводилось при частотах вращения кривошипов 90, 110, 130 мин⁻¹. Для замеса брали 2 кг рыбьего жира и 25 кг комбикорма. Анализ проб проводился химическим экстрагированием жира раствором эфира по ГОСТ 13496-75. Пробы отбирались пробоотборником из разных частей емкости каждые 30 с работы.

При концентрации жира 12-15% и частоте вращения 130 мин⁻¹ степень неоднородности смеси 3-5% достигалась за 90 с работы.

Протравливание зерна ядохимикатами. Сухое протравливание проводилось при частоте вращения 130 мин⁻¹ и коэффициенте заполнения емкости 0,7 объема. Степень покрытия зерна ядохимикатом 98-99% достигалась за 90 с работы. При этом дробление и травмирование зерна практически отсутствовало.

Шлифование семян сахарной свеклы проводят перед посевом для лучших дражирования и всхожести. Проводилось шлифование семян сахарной свеклы двух видов – кормовой и сахарной. Коэффициент заполнения емкости семенами составил 0,7 объема. Частота вращения кривошипов изменялась в пределах 130-280 мин⁻¹. Объем семян кормовой свеклы за 4-5 мин работы смесителя уменьшился на 0,5-0,6 от первоначального. Семена приобретали округлую форму. Повреждение семян составляло менее 1,5-2%.

Очистка и мойка корнеклубней (картофель, свекла, морковь и т.д.) осуществляется за 30-40 с при коэффициенте заполнения емкости клубнями и водой 0,6-0,7 объема. Частота вращения кривошипов 120-130 мин⁻¹. Клубням не требуется дополнительная очистка.

Взбивание сливочного масла. Емкости в виде молочных бидонов за-

полняют сливками с соответствующими добавками на 0,6 объема, врашают емкости с частотой вращения 120-180 мин⁻¹, через 50-90 с масло готово. В данном случае смеситель является маслобойкой.

Смешивание бетонной смеси для изготовления отделочной плитки разных цветов проводилось в одном из кооперативов. При частоте вращения кривошипов 280 мин⁻¹ и коэффициенте заполнения емкости – 0,65 объема смесь достигала требуемого качества за 2-3 мин работы.

Во всех перечисленных случаях устройство используется без переделок и переделок. Подробнее о механизмах этой группы изложено в источниках [4-7].

Таким образом, объединение двух пространственных четырехзвенных «механизмов Беннетта» с вращательными шарнирами позволило разработать многофункциональное устройство, которое при производственной проверке показало высокие технико-экономические показатели при выполнении многих технологических процессов: перемешивании различных кормовых продуктов, протравливании семян, мойке корнеклубней, шлифовке семян сахарной свеклы, перемешивании бетонной смеси и др.

Список использованных источников

1. **Мудров П.Г.** Пространственные механизмы с вращательными парами. Казань: изд-во Казанского университета, 1976. 264 с.

2. **Bennett G.T.** A new mechanism Engineering. 1903. Vol. 76.

3. Смеситель: авт. свид. №780871 СССР, М.К³ B01F9/02, В 28 С 5/18 /Мудров П.Г., Мудров А.Г.; заявитель и патентообладатель Казанский сельскохозяйственный институт им. М. Горького. № 2586072/29-33; заявл. 03.03.78, опубл. 23.11.80, Бюл. №43. (Пч). 2 с.

4. **Мудров А.Г.** Механизм Беннетта и использование его в технике. Казань: изд-во КГСХА, 1999. 80 с.

5. **Мудров А.Г.** Пространственные механизмы с особой структурой. Казань: РИЦ «Школа», 2003. 300 с.

6. **Мудров А.Г.** Пространственные механизмы с особой структурой (Исследование). Казань: РИЦ «Школа», 2004. 180 с.

7. **Мудров А.Г.** Практическое использование механизма Беннетта в технике/The Eighth IFToMM International Symposium on Theory of Machines and Mechanisms. SYROM 2001. Bucharest-ROMANIA, 2001. Vol.11. P. 221-228.

Multifunction Device for Farms and Small-Scale Farm Enterprises

A.G. Mudrov, F.A. Shamsutdinov

Summary. A multifunction device was proposed. Its design was based on a spatial mechanism with only rotary joints, whereby different processes were intensified under complex motion and additional dynamic impact: mixing of various agricultural products; seed treatment before sowing; root and tuber cleaning; beating of dairy butter; preparation of concrete mixture and other.

Key words: spatial mechanism, rotary joints, mixing, seed treatment.

Информация

Отмечен рост производства молока в сельскохозяйственных организациях

Минсельхоз России констатирует, что за восемь месяцев 2015 г. производство молока увеличилось на 215,9 тыс. т (+2,2%) и составило 10128,7 тыс. т.

Наибольший прирост производства молока за указанный период получен: в Кировской (+30,8 тыс. т, или 9,4%) и Вологодской областях (+21,1 тыс. т, или 7,7%), Республике Татарстан (+20,7 тыс. т, или 3%), Воронежской (+19,5 тыс. т, или 6,4%) и Калужской областях (+18,3 тыс. т, или 14,8%).

Производство молока в Российской Федерации в расчете на одну корову молочного стада в сельскохозяйственных организациях, не относящихся к субъектам малого предпринимательства, за это же время составило 3891 кг, что на 196 кг (+5,3%) больше, чем за соответствующий период 2014 г.

Наибольший прирост молочной продуктивности достигнут в Тульской области (+956 кг, или 29,2%), Приморском крае (+802 кг, или 27,2%), Амурской (+748 кг, или 24,1%) и Калининградской областях (+669 кг, или 14,8%).

Департамент животноводства и племенного дела Минсельхоза России



Институту механизации и технического сервиса Казанского ГАУ – 65 лет!

УДК 631.22.01

Комбинированная установка для охлаждения молока с использованием искусственного и естественного холода



А.И. Фокин,
инженер, ген. директор
(ООО НПП «АГРОМАКС»),
agromax05@mail.ru

Ю.А. Цой,
д-р техн. наук, проф., чл.-корр. РАН,
ген. директор
(ООО НПП «Фемакс»),
femaks@bk.ru

Б.Г. Зиганшин,
д-р техн. наук, проф., проректор по
учебно-воспитательной работе,
zigan66@mail.ru

И.Н. Гаязиев,
канд. техн. наук, доц., зав. кафедрой,
gazel.81@mail.ru
(ФГБОУ ВПО «Казанский ГАУ»)

Аннотация. Предложена комбинированная установка для охлаждения молока с использованием искусственного и естественного холода, приведен принцип её работы.

Ключевые слова: молоко, охлаждение, холодильная машина, естественный холод, искусственный холод.

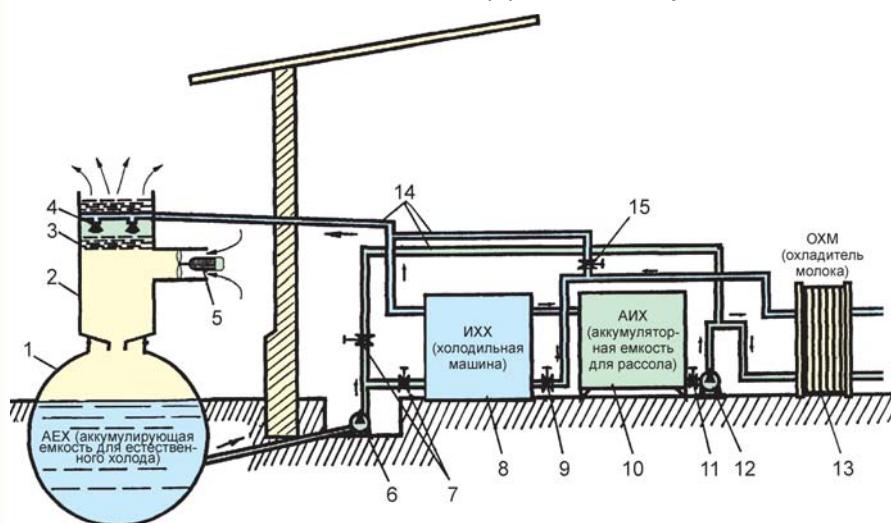
Самая энергоемкая операция первичной обработки молока – охлаждение [1, 2]. Одним из перспективных направлений существенного снижения энергозатрат на охлаждение молока является использование естественного холода. Так, в Республике Татарстан продолжительность холодного периода (температура воздуха 0°C и ниже) составляет 160–170 дней в году. Поэтому для снижения затрат энергии наиболее целесообразно в холодное время года охлаждать молоко с помощью установок, позволяющих утилизировать естественный холод.

В связи с этим для круглогодичного охлаждения молока наиболее эффективным будет использова-

ние комбинированных установок, в конструкции которых должны быть предусмотрены как источник искусственного холода – холодильная машина, так и установка для утилизации естественного холода.

С учетом изложенного была разработана комбинированная установка для охлаждения молока с использованием искусственного и естественного холода, технологическая схема которой представлена на рисунке.

Доение коровы в соответствии с физиологией животного производится периодически – два-три раза в сутки. Соответственно, и охлаждение необходимо проводить периодически, синхронно с доением. Для снижения установленной мощности источника искусственного холода и утилизации естественного с учетом пиковых нагрузок на трансформаторные подстанции целесообразно



Комбинированная установка для охлаждения молока с использованием искусственного и естественного холода:

- 1 – емкость-аккумулятор естественного холода;
- 2 – градирня вентиляторная;
- 3 – оросительная решетка;
- 4 – распылитель; 5 – вентилятор;
- 6, 12 – насосы;
- 7, 9, 11 – краны запорные;
- 8 – холодильная машина;
- 10 – емкость-аккумулятор искусственного холода;
- 13 – проточный охладитель молока;
- 14 – трубопровод;
- 15 – вентиль запорный

иметь аккумуляторы для источников искусственного и естественного холода.

Одним из путей повышения эффективности комбинированной установки является требование максимального использования ее отдельных элементов (аккумулятор естественного холода) независимо от климатических условий. Если в зимний период он используется непосредственно для охлаждения молока, то в летний – для охлаждения конденсатора холодильной установки (оборотное водоснабжение).

В холодный период года в процессе охлаждения молока участвуют градирня 2 и аккумулирующая ёмкость для естественного холода 1. Ледяная вода из аккумулятора 1 насосом 6 по трубопроводу 14 подаётся в проточный охладитель молока 13. При этом холодильная машина 8 выключена и вместе с теплоизолированным аккумулятором для рассола 10 отключается от рабочей магистрали путем перекрытия вентилей 7, 9 и 11.

В теплый период года вода из ёмкости 1 насосом 6 подается через кран 7 в конденсатор холодильной машины 8, откуда через распылительное устройство 4 в охлажденном виде возвращается в аккумулирующую ёмкость 1.

Рассол или ледяная вода из аккумулятора искусственного холода 10 через кран 11 насосом 12 подаётся в проточный охладитель молока 13. Далее из молокохладителя через кран 9 рассол поступает в испаритель холодильной машины 8, а оттуда – в аккумулятор холода 10. Цикл повторяется. Градирня работает круглый год, в зимний период охлаждает молоко, в летний – промежуточный хладоноситель холодильной машины.

Заглублённая в землю ёмкость-аккумулятор естественного холода, находящаяся снаружи здания, в зимний и летний период дополнительно аккумулирует тепло и холод грунта и атмосферного воздуха [3].

В зависимости от периода года работа аккумулятора естественного холода имеет свои особенности.

Зимний период. Заглубление аккумулятора естественного холода в

Температура воды аккумулятора естественного холода в зависимости от величины заглубления в грунт

Период года	Температура воды по глубине грунта (см), град					
	0	20	40	80	160	320
Летний (июль)	22,9	20	16,9	13,6	9,4	5,5
Зимний (февраль)	-13,4	-5,2	-3,3	-0,6	2	5

грунт с одной стороны предотвращает промерзание воды в аккумуляторе естественного холода, с другой – при температуре воды в аккумуляторе выше температуры грунта ($t_b > t_{zp}$) последняя будет дополнительно охлаждаться. Охлаждение воды через стенки емкости будет проходить в основном в верхней её части. Средние и нижние слои воды в емкости будут чаще всего находиться в равновесии с температурой грунта.

Летний период. В заглубленном аккумуляторе естественного холода вода будет дополнительно охлаждаться за счет грунта и не будет нагреваться за счет солнечной радиации и атмосферного воздуха.

Температура воды аккумулятора естественного холода в зависимости от величины заглубления в грунт в различное время года имеет различные значения (см. таблицу).

В качестве источника естественного холода в комбинированной установке могут использоваться атмосферный воздух, грунт или артезианская вода. Одной из ранних установок для утилизации холода атмосферного воздуха была установка для намораживания льда, позднее стали использовать вентиляторные градирни.

Использование артезианской воды в качестве источника естественного холода не позволяет охладить молоко до требуемой по нормативам температуры (4-6°C). Ею можно охладить молоко только до 12-15°C. Поэтому артезианскую воду целесообразно использовать в любое время года в пластинчатых охладителях для предварительного охлаждения молока.

Устройством или звеном в комбинированной установке для дополнительной утилизации холода грунта служит ёмкость для сбора охлажденной воды после градирни, вкопанная в грунт. При этом должно выполняться условие $t_b > t_{zp}$.

Устройством для аккумулирования холода от холодильной машины служит теплоизолированная емкость. В целях снижения размеров аккумулятора искусственного холода без снижения его аккумулирующей способности в качестве хладоносителя можно использовать рассол или тосол. Соединять в одной аккумулирующей емкости функции двух аккумуляторов естественного и искусственного холода ввиду указанных причин нецелесообразно.

Список использованных источников

1. Мишурин Н.П. Биоэнергетическая оценка и основные направления снижения энергоемкости производства молока: науч. изд. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. 152 с.

2. Зиганшин Б.Г., Гаязиев И.Н., Фокин А.И. Влияние техники и технологии производства молока на качество заготовляемой продукции // Тр. Междунар. науч.-практ. конф. Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы. Казань: изд-во Казанского ГАУ, 2015: С. 160-164.

3. Цой Ю.А., Фокин А.И. Определение параметров пластинчатых охладителей для доильных установок // Техника в сельском хозяйстве. 2007. № 4. С. 39-40.

Combination Set for Milk Cooling Using Artificial and Natural COLD

A.I. Fokin, Yu.A. Tsay,
B.G. Ziganshin, I.N. Gayaziev

Summary. A combination set for milk cooling using natural and artificial cold was proposed and the principle of its operation was presented.

Key words: milk, cooling, refrigerating machine, natural cold, artificial cold.



Институту механизации и технического сервиса Казанского ГАУ – 65 лет!

УДК 631.372

Оценка условий функционирования тракторов в аграрном производстве

И.Г. Галиев,
д-р техн. наук, проф.,
engmaneg@kazgau.com

Р.К. Хусаинов,
ст. препод.
(ФГБОУ ВПО «Казанский ГАУ»),
rail-1312@mail.ru

Аннотация. Показано влияние номенклатуры сельскохозяйственных работ на плановый период, природно-климатических условий и технической эксплуатации – на расход ресурса агрегатов и систем трактора.

Ключевые слова: трактор, агрегат, ресурс, техническая эксплуатация, дифференциация, весомость.

При выполнении сельскохозяйственных работ на расход ресурса агрегатов трактора оказывают влияние различные условия, определяющие технико-экономические и эксплуатационные показатели [1].

Анализ литературных источников и фактического состояния использования тракторов показал, что условия их функционирования определяются номенклатурой сельскохозяйственных работ на плановый период, природно-климатическими условиями и технической эксплуатацией.

Номенклатура сельскохозяйственных работ на плановый период в зависимости от их трудоемкости и удельного сопротивления машин включает в себя четыре группы:

- работы первой группы: транспортные работы – грунтовая поверхность, удельное сопротивление тележки с грузом – 0,5 кН/м;

- работы второй группы: прикатывание – глубина обработки – 0-2 см, удельное сопротивление сельскохозяйственной машины – от 0,8 кН/м (катки); боронование – глубина обработки – 2-6 см, удельное сопротивление сельскохозяйственной машины – от 0,6 кН/м (бороны зубовые); посев



зерновых культур – глубина заделки – 2-4 см, удельное сопротивление сельскохозяйственной машины – от 1,3 кН/м (сейлки зерновые); боронование – глубина обработки – 2-6 см, удельное сопротивление сельскохозяйственной машины – от 1,7 кН/м (бороны дисковые);

- работы третьей группы: культивация – глубина обработки – 6-12 см, удельное сопротивление сельскохозяйственной машины – от 1,9 кН/м (культиваторы); лущение стерни – глубина обработки – 10-12 см, удельное сопротивление сельскохозяйственной машины – от 2,3 кН/м (лущильник дисковый); посадка картофеля – глубина – 16-18 см, удельное сопротивление сельскохозяйственной машины – от 3 кН/м (картофелесажалки); лущение стерни – глубина обработки – 10-18 см, удельное сопротивление сельскохозяйственной машины – от 8 кН/м (лущильник лемешный);

- работы четвертой группы: вспашка – глубина обработки – 18-27 см, удельное сопротивление сельскохозяйственной машины – от 45 кН/м² (плуг).

Группы работ в разной степени влияют на расход ресурса агрегатов

и систем трактора. Степень влияния групп сельскохозяйственных работ на расход ресурса агрегатов и систем трактора называется их весомостью. В свою очередь, весомость групп сельскохозяйственных работ определяет уровень их дифференциации, которая отражает долевое участие трактора в процессах разной трудоемкости: вспашка, культивация, боронование, посев, транспортные работы и др. [2]. В зависимости от преобладания тех или иных работ будут меняться расход ресурса системы и агрегатов, количество отказов.

Природно-климатические условия определяются рельефом местности, количеством выпавших за год осадков и средней температурой, видом (связностью) почвы. Рельеф местности характеризуется изрезанностью поля, наличием склонов и препятствий. Это приводит к работе трактора с переменными нагрузками, что провоцирует возникновение усталостных напряжений в сварных швах, ослабление креплений, нарушение регулировок деталей, узлов и других конструктивных элементов. В зависимости от рельефа местности будет меняться интенсивность

расхода ресурса систем и агрегатов.

Количество осадков в году и средняя температура воздуха характеризуют его влажность. Они могут быть также определены гидротермическим коэффициентом – отношение количества осадков к количеству испарения. Коэффициент 0,8 соответствует засушливой зоне, 0,9–1,3 – зоне нормальной влажности, выше 1,3 – зоне повышенной влажности [3]. Повышенная влажность воздуха способствует коррозии деталей и узлов трактора и приводит к повышенному расходу ресурса.

Вид (связность) почвы в комплексе с влажностью характеризует запыленность воздуха. Запыленность воздуха считается критической, если в 1 м³ воздуха находится 0,3–0,6 г пыли [4]. Запыленность воздуха способствует

появлению абразивного износа в подшипниках скольжения, расходу ресурса деталей кривошипно-шатунного механизма и топливной аппаратуры. Таким образом, запыленность воздуха влияет на уровень эксплуатации.

Техническая эксплуатация тракторов определяется обобщенными факторами технической эксплуатации: наличием оборудования для проведения ТО, соблюдением сроков проведения ТО, выполнением номенклатуры операций ТО, применением дефектовки, обеспеченностью запасными частями и др.

Обобщенные факторы неоднаково влияют на расход ресурса агрегатов и систем трактора, степень их влияния называется весомостью факторов технической эксплуатации тракторов. Величина весомости того или иного фактора зависит от расхода

ресурса агрегатов и систем трактора, вероятности внезапного отказа, возможного продолжительного простоя и стоимости его ликвидации при невыполнении или частичном выполнении данного фактора. В свою очередь, весомость факторов технической эксплуатации тракторов зависит от уровня определяющих и обобщенных факторов. Влияние уровня эксплуатации тракторов на показатели их использования и надежности представлено на рисунке.

В результате проведения экспертного опроса были получены весомости факторов, определяющих уровень эксплуатации тракторов (см. таблицу). Экспертный опрос проводился в соответствии с существующей методикой.

Согласованность мнений экспертов считается хорошей, если

Степень влияния обобщенных и определяющих факторов на уровень использования трактора

Обобщенный фактор	Весомость обобщенного фактора	Коэффициент вариации	Определяющий фактор	Весомость определяющего фактора	Коэффициент вариации
1. Качество обкатки нового и отремонтированного трактора	0,18	0,20	1.1. Состав специалистов 1.2. Соблюдение правил обкатки 1.3. Место обкатки	0,34 0,23 0,43	0,28 0,23 0,11
2. Качество проведения технического обслуживания и диагностирования	0,24	0,12	2.1. Состав специалистов для ТО и диагностирования 2.2. Наличие оборудования для ТО и диагностирования 2.3. Место проведения ТО 2.4. Соблюдение сроков проведения ТО	0,19 0,29 0,45 0,07	0,19 0,27 0,32 0,21
3. Организация и качество ремонта	0,12	0,24	3.1. Место ремонта 3.2. Состав специалистов 3.3. Наличие передвижных ремонтных средств 3.4. Качество выполнения ремонтных работ	0,41 0,17 0,28 0,14	0,31 0,25 0,24 0,18
4. Хранение, заправка и качество ТСМ	0,08	0,35	4.1. Сортамент ТСМ 4.2. Хранение ТСМ 4.3. Средство заправки топливом 4.4. Контроль качества ТСМ 4.5. Фильтрация топлива при заправке	0,23 0,38 0,19 0,13 0,07	0,17 0,26 0,22 0,12 0,23
5. Характеристика тракториста	0,06	0,15	5.1. Стаж работы 5.2. Специальное образование 5.3. Класс тракториста 5.4. Отношение к технике	0,43 0,32 0,13 0,12	0,28 0,33 0,15 0,20
6. Дифференциация механизированных работ по тракторам	0,31	0,28	6.1. Работы первой группы (транспортные) 6.2. Работы второй группы (каткование, боронование и др.) 6.3. Работы третьей группы (культивация, посев, дискование) 6.4. Работы четвертой группы (основная обработка почвы)	0,43 0,32 0,18 0,07	0,19 0,24 0,25 0,31

Институту механизации и технического сервиса Казанского ГАУ – 65 лет!



Влияние уровня эксплуатации тракторов на показатели их использования и надежности

коэффициент вариации не превышает 0,25 [5].

Исходя из изложенных суждений можно сделать следующие выводы:

- уровень эксплуатации тракторов характеризуется номенклатурой сельскохозяйственных работ на плановый период, природно-климатическими условиями и технической эксплуатацией тракторов;

- техническая эксплуатация тракторов определяется уровнем обобщенных и определяющих факторов, которые непосредственно влияют на уровень эксплуатации;

- номенклатура сельскохозяйственных работ на плановый период определяется уровнем дифференциации сельскохозяйственных работ;

- номенклатура сельскохозяйственных работ на плановый период, природно-климатические условия и техническая эксплуатация тракторов влияют на расход агрегатов и систем трактора;

- поскольку коэффициент вариации мнений экспертов в среднем не превышает 0,25, представленные весомости факторов можно считать адекватными.

Список использованных источников

Галиев И.Г., Хусаинов Р.К. Обоснование расхода ресурса агрегатов и систем трактора с учетом дифференцированного подхода при назначении технологических операций на плановый период // Вестник Казанского ГАУ. 2013. № 2. С. 73–77.

Барам Х.Г., Полуэктов Н.П. К вопросу о критериях целесообразности постановки машин в капитальный ремонт // Сб. науч. тр. ГОСНИТИ. М., 1977. Т.53. С. 3–9.

Колобов Н.В. Климатические условия Татарской АССР и их использование в сельском хозяйстве. Казань: Татарское книжное изд-во, 1962. 263 с.

Гольдман В.Г. Исследование энергетики трактора при движении по криволинейной траектории (применительно к условиям Северо-Запада ТАССР): автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01. Казань, 1971. 16 с.

Лышко Г.П. Оценка влияния условий эксплуатации на надежность тракторов // Тракторы и сельскохозяйственные машины. 1978. №3. С. 29–31.

Assessment of Operating Conditions of Tractors in Agricultural Production

I.G. Galiev, R.K. Khusainov

Summary. The article presents the influence of farm work nomenclature on planning period, natural and climatic conditions and the technical maintenance on resource consumption of tractor assemblies and systems.

Key words: tractor, assembly, resource, technical maintenance, differentiation, weight.

Информация

Начался отбор инновационных проектов в АПК

Департамент научно-технологической политики и образования Минсельхоза России извещает о начале проведения отбора инновационных проектов на предоставление грантов в форме субсидий из федерального бюджета на реализацию перспективных инновационных проектов в агропромышленном комплексе в рамках подпрограммы «**Техническая и технологическая модернизация, инновационное развитие**» Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013–2020 годы в соответствии с пунктом 2.4 Порядка отбора перспективных инновационных проектов в агропромышленном комплексе, утвержденного приказом Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 21 сентября 2015 г. № 430.

Для участия в отборе необходимо заполнить заявку и предоставить перечень документов в срок с **13 октября по 2 ноября 2015 г.**

Контактная информация организатора проведения отбора инновационных проектов:

Департамент научно-технологической политики и образования Минсельхоза России.

107139, Москва, Орликов переулок, 1/11.

Тел. (495) 607-47-14.

Адрес электронной почты: pr.depnauchtech@mch.ru

Сроки проведения отбора инновационных проектов – с 3 по 17 ноября 2015 г.

Департамент научно-технологической политики и образования Минсельхоза России



УДК 631.1:631.12

Повышение эффективности использования колесных тракторов класса 1,4 в АПК

С.В. Щитов,

д-р техн. наук, проф.,
проректор по учебной и воспитательной
работе,

shitov.sv1955@mail.ru

Е.Е. Кузнецов,

канд. техн. наук, доц.,
ji.tor@mail.ru

Е.В. Панова

канд. техн. наук, доц.,
коисследователь

Е.С. Поликутина,
коисследователь

(ФГБОУ ВПО «Дальневосточный ГАУ»)

Аннотация. Предложено увеличить эффективность использования колесных энергетических средств в АПК за счёт повышения тягово-цепных свойств трактора путём перераспределения сцепного веса между его мостами.

Ключевые слова: эффективность, энергетическое средство, сопротивление, колёсный трактор, ходовая система, сцепной вес.

В технологии возделывания сельскохозяйственных культур Амурской области в последние годы нашли широкое применение мощные колесные энергетические средства, такие как Buhler, K-744Р1, K-744Р3 и др. В тоже время значительная доля имеющихся в наличии у хозяйств колесных тракторов приходится на тяговый класс 1,4.

На эффективность использования колесного энергетического средства влияет ряд факторов, одними из основных являются количество отработанных дней и наработка трактора. Обладая большим энергетическим потенциалом, тракторы тягового класса 1,4 имеют один существенный недостаток – невысокие тягово-цепные свойства, которые особенно проявляются в специфических условиях Амурской области. Здесь в весенне-осенний период почва обладает низкой несущей способностью

и не позволяет данным энергетическим средствам реализовать свои потенциальные возможности вследствие буксования, забивания рисунка протектора или зарывания движителей, что также является причиной невозможности их использования в зимний период из-за снежного покрова или наличия гололеда. Учитывая это, в настоящее время для повышения тягово-цепных свойств движителей колесных тракторов предлагаются разнообразные способы, каждый из которых имеет свои преимущества и недостатки [1,2].

Вопрос всесезонного использования в сельскохозяйственном производстве колесных энергетических средств, в частности колёсной формулы 4x2, представляет собой большой практический интерес. Решение этой задачи особенно важно для малых и средних сельскохозяйственных предприятий, наиболее часто использующих недорогую колёсную технику тягового класса до 3 кН, имеющую большой модернизационный потенциал вследствие высокой энергонасыщенности.

Учитывая изложенное, возникает необходимость рассмотрения теоретических предпосылок для повышения тягово-цепных свойств тракторов тягового класса 1,4.

Для полного использования мощностных показателей энергетического средства должно выполняться следующее условие:

$$P_k > P_c, \quad (1)$$

где P_k – касательная сила тяги, развиваемая энергетическим средством, Н;

P_c – общая сила сопротивления, Н.

В общем случае касательная сила тяги определяется из выражения [1]

$$P_k = \varphi \cdot G_{cu}, \quad (2)$$

где G_{cu} – сцепной вес энергетического средства, Н;

φ – коэффициент использования сцепного веса.

Рассмотрим случай использования энергетического средства в качестве погрузчика сыпучих материалов. Необходимое для работы тяговое усилие расходуется на преодоление следующих сопротивлений (рис.1):

$$P_c = P_{c1} + P_{c2} + c + P_f, \quad (3)$$

где P_{c1} – сопротивление перемещению материала по поверхности перед ковшом погрузчика, Н;

P_{c2} – сопротивление перемещению материала вверх по стенке ковша погрузчика, Н;

P_f – сопротивление погрузчика от трения ковша по поверхности, Н;

P_f – сила сопротивления движения энергетического средства, Н.

При выполнении погрузочных работ в условиях недостаточных тягово-цепных свойств ведущие колеса пробуксовывают, и энергетическое средство не выполняет поставленную задачу. При этом очень часто происходит отрыв передних колес от поверхности, что ведёт к

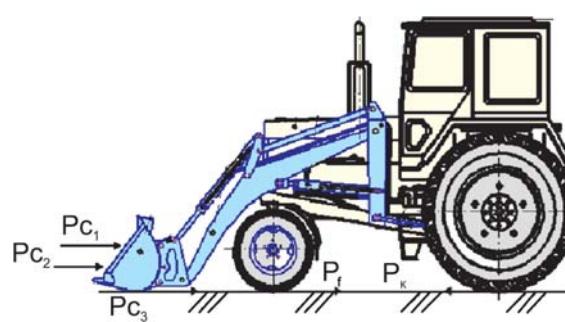


Рис. 1. Схема действия сил на энергетическое средство при работе с навесным оборудованием:
 P_k – касательная сила тяги энергетического средства



Рис. 2. Трактор класса 1,4 с устройством для автоматического перераспределения сцепного веса

потере управляемости. Для устранения названных недостатков предлагается использовать устройство, позволяющее автоматически перераспределить сцепной вес между мостами энергетического средства, тем самым регулируя его тягово-сцепные свойства и корректируя управляемость. Наданное устройство получен патент на полезную модель [3]. Общий вид устройства показан на рис. 2.

Анализ конструкции предлагаемого устройства показывает, что его использование в ходовой системе колесного трактора при определенных условиях имеет возможность перераспределения сцепного веса. Внутренние силы, вызываемые перемещением штока гидроцилиндра предлагаемого устройства, согласно третьему закону Ньютона равны по величине и направлены вдоль одной прямой в противоположные стороны. Следовательно, так как эквивалентное действие внутренних сил равно нулю, ими можно пренебречь. Но эти усилия вызывают нагрузки, действующие на остов трактора и ведущий мост, которые перемещаются под действием этих сил. На основании теоремы динамики об изменении количества движения:

$$M_{ost} \cdot V_{ost} = M_{vn} \cdot V_{vn}, \quad (4)$$

где M_{ost} , M_{vn} – соответственно масса остова, приходящаяся на ведущий мост, и масса ведущего моста, кг;

V_{ost} , V_{vn} – соответственно скорости остова и ведущего моста, м/с.
Из уравнения (4) следует:

$$V_{vn} = \frac{M_{ost} \cdot V_{ost}}{M_{vn}}. \quad (5)$$

Перемещение ведущего моста происходит с ускорением, которое и определяет величину F_d дополнительной нагрузки на мост, Н, так как

$$M_{vn} \cdot \ddot{a}_{vn} = \vec{F}_d, \quad (6)$$

где \ddot{a}_{vn} – ускорение ведущего моста, м/с².

Основание перераспределения дополнительной нагрузки на мост подтверждается и известной теоремой о динамике изменения кинетической энергии системы [4]:

$$T - T_0 = \sum A_k^e + A'_k, \quad (7)$$

где $\sum A_k^e$, A'_k – сумма работ внешних и внутренних сил соответственно, Н·м;

T_0 , T – начальная и конечная кинетическая энергия системы, Н·м.

Обычно работой внутренних сил для неизменяемых систем пренебрегают, но в данном случае для предлагаемого устройства работу внутренней силы следует учитывать. Учитывая приведённые формулировки и теоретическое обоснование, можно предположить, что наряду с повышением тягово-сцепных свойств данное устройство позволит повысить продольную устойчивость энергети-

ческого средства, так как вес поднимаемого груза во многом зависит и от веса, приходящегося на задние колеса. Увеличение веса, приходящегося на задние колеса, дает возможность поднимать грузы, обладающие большой массой. Кроме этого, необходимо учесть, что при подъеме груза часть веса приходится и на передний управляемый мост энергетического средства. Предлагаемое устройство позволяет перераспределить часть веса груза на задние ведущие колеса энергетического средства и тем самым улучшить его продольную и поперечную устойчивость.

Изменяя сцепной вес, как видно из выражения (2), можно изменить касательную силу тяги. Поставленная задача достигается тем, что часть веса, приходящегося на передние управляемые колеса, перераспределяется на задние. Таким образом, можно автоматически изменять сцепной вес в ходовой системе энергетического средства. Для сохранения управляемости вес, приходящийся на передний мост, можно разгрузить до 75%. При большей разгрузке энергетическое средство теряет управляемость, особенно при недостаточных сцепных свойствах. В общем случае весовую характеристику трактора можно представить следующим образом:

$$G_{mp} = G_{cu} + G_{ymp}, \quad (8)$$

где G_{ymp} – вес, приходящийся на неведущие управляемые колеса, Н.

Тогда из уравнения (8) сцепной вес серийного энергетического средства можно представить следующим образом:

$$G_{cu}^c = G_{mp} - G_{ymp}, \quad (9)$$

где G_{cu}^c – сцепной вес серийного энергетического средства.

При использовании устройства для перераспределения сцепного веса с учетом фактора управляемости выражение (9) будет иметь вид:

$$G_{cu}^m = G_{mp} - 0,25G_{ymp}, \quad (10)$$

где G_{cu}^m – сцепной вес серийного энергетического средства с установленным устройством;

$0,25G_{ymp}$ – минимально необходимая величина нагрузки для обе-

спечения условия управляемости трактором.

Сравнивая выражения (9) и (10), можно отметить, что сцепной вес с использованием предлагаемого устройства больше по сравнению с серийным вариантом. Это позволяет повысить тягово-цепные свойства, что увеличит рабочие скорости движения и производительность энергетического средства, тем самым позволяя выполнить больший объем хозяйственных работ за один и тот же промежуток времени.

Список

использованных источников

1. **Щитов С.В.** Зависимость тягово-цепных свойств трактора от площади контакта колеса с почвой // Техника в сельском хозяйстве. 2002. № 5. С. 6-9.

2. **Щитов С.В., Евдокимов В.Г., Кривуца З.Ф.** Методы повышения тягово-цепных свойств транспортных средств // Двойные технологии. 2012. № 2. С.75-77

3. Стабилизатор продольной устойчивости колесного трактора: пат. 151136 Рос. Федерации /Щитов С.В, Кузнецов Е.Е, Поликутина Е.С., Кузнецова О.А., Кузнецов К.Е.; заявитель и патентообладатель ДальГАУ; заявл. 22.09.2014, зарегистриров. 12.02.2015.; опубл. 20.03.2014, Бюл. № 8. 9 с.

4. **Яблонский А.А.** Сборник задач для курсовых работ по теоретической механике. М.: Высшая школа, 1982. 382 с.

Efficiency Increase in Using Wheeled Tractors of Class 1.4 in Agro-Industrial Complex (AIC)

S.V. Shchitov, E.E. Kuznetsov,
E.V. Panova, E.S. Polikutina

Summary. It is proposed to increase the efficiency of using wheeled tractors in APC by increasing traction and coupling hitch characteristics of a tractor through redistribution of coupling weight between its axles.

Key words: efficiency, tractor, resistance, wheeled tractor, chassis, coupling hitch weight.

Информация

О переходе на принципы наилучших доступных технологий в сфере АПК

10 октября 2015 г. в рамках деловой программы XVII Российской агропромышленной выставки «Золотая осень» ФГБНУ «Росинформагротех» совместно с Департаментом научно-технологической политики и образования Минсельхоза России был проведен круглый стол «О переходе на принципы наилучших доступных технологий в сфере АПК».



Вела работу круглого стола заместитель директора Департамента научно-технологической политики и образования Министерства сельского хозяйства Российской Федерации – Овсянникова Ольга Владимировна.

В мероприятии участвовали более 50 человек: специалисты Минсельхоза России, Минпромторга России, Росстандарта, Минсельхозпрода Московской области; руководители Российского Союза мукомольных и крупынных предприятий, Союзроссахара; представители научных и образовательных организаций: ФГБНУ ИАЭП, ФГБНУ ВНИМИ, ФГБНУ ВНИИМС, ФГБНУ ВНИИМП им. В.М. Горбатова, ФГБОУ ВО «Самарская ГСХА», ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева», ФГБОУ ВО «Пензенская ГСХА», ФГБОУ ВО «Курганская ГСХА»; сотрудники Московской школы управления Сколково; глава К(Ф)Х из Красноярского края; руководитель ОАО «Чувашский бройлер»; инженеры СПК «Авангард» (Ивановская обл.) и др.

О современной стратегии модернизации и импортозамещения в АПК и переходе на принципы наилучших доступных технологий (НДТ)

рассказал Вячеслав Филиппович Федоренко, директор ФГБНУ «Росинформагротех», член-корр. РАН, д-р. техн. наук, профессор.

С докладами также выступили: О.В. Мезенцева, заместитель начальника Управления технического регулирования и стандартизации Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии; А.Ю. Брюханов, заведующий отделом ФГБНУ ИАЭП, канд. техн. наук, доцент; О.Б. Федотова, заместитель директора по научной работе ФГБНУ ВНИМИ, д-р техн. наук; Е.В. Топникова, заместитель директора по научной работе ФГБНУ ВНИИМС, канд. техн. наук; О.Б. Латонова, заместитель начальника отдела инвестиционной политики и макроэкономического прогнозирования Минпромторга России; А.А. Семенова, заместитель директора по научной работе ВНИИМП им. В.М. Горбатова, д-р техн. наук.

Участники отметили важность тематики круглого стола для отрасли и актуальность докладов и сообщений по созданию отраслевых справочников наилучших доступных технологий.

Л.Ю. Коноваленко
(ФГБНУ «Росинформагротех»)

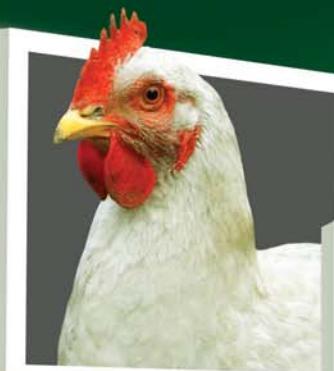
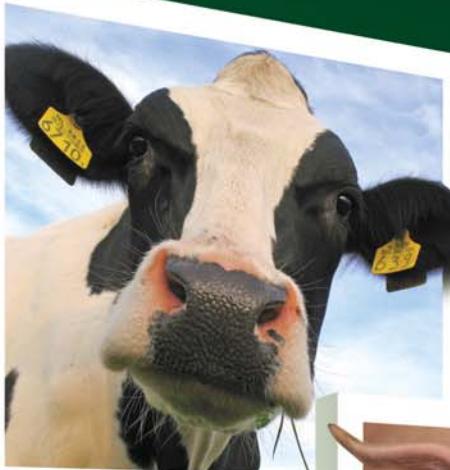
10 лет AgroFarm

Выставка №1 для профессионалов
животноводства и птицеводства в России

26 - 28 января 2016 г.

г. Москва, ВДНХ, павильон №75

Десять лет в авангарде
российского животноводства!





УДК 621.43.01

Пути повышения эффективности использования машинно-тракторных агрегатов

К.А. Хафизов,

д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой,
fts-kgau@mail.ru

Ф.Х. Халиуллин,

канд. техн. наук, доц.,
nzrg555@mail.ru
(ФГБОУ ВПО «Казанский ГАУ»)

в целом и их энергетической установки как наиболее важного элемента изучаемой системы.

Необходимо отметить, что объективность результатов исследований зависит от выбранных критерии оценки [1, 4]. Наибольший интерес для оценки эффективности использования мобильных машин представляет предложенный в работе [1] критерий «удельные суммарные энергетические затраты», который можно представить в виде выражения

$$\mathcal{E} = \mathcal{E}_{\text{и.тр}} + \mathcal{E}_{\text{и.схм}} + \mathcal{E}_{\text{и.пр}} + \mathcal{E}_{\text{про}} + \mathcal{E}_{\text{с.р}} + \mathcal{E}_{\text{упр}} + \mathcal{E}_{\text{тcm}} + \mathcal{E}_{\text{пот}} \rightarrow \min, \quad (1)$$

где \mathcal{E} – удельные суммарные энергетические затраты, МДж/га;

$\mathcal{E}_{\text{и.тр}}$, $\mathcal{E}_{\text{и.схм}}$, $\mathcal{E}_{\text{и.пр}}$ – энергия, затраченная соответственно на изготовление трактора, сельскохозяйственной машины, прицепа, приходящаяся на 1 га, МДж/га;

Аннотация. Для определения эффективности использования машинно-тракторных агрегатов предложен критерий оценки – суммарные энергетические затраты, анализ структурных элементов которого позволяет определить пути оптимизации агрегата. Даны примеры некоторых расчетов, выполненных с использованием предложенного критерия. Рассмотрены конструктивные решения мобильных агрегатов для улучшения работы их энергоустановки.

Ключевые слова: машинно-тракторный агрегат (МТА), критерий эффективности, энергетическая установка, неустановившаяся нагрузка, индикаторная мощность, эксплуатационные потери мощности.

Эффективность использования машинно-тракторных агрегатов (МТА) является как косвенным показателем состояния агропромышленного комплекса, так и индикатором инвестиционной привлекательности отрасли в целом. Сотрудниками кафедры «Тракторы, автомобили и энергетические установки» Казанского ГАУ выполнены многочисленные исследования, в которых изучены технологические, экономические и организационные аспекты повышения эффективности использования МТА [1-4]. Применение системного анализа [1, 3] для исследований в данной области позволяет выявить новые возможности повышения эффективности мобильных машин

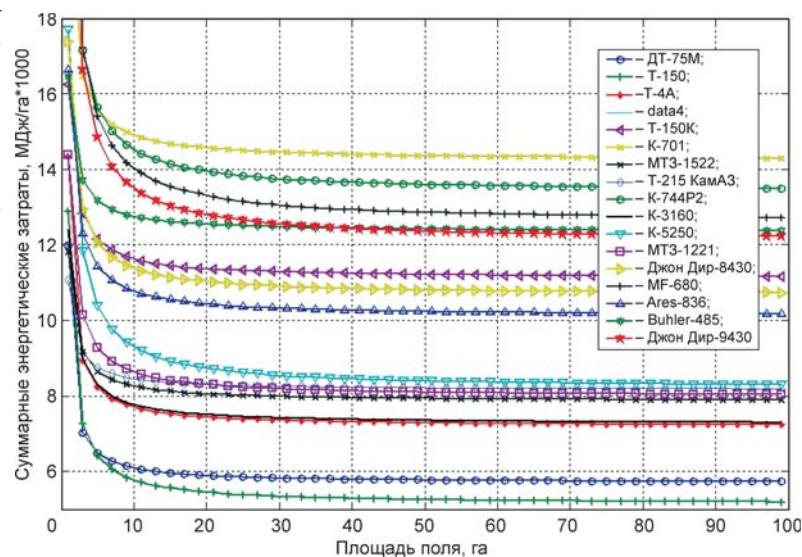


Рис. 1. Энергетическая эффективность тракторов по маркам на посеве зерновых культур

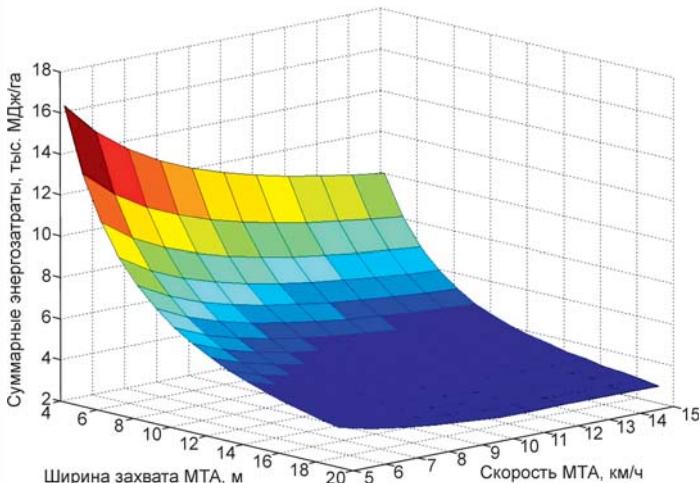


Рис. 2. Зависимость суммарных энергетических затрат от ширины захвата и скорости посевного комплекса с трактором Джон Дир-9430

$\mathcal{E}_{\text{про}}$ – энергия, затраченная на капитальный, текущий ремонт и техническое обслуживание трактора, прицепа и орудия, МДж/га;

$\mathcal{E}_{\text{ср}}$ – энергия, затраченная на сборку и разборку агрегата, МДж/га;

$\mathcal{E}_{\text{упр}}$ – энергия, затраченная на управление трактором (переключение передач, повороты, остановка и трогание с места), МДж/га;

$\mathcal{E}_{\text{тcm}}$ – энергия, затраченная на выполнение агрегатом работы посредством сжигания топлива, МДж/га;

$\mathcal{E}_{\text{пот}}$ – энергия урожая, потерянного из-за неоптимально выбранных параметров и режимов работы трактора и агрегата, МДж/га (складывается из энергии урожая, по-

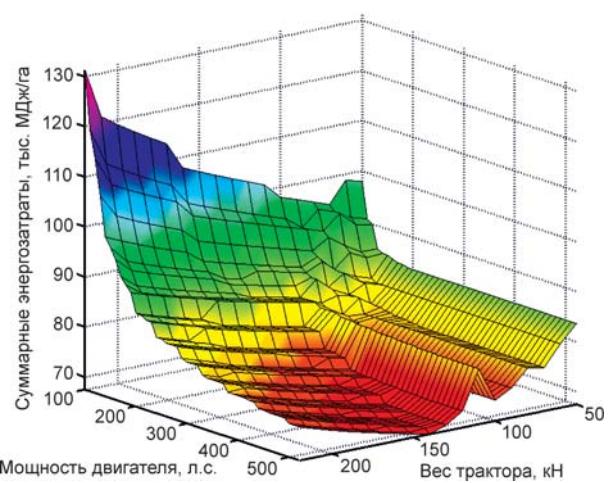


Рис. 3. Зависимость суммарных энергетических затрат от мощности двигателя и веса трактора, предназначенного для использования на посеве и вспашке

терянного в связи с нарушением агросрока выполнения операции, и энергии урожая, потерянного из-за уплотнения почвы движителями трактора).

Созданная на базе этого критерия методика оценки использования МТА позволяет определить влияние конструктивных, технических, технологических, экономических и организационных факторов на эффективность использования мобильных агрегатов с учетом их воздействия на формируемый урожай.

Результаты практического применения данной методики проиллюстрированы на нескольких примерах. Так, в ходе исследования эффективности работы посевных агрегатов с использованием разработанной методики установлено, что суммарные энергетические затраты зависят от марки трактора и площади поля (организационный фактор)

(рис. 1). Анализ полученных результатов показал, что наиболее эффективным является выполнение посевых работ на полях, площадь которых превышает 10 га, а использование гусеничных тракторов в составе посевного агрегата обеспечивает минимальные удельные суммарные энергетические затраты.

При оптимизации работы посевного комплекса с трактором Джон Дир-9430 в зависимости от ширины захвата (конструктивный фактор) и рабочей скорости (технологический фактор) было установлено, что полученное при расчете оптимальное значение ширины захвата посевного комплекса (18 м) несколько выше значений ширин используемых на практике посевных машин, а оптимальное значение рабочей скорости меньше реальных значений (рис. 2). Отсюда следует, что для снижения суммарных энергетических

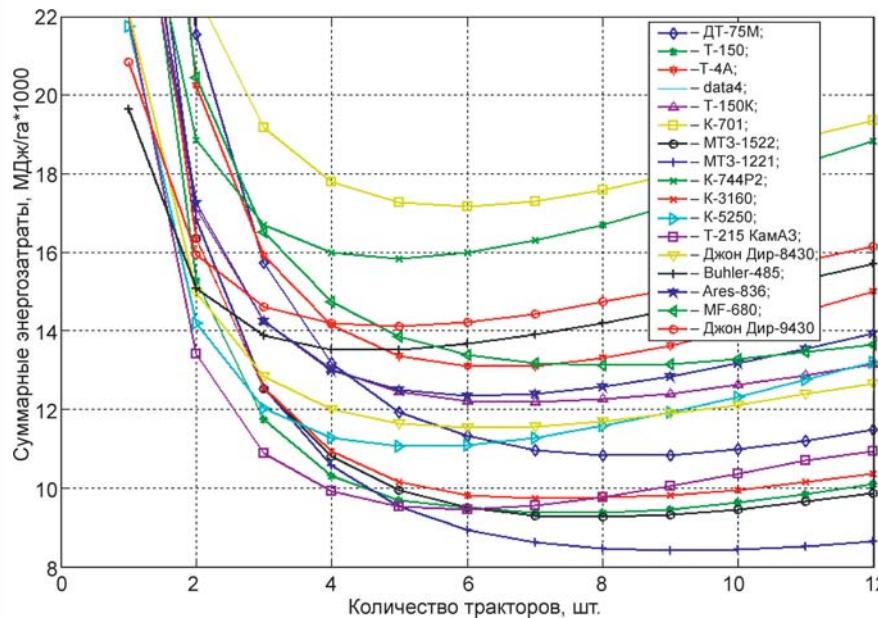


Рис. 4. Суммарные энергозатраты в зависимости от числа посевных комплексов, одновременно занятых на посеве
(площадь посева – 2500 га, $T_{\text{см}} = 10$ ч)

затрат на выполнение посевных работ трактор необходи-
димо максимально загружать по силе тяги в пределах
допустимого буксования.

Разработанная методика фактически является новым
методом расчета основных параметров тракторов на
основе энергетической эффективности их использования.
Так, в ходе исследований также установлено, что трактор,
предназначенный как для выполнения ранневесенних
(посев и др.), так и энергоемких работ (вспашка) по сути
дела «универсальный трактор» и должен обладать массой
15 т (150 кН) и иметь мощность двигателя 300 кВт (рис. 3).

Кроме того, с помощью разработанной методики
можно рассчитать оптимальное количество агрегатов,
необходимых для выполнения заданного объема работы.
В этом случае рассчитывается, сколько и каких агрегатов
необходимо использовать для обеспечения минимальных
суммарных энергетических затрат (с учетом энергии
потерянного урожая) (рис. 4). Таким образом, разрабо-
танная методика позволяет не только формализовать
неопределенное понятие «оптимальные агротехнические
сроки» выполнения технологической операции, но и пред-
ложить новый метод расчета необходимого количества
мобильных агрегатов.

От мобильного агрегата в целом перейдем к его
энергоустановке и из многообразия составляющих энер-
гетических затрат (1) рассмотрим затраты, связанные с
ее работой:

$$N_e = N_i - N_{M\pi} = N_i - N_{mp} - N_{BCP} - N_{BK}, \quad (2)$$

где N_e – эффективная мощность энергетической уста-
новки, кВт;

N_i – индикаторная мощность, кВт;

$N_{M\pi}$ – мощность механических потерь, кВт;

N_{mp} – мощность, расходуемая на трение, кВт;

N_{BCP} – мощность, расходуемая на привод вспомога-
тельных агрегатов, кВт;

N_{BK} – мощность, расходуемая на вибрацию и коле-
бания, кВт.

На кафедре «Тракторы, автомобили и энергетические
установки» Казанского ГАУ проводятся исследования,
направленные на повышение индикаторной мощности
энергетической установки МТА [5, 6], а также на снижение
потерь мощности на вибрацию и колебания [7-11].

Представленные в работах [5, 6] результаты со-
вершенствования дизельной форсунки направлены на
снижение времени её срабатывания (на 3-5%) с одно-
временным улучшением согласованности топливоподачи с эксплуатационными условиями. Это достигается путем
уменьшения инерционности иглы распылителя форсунки
и оптимального использования гидравлических сил при
работе управляющего клапана.

В работах [7-11] авторы предлагают конструкцию
гасителей крутильных колебаний широкого диапазона
действия, которая позволяет снизить потери на крутиль-
ные колебания на 7-11% по сравнению с существующими
схемами.

Предложенные пути повышения эффективности
работы энергетической установки МТА являются лишь

малой частью всех возможных решений данной задачи.
Реализация этих предложений до уровня конструкторских
разработок с последующим их внедрением в структуру
энергетических установок МТА будет хорошим подспо-
рем в решении задачи повышения конкурентоспособ-
ности отечественных продуктов сельского хозяйства.

Список использованных источников

1. **Хафизов К.А.** Пути снижения энергетических затрат на производственных процессах в сельском хозяйстве. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2007. 272 с.
2. **Хафизов Р.Н., Хафизов К.А.** Обоснование пределов изучаемой системы – машино-тракторный агрегат на посеве и выбор критерия оптимизации параметров трактора // Матер. Междунар. науч.-практ. конф.: Научное сопровождение агропромышленного комплекса: теория, практика, перспективы. Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2015. С. 421-426.
3. **Хафизов Р.Н.** Анализ показателей эффективности использования тракторов и агрегатов для выбора критерия оптимизации их параметров // Матер. Междунар. науч.-практ. конф. Научное сопровождение агропромышленного комплекса: теория, практика, перспективы. Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2015. С. 406-412.
4. **Khafizov K.A.** Method of definition of optimum parameters of a tractor for complex of technological operations in agriculture // Materials of international scientific and technical conference «AGRICULTURAL MACHINES». VARNA, 2013. С. 3-12.
5. Дизельная форсунка: пат. № 2543636 Рос. Федерации: МПК RU F02M 51/06, F02M 47/02, F02M 61/10 / Халиуллин Ф.Х., Шириязданов Р.Р., Халиуллин А.Ф.; заявитель и патентообладатель Казанский ГАУ. №2013110545/06, заявл. 11.03.13; опубл. 10.03.15; Бюл. № 7. 3 с.
6. **Халиуллин Ф.Х., Шириязданов Р.Р.** Экспериментальные исследования мобильных транспортных машин в условиях сельского хозяйства. Казань: Изд-во «Формула успеха ГРУПП», 2015. 172 с.
7. Демпфер: пат. № 2297562 Рос. Федерации: МПК7F16F15/173,C2 / Халиуллин Ф.Х., Матросов В.М.; заявитель и патентообладатель КГТУ им. А.Н. Туполева. № 2005120953, заявл. 04.07.05; опубл. 22.04.07; Бюл. № 11. 2 с.
8. Демпфер: пат. № 2405991 Рос. Федерации: МПК F16F15/31 / Халиуллин Ф.Х., Абдуллин А.Л., Матросов В.М.; заявитель и патентообладатель КГТУ им. А.Н. Туполева. № 2009114013/11, заявл. 13.04.09; опубл. 10.12.10; Бюл. № 34. 3 с.
9. Динамический гаситель крутильных колебаний: пат. №2472990 Рос. Федерации МПК F16F15/14, F16F15/133 / Халиуллин Ф.Х., Абдуллин А.Л., Матросов В.М., Мокшанов М.Е.; заявитель и патентообладатель КГТУ им. А.Н. Туполева. № 2011129506/11, заявл. 15.07.11; опубл. 20.01.13; Бюл. № 2. 4 с.
10. **Халиуллин Ф.Х., Матросов В.М.** Программа расчета демп-
фера крутильных колебаний коленчатого вала ДВС Krutkol Master 1.0. Свидетельство об официальной регистрации программ для ЭВМ № 2009616511 от 24.11.2009 г.
11. **Халиуллин Ф.Х.** Крутильные колебания коленчатых валов автотракторных ДВС. Saarbrucken (Germany): LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG, 2012. 69 с.

Ways of Efficiency Increase when Using Machine and Tractor Aggregates

K.A. Khafizov, F.Kh. Khaliullin

Summary. To determine the efficiency of using machine and tractor aggregates it is proposed the assessment criterion - total energy costs. The analysis of structural elements of this criterion enables to identify ways to optimize the aggregates. The Examples of some calculations made using the proposed criteria were presented. Structural solutions of mobile aggregates for performance improvement of their power plant were discussed.

Key words: machine and tractor aggregates (MTA), criterion of power plant efficiency, nonsteady load, indicated power, operating power losses.



В Краснодаре состоялся запуск второй очереди завода CLAAS

1 октября 2015 г. в г. Краснодаре состоялся официальный запуск второй очереди завода по производству сельскохозяйственной техники CLAAS. Открытие производства полного цикла стало крупнейшим проектом CLAAS в России и Европе.

Первое производственное предприятие CLAAS в России было открыто в Краснодаре в 2005 г., инвестиции в его строительство составили 20 млн евро. С тех пор на заводе было выпущено свыше 4500 ед. сельскохозяйственной техники. Объем инвестиций в расширение существующего производства превысил 120 млн евро. С запуском второй очереди завода в Краснодаре предприятие войдет в четверку 11 крупнейших заводов компании CLAAS в мире.

Одной из приоритетных целей концерна CLAAS является интернационализация. После выхода на российский рынок в 1992 г. и открытия в 2005 г. завода в Краснодаре компанией было принято решение об углублении производства в России. На второй очереди завода будет организован полный технологический цикл производства, включающий в себя такие операции, как лазерный раскрой и гибка металла, сварка полуавтоматами, подготовка поверхности и катафорезное грунтование на автоматизированной линии, порошковая окраска. Производственная

площадь предприятия увеличена в 9 раз и составляет около 45000 м². Возможности завода после запуска в эксплуатацию второй очереди производства возрастут в 2-2,5 раза, а объемы производимой продукции составят 2000-2500 ед. техники в год.

Таким образом, запуск второй очереди завода открывает для компании CLAAS совершенно новые перспективы. Во-первых, благодаря увеличению количества единиц производимой на заводе продукции компания сможет удовлетворять спрос сельхозпроизводителей как в России, так и в соседних странах. Во-вторых, углубление производства позволит компании выйти на уровень локализации более 50%, получить равные условия для конкуренции с российскими производителями, в частности признания CLAAS отечественным производителем сельхозтехники, и рассчитывать на участие в программе федерального субсидирования зерноуборочных комбайнов, произведенных в Краснодаре. Следовательно, открытие второй очереди завода на территории Краснодарского края в



современной ситуации соответствует политике импортозамещения.

Председатель наблюдательного совета и заместитель председателя совета учредителей концерна CLAAS Катрина Клаас-Мюльхайзер сказала: «Проект расширения производства в Краснодаре является образцовым проектом успешного российско-германского экономического сотрудничества. Воплотить его в жизнь всего за пару летказалось невозможным, учитывая все трудности, с которыми сталкивается каждая компания при открытии производства, тем более за рубежом. Но даже невозможное возможно! Мы никогда не отказываемся от принятых ранее решений и строго придерживаемся нашей стратегии. Для нас Россия является приоритетным рынком. Если мы решили еще больше присутствовать на российском рынке, если для этого нужно было углубить наше производство, то, несмотря на сложившуюся экономическую ситуацию, мы это сделали».





УДК 631.312.44

Фронтальные плуги для гладкой вспашки

Р.Х. Марданов,канд. техн. наук, доц.
(ФГБОУ ВПО «Казанский ГАУ»),
mardanov.imts@mail.ru

Аннотация. Рассмотрены новый способ гладкой вспашки и фронтальные плуги для его осуществления, которые по своим технико-эксплуатационным показателям намного превышают оборотные плуги зарубежных производителей.

Ключевые слова: фронтальный плуг, борозда, отвальная обработка, гладкая вспашка, технологии вспашки.

При перемещении верхнего горизонта пахотного слоя на место нижнего создаются наиболее благоприятные условия для роста и развития растений. Чем лучше будет заделан плодородный верхний горизонт на глубину вспашки, тем выше будет урожай. Именно верхняя часть слоя, помещенная на дно борозды, является главным источником плодородия, а нижняя часть пахотного слоя, извлеченная при этом отвальным плугом со дна борозды наверх, должна в течение вегетационного периода наращивать элементы плодородия [1-3].

При загонном способе вспашки традиционными плугами на поверхности вспаханного поля образуются разъемные борозды и свалочные гребни. Их наличие не дает возможности проводить последующие операции колесными тракторами на повышенных скоростях. Исключение свалочных гребней и разъемных борозд позволяет ликвидировать скрытые ограхи, образующиеся при обработке почвы плугами общего назначения.

Отвальную обработку без свалочных гребней и глубоких борозд, разваленных и вскрытых последним корпусом, называют гладкой вспашкой. Она создает хорошие условия для высокопроизводительного использования агрегатов, занятых на возделывании и уборке всех сельскохозяйственных культур.

Применение плугов для гладкой вспашки позволяет также отказаться от затрат, связанных с разбивкой поля на загоны. При обычной загонной вспашке тракторист с рабочими много времени расходуют на разбивку поля на загоны, что приводит к простою техники и снижению сменной производительности.

Таким образом, гладкая вспашка не только снижает затраты на обработку почвы, улучшает условия последующей эксплуатации сельскохозяйственной техники, но и способствует значительному повышению урожайности возделываемых культур.

Анализ тенденций и общих закономерностей развития мобильной сельскохозяйственной техники показывает, что на этом уровне будут практически исчерпаны потенциальные возможности дальнейшего повышения производительности отвальных плугов, работающих по старым

технологиям. Создание комбинированных почвообрабатывающих агрегатов на базе многокорпусных отвальных плугов, имеющих большую длину и сравнительно малую ширину захвата, довольно затруднительно ввиду их несимметричности, громоздкости, малой маневренности.

Гладкой вспашки можно добиться применяя челночные, оборотные, клавишные и фронтальные плуги и агрегаты, включающие в себя обычные плуги с правообращающими корпусами, с последующим разравниванием свалочных гребней планировщиками различного типа и закрытием борозд, а также рациональными способами движения пахотных агрегатов.

Проведенные исследования позволили выявить существенные преимущества фронтальных плугов: малогабаритность, небольшую металлоемкость, высокую маневренность, обеспечение гладкой вспашки без ограхов при заглублении и выглублении, челночный способ движения при работе. Эти преимущества позволяют применять плуги не только в полеводстве и садоводстве, но и при обработке горных склонов. Отсутствие свалочных гребней и разваленных борозд создает благоприятные условия для разработки на их базе комбинированных почвообрабатывающих агрегатов.

В результате теоретических исследований и поисковых опытов были обоснованы новый технологический процесс гладкой вспашки почв и устройства фронтальных плугов для тракторов тяговых классов 3 и 5 (рис. 1) [4, 5].

Плуги выполнены симметричными относительно продольной оси пахотного агрегата, состоят из рамы, дискового ножа, сдвоенного выкалывающего корпуса, сталкивателей первого и второго рядов размещения, зеркально расположенных право- и левообращающих корпусов и регулировочно-опорных колес, служащих для изменения глубины вспашки.

Перед началом работы устанавливают заданную глубину пахоты путем изменения положения опорных колес и верхней тяги механизма навески трактора. Затем регулируют положения по вертикали дискового ножа и сталкивателей первого и второго рядов размещения.

По результатам теоретических исследований, для проведения полевых испытаний был изготовлен опытный образец плуга ПФЛН-1,6 для гладкой вспашки почвы в агрегате с тракторами тягового класса 3 (рис. 2, 3).

В таблице приведена техническая характеристика данного плуга. Колеса и механизмы регулировки серийные. Навеска оснащена автосцепкой СА-1.

Новый способ гладкой вспашки и конструкция фронтального плуга имеют ряд принципиальных существенных преимуществ перед традиционными:



Институту механизации и технического сервиса Казанского ГАУ – 65 лет!

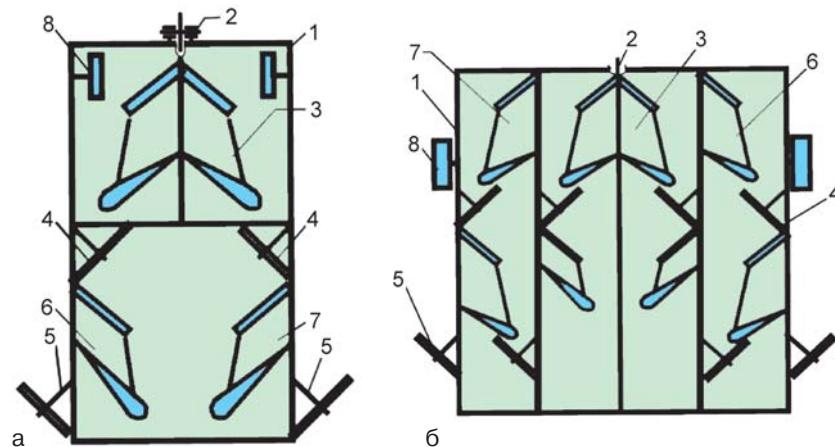


Рис. 1. Конструктивно-технологическая схема плугов:
 а – фронтальный плуг ПФЛН-1,6
 к тракторам тягового класса 3
 (пат. РФ №2222130);
 б – фронтальный плуг к тракторам
 тягового класса 5
 (пат. РФ №2342819);
 1 – рама; 2 – дисковый нож;
 3 – сдвоенный корпус;
 4 и 5 – сталкиватели первого и
 второго рядов;
 6 – правооборотывающий корпус,
 7 – левооборотывающий корпус,
 8 – регулировочно-опорные колеса



Рис. 2. Опытный образец плуга ПФЛН-1,6

- попарно-симметричное расположение право- и левооборотывающих плужных корпусов и сталкивателей создает предпосылки к снижению расхода энергии на вспашку вследствие взаимного уравновешивания боковых реакций почвы и устранения сил трения плуга о стенку борозды (по этой причине у корпусов симметричных фронтальных плугов могут отсутствовать полевые доски);

- благодаря фронтальному расположению рабочих органов значительно уменьшается длина плуга, она становится независящей от ширины захвата. В результате этого может быть существенно снижена удельная масса плуга, повышенено качество его работы за счет лучшего копирования рельефа поля, устраниены огрехи при проходе первой борозды, заглублений и выглублений у поворотных полос, улучшена маневренность агрегата;

- челночный способ движения фронтального плуга позволяет экономить время и топливо за счет исключения работ по разбивке полей на загоны и опашке разворотных полос;

- симметричность и фронтальное расположение рабочих органов позволяют сделать этот плуг универсальным, приспособленным к различным зональным условиям ведения земледелия за счет установки на нем сменных разнотипных рабочих органов [2; 3].



Рис. 3. Опытный образец плуга ПФЛН-1,6 в работе

Техническая характеристика экспериментального плуга ПФЛН-1,6 [2]

Ширина захвата, м	1,6
Глубина вспашки, см	15-30
Агрегатируется с тракторами	ДТ-75М, МТЗ-1221
Рабочая скорость, м/с	1,8-2,5
Обслуживающий персонал	1 (тракторист)
Габаритные размеры, мм	2600 x 2400 x 1500
Масса, кг	750
Количество корпусов	4
Количество и тип колес	2 металлических
Продольное расстояние между носками корпусов, мм	1500

В связи с тем, что при новом способе вспашки на каждый почвенный пласт интенсивно воздействуют две рабочие поверхности (отвал и сталкиватель), контактирующие с его боковыми, верхней и нижней гранями, необходимо при выборе параметров рабочих органов учитывать изменения пласта в процессе поворота, дифференцированно подходить к оценке состояния его различных частей, сопоставлять особенности кине-

матики и динамики пласта с особенностями его деформации.

Плуг можно использовать как комбинированный агрегат. При агрегатировании его с боронами типов БЗСС-1,0 и БЗТС-1,0 за один проход агрегата можно подготовить почву под посев. Это наиболее важно в плане экономии времени и энергоресурсов.

Проведенными испытаниями установлено, что экспериментальный фронтальный плуг ПФЛН-1,6 имеет весьма важные преимущества в сравнении с существующими конструкциями традиционных и отвальных плугов зарубежных производителей и надежен в работе. Он более качественно выполняет основную обработку почвы с меньшими затратами энергии, труда и времени.

Полевые производственные испытания фронтального плуга ПФЛН-1,6 показали [2]:

- степень крошения почвы при обработке фронтальными плугами на всех режимах работы выше на 8,3-21,4% и составляет 73,1-92,7%;
- глыбистость уменьшается 1,7-3 раза;
- гребнистость поверхности пашни снижается в 1,5-1,8 раза;
- степень заделки растительных и пожнивных остатков составляет 78,3-93,8%;
- энергоемкость технологического процесса снижается на 26%;
- прямые эксплуатационные затраты снижаются на 24%.

Список использованных источников

1. **Макаров П.И.** Технологии и техника для гладкой вспашки почв. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2000. 288 с.
2. **Марданов Р.Х.** Разработка технологического процесса и обоснование основных параметров фронтального плуга: дисс.... канд. техн. наук: 05.20.01. Казань, 2006. 160 с.
3. **Марданов Р.Х.** Фронтальный плуг для гладкой вспашки // Матер. Междунар. науч.-практ. конф.: Современная наука – агропромышленному производству. Тюмень: ГАУ Северного Зауралья, 2014. Т II. С. 167-169.
4. Способ гладкой вспашки почвы и плуг для его осуществления: пат. 2222130 Рос. Федерация: МПК A01 В 79/00, 3/30./ Марданов Р.Х., Макаров П.И., Тимерханов Ф.Ш., Валиев А.Р.; заявитель и патентообладатель Казанская ГСХА. №2002109373/12; заявл. 10.04.2002; опубл. 27.01.2004, Бюл. № 3. 7 с.
5. Плуг для гладкой вспашки: пат. 2342819 Рос. Федерация: МПК A01B 3/28, A01B 3/38 / Мухаметшин С.И., Макаров П.И., Юнусов Г.С., Ахметов А.Ф., Марданов Р.Х.; заявитель и патентообладатель ООО «Научно-производственный центр». №207102434/12; заявл. 22.01.2007; опубл. 10.01.2009. Бюл. №1. 6 с.

Front Plows for Flat Plowing

R.Kh. Mardanov

Summary. The article discussed a new way of flat plowing and front plows for its implementation, which far exceed reversible plows of foreign manufacturers by technical and operational parameters.

Key words: front plow, furrow, moldboard tillage, flat plowing, plowing technology.

Информация

ООО «Стронг Техник» – новый партнер «CLAAS» в Центральном регионе России

С 15 сентября 2015 г. пополнились ряды сбытовых партнеров компании «CLAAS» в России. Право на реализацию всей линейки сельскохозяйственной техники «CLAAS», осуществление сервисного обслуживания и поставку запасных частей на территории Московской и Рязанской областей получила компания «Стронг Техник», созданная в 2011 г.

ООО «Стронг Техник» осуществляет поставки и сервисное обслуживание качественной сельскохозяйственной техники импортного производства в России. За годы работы с ведущими мировыми производителями сельхозтехники компания зарекомендовала себя как надежный партнер. География ее деятельности охватывает всю европейскую часть России. Бренд «CLAAS» компания «Стронг Техник» будет представлять в Московской и Рязанской областях.

Компания «CLAAS» на российском рынке давно пользуется ре-

путацией одного из ведущих поставщиков высококачественной

сельскохозяйственной техники, стремящегося обеспечить своим потребителям сервис высокого уровня: квалифицированное техническое обслуживание, поставку комплектующих и запчастей. Этому способствует, в частности, тщательный отбор компетентных, высоко-профессиональных и надежных дилеров в регионах.

PR-агентство Clever-Head





Институту механизации и технического сервиса Казанского ГАУ – 65 лет!

УДК 631.313.5

Исследование взаимодействия ротационного конического рабочего органа с почвой

А.Р. Валиев,
канд. техн. наук, доц., зав. кафедрой,
ayratvaliev@mail.ru
Ф.Ф. Яруллин,
ст. препод.,
fanis4444@mail.ru
(ФГБОУ ВПО «Казанский ГАУ»)

Аннотация. Приведен теоретический анализ процесса взаимодействия нового ротационного конического рабочего органа с обрабатываемой почвой. Исследован характер изменения абсолютной скорости воздействия на почву отдельных точек рабочего органа в зависимости от их месторасположения на рабочей поверхности. Установлены рациональные значения технологических параметров рабочего органа, обеспечивающие улучшение качества и снижение энергоемкости процесса обработки почвы.

Ключевые слова: обработка почвы, взаимодействие с почвой, конический рабочий орган.

Качественная обработка почвы является основой для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур. В последние годы в регионах России большое распространение получила минимальная технология обработки почвы, предусматривающая использование различных почвообрабатывающих орудий с дисковыми рабочими органами [1-3]. При этом, несмотря на довольно обширный спектр предлагаемых на рынке дисковых орудий, они не всегда отвечают предъявляемым требованиям по качеству выполнения технологического процесса, энерго- и металлоемкости, универсальности и др. Поэтому исследования, направленные на совершенствование и создание новых ротационных почвообрабатывающих рабочих органов, являются актуальными [4, 5].

В Казанском государственном аграрном университете разработана конструкция почвообрабатывающего орудия (рис. 1) с ротационными рабочими органами в виде усеченного конуса [6-8]. Основные параметры предлагаемого рабочего органа: R – радиус режущей кромки, r – радиус в зоне схода пласта, θ – угол между образующей конуса и его осью, ε – задний угол резания (угол между крайней нижней образующей конуса и горизонтальной поверхностью дна борозды), α – угол атаки к направлению движения; β – угол наклона рабочего органа к вертикальной оси.

На основании анализа кинематики предложенного рабочего органа были получены уравнения, позволяющие определить в любой момент времени t координаты



Рис. 1. Почвообрабатывающее орудие с ротационными коническими рабочими органами

произвольной точки M на его рабочей поверхности в зависимости от конструктивных (R, θ) и технологических (α, β) параметров [9]:

$$\left. \begin{aligned} X &= V_e t + R_M \sin \alpha \sin \beta \sin \omega t + R_M \cos \alpha \cos \omega t + \\ &\quad + R_M \cos \beta \sin \alpha \frac{1}{\tan \theta} \\ Y &= -R \cos \varepsilon \cos \alpha \frac{1}{\sin \theta} + R_M \sin \beta \cos \alpha \sin \omega t - \\ &\quad - R_M \sin \alpha \cos \omega t + R_M \cos \beta \cos \alpha \frac{1}{\tan \theta} \\ Z &= -R \sin \varepsilon \frac{1}{\sin \theta} + R_M \sin \beta \frac{1}{\tan \theta} - R_M \cos \beta \sin \omega t \end{aligned} \right\} \cdot (1)$$

При этом значение радиуса рассматриваемой произвольной точки R_M меняется от R до r , а V_e – поступательная скорость движения орудия.

Основными характеристиками ротационных рабочих органов, определяющими интенсивность воздействия на обрабатываемую почву и соответственно влияющими на качественные и энергетические показатели их работы, являются величина и направление скорости, а также ускорение отдельных его точек. Модули абсолютной скорости (V_M) и ускорения (a_M) произвольной точки M при известных уравнениях его движения могут быть определены по известным формулам [10]:

$$V_M = \sqrt{V_{XM}^2 + V_{YM}^2 + V_{ZM}^2},$$

$$a_M = \sqrt{a_{XM}^2 + a_{YM}^2 + a_{ZM}^2},$$

где V_{XM} , V_{YM} , V_{ZM} – проекции абсолютной скорости произвольной точки M на соответствующие оси координат, которые определяются как первые производные от соответствующих координат точки по времени из уравнений (1);

a_{XM} , a_{YM} , a_{ZM} – проекции ускорения произвольной точки M на соответствующие оси координат, которые определяются соответственно как первые производные по времени от V_{XM} , V_{YM} , V_{ZM} .

После выполнения необходимых преобразований получаем окончательные формулы для определения величины абсолютной скорости и ускорения произвольной точки M на рабочей поверхности:

$$V_M = \sqrt{V_e^2 + V_{OM}^2 - 2V_e V_{OM} \sin \omega t \cos \alpha + 2V_e V_{OM} \cos \omega t \sin \alpha \sin \beta}, \quad (2)$$

$$a_M = \sqrt{V_{OM}^2 (\omega \cos \omega t \cos \alpha + \omega \sin \omega t \sin \alpha \sin \beta)^2 + V_{OM}^2 (\omega \cos \omega t \sin \alpha - \omega \sin \omega t \cos \alpha \sin \beta)^2 + V_{OM}^2 \omega^2 \sin^2 \omega t \cos^2 \beta}. \quad (3)$$

Для исследования процесса взаимодействия рабочего органа с обрабатываемой почвой необходимо выделить зоны, где происходит воздействие на неё. Данные зоны можно выразить через угол γ (рис 2).

Точку на поверхности рабочего органа с радиусом R_i , где происходит соприкосновения ее с пластом и начинается дальнейшее погружение в почву, обозначим буквой M_i , которая определяется углом γ_{0i} . Из рисунка видно, что для любой произвольной точки M_i , лежащей на рабочей поверхности, угол γ_{0i} можно определить из следующего выражения:

$$\gamma_{0i} = \arcsin \left(\frac{R_i - \frac{a}{\cos \beta}}{R_i} \right), \quad (4)$$

где a – глубина хода рабочего органа, м;

R_i – радиус произвольной точки M_i на рабочей поверхности, м.

Тогда рабочая зона по окружности с радиусом R_i будет определяться углом γ_i :

$$\gamma_i = 180 - 2\gamma_{0i}. \quad (5)$$

Как видно из полученной зависимости, значение данного угла зависит от угла наклона и глубины обработки почвы. При этом угол атаки не влияет на значение этого угла.

Расчетные значения угла γ_0 для различных значений β при глубине обработки почвы $a = 12$ см, радиусе режущей кромки рабочего органа $R = 0,25$ м и радиусе тыльной кромки $r = 0,18$ м приведены в таблице.

Кроме того, в процессе работы за счет наличия угла атаки α пласт, срезаемый режущей кромкой, будет подниматься на некоторую высоту по конической поверхности рабочего органа, определяемой

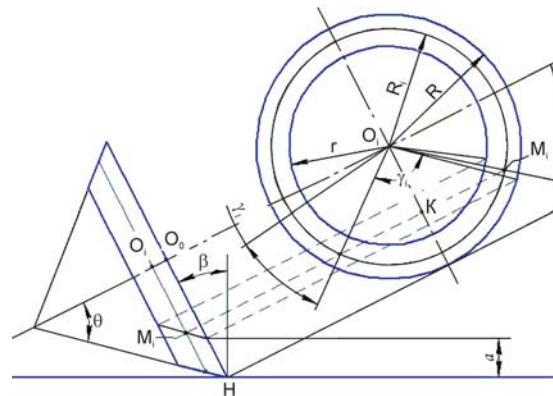


Рис. 2.
К определению
зоны
взаимодействия
рабочего органа
с обрабатываемой
почвой

углом γ_1 . Максимального значения этот угол будет достигать в зоне схода пласта, а в зоне режущей кромки он будет равен нулю.

Для анализа процесса взаимодействия рабочего органа с почвой построим графики абсолютной скорости V_M в зависимости от месторасположения рассматриваемой точки на рабочей поверхности при различных значениях технологических параметров (углы установки α и β). Рассмотрим характер изменения абсолютной скорости точек, лежащих на режущей кромке (рис. 3), и в зоне схода пласта почвы (рис. 4) рабочего органа. При этом рассмотрим процесс взаимодействия рабочего органа с почвой при максимальной глубине обработки, равной $a=12$ см, и имеющим радиусы режущей и тыльной кромки соответственно $R = 0,25$ м и $r = 0,18$ м.

Как видно из рис. 3, разные точки режущей кромки воздействуют на почву с различной скоростью. Причем максимальная скорость воздействия происходит в зоне входа точки в почву. По мере заглубления точки в почву происходит уменьшение абсолютного значения скорости ее воздействия на почву, которая продолжается до зоны выглубления, а затем начинает увеличиваться. Увеличение угла атаки приводит к увеличению абсолютной скорости на всей рабочей зоне рабочего органа. Максимальное увеличение при этом наблюдается примерно в

Расчетные значения угла γ_0 для различных значений угла наклона рабочего органа к вертикальной оси β при глубине обработки $a=12$ см

Рас- четные значения	Угол наклона рабочего органа к вертикальной оси β									
	R = 0,25					R = 0,18				
	0°	10°	20°	30°	40°	0°	10°	20°	30°	40°
γ_0 , град.	31,3	30,8	29,3	26,5	21,9	19,5	18,8	16,9	13,3	7,5
γ , град.	117,4	118,4	121,4	127	136,2	141	142	146	153	165



Институту механизации и технического сервиса Казанского ГАУ – 65 лет!

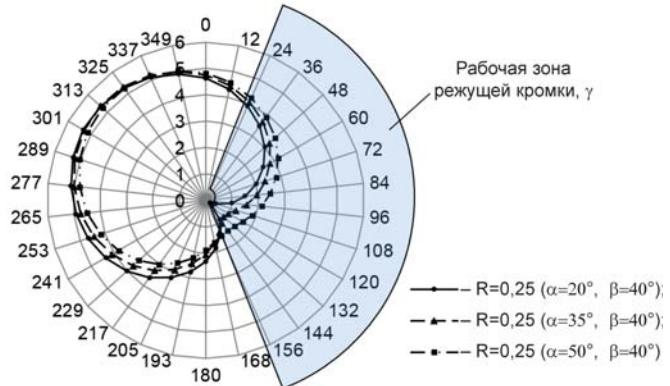
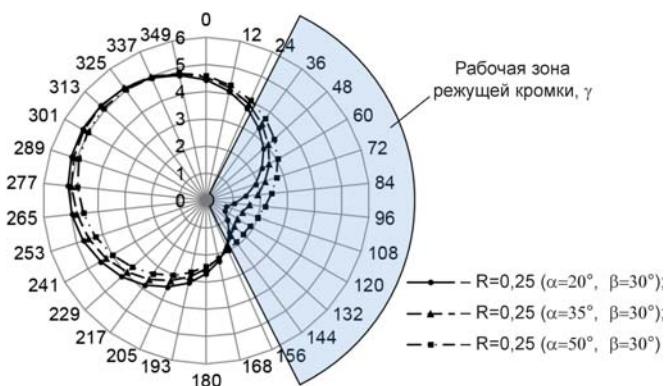
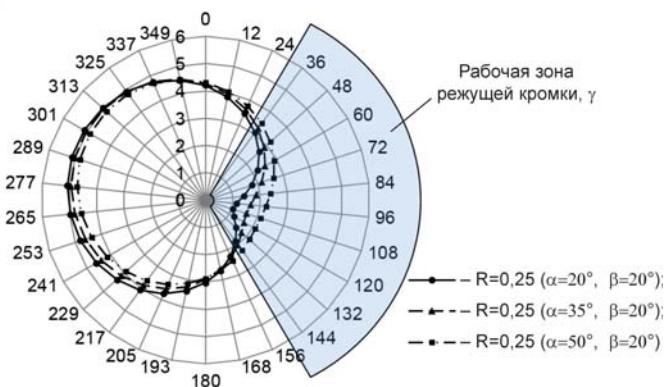


Рис. 3. Влияние углов установки рабочего органа α и β на абсолютную скорость произвольной точки на его режущей кромке

середине зоны выглубления, т.е. увеличение угла атаки α способствует более интенсивному крошению почвы. Увеличение угла наклона β приводит к увеличению скорости в точке входа и ее уменьшению в точке выхода из почвы. Причем с увеличением β значительно уменьшается минимальное значение абсолютной скорости в рабочей зоне, которая находится в середине зоны выглубления. Как видно, с увеличением β происходит смещение точки с минимальной скоростью в направлении вращения рабочего органа. По мере движения частиц почвы по рабочей поверхности они перемещаются на тыльную кромку и в зону выглубления, т.е. в зоне выхода из почвы происходит подъем частиц вверх, который увеличивается по мере приближения их к зоне схода пластика.

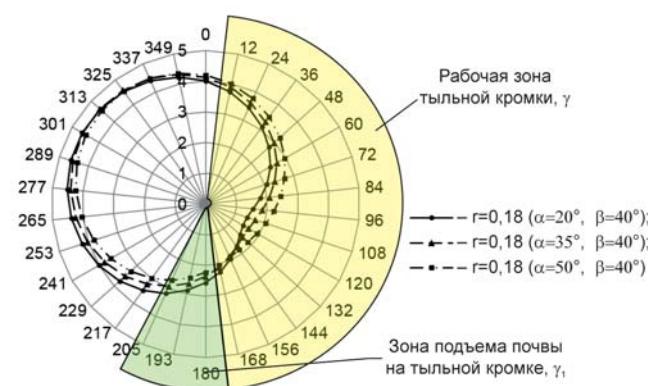
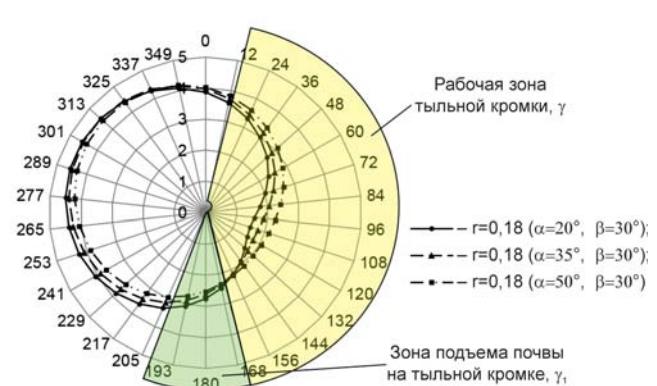
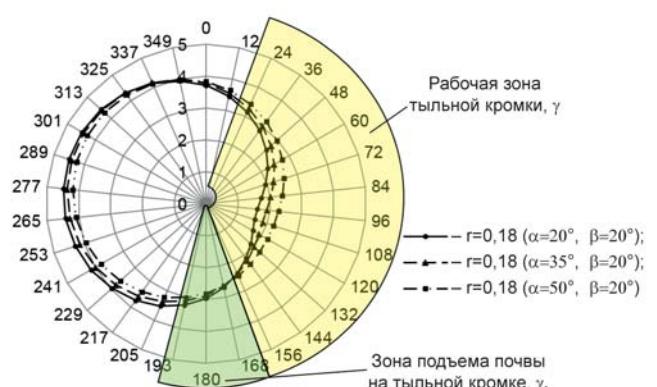


Рис. 4. Влияние углов установки рабочего органа α и β на абсолютную скорость произвольной точки на его поверхности в зоне схода пластика почвы

Из рис. 4 видно, что область взаимодействия рабочего органа с почвой в зоне схода пластика значительно больше, чем в зоне режущей кромки. Анализ графиков показывает, что характер изменения абсолютных значений скорости точек по всей зоне схода пластика аналогичен тому, что и в зоне входа. В зоне подъема почвы по рабочей поверхности значение скорости продолжает увеличиваться.

При этом следует ожидать, что в плоскости вращения рабочих органов будут создаваться растягивающие напряжения. Это будет способствовать разрушению пластика за счет деформации растяжением, которая имеет минимальную энергоемкость по сравнению с деформацией сжатия и сдвига.

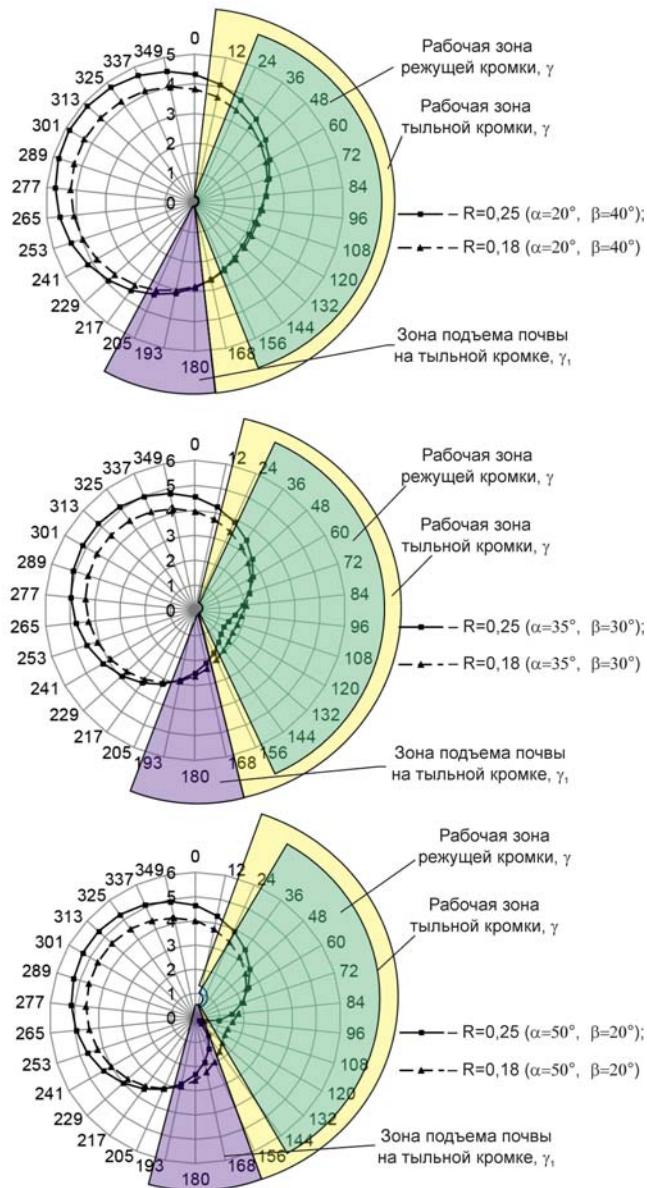


Рис. 5. Влияние углов установки рабочего органа α и β на абсолютную скорость произвольной точки на режущей кромке и в зоне схода пласта

Для анализа характера изменения взаимодействия рабочего органа с почвой по мере движения частиц почвы в продольном направлении рассмотрим графики на рис. 5. Как видно из рисунка, в зоне схода пласта рабочая поверхность рабочего органа значительно больше, чем в зоне входа. При этом скорость воздействия в зоне схода пласта всегда выше, чем в зоне входа. В свою очередь, это будет способствовать созданию растягивающих напряжений в пласте почвы в продольном направлении. При этом большее значение разности скоростей наблюдается в зоне выглубления из почвы.

Из графиков также видно, что при больших значениях α происходит выравнивание скоростей точек на рабочей поверхности. Это уменьшает интенсивность воздействия рабочих органов на пласт почвы и может способствовать

ухудшению ее крошения. Поэтому необходимо определить наиболее рациональные значения углов установки рабочего органа α и β , обеспечивающих лучшие качественные показатели и минимальное тяговое сопротивление.

На основе теоретического анализа графиков можно сделать вывод: для обеспечения крошения почвы за счет растягивающих деформаций значения углов α и β должны быть в пределах соответственно $\alpha = 30-40^\circ$ и $\beta = 25-35^\circ$. Для проверки достоверности теоретического анализа и полученных выводов, а также более точного определения рациональных значений указанных углов необходимо провести экспериментальные исследования при различных почвенных условиях.

Список использованных источников

1. Мазитов Н.К., Зиганшин Б.Г., Валиев А.Р. Энергоресурсосберегающие технологии и техника для обработки почвы и посева в засушливых условиях // Вестник Казанского ГАУ. 2013. № 4. С. 65-75.
2. Система земледелия Республики Татарстан. Инновации на базе традиций / И.Х. Габдрахманов [и др.]. Казань: Центр инновационных технологий, 2013. Ч.1: Обще аспекты системы земледелия. 168 с.
3. Техническое обеспечение инновационных технологий в растениеводстве / Ю.И. Матяшин, Г. Зиганшин, А.Р. Валиев [и др.]. Казань, изд-во Казанского ГАУ, 2009. 220 с.
4. Кирюшин В.И. Минимализация обработки почвы: перспективы и противоречия // Главный агроном. 2007. № 6. С. 16-20.
5. Техническое обеспечение системы земледелия Республики Татарстан: современное состояние и направления развития/ А.Р. Валиев [и др] // Вестник Казанского ГАУ. 2012. № 4. С. 65-70.
6. Рабочий орган почвообрабатывающего орудия: пат. № 2433582 Рос. Федерация, МПК 7 A 01 B 15/16, 23/06. / Валиев А.Р., Макаров П.И., Яруллин Ф.Ф., Хамидуллин Н.Н.; заявитель и патентообладатель Казанский ГАУ; заявл. 29.03.2010; опубл. 20.11.2011; Бюл. № 32.
7. Комбинированное почвообрабатывающее орудие: пат. № 2442304 Рос. Федерация, МПК 7 A 01 B 79/02. / Валиев А.Р., Макаров П.И., Яруллин Ф.Ф., Хамидуллин Н.Н.; заявитель и патентообладатель Казанский ГАУ; заявл. 01.06.2010; опубл. 20.02.2012; Бюл. № 5.
8. Яруллин Ф.Ф., Валиев А.Р. Комбинированное орудие для поверхностной мульчирующей обработки почвы с ротационными коническими рабочими органами // Матер. Всеросс. научн.-практ. конф.: Инновационное развитие агропромышленного комплекса. Казань: изд-во Казанского ГАУ, 2010. Т. 77. Ч. 2: С 308-312.
9. Яруллин Ф.Ф., Валиев А.Р. Кинематика ротационного конического рабочего органа // Матер. Всеросс. научн.-практ. конф.: Инновационное развитие агропромышленного комплекса. Казань: изд-во Казанского ГАУ, 2010. Т. 77. Ч. 2: С 304-308.
10. Нартов П.С. Дисковые почвообрабатывающие орудия. Воронеж: изд-во Воронеж. ун-та, 1972. 185 с.

Study of Interaction of Conical Rotary Operating Body with Soil A.R. Valiev, F.F. Yarullin

Summary. The theoretical analysis of interaction of a new conical rotary operating part with cultivated soil was presented in the article. The article also studied the character of changes of the absolute rate impact of separate points of an operating part on soil depending on their location on the operating surface. The rational values of technological parameters of the operating part to ensure quality improvement and reduction of energy intensity of tillage were determined.

Key words: tillage, interaction with soil, conical operating part.

Реферат

Цель исследований – обоснование рациональных значений технологических параметров ротационного конического рабочего органа почвообрабатывающего орудия. В результате теоретических исследований получены аналитические зависимости для определения значений абсолютной скорости и ускорения произвольной точки на рабочей поверхности ротационного конического рабочего органа в зависимости от углов его установки: атаки α и наклона от вертикали β . Теоретические исследования выполнены для рабочего органа с радиусами режущей и тыльной кромок, равными $R = 0,25$ м и $r = 0,18$ м соответственно, при максимальной глубине обработки $a = 12$ см. Выявлено, что увеличение угла атаки α приводит к увеличению значений абсолютной скорости на всей рабочей зоне рабочего органа, что способствует более интенсивному крошению почвы. При дальнейшем росте значений этого показателя происходит выравнивание скоростей точек на рабочей поверхности. Это уменьшает интенсивность воздействия рабочих органов на пласт почвы и может способствовать ухудшению ее крошения. Увеличение угла наклона β приводит к увеличению скорости в точке входа и уменьшению ее в точке выхода рабочего органа из почвы. В зоне подъема почвы по рабочей поверхности значение скорости продолжает увеличиваться. Скорость воздействия в зоне схода пласта всегда выше, чем в зоне входа. При этом следует ожидать, что в плоскости вращения рабочих органов будут создаваться растягивающие напряжения, что способствует разрушению пласта за счет деформации растяжением, которая имеет минимальную энергоемкость по сравнению с деформациями сжатия и сдвига. В ходе теоретических исследований установлено, что для обеспечения лучшего крошения пласта и снижения энергоемкости процесса обработки почвы, значения углов установки ротационного конического рабочего органа почвообрабатывающего орудия должны быть в пределах $\alpha = 30\text{--}40^\circ$ и $\beta = 25\text{--}35^\circ$.

Abstract

The purpose of the research studies is to substantiate rational values of the process variables of a conical rotary working member of a tillage machine.

As a result of the theoretical research studies there were obtained analytical dependences to determine absolute velocity and acceleration values of any arbitrary point on the operating surface of the conical rotary working member depending on its setting angles: the approach angle α and the tilt angle away from the vertical line β . The theoretical studies were carried out for the working member with the radii of the cutting and rear edges: $R = 0.25$ m and $r = 0.18$ m, respectively, at the maximum tilling depth: $a = 12$ cm. It was found that increase of the approach angle α increases the values of absolute velocity on the whole operating surface of the working member to facilitate more intensive soil crumbling. Equalization of velocities of points on the operating surface occurs with further increase of this index. This reduces the intensity of impact of working members on a soil layer and can facilitate the

degradation of its crumbling. Increase of the tilt angle β increases the velocity at the entrance point of the working member and reduces it at the exit point. The velocity continues to increase in the area of soil lifting along the operating surface. Reaction rate in the exit area of a soil layer is always higher than in the entrance area. It should be expected that there will be created tensile stresses on the plane of rotation of the working member to facilitate soil layer destruction due to deformation by stretching with minimum power-intensity compared to compression strain and shear deformation. In the course of the theoretical studies it was found that to ensure better soil layer crumbling and reduce power-intensity of tillage it is necessary that the values of setting angles of a conical rotary working member for a tillage machine should be: $\alpha = 30\text{--}40$ degrees and $\beta = 25\text{--}35$ degrees.

**AGRI
TECHNICA**

**Российский
павильон
на выставке**

AGRITECHNIKA

Будьте с нами
на крупнейшей
в мире выставке
сельхозтехники!

Hall 09
№ A30,
A31

Люди, техника, инновации —
Сельхозтехника будущего!

10–14 ноября 2015
Ганновер, Германия

Эксклюзивные дни: 8 и 9 ноября

Организатор

РОСАГРОМАШ

Будем рады Вас видеть!
Hall 09, стенды № A30, A31



УДК 631.331.004

Повышение ресурса рабочих органов почвообрабатывающих машин

Г.Р. Муртазин,
канд. техн. наук, доц.,
gazimurtaza@mail.ru

Б.Г. Зиганшин,
д-р техн. наук, проф.,
проректор по учебно-
воспитательной работе,
zigan66@mail.ru

С.М. Яхин,
д-р техн. наук, проф.,
директор Института механизации
и технического сервиса,
jcm@mail.ru
(ФГБОУ ВПО «Казанский ГАУ»)

Аннотация. Показано, что ресурс дисковых рабочих органов почвообрабатывающих машин может быть увеличен введением дополнительных ремонтных размеров, восстановлением и упрочнением их лезвий наплавкой твердосплавными материалами. Приведены математические зависимости, позволяющие определить ремонтные размеры дисковых рабочих органов различных модификаций.

Ключевые слова: ресурс, рабочий орган, почвообрабатывающая машина, ремонтный размер.

Дисковые рабочие органы почвообрабатывающих и посевных машин и культиваторные лапы изготавливают из стали 65Г, 70Г, а лемеха плугов – из сталей марок Л 50, Л 53 с последующей термообработкой или закалкой токами высокой частоты (ТВЧ). Износостойкость их низкая. Обычно межремонтный срок службы (до заточки или правки) серийных дисков борон и лущильников не превышает 1-1,5 г, наработка дисков сошников сеялок находится в пределах 160-450 га в зависимости от механического состава и других свойств почвы, а общий их ресурс, как правило, не достигает двух-четырех сезонов, срок службы культиваторных лап и лемехов не превышает одного-двух сезонов.



Рабочие органы наиболее интенсивно изнашиваются на твердых, сильно уплотненных, а также песчаных, супесчаных и каменистых почвах [1-3].

Сравнительно невысокий ресурс дисковых органов объясняется тем, что материаловедческие и геометрические параметры лезвий выбраны без обоснования возможности упрочнения их при ремонте [2].

На практике дисковые рабочие органы сошников сеялок, изношенные до предельного размера, выбраковывают, а не дошедшие до предельного состояния обтачивают на ремонтные размеры 342+0,5 мм; 334+0,5; 326+0,5 мм[4]. При этом из-за слишком большого диапазона между ближайшими ремонтными размерами с диска снимается значительный слой металла, что приводит к существенному сокращению ресурса.

При работе дисковый рабочий орган изнашивается, его диаметр уменьшается, а толщина лезвия увеличивается.

Величина износа диска, соответствующая предельной толщине лезвия, определяется из следующего выражения:

$$I = \frac{\delta_n}{\operatorname{tg} \alpha}, \quad (1)$$

где I – величина износа диска в радиусном выражении, мм;

δ_n – предельно-допустимая толщина лезвия, мм;

α – угол заточки лезвия относительно плоскости диска, град.

Установлено, что изношенные диски сошников и лущильников имеют овальность, которая должна быть учтена при расчете ремонтных размеров.

Наибольшая предельная величина износа диска с учетом этих параметров определяется по выражению

$$I_{max} = \sqrt{\left(\frac{\delta_n}{\operatorname{tg} \alpha} \right)^2 + \Delta_k^2}, \quad (2)$$



Институту механизации и технического сервиса Казанского ГАУ – 65 лет!

где I_{max} – наибольшая предельная величина износа диска, мм;

Δ_k – овальность диска, мм.

Диски сошника и лущильника при заточке устанавливаются на оправу с некоторой погрешностью. Тогда количество ремонтных размеров рабочего органа с учетом погрешности установки на оправу при заточке определяется по следующей зависимости:

$$n_p = \frac{D_n - D_{min}}{2\sqrt{I_{max}^2 + \Delta_k^2}}, \quad (3)$$

где n_p – число ремонтных размеров;

D_n – номинальный размер дискового рабочего органа, мм;

D_{min} – наименьший предельный размер диска, мм;

Δ_k – погрешность установки диска на станок при механической обработке, мм.

Анализ зависимости (3) показывает, что имеется возможность увеличения числа ремонтных размеров дисковых рабочих органов почвообрабатывающих машин. Так, например, диски сошников сеялок СЗ-3,6 и СЗ-5,4 имеют следующие размеры: $D_n = 350$ мм; $D_{min} = 326$ мм; $\alpha = 20^\circ$; $\delta_n = 0,5$ мм, а диски лущильников ЛДГ-10М – $D_n = 450$ мм; $D_{min} = 416$ мм; $\alpha = 34^\circ$; $\delta_n = 0,5$ мм. По результатам исследований Δ_k для дисков сошников находится в пределах 0,6-0,9 мм, для дисков лущильников – не превышает 1,3 мм, а наибольшая погрешность установки диска на шпиндель токарного станка для дисков сошников составляет 0,2 мм, для дисков лущильников – 0,34 мм. Тогда расчетное количество ремонтных размеров рабочих органов дискового типа может быть увеличено и принят следующий параметрический ряд размеров: для дисков сошников сеялок СЗ-3,6 и СЗ-5,4 – 346+0,5 мм; 342+0,5; 338+0,5; 334+0,5; 330+0,5; 326+0,5 мм; для дисков лущильников ЛДГ-10М – 445,77+1 мм; 441,5+1; 437,3+1; 433,1+1; 428,9+1; 424,7+1; 420,5+1; 416,3+1 мм.

Проведенные исследования показали также наличие возможности повышения ресурса дисковых рабочих органов путем правки их режущей

части без снятия стружки, используя станок для заточки дисковых ножей [4], а также упрочнением поверхности рабочих органов наплавкой твердосплавным материалом.

Для наплавки толщиной до 1 мм могут быть использованы следующие наплавочные материалы: Сормайт-1 с плавлеными флюсами ПР-1 (в следующем компонентном составе: борная кислота ГОСТ 2629-78 – 60%, бура техническая ГОСТ 8429-79-34%, силикокальций ГОСТ 4762-76-6%) или флюс П-1, имеющий следующий состав: борная кислота ГОСТ 2629-78-46%, бура техническая ГОСТ 8429-79 – 41 %, силикокальций ГОСТ 4762-76 – 13 % для наплавки толщиной более 1 мм.

Хорошие результаты дает использование материала ПС-С1 с содержанием следующих компонентов: С (с содержанием 2,5-3% от общей массы), Сг (27-31%), Si (2,8-4,2%), Ni (3-5%), Mn (0,4-1,5%), S (0,07%), Р (0-0,6% с добавлением жидкого стекла).

Наплавка выполняется также износостойкими порошковыми сплавами на железной основе: ПГ-ФБХ-6-2; ПР-ФБЮ-1-4 с добавлением 2,5-3,4% порошкового алюминия, который, являясь сильным раскислителем и нитридообразующим элементом, способствует повышению износостойкости и получению слоев высокого качества без пор и трещин.

Одним из эффективных методов повышения ресурса рабочих органов почвообрабатывающих машин является упрочнение их карбовибродуговым методом с использованием состава, содержащего 60% стального матричного порошка типа ПГ-10Н-01, 30% карбида бора и 10% криолита [5].

Эффективность наплавки значительно повышается при добавлении в состав наплавочных материалов жидкого стекла.

Для обеспечения условия самозатачивания упрочнению подвергают рабочую часть рабочего органа, которая изнашивается в меньшей степени. В противном случае условие самозатачивания нарушается.

Поверхность для упрочнения выбирается в зависимости от гранулометрического состава почвы, для обработки которой будет использоваться рабочий орган. Так, лемеха плугов и плоскорезов, культиваторных лап, используемые на песчаных и супесчаных почвах, упрочняются с верхней, а на тяжелых глинистых и суглинистых почвах – с нижней стороны лезвия. Культиваторные лапы, восстановленные и упрочненные наплавкой твердосплавным материалом Сормайт-1 с добавлением жидкого стекла порошкового графита, представлены на рисунке.

Наплавка дисков сошников проводится с тыльной стороны, а у дисков борон лущильников, дискаторов, лесных дисковых плугов – с передней.



Культиваторные лапы, восстановленные и упрочненные наплавкой твердосплавным материалом Сормайт-1



Испытания упрочненных рабочих органов, проведенные в Балтасинском и Кукморском районах Республики Татарстан, показали хорошие результаты по агротехническим показателям. Ресурс рабочих органов культиваторов, упрочненных материалом Сормайт-1 с добавлением других компонентов, в 1,6-1,9 раза выше ресурса новых рабочих органов.

Наибольший ресурс рабочих органов достигнут путем карбовиброродугового упрочнения. У рабочих органов, упрочненных таким способом, ресурс оказался в 1,9-2,1 раза выше ресурса новых.

Таким образом, установлено, что ресурс рабочих органов машин для обработки почвы и посева можно значительно увеличить путем введения дополнительных ремонтных размеров, правки режущей части лезвий без снятия стружки и упрочнения рабочей поверхности лезвия наплавкой твердосплавными материалами, обеспечивая условия самозатачивания.

Список

использованных источников

- Голубев И.Г.** Восстановление рабочих органов сельскохозяйственных машин // Техника и оборудование для села. 1988. № 3. С. 39-42.
- Ткачев В.Н.** Работоспособность деталей машин в условиях абразивного изнашивания. М.: Машиностроение, 1995. 336 с.
- Муртазин Г.Р.** Обоснование параметров дискового рабочего органа сеялки для прямого посева // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2008. № 5. С.4-5.
- Станок для заточки дисковых ножей: пат. №1451111. Рос. Федерация: МПК B24B 3/46 / Муртазин Г.Р. [и др.]; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО КазГАУ. №2013151180/02; заявл. 1811.2013; опубл. 10.09.14. Бюл. № 25. 2 с.

5. Исследование технического состояния стрельчатых лап посевного комплекса John Deere, упрочненных карбовиброродуговым методом / Н.В. Титов, А.В. Коломейченко, В.Н. Логачев [и др.] // Техника и оборудование для села. 2015. № 5. С. 30-32.

Resource Increase of Operative Parts of Tillage Machines

G.R. Murtazin,
B.G. Ziganshin, S.M. Jakhin

Summary. It is shown that the resource of disk operating parts of tillage machines can be increased by introducing additional repair sizes, restoration and hardening of their blades with weld deposition of hard-alloyed materials. Mathematical relationships that allow us to determine repair sizes of disk operating parts of various modifications were presented.

Key words: resource, operating part, tillage machine, repair size.

Информация

Отмечен рост производства птицы на убой в сельскохозяйственных организациях

Проведенный Департаментом животноводства и племенного дела Минсельхоза России комплексный анализ данных государственной статистической отчетности развития подотрасли птицеводства за восемь месяцев 2015 г. показал, что производство птицы на убой в живой массе в сельскохозяйственных организациях Российской Федерации составило 3571,2 тыс. т, что на 8,9% (+291,4 тыс. т) превышает уровень соответствующего периода прошлого года. Производство яиц на сельскохозяйственных предприятиях Российской Федерации увеличилось на 3,4%, (+ 705,2 млн шт.) к соответствующему периоду прошлого года и составило 21,7 млрд шт.

В августе 2015 г. средние цены производителей на мясо птицы в убойной массе и яйцо (по данным Росстата) составили соответственно 95,9 руб/кг и 32,5 руб. за один десяток.

За 8 месяцев 2015 г. наибольший прирост производства птицы на убой в живой массе по отношению к соответствующему периоду 2014 г. обеспечили Республика Марий Эл – 49,8 тыс. т (+57,3%), Брянская – 45,9 тыс. т (+50,9%) и Белгородская – 41,7 тыс. т (+8,3%) области, наибольший прирост производства яиц был получен в Белгородской – 135,6 млн шт. (+18,2%), Ярославской – 123,2 млн (+14,9%), Саратовской – 91 млн (+35,3%) областях и Краснодарском крае – 88 млн шт. (+20%).

Департамент животноводства и племенного дела
Минсельхоза России

Отмечен рост производства свиней на убой в живой массе в сельскохозяйственных организациях

Департаментом животноводства и племенного дела Минсельхоза России проведен комплексный анализ данных государственной статистической отчетности развития подотрасли свиноводства за восемь месяцев 2015 г., который показал, что производство свиней на убой в живой массе в сельскохозяйственных организациях увеличилось на 8,4% (+153,6 тыс. т) к соответствующему периоду 2014 г. и составило 1 974 тыс. т.

На 1 сентября 2015 г. средние цены производителей на реализованных свиней в живой массе в Российской Федерации составили 105,5 руб/кг. За аналогичный период 2014 г. цена увеличилась на 1,2%.

Наибольший прирост производства свиней на убой в живой массе обеспечен в Курской (38,4 тыс. т), Белгородской (24,4 тыс. т), Псковской (17,9 тыс. т), Тверской (15,2 тыс. т), Новосибирской областях (6,8 тыс. т), Краснодарском крае (7 тыс. т).

В целом в Российской Федерации сохраняется рост производства свинины в сельскохозяйственных организациях.

Департамент животноводства и племенного дела
Минсельхоза России



Институту механизации и технического сервиса Казанского ГАУ – 65 лет!

УДК 631.356.41

Исследование влияния колебаний рабочих элементов на качество работы ботвоизмельчителя

М.Н. Калимуллин,

канд. техн. наук, доц.,

marat-kmn@yandex.ru

Р.К. Абдрахманов,

д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой,

engmaneg@kazgau.com

(ФГБОУ ВПО «Казанский ГАУ»)

Аннотация. В результате теоретических исследований обоснованы конструктивные параметры разработанного четырехрядного измельчителя ботвы корnekлубнеплодов. Выполнена оценка влияния продольных, поперечных и крутильных колебаний рабочего элемента ботвоизмельчителя на качество его работы.

Ключевые слова: ботвоизмельчитель, ботва, рабочий орган, рабочий элемент, колебания.

Рабочие элементы ботвоизмельчителя представляют собой различные гибкие материалы: трос, леску или другой схожий по форме и гибкости материал, длина которых намного больше их поперечного размера. Поперечное сечение чаще всего круглой формы. Под действием центробежных сил рабочий элемент натягивается как струна, приобретая определенную жесткость в поперечном направлении. Поэтому в проводимых исследованиях будем рассматривать рабочий элемент ботвоизмельчителя, который в рабочем состоянии можно представить в виде балки [1, 2].

Столкновения рабочего элемента с ботвой могут возбуждать поперечные, продольные и крутильные колебания рабочего элемента, что приводит к изменению частоты вращения рабочего органа [3].

Для оценки влияния на рабочий орган ботвоизмельчителя продольных, поперечных и крутильных колебаний, возникающих при работе агрегата, были проведены теоретические исследования со следующими исходными условиями: расстояние между рядками картофеля $d = 0,7$ м, расстояние между кустами в рядке $b = 0,25$ м, поступательная скорость агрегата $V_n = 3,5$ м/с, частота вращения рабочего органа $\omega = 25$ с⁻¹, длина рабочего элемента ротора $R = 0,7$ м.

Определим периодичность ударов рабочего элемента по стеблю картофеля, пользуясь схемой (рис. 1).



Длину отрезков $A_O A_K$ и $A_O A_C$ определили из следующих выражений:

$$A_O A_C = R \cdot \cos \alpha = 0,7 \cdot \cos 30^\circ = 0,6062 \text{ м};$$

$$A_O A_K = 2 \cdot R \cdot \cos \alpha = 2 \cdot 0,7 \cdot \cos 30^\circ = 1,2124 \text{ м}.$$

Из полученных значений следует, что в зоне действия рабочего органа всегда находится четыре-пять кустов картофеля с каждой стороны, т. е. в сумме восемь-десять кустов.

При частоте вращения рабочего органа, равной $\omega = 25$ с⁻¹, время одного оборота составит $T_\theta = 0,04$ с. Так как рабочий орган содержит четыре рабочих элемента, то промежуток времени между воздействиями на ботву рабочих элементов составит 1/4 от одного оборота рабочего органа – $T_{1/4} = 0,01$ с.

Время нахождения кустов в зоне действия рабочего органа, т.е. в пределах отрезков $A_O A_K$ и $B_O B_K$, будет равно: $t_{A_O A_K} = 0,3464$ с.

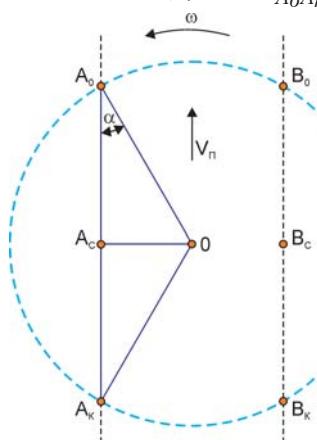


Рис. 1. Схема к определению периодичности ударов:

A_O, A_K – начальная и конечная точки пересечения конца рабочего элемента с рядом А;
 B_O, B_K – начальная и конечная точки пересечения конца рабочего элемента с рядом В

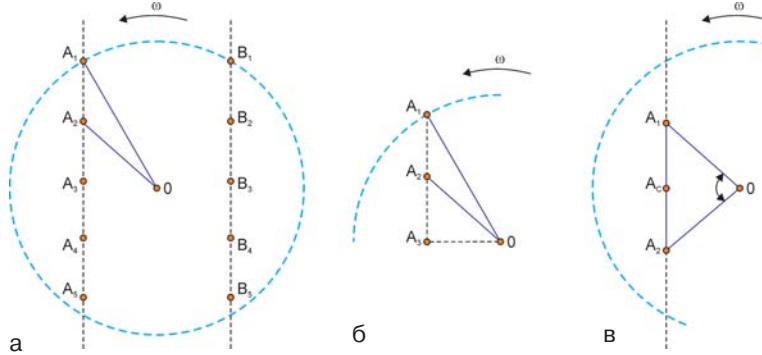


Рис. 2. Схемы расположения соседних кустов картофеля относительно оси вращения рабочего органа:
а – исходное положение кустов;
б – куст A_1 находится в точке A_0 ;
в – кусты A_1 и A_2 симметричны относительно точки A_c

За это время рабочий орган сделает 8,66 оборотов, а куст получит не менее 34 ударов.

Для определения времени между ударами, производимыми рабочим органом, рассмотрели отдельно процесс удара по одному кусту одним рабочим элементом, после чего все удары рабочего органа были объединены.

Рассмотрим периодичность ударов по одному кусту. Время между ударами по одному кусту определяется поворотом рабочего органа до попадания на куст следующего рабочего элемента, т.е. $T_{1/4} = 0,01\text{с}$. Но за это время агрегат удалится от точки предыдущего удара по кусту на 0,035 м. Значит, для ряда кустов А время между ударами увеличится примерно на 10-12%, а для ряда кустов В на столько же уменьшится. Время между ударами неодинаково для всех кустов в рядах А и В. Расстояние (3,5 см), на которое удаляется рабочий орган агрегата от точки предыдущего удара по кусту, находясь в разных местах линии A_OA_K , наблюдается из точки О под разными углами: наименьший угол – когда этот отрезок находится около точек A_0 и A_k ; наибольший – около точки A_c . Соответственно, и время между ударами около точек A_0 и A_k наименее будет отличаться от 0,01 с. Это утверждение справедливо и для точки В.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что промежуток времени между ударами по одному кусту представляет собой ряд случайных чисел, распределенных в некотором диапазоне вокруг значения $T_{1/4} = 0,01\text{с}$.

Далее рассмотрим периодичность ударов для одного рабочего элемента.

Промежуток времени между последовательными ударами одного рабочего элемента по соседним кустам равен времени поворота на угол, соответствующий расстоянию 0,25 м на линии A_OA_K . Из рис. 2 видно, что эти углы различны в зависимости от положения соседних кустов A_1 и A_2 . Наименьший угол достигается тогда, когда куст A_1 совпадает с точками A_0 или A_2 (рис. 2б). Наибольший – если кусты A_1 и A_2 симметричны относительно точки A_c (рис. 2в).

Оценим время между ударами в этих двух положениях:

● куст A_1 совпадает с точкой A_0 , тогда:

$$\angle A_1OA_2 = 60^\circ - \arctg \frac{A_2A_C}{A_CO} = 14,497^\circ,$$

а время поворота рабочего элемента на этот угол составит

$$t(\angle A_1OA_2) = 1,6108 \cdot 10^{-3}\text{с}.$$

Такое же время между ударами будет, если куст A_2 совпадает с точкой A_k :

● кусты A_1 и A_2 симметричны относительно A_c , тогда:

$$\angle A_1OA_2 = 2\arctg \frac{0,125}{0,35} = 39,3076^\circ,$$

а время поворота рабочего элемента на этот угол составит $t(\angle A_1OA_2) = 4,3675 \cdot 10^{-3}\text{с}$.

Видно, что промежуток времени между ударами при симметричном расположении соседних кустов почти в 3 раза больше, чем при их нахождении в крайнем положении.

Учет поступательного движения агрегата увеличивает промежуток времени между ударами на 2-6% для кустов ряда А и уменьшает на столько же для кустов ряда В.

Таким образом, промежутки времени между ударами одним и тем же рабочим элементом представляют собой случайные числа, распределенные в интервале 1,5-4,5·10⁻³с.

Рассмотрим ряд других факторов, которые могут влиять на периодичность ударов рабочего элемента по кустам.

В качестве первого фактора приведем непостоянство скоростей поступательного движения, вращения рабочего органа и размеров рабочих элементов.

Пусть в начальный момент рабочий элемент ударяет по кусту A_1 , находящемуся в точке A_0 (рис. 3а).

Если бы следующий за A_1 куст также получил бы удар в точке A_0 , то за период повторяемости всех рассмотренных ударов можно было бы взять время прохождения кустом расстояния 0,25 м. Этого не может быть, так как время прохождения этого расстояния не равно целому числу четверти одного оборота рабочего органа. Поэтому для каждой следующей пары кустов A_i и B_i все перечисленные временные промежутки между ударами будут отличаться от аналогичных промежутков времени для предыдущей и последующей пары.

Непостоянство размеров рабочего элемента и расстояний между кустами в рядке приводят к неодновременности ударов противоположными рабочими элементами. Из рис. 3а видно, что когда рабочий элемент ударяет по кусту A_1 , противоположный рабочий элемент еще не додел до куста B_5 .



Институту механизации и технического сервиса Казанского ГАУ – 65 лет!

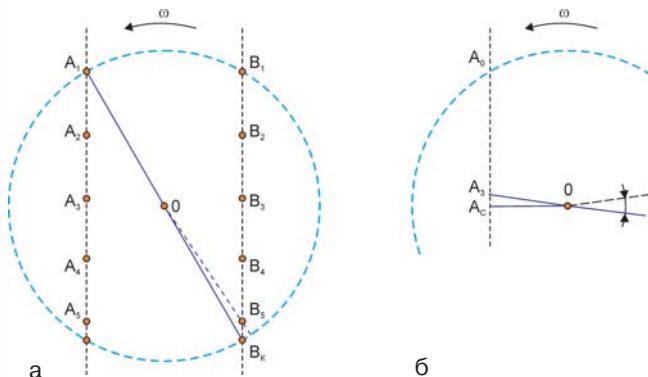


Рис. 3. Схемы расположения кустов картофеля и противоположных рабочих элементов:

- а – положение противоположных рабочих элементов, когда один из них ударяет куст в точке A_1 ;
б – положение противоположных рабочих элементов, когда один из них ударяет куст, недошедший до точки A_3 чуть меньше половины расстояния между кустами (т.е. в точке A_5)

Так как

$$\angle B_5 OB_K = 60^\circ - \arctg \frac{0,6062 - 0,2124}{0,35} = 11,6299^\circ,$$

то противоположный рабочий элемент ударит по кусту B_5 через промежуток времени, равный

$$t(\angle B_5 OB_K) = 1,2922 \cdot 10^{-3} \text{ с.}$$

Еще больше промежуток времени между ударами по кустам A_3 и B_3 (рис. 3б). Здесь угол между положением рабочего элемента в точке, симметричной точке A_3 , и точкой B_3 равен удвоенному углу поворота рабочего элемента от точки A_3 до точки A_5 т. е. углу $A_3 OA_5$. Соответственно, промежуток времени между ударами по кустам A_3 и B_3 будет равен:

$$t = 2 \cdot t(\angle A_3 OA_5) = 2 \cdot t\left(\arctg \frac{A_3 A_5}{0,35}\right) = 2 \cdot t(16,8793) = 3,751 \cdot 10^{-3} \text{ с.}$$

Неодновременность ударов для противоположных рабочих элементов исчезает, когда кусты расположены симметрично относительно центра вращения.

Из приведенного выше следует, что длительность промежутка времени между ударами противоположных рабочих элементов по кустам будет находиться в интервале $t = 0-3,8 \cdot 10^{-3}$ с.

Из теории колебаний известно, что в тех случаях, когда встречаются одновременные воздействия на систему с несколькими периодами, их воздействие можно описать воздействием с периодом, меньшим всех имеющихся периодов и укладывающимся в каждом из имеющихся периодов целое число раз. Поэтому в нашем случае можно говорить о периоде порядка 10^{-4} с и даже меньше.

Рабочие элементы могут иметь продольные, поперечные и крутильные колебания, спектр частот которых в сторону увеличения не ограничен. Это означает, что удары рабочего элемента по кустам могут индуцировать и поддерживать совокупность колебаний с частотами в десятки и сотни килогерц, т. е. за время удара рабочего элемента по кусту возникают различные колебания с частотами от 10^{-3} с, что благоприятно воздействует на процесс измельчения ботвы, создавая перерубающий эффект.

Таким образом, обобщая все рассмотренные варианты, можно сделать вывод: значения длительности про-

межутков времени между последовательными ударами будут случайными числами, лежащими в диапазоне $t = 0-12 \cdot 10^{-3}$ с, причем чаще всего будут встречаться значения меньше $3,8 \cdot 10^{-3}$ с.

За время удара рабочего элемента по кусту возникают различные колебания с частотами от 10^{-3} с, что благоприятно воздействует на процесс измельчения ботвы, создавая перерубающий эффект, тем самым повышая качество работы ботвоизмельчителя.

Список использованных источников

1. Способ уничтожения колорадского жука с измельчением ботвы картофеля и устройство для его реализации: пат. № 2361399 Рос. Федерации: МПК А01М5/04/Р.К. Абдрахманов, М.Н. Калимуллин, А.Р. Валиев, А.Х. Зимагулов. Заявитель и патентообладатель Казанский государственный аграрный университет. № 2007134542; заявл. 17.09.07; опубл. 20.07.09, Бюл.№ 20. 10 с.

2. Калимуллин М.Н., Абдрахманов Р.К., Багаутдинов Р.Р. Агрегат для удаления ботвы //Сахарная свекла. 2012. № 7. С. 36-37.

3. Бабаков И.М. Теория колебаний: уч. пособие. 4-е изд. М.: Дрофа, 2004. 591 с.

Study of Oscillation Effect of Operating Elements on Performance Quality of Haulm Cutter

M.N. Kalimullin, R.K. Abdrrakhmanov

Summary. The article presents a new construction diagram of a four-row rotary haulm cutter for root and tuber crops, substantiated as a result of theoretical studies and exploratory experiments. The evaluation of influence of the longitudinal, lateral and torsional oscillations of the haulm cutter operating element on performance quality was carried out.

Key words: haulm cutter, haulm, operating part, operating element, oscillations.





УДК 631.361.43

К определению силы удара зерна о деку пневмомеханического шелушителя

Р.Ш. Лотфуллин,
канд. физ.-мат. наук, доц.,
physics@kazgau.com

Р.И. Ибятов,
д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой,
r.ibyatov@mail.ru

А.В. Дмитриев,
канд. техн. наук, доц.,
avd-work@mail.ru
(ФГБОУ ВПО «Казанский ГАУ»)



Аннотация. Рассмотрены некоторые теоретические вопросы движения зерна от лопастного диска к деке пневмомеханического шелушителя с учетом вращения его вокруг своей оси. Определены условия ударного взаимодействия зерна с рабочими органами шелушителя, при которых ядро зерна остается целым, а оболочка разрушается, обеспечивая тем самым высокую эффективность процесса шелушения.

Ключевые слова: зерно, гречиха, шелущение, пневмомеханический шелушитель, лопастной диск, ротор, дека, сила удара, угол удара, энергия.

Наиболее важной технологической операцией в процессе переработки зерна гречихи в крупу является шелущение (отделение наружных оболочек от зерна), оказывающее значительное влияние на конечное качество полученной продукции. Эта операция осуществляется различными машинами, отличающимися как по способу шелущения, так и по конструктивному исполнению рабочих органов, взаимодействующих с зерновым материалом.

В Казанском ГАУ разработан ряд машин для пневмомеханического шелущения, рабочие органы которых воздействуют на зерно, находящееся в движущемся воздушном потоке [1-4]. Основной рабочий орган таких машин – лопастной диск (ротор), на который подается зерновой материал, разгоняется и выбрасывается в

направлении рабочей поверхности (деки), при ударе о которую происходит шелущение. Дека может быть неподвижна, а может вращаться в направлении ротора, а также обратном (см. рисунок).

При работе пневмомеханического шелушителя с вращающейся декой необходимо стремиться к полному снятию (разрушению) оболочки зерна при условии сохранения целости ядра. Это возможно, если выполняется следующее условие ударного взаимодействия зерна о рабочие органы машины:

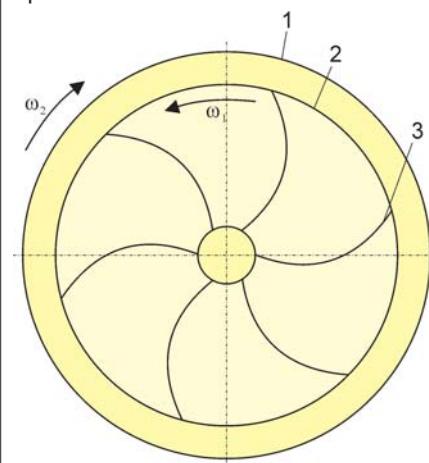


Схема пневмомеханического шелушителя с вращающейся декой:

1 – дека; 2 – ротор; 3 – лопасть

$$F_p^{\mathcal{A}} \geq F \geq F_p^O, \quad (1)$$

где $F_p^{\mathcal{A}}$ – сила, необходимая для разрушения ядра зерна, Н;

F – сила удара зерна о рабочие органы машины, Н;

F_p^O – сила, необходимая для разрушения оболочки зерна, Н.

Во время отрыва зерна от шершавой поверхности вентилятора из-за наличия сил трения скольжения и трения качения, кроме поступательного, зерно приобретает вращательное движение. Вращательное движение зерна происходит вокруг оси, параллельной поверхности лопасти центробежного вентилятора. При этом большинство зерен будет лежать на поверхности вентилятора в наиболее устойчивом положении, и их вращение произойдет в направлении, противоположном направлению вращения вентилятора.

Исходя из этих соображений кинетическую энергию зерна можно определить из выражения

$$E_{KIN} = \frac{m_3 v_3^2}{2} + \frac{J_3 \omega_3^2}{2},$$

где $\frac{m_3 v_3^2}{2}$ – энергия поступательного движения зерна, Дж;



Институту механизации и технического сервиса Казанского ГАУ – 65 лет!



m_3 – масса зерна, кг;

v_3 – скорость зерна, м/с;

$\frac{J_3 \omega_3^2}{2}$ – энергия вращательного движения зерна, Дж;

J_3 – момент инерции вращения зерна, кг·м²;

ω_3 – угловая скорость вращения зерна, рад/с.

Если в упрощенном варианте зерно представить в виде шара, то момент инерции его вращения определяется из выражения

$$J_3 = J_{ШАР} = \frac{2}{5} m_3 r_3^2, \quad (2)$$

где $J_{ШАР}$ – момент инерции шара, кг·м²;

r_3 – радиус зерна, м.

Выразим линейную скорость v_3 , через угловую ω_3 :

$$v_3 = \omega_3 r_3. \quad (3)$$

С учетом выражений (2) и (3) энергию вращения E_{BP} зерна можно определить как

$$E_{BP} = \frac{2}{5} \cdot \frac{m_3 v_3^2}{2} = \frac{2}{5} E_{ПОСТ}, \quad (4)$$

где $E_{ПОСТ}$ – энергия поступательного движения зерна, Дж.

Как видно из уравнения (4), энергия вращательного движения зерна составляет 40% энергии поступательного.

С учетом приведенного общая кинетическая энергия зерна, выраженная через линейную скорость v_3 , будет иметь вид:

$$E_{КИН} = \frac{7}{10} \cdot \frac{m_3 v_3^2}{2}. \quad (5)$$

После отрыва от центробежного вентилятора зерно начинает двигаться со скоростью v_3 в воздушном потоке, имеющем скорость v_B . Однако воздушный поток неоднороден и имеет разные скорости перемещения около лопастного диска и стенок деки. Кроме того, дека шелушильного механизма может быть неподвижной, вращаться в том же направлении, что и лопастной диск пневмомеханического шелушителя или в противоположном.

Рассмотрим вариант исполнения шелушителя с неподвижной декой.

Во время отрыва зерна от поверхности вентилятора вращение зерна происходит против направления его вращения, и левая часть зерна будет иметь линейную скорость v , а правая – $(-v)$, т.е. правая часть зерна будет вращаться против направления потока воздуха, и будет создана сила внутреннего трения со стороны потока воздуха.

При вращении зерна около своего центра тяжести создается сила вязкого трения со стороны воздушного потока, что тормозит вращение зерна. Оценим уменьшение угловой скорости зерна за счет такого вязкого трения. Согласно закону Ньютона [5]:

$$F_{TP} = -\eta \frac{\Delta v}{\Delta x} \cdot S, \quad (6)$$

где F_{TP} – сила трения зерна о воздушный поток, Н;

η – коэффициент вязкости воздуха;

v_B – скорость воздушного потока, м/с;

S – площадь полусферы поверхности зерна, м².

Здесь $\Delta v = 2v_B$, $\Delta x = 2r_3$, $S = \frac{4\pi r_3^2}{2}$.

Воспользуемся основным уравнением динамики вращательного движения зерна:

$$F_{TP} \cdot r_3 = J_3 \cdot \varepsilon \quad (7)$$

и найдем значение ε :

$$\varepsilon = -\frac{15}{4} \cdot \frac{\eta v_B}{\rho r_3^3}, \quad (8)$$

где ε – угловое ускорение, рад/с²; ρ – плотность зерна гречихи, кг/м³.

Подставив численные значения величин, входящих в уравнение (8), можно убедиться, что уменьшение угловой скорости зерна составит очень малую величину по сравнению с первоначальным значением ω_3 , следовательно, им можно пренебречь.

При отрыве зерна лопастного диска на него будут действовать достаточно большие кориолисовая и центробежная силы, под действием которых зерно отклоняется от прямолинейного движения. Причем, чем больше сила Кориолиса, тем дальше зерно будет приближаться к деке и

может даже несколько раз обернуться вокруг оси вращения лопастного диска. Поэтому при рассмотрении вариантов исполнения шелушителя, где деки вращаются в том же или противоположном направлении вращения лопастного диска, необходимо учесть эффективность их использования для шелушения зерна [6].

Если бы зерно ударились со скоростью v_3 перпендикулярно поверхности деки при продолжительности времени столкновения зерна с декой Δt , то сила F , действующая на оболочку зерна, была бы равна:

$$F = \frac{m_3 v_3}{\Delta t}. \quad (9)$$

Нормальная составляющая силы F_H , действующая на зерно при угле падения зерна на деку, имеет вид:

$$F_H = F \cdot \cos \alpha. \quad (10)$$

Если известны разрушающие оболочку и ядрицу зерна силы F_p^a и F_p^o соответственно, то необходимые значения углов падения зерна α к нормали поверхности деки можно подобрать из соотношения (1) как:

$$\frac{F_p^a}{F} \geq \cos \alpha \geq \frac{F_p^o}{F}. \quad (11)$$

Угол удара α зерна о рабочую поверхность в случае работы пневмомеханического шелушителя зависит от угловой скорости вращающейся деки и может быть найден по известной методике [6]. Зная численные значения F_p^a , F_p^o и F , можно определить технологические режимы работы пневмомеханического шелушителя (частота вращения ротора и деки), при которых зерно будет получать силовое воздействие, достаточное для разрушения оболочки, не повреждая ядро зерна. Это приведет к улучшению качества получаемого продукта и увеличению эффективности работы пневмомеханического шелушителя с вращающейся декой.

Список

использованных источников

1. Фёдоров Д.Г., Дмитриев А.В., Ка-дырова Ф.З. Шелушитель зерна гречихи с реверсивной декой // Сельский механизатор. 2014. № 11. С. 18-19.





2. Устройство для шелушения зерна крупяных культур: пат. 2312706 Рос. Федерации: МПК 7 В 02 В 3/00 / Нуруллин Э.Г., Дмитриев А.В., Халиуллин Д.Т.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Казанская государственная сельскохозяйственная академия». № 2005129858/13; заявл. 26.09.2005; опубл. 10.04.2007, Бюл. № 35. 7 с.

3. Устройство для шелушения зерна: пат. 91892 Рос. Федерации : МПК В 02 В 3/00 / Маланичев И.В., Нуруллин Э.Г., Дмитриев А.В., Халиуллин Д.Т.; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Казанский государственный аграрный университет». № 2009101642/22; заявл. 19.01.2009; опубл. 10.03.2010. Бюл. № 7. 6 с.

4. Устройство для шелушения зерна с реверсивной декой: пат. 140311 Рос. Федерации: МПК В 02 В 3/00 / Дмитриев А.В., Фёдоров Д.Г., Ибятов Р.И., Лотфуллин Р.Ш.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Казанский государственный аграрный университет». № 2013130465/13; заявл. 02.07.2013; опубл. 10.05.2014. Бюл. № 13. 5 с.

5. Грабовский Р.И. Курс физики. Спб.: Изд-во «Лань», 2002. 608 с.

6. Ибятов Р.И., Дмитриев А.В., Лотфуллин Р.Ш. К расчету траектории движения зерна в рабочем пространстве пневмомеханического шелушителя с реверсивной декой // Вестник Казанского ГАУ. Казань, 2015. № 1. С. 62-67.

Determination of Impact Force of Grain on Deck of Pneumatic and Mechanical Sheller

R.Sh. Lotfullin,
R.I. Ibyatov, A.V. Dmitriev

Summary. The article discussed some theoretical problems of grain handling from a blade disk to a deck of a pneumatic and mechanical sheller taking into consideration its rotation around its axis. The conditions of impact interaction of grain with operating parts of the sheller were determined, where kernels of grain remain intact and the shell is destroyed, thus ensuring high efficiency of the shelling process.

Keywords: grain, buckwheat, shelling, pneumatic and mechanical sheller, blade disc, rotor, deck, impact force, angle of impact, energy.

Информация

Универсальная платформа для создания измерительных информационных систем

Специалистами Новокубанского филиала ФГБНУ «Росинформагротех» (КубНИИТиМ) разработана универсальная базовая платформа для создания портативных измерительных информационных систем.

Платформа построена на основе современного 32-разрядного микроконтроллера STM32F407VGT фирмы STMicroelectronics, работающего на частоте 168 мГц. В качестве индикатора система имеет цветной сенсорный дисплей диагональю 2,4" и разрешением 320x240 точек. Помимо возможности управления системой и ввода информации с сенсорного экрана, имеется клавиатура (15 кнопок).

Для хранения результатов измерений используется карта microSD емкостью от 2Gb, для связи с персональным компьютером в базовой комплектации – порт USB.

В измерительных информационных системах, для работы которых необходимо использовать спутниковую навигацию, используется современный модуль GPS/GSM фирмы NEOWAY GM650, предназначенный для работы в индустриальном диапазоне температур. В этом случае канал GSM используется для передачи измеренных параметров на удаленный сервер по каналу GPRS.

Для связи с интеллектуальными датчиками может быть установлен модуль беспроводной связи Bluetooth HC-05 или Wi-Fi-модуль ESP8266 ESP07.

В случае необходимости вместо беспроводных каналов связи передачи данных можно использовать порты RS-232 или RS-485, имеющие гальваническую развязку.

Для работы с тензометрическими датчиками используются 4-канальное скоростное сигма-дельта АЦП,

выполненное на микросхеме AD7734, и нормализатор входного сигнала INA333.

Для работы с дискретными каналами есть пять входных и пять выходных каналов с опоразвязкой.

Питание системы осуществляется от встроенного литий-ионного аккумулятора емкостью 2500 мА/ч или от внешнего источника питания напряжением 5В.

На базе разработанной платформы созданы:

- универсальный хронометр технологических процессов ИП-287, имеющий несколько вариантов исполнения: ИП-287Р – для проведения хронометража при испытаниях в растениеводстве, ИП-287Ж – для проведения хронометража в животноводстве;

- силоизмеритель сопротивления перемещению органов управления ИП-288;

- счетчик-расходомер дизельного топлива ИП-289;
- электронный твердомер почвы ИП-290.

Разрабатываются еще несколько перспективных измерительных информационных систем.



УДК 378.415

Междисциплинарные проекты в агротехнологическом образовании

В.А. Комаров,
д-р техн. наук, проф.,
зам. директора института механики и
энергетики,
kotarov.v.a2010@mail.ru

Н.И. Наумкин,
д-р пед. наук, проф., зав. кафедрой,
naumkn@yandex.ru

Е.А. Нуюнзин,
канд. техн. наук, доц.,
зам. директора института механики и
энергетики,
piuyanzin@yandex.ru
(ФГБОУ ВПО «МГУ им. Н.П. Огарева»)

Аннотация. Рассматриваются новые подходы в области подготовки инженерных кадров с учетом современных требований работодателей.

Ключевые слова: компетенция, профессиональный стандарт, междисциплинарный проект, кадровый потенциал, качество подготовки.

В условиях высокой инновационной активности экономики страны, внедрения ресурсосберегающих технологий особую актуальность приобретает профессиональное образование, соответствующее требованиям современного высокотехнологичного производства в инженерной области. Эффективное кадровое обеспечение проводимых в России и Республике Мордовия реформ предъявляет новые требования к подготовке высококвалифицированных кадров, что усиливает значимость двухуровневой профессиональной подготовки, а также связи образования, науки и производства [1, 2].

В условиях глобализации предприятия народного хозяйства выходят на мировой рынок, поэтому требования к подготовке кадрового состава агропромышленного комплекса должны соответствовать международным стандартам.

Важными стратегическими направлениями развития инженерных

отраслей в АПК являются научно-исследовательский прогресс и инновационные процессы, позволяющие вести непрерывное обновление производства на основе освоения достижений науки и техники. До начала реформ в роли нормативно-финансового регулятора инноваций выступала государственная планово-распределительная система. Крупномасштабные инновации полностью осуществлялись государством, внедрение новшеств обеспечивалось централизацией, концентрацией различного рода ресурсов на приоритетных направлениях развития науки и технологий. В данный момент считается [3, 4], что наиболее верным путем выхода ряда отраслей из кризисного состояния является максимальное использование возможностей научно-технического прогресса и ориентация реального сектора экономики на инновационное развитие.

Однако в настоящее время в инженерной области и производстве существует огромное количество проблем, которые сдерживают развитие данной отрасли. Поэтому в настоящее время актуальным является глубокий анализ всех недостатков и возможные предложения по их устранению.

Первый недостаток – слабые базовые знания абитуриентов, поступающих в вуз на технические направления подготовки. В настоящее время уровень среднего школьного образования (не говоря о среднем профессиональном образовании) не отвечает требованиям, предъявляемым вузами при наборе абитуриентов. Поэтому повсеместно распространяется система репетиторства и дополнительной подготовки по различным курсам, цель которых, в основном, – подготовка к сдаче ЕГЭ и поступлению в вуз по таким предметам, как математика, физика или химия. Однако, несмотря на отсев на первых курсах, уровень технических

знаний даже на старших курсах не удовлетворяет преподавателей и отсев в конечном итоге достигает 30% по сравнению с поступающим контингентом. Следует отметить также, что «технари» имеют довольно низкий уровень гуманитарных знаний, слабо знакомы с историей и литературой. Особенно удручают безграмотность студентов. Поэтому в высших технических заведениях вводят курсы русского языка, истории, хотя все эти предметы должны изучаться в школе.

Вторым недостатком является неопределенность в дисциплинах профессионального цикла при разработке новых учебных планов по подготовке студентов инженерного направления. Например, при подготовке бакалавров по направлению «Агротехнология» существует несколько профилей, рекомендованных учебно-методическим объединением вузов по агротехнологическому образованию. По каждому профилю представлен перечень рекомендованных дисциплин, однако по некоторым направлениям такой информации нет. С другой стороны, даже при наличии такого перечня возникает вопрос, как сделать рациональный выбор, чтобы обеспечить освоение необходимых компетенций [1]. Еще больше усложняется эта проблема при введении актуализированных образовательных стандартов (ФГОС 3+), так как в них вообще не представлен перечень необходимых дисциплин, и каждый вуз сам определяет профиль и направленность образовательной программы.

Эту проблему можно было бы решить, например, учитывая мнение будущих работодателей при разработке образовательной программы. Однако в данном случае также существует ряд сложностей, так как отсутствие проработанных правовых отношений на сегодняшний день приводит к тому, что при устройстве на работу предпочтение отдается выпускникам, получившим инженерное образование по программе специалитета, в большей степени отвечающее требованиям производства, чем, например, выпускникам-магистрам, получившим образование с научным уклоном. В некоторых случаях будущий работодатель сам не может определиться,

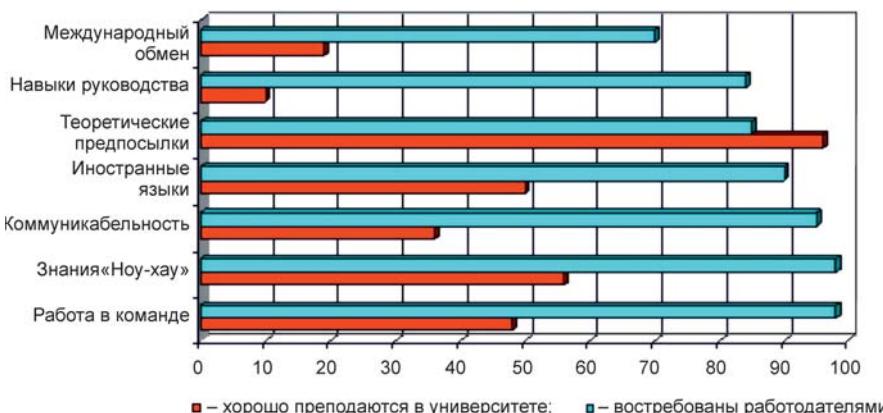


Рис. 1. Сравнение возможностей университетов в преподавании дисциплин с потребностью работодателей

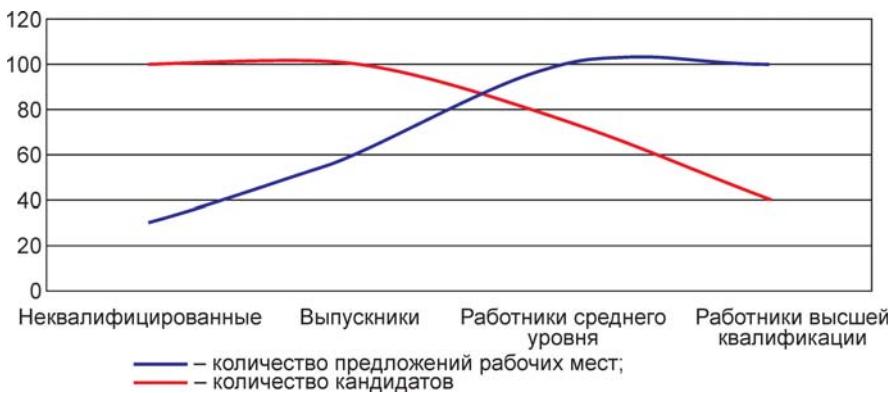


Рис. 2. Сопоставление потребностей рынка труда с возможностями выпускников

специалист какого уровня ему наиболее необходим.

Еще острее стоит вопрос о выпускниках-бакалаврах. Большое их количество, не поступивших в магистратуру и не получивших необходимых технических знаний по инженерным дисциплинам, не могут занимать руководящие должности и трудоустраиваются только на низкооплачиваемые рабочие места. Таким образом, возникает острыя социальная проблема.

Один из путей решения данной проблемы – внедрение междисциплинарных проектов в высших учебных заведениях при реализации образовательных программ. В настоящее время существует множество трактовок определения междисциплинарности. В нашем случае наиболее близкой является понимание ее как сосредоточенного внимания на решение проблемы с использованием широкого круга специалистов [5].

Отсутствие в вузах проектов по решению обозначенной проблемы приводит к некоторому несогласованию потребностей работодателей и результатов освоения компетенций в вузах. На рис. 1 представлена диаграмма возможностей вузов и запросов организаций на конкретных специалистов. Данные были получены ведущими экспертами ЕС извучены на Международной конференции «Управление междисциплинарными проектами в инженерном образовании: планирование и выполнение», проходившей в г. Лиссабоне и г. Порту (Португалия) в мае 2014 г.

Анализируя данные рис. 1, можно сделать вывод, что подготовка студентов инженерных направлений не удовлетворяет требованиям, предъявляемым работодателями. Это еще раз доказывает существование проблемы отсутствия взаимосвязи между ведущими предприятиями и учебными заведениями. Диаграмма,

представленная на рис. 1, информирует, что практически по всем перечисленным потребностям (за исключением теоретических предпосылок) вузы качественно могут обеспечить подготовку только на 50%.

На рис. 2 представлен график потребностей рынка труда с наличием кандидатов, имеющих соответствующие навыки.

Анализируя данные рис. 2, можно заметить, что на начальном этапе при трудоустройстве преобладают низкоквалифицированные кандидаты. Необходимые потребность и количество кандидатов совпадают только при трудоустройстве работников среднего уровня. Что касается работников высшей квалификации, то в данном случае наблюдается резкий рост потребностей предприятий и снижение количества кандидатов, удовлетворяющих этим потребностям.

С учетом всего сказанного внедрение междисциплинарных проектов в образовательный процесс поможет сформировать требуемые профессиональные компетенции. Это позволит сместить пересечение кризиса, представленных на рис. 2, вправо и тем самым обеспечить потребность работодателей в работниках высшей квалификации.

Рассмотрим пример междисциплинарного проекта в области подготовки инженерных кадров отрасли АПК. Например, требуется сконструировать приспособление для разборки двигателей тракторов и автомобилей, которое могло бы быть использовано на любой ремонтно- обслуживающей базе небольшого сельскохозяйственного предприятия. Для реализации этого проекта необходимо создать команду разработчиков, которые являлись бы специалистами в разных сферах деятельности. Так, на начальном этапе первичный технико-экономический анализ потребительского рынка должен провести один из участников проекта, обладающий компетенциями в области экономики. Далее непосредственно работают участники проекта, обладающие компетенциями в области конструирования, материаловедения, расчета в сфере сопротивления материалов.



К работе над проектом также желательно привлечь специалиста в области медицины с целью разработки такой конструкции приспособления, которая бы исключала отрицательные воздействия на здоровье человека. В заключение работы еще раз необходимо привлечь экономиста для расчета эффективности проектных решений. Так как все участники проекта работают в команде, то у каждого из них формируется необходимый набор компетенций, который они могут в дальнейшем использовать в производстве. Модель реализации таких проектов представлена на рис. 3.

Как показано на рис. 3, в процессе реализации междисциплинарных проектов можно использовать различные инструменты (моделирование, погружение в виртуальную среду и др.), при этом контроль результатов может оставаться как за преподавателем (стрелка внизу), так и за студентами (стрелка вверху). При этом решаются различные подзадачи, представленные на рис. 3.

На рис. 4 представлена визуализация задачи учебной (образовательной) программы при реализации междисциплинарных проектов.

Таким образом, основной задачей со стороны преподавателя при реализации междисциплинарных проектов является расширение известной «границы знаний» до границы «новых» знаний. Это позволит дополнительно формировать такую компетенцию, как готовность к кооперации с коллегами, работа в коллективе, реализацию которой требуют практически все стандарты нового поколения инженерных направлений. В итоге, как видно из рис. 4, формируются планируемые навыки в производстве, социальная и глобальная ответственность и др. В дополнение ко всему можно использовать зарубежный и отечественный опыт, например, создание специализированных центров подготовки профессиональных инженеров для выпускников-бакалавров, проведение дополнительных курсов подготовки и т.д. Это позволит не только учесть положительный опыт, накопленный в России в области инженерного образования, но и гармонизировать



Рис. 3. Вариант модели реализации междисциплинарного проекта

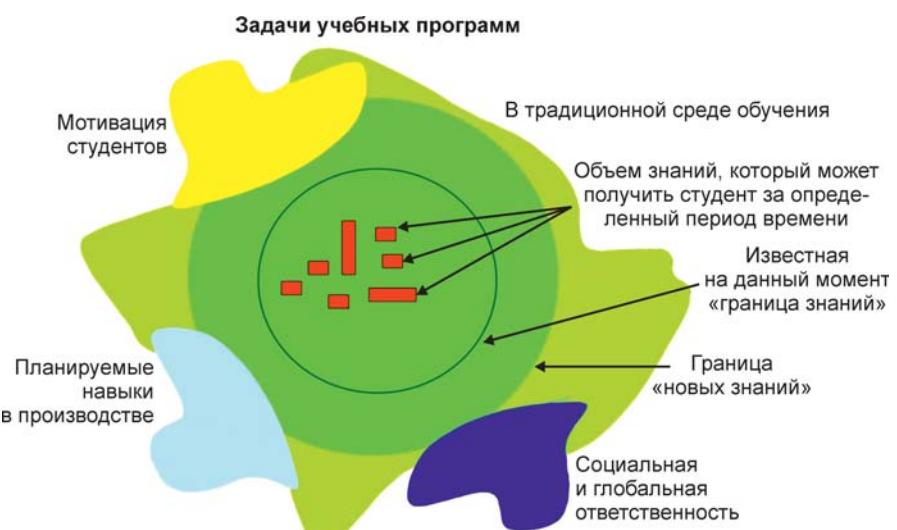


Рис. 4. Визуализация задач учебных программ при реализации междисциплинарных проектов

его с мировыми образовательными достижениями.

Список использованных источников

1. Сенин П.В., Нуюнзин Е.А. Проблемы перехода инженерных вузов на двухуровневую систему образования // Инженерное образование. 2011. № 8. С. 88-91.
2. Наумкин Н.И., Нуюнзин Е.А. Особенности разработки основных образовательных программ инженерного профиля с учетом требований федеральных государственных стандартов // Матер. Междунар. науч.-практ. конф.: Энергоэффективные и ресурсосберегающие технологии и системы. Саранск, Изд-во Мордов. ун-та, 2012: С. 465-468.
3. Наумкин Н.И., Нуюнзин Е.А. Интегрированная схема подготовки студентов к инновационной инженерной деятельности на основе ФГОС // Современное машиностроение. Наука и образование. 2013. № 3. С. 135-142.
4. Наумкин Н.И. Методическая система формирования у студентов технических вузов способностей к инновационной инженерной деятельности в процессе обучения общетехническим дисциплинам. Дис ... д-ра пед. наук. М.: МПГУ, 2009. 499 с.
5. Julie Thompson Klein. Interdisciplinarity: History, Theory, and Practice. Wayne State University Press, 1990. P. 331.

The Interdisciplinary Projects in Agricultural Engineering Education V.A. Komarov, N.I. Naumkin, E.A. Nuyanzin

Summary. The new approaches in the field of training of engineering staff to meet modern requirements of employers were discussed.

Key words: competence, professional standard, interdisciplinary project, human resources, quality of training.



УДК 613.03.004.67

Теория и практика определения остаточного ресурса подшипниковых узлов дробилок кормов

Н.Р. Адигамов,
д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой,
n-adigamov@rambler.ru

И.Х. Гималтдинов,
ст. преподаватель,
tskazgau@mail.ru
(ФГБОУ ВПО «Казанский ГАУ»)

Аннотация. Рассмотрены вопросы диагностирования подвижных сопряжений подшипниковых узлов кормоприготовительных машин по параметрам виброакустических характеристик, основанного на принципе безразборности, который позволяет предотвращать внезапные отказы машин путем определения рациональных сроков проведения их технического обслуживания.

Ключевые слова: виброакустические характеристики, радиальный зазор, датчик вибрации, дробилка кормов, подшипник качения, виброускорение, виброскорость.

Современные темпы сельскохозяйственного производства, основанные на стремлении отечественного товаропроизводителя заменить ввозимый импортный товар, остро ставят перед инженерами задачу поддержания оборудования и машин в работоспособном состоянии.

В настоящее время в сельскохозяйственном производстве довольно широко используются машины для дробления кормов. Работа этого оборудования связана с ударными нагрузками, действующими на подшипниковые узлы, которые лимитируют ресурс машины в целом. В случае внезапного выхода из строя дробильного оборудования нарушается режим кормления животных, возникают затраты на незапланированные ремонты, возрастает расход запасных частей при устранении аварии, что приводит к увеличению себестоимости продукции и соответствующему снижению прибыли.

Практика эксплуатации дробильного оборудования животноводческих ферм показывает, что, несмотря на плановое техническое обслуживание, довольно часто случаются аварийные остановки из-за разрушения подшипниковых узлов. В основном оборудование для дробления кормов эксплуатируется до предельного состояния. Дальнейшее увеличение ресурса и повышение надежности машин для дробления кормов предполагают переход на эксплуатацию по фактическому техническому состоянию, что возможно только при наличии эффективных методов и средств диагностирования. Современные средства диагностирования различаются между собой заложенными

в их основу теоретическими предпосылками, типом применяемого оборудования, стоимостью, необходимым уровнем подготовки персонала и эффективностью. Анализ имеющихся средств диагностирования техники показал, что наиболее доступными являются методы, в основе которых лежит определение таких параметров, как виброскорость и виброускорение механических колебаний. Значения виброскорости и виброускорения напрямую зависят от степени износа подшипника и величины радиального зазора в них.

Продолжительность эксплуатации подшипников качения можно разделить на несколько этапов: первый – период приработки; второй – период нормальной работы; третий – аварийное состояние, при котором в любой момент может произойти разрушение подшипника. Каждому из этих этапов соответствуют определённые значения виброскорости и виброускорения, установив которые и связав их с соответствующими значениями радиального зазора подшипника, можно спрогнозировать его остаточный ресурс. При этом для повышения точности диагностирования необходимо определить пороговые значения вибропараметров, которые генерирует аварийно изношенный подшипник. Так, анализ литературных источников показал, что разброс долговечности подшипников качения одного типоразмера, работающих в одинаковых условиях, достигает 40-кратной величины [1].

Существующая справочная информация о нормативных уровнях вибрации от организаций, занимающихся неразрушающим контролем, может быть использована только отчасти и не может применяться в некоторых частных случаях. Каждый подшипник, установленный на том или ином оборудовании, имеет свои индивидуальные условия работы и соответственно различный срок службы. Поэтому каждый подшипник должен быть описан своей математической моделью. Для проверки предположения зависимости вибропараметров от радиального зазора был проведен ряд замеров подшипников, установленных на дробилке КДМ-5, которые проводились в условиях АКХ «Шайморза» им. А.Ш. Абдреева (Дрожжановский район Республики Татарстан). Замеры проводились с помощью серийно выпускаемого виброметра ВВМ-210 с интервалом 100 ч. После каждого замера осуществляли разборку корпуса подшипникового узла и замер радиального зазора.

В результате обработки полученных экспериментальных данных (в условиях конкретного хозяйства) были получены зависимости между величиной радиального

Институту механизации и технического сервиса Казанского ГАУ – 65 лет!

зазора подшипников качения и их виброакустическими характеристиками за весь период наработки.

Согласно статистической информации, собранной в хозяйствах, эксплуатирующих дробилки кормов, внезапный отказ оборудования чаще всего происходит в период 850-920 ч его работы. Исследуя статистические данные, полученные при диагностировании подшипниковых узлов дробилок кормов, можно сделать вывод, что изменение вибропараметров с увеличением радиального зазора происходит по линейной зависимости.

Для решения задачи безразборного диагностирования предложен комплект технических средств, в состав которого входят пьезоэлектрический датчик, виброметр ВВМ-210, выпускаемый серийно, и разработанная специалистами ФГБОУ ВПО «Казанский ГАУ» приставка определения остаточного ресурса подшипниковых узлов [2]. Приставка предназначена для преобразования электрического сигнала, снимаемого с выхода виброметра ВВМ-201, в показания остаточного ресурса диагностируемых подвижных сопряжений.

При этом возникла необходимость адаптации прибора к конкретным условиям, для чего собрана лабораторная установка (рис.1). Исследования на этой лабораторной установке проводятся в следующей последовательности. На исследуемый объект устанавливаются новые подшипники. При этом ротор дробилки кормов раскручивается до номинальных оборотов без нагрузки. Затем осуществляется снятие показаний приставки остаточного ресурса. После чего подшипник демонтируется, и определяется его радиальный зазор. Данные записываются в журнал. Далее поочередно на объект устанавливаются следующие подшипники с различным износом, фиксируются показания прибора и определяется радиальный зазор [3].

При заданных значениях z_1 и z_2 проводилась серия из пяти измерений (z_1 – зазор подшипника со стороны привода, z_2 – зазор подшипника со стороны вентилятора).

Случайные погрешности виброскорости и виброускорения определяли из выражений:

$$\Delta V = \frac{\sigma_V}{\sqrt{n}} t_{pn}, \quad \Delta A = \frac{\sigma_A}{\sqrt{n}} t_{pn}, \quad (1)$$

где σ_V и σ_A – среднеквадратические отклонения виброскорости и виброускорения;

n – число измерений;

t_{pn} – коэффициент Стьюдента (при доверительной вероятности $p = 0,95$ и числе измерений $n = 5$ коэффициент Стьюдента $t_{pn} = 2,28$).

В результате выполненных исследований получены следующие значения: $\Delta V = 0,66 \text{ м/с}$; $\Delta A = 0,97 \text{ м/с}^2$.

Предполагается корреляционная зависимость между вибропараметрами подшипниковых узлов привода и вентилятора.

Для исследования корреляционной зависимости в первом случае на вентиляторе устанавливался подшипник с радиальным зазором 0,03 мм (подшипник, имеющий полный ресурс эксплуатации), а на привод последова-

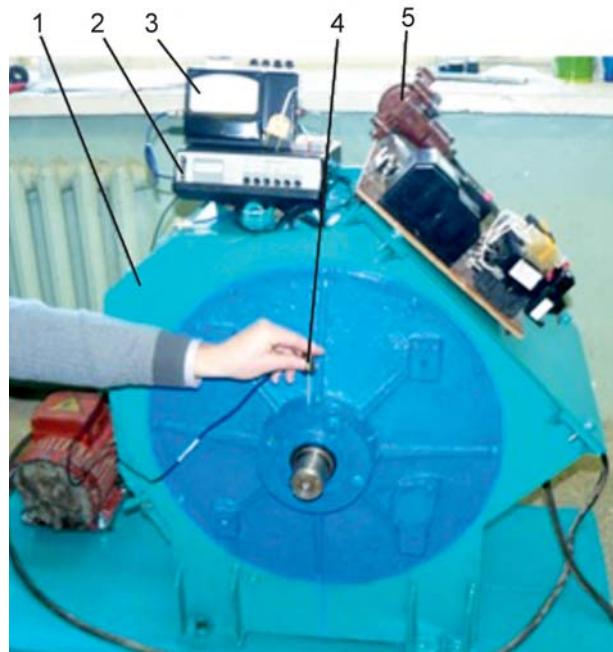


Рис.1. Лабораторная установка для исследований вибраций подшипников:

- 1 – дробилка кормов; 2 – виброметр;
- 3 – диагностический комплекс;
- 4 – пьезоэлектрический датчик; 5 – пульт управления

тельно устанавливались подшипники с зазорами 0,03; 0,08; 0,13; 0,20; 0,27 мм, после чего проводилась серия измерений вибропараметров каждого из них. При этом увеличение значений вибропараметров привода приводило к увеличению значений вибропараметров подшипниковых узлов со стороны вентилятора.

Во втором случае на привод устанавливался подшипник с полным ресурсом, а подшипник со стороны вентилятора менялся. Получался результат, аналогичный первому случаю.

Коэффициент корреляционной зависимости измеренных параметров виброскорости со стороны привода (V_n) от параметров виброскорости, измеренных со стороны вентилятора (V_B), находим из выражения

$$r_V = \sum_{i=1}^n \frac{(V_{ni} - \bar{V}_n)(V_{Bi} - \bar{V}_B)}{(n-1)\sigma_{Vn}\sigma_{VB}}, \quad (2)$$

где V_{ni} – значение виброскорости на стороне привода из статистического ряда м/с;

\bar{V}_n – среднее значение виброскорости на стороне привода м/с;

V_{Bi} – значение виброскорости на стороне привода из статистического ряда м/с;

\bar{V}_B – среднее значение виброскорости на стороне вентилятора м/с;

n – число измерений;

σ_{Vn} – среднеквадратическое отклонение виброскорости на стороне привода;

σ_{VB} – среднеквадратическое отклонение виброскорости на стороне вентилятора.

Коэффициент корреляционной зависимости измеренных параметров виброускорения со стороны привода (A_{Π}) от параметров виброускорения, измеренных со стороны вентилятора (A_B), находим из следующего выражения:

$$r_A = \sum_{i=1}^n \frac{(A_{\Pi i} - \bar{A}_{\Pi})(A_{Bi} - \bar{A}_B)}{(n-1)\sigma_{A\Pi} \sigma_{A_B}}, \quad (3)$$

где $A_{\Pi i}$ – значение виброускорения на стороне привода из статистического ряда;

\bar{A}_{Π} – среднее значение виброускорения на стороне привода;

A_{Bi} – значение виброускорения на стороне привода из статистического ряда;

\bar{A}_B – среднее значение виброускорения на стороне вентилятора;

n – число измерений;

$\sigma_{A\Pi}$ – среднеквадратическое отклонение виброускорения на стороне привода;

σ_{AB} – среднеквадратическое отклонение виброускорения на стороне вентилятора.

Полученные значения $r_V \approx r_A \approx 0,95$ говорят о наличии сильной корреляции. Соответственно увеличение радиального зазора и, как следствие, изменение показателей виброскорости и виброускорения в сторону увеличения в одном из подшипников неизменно будет приводить к изменениям параметров виброскорости и виброускорения второго подшипника.

Предполагая линейную зависимость параметра виброскорости и виброускорения от величины радиального зазора в подшипниках качения, запишем уравнение линейной регрессии для виброскоростей и виброускорений подшипников со стороны привода и вентилятора.

Уравнение линейной регрессии для виброскорости привода:

$$V_{\Pi}(z_1, z_2) = c_1 + a_{11}z_1 + a_{12}z_2, \quad (4)$$

где c_1, a_{11}, a_{12} – коэффициенты регрессии.

Уравнение линейной регрессии для виброскорости вентилятора:

$$V_B(z_1, z_2) = c_2 + a_{21}z_1 + a_{22}z_2, \quad (5)$$

где c_2, a_{21}, a_{22} – коэффициенты регрессии.

Уравнение регрессии для виброускорения привода:

$$A_{\Pi}(z_1, z_2) = d_1 + b_{11}z_1 + b_{12}z_2, \quad (6)$$

где d_1, b_{11}, b_{12} – коэффициенты регрессии.

Уравнение регрессии для виброускорения вентилятора:

$$A_B(z_1, z_2) = d_2 + b_{21}z_1 + b_{22}z_2, \quad (7)$$

где d_2, b_{21}, b_{22} – коэффициенты регрессии.

Коэффициенты регрессии определялись методом наименьших квадратов, т.е. находились такие значения коэффициентов, которые обеспечивают минимум величин.

$$S_V = \sum(V_{\Pi} - c_1 - a_{11}z_1 - a_{12}z_2)^2 + \sum(V_B - c_2 - a_{21}z_1 - a_{22}z_2)^2, \quad (8)$$

$$S_A = \sum(A_{\Pi} - d_1 - b_{11}z_1 - b_{12}z_2)^2 + \sum(A_B - d_2 - b_{21}z_1 - b_{22}z_2)^2. \quad (9)$$

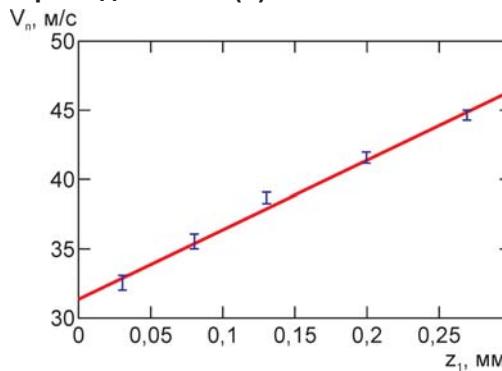
Здесь суммирование производится по всем установленным значениям z_1, z_2 и соответствующим измеренным значениям V и A .

Получены следующие значения коэффициентов:

$$\begin{pmatrix} c_1 \\ c_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 30,38 \\ 11,4 \end{pmatrix} \frac{m}{c}, \quad \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 50,13 & 14,9 \\ 14,9 & 57,3 \end{pmatrix} \frac{m}{c \cdot mm}, \quad (10)$$

$$\begin{pmatrix} d_1 \\ d_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 26,48 \\ 19,67 \end{pmatrix} \frac{m}{c}, \quad \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 73,01 & 15,0 \\ 15,0 & 56,88 \end{pmatrix} \frac{m}{c^2 \cdot mm}. \quad (11)$$

Рис. 2. Зависимость виброскорости на приводе от зазора подшипника (4)



Из уравнений (4) и (5) можно выразить зазоры подшипников z_1, z_2 через значения виброскорости:

$$z_1 = \frac{\begin{vmatrix} V_{\Pi} - c_1 & a_{12} \\ V_B - c_2 & a_{22} \end{vmatrix}}{\Delta_1} = \frac{a_{22}V_{\Pi} - a_{12}V_B - c_1a_{22} + c_2a_{12}}{\Delta_1}, \quad (12)$$

$$z_2 = \frac{\begin{vmatrix} a_{11} & V_{\Pi} - c_1 \\ a_{21} & V_B - c_2 \end{vmatrix}}{\Delta_1} = \frac{-a_{21}V_{\Pi} + a_{11}V_B - c_2a_{11} + c_1a_{21}}{\Delta_1}. \quad (13)$$

$$\text{Здесь } \Delta_1 = \begin{vmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{vmatrix}.$$

Также можно обратить уравнения (6) и (7) и получить величину радиального зазора через значения виброускорения:

$$z_1 = \frac{\begin{vmatrix} A_{\Pi} - d_1 & b_{12} \\ A_B - d_2 & b_{22} \end{vmatrix}}{\Delta_2} = \frac{b_{22}A_{\Pi} - b_{12}A_B - d_1a_{22} + d_2a_{12}}{\Delta_2}, \quad (14)$$

$$z_2 = \frac{\begin{vmatrix} b_{11} & A_{\Pi} - d_1 \\ b_{21} & A_B - d_2 \end{vmatrix}}{\Delta_2} = \frac{-b_{21}A_{\Pi} + b_{11}A_B - d_2b_{11} + d_1b_{21}}{\Delta_2}. \quad (15)$$

$$\text{Здесь } \Delta_2 = \begin{vmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{vmatrix}.$$

Институту механизации и технического сервиса Казанского ГАУ – 65 лет!

Уравнения (12), (13) и (14), (15) позволяют по измеренным значениям виброскорости и виброускорения определить зазоры подшипников и при известной скорости износа $V_{изн}$ определить остаточный ресурс подшипников:

$$T_{OCT} = \frac{z_{пред} - z_{факт}}{V_{изн}}, ч.$$

Измеренные значения виброскоростей при помощи виброметра для подшипников с различным зазором представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1. Измеренные значения виброскоростей V_1

$z_1 \backslash z_2$	0,03	0,08	0,13	0,20	0,27
0,03	32,03	34,94	37,78	40,70	44,26
0,08	32,74	35,65	38,19	41,50	45,08
0,13	33,46	36,43	39,04	42,32	44,18
0,2	34,54	37,33	40,08	43,31	47,07
0,27	35,34	38,53	40,93	45,45	47,91

Таблица 2. Измеренные значения виброскоростей V_2

$z_1 \backslash z_2$	0,03	0,08	0,13	0,20	0,27
0,03	15,10	15,66	15,94	16,62	17,4
0,08	16,12	17,77	18,02	18,964	20,00
0,13	16,66	20,40	20,87	21,88	23,07
0,2	24,18	24,25	24,5	25,9	26,68
0,27	27,86	28,16	28,05	29,47	31,09

В табл. 3 и 4 представлены значения, рассчитанные по модели (4)-(5).

Таблица 3. Рассчитанные значения V_1

$z_1 \backslash z_2$	0,03	0,08	0,13	0,20	0,27
0,03	32,29	34,835	37,341	40,85	44,359
0,08	33,078	35,585	38,091	41,6	45,108
0,13	33,828	36,334	38,84	42,349	45,858
0,2	34,877	37,383	39,889	43,398	46,907
0,27	35,926	38,432	40,939	44,447	47,956

Таблица 4. Рассчитанные значения V_2

$z_1 \backslash z_2$	0,03	0,08	0,13	0,20	0,27
0,03	13,568	14,313	15,057	16,1	17,142
0,08	16,432	17,177	17,921	18,964	20,006
0,13	19,296	20,041	20,785	21,828	22,87
0,2	23,306	24,051	24,795	25,838	26,88
0,27	27,316	28,06	28,805	29,847	30,89

Для проверки адекватности модели (4)-(5) применялся критерий согласия χ^2 . Выполним проверку условий:

$\max(|V_{1изн} - V_{1расч}|) < \varepsilon$ и $\max(|V_{2изн} - V_{2расч}|) < \varepsilon$, (16)

где максимум берем по всем значениям z_1 и z_2 , при которых проводились измерения, ε определяет интервал толерантности. В качестве ε берем полуширину доверительного интервала для виброскорости, которая при доверительной вероятности $\pi = 0,95$ оказалась равной $\Delta V = 0,97$ м/с.

Из табл. (1-4) видно, при общем числе измерений $n = 25$ и при $n_1 = 22$ случаях неравенство (16) выполняется, а в $n_2 = 3$ случаях нарушается. Для оценки предположения о том, что данные отклонения являются случайными, вычисляем функцию:

$$U = \frac{(n_1 - pn)^2}{pn} + \frac{[n_2 - (1-p)n]^2}{(1-p)n}. \quad (17)$$

Вычисленное значение $U = 2,58$ сравнивается с критерием $\chi^2_{1,\alpha} = 3,84$, где $\alpha = 1 - p$. Так как $U < \chi^2_{1,\alpha}$ регрессионную модель (4)-(5) можно считать адекватной.

Регрессионная модель для зависимости виброускорений от зазоров:

$$A_1 = d_1 + b_{11}z_1 + b_{12}z_2, \quad (18)$$

$$A_2 = d_2 + b_{21}z_1 + b_{22}z_2. \quad (19)$$

Здесь A_1 и A_2 – виброускорения привода и вентилятора соответственно, z_1 и z_2 – зазоры подшипников привода и вентилятора.

Рассчитанные методом наименьших квадратов значения коэффициентов регрессии: $d_1 = 26,48$ м/с²; $d_2 = 19,67$ м/с²; $b_{11} = 73,01$ м/с²·мм; $b_{12} \approx b_{21} = 15$ м/с²·мм; $b_{22} = 56,88$ м/с²·мм.

Измеренные значения виброускорений для подшипников с различным зазором представлены в табл. 5 и 6.

Таблица 5. Измеренные значения виброускорений A_1

$z_1 \backslash z_2$	0,03	0,08	0,13	0,20	0,27
0,03	28,3	32,6	37,82	41,96	45,78
0,08	29,32	33,49	37,82	43,37	48,18
0,13	33,66	34,94	37,66	41,97	47,39
0,2	35,5	34,11	40,55	45,15	49,80
0,27	38,46	35,14	38,83	43,95	50,98

Таблица 6. Измеренные значения виброускорений A_2

$z_1 \backslash z_2$	0,03	0,08	0,13	0,20	0,27
0,03	19,86	20,48	20,62	22,36	24,22
0,08	25,56	25,40	26,88	28,4	29,14
0,13	29,66	28,99	28,77	28,98	30,36
0,2	31,56	30,99	34,68	35,21	35,78
0,27	34,36	34,96	35,75	36,82	39,91

Значения, рассчитанные по модели (6)-(7), представлены в табл. 7 и 8.



Таблица 7. Рассчитанные значения виброускорения A_1

$z_1 \backslash z_2$	0,03	0,08	0,13	0,20	0,27
0,03	29,115	32,765	36,416	41,527	46,638
0,08	29,863	33,513	37,164	42,275	47,386
0,13	30,611	34,262	37,912	43,023	48,134
0,2	31,658	35,309	38,96	44,071	49,181
0,27	32,706	36,357	40,007	45,118	50,229

Таблица 8. Рассчитанные значения виброускорения A_2

$z_1 \backslash z_2$	0,03	0,08	0,13	0,20	0,27
0,03	21,829	22,586	23,343	24,403	25,463
0,08	24,673	25,43	26,187	27,247	28,307
0,13	27,517	28,274	29,031	30,091	31,151
0,2	31,499	32,256	33,013	34,073	35,133
0,27	35,481	36,238	36,995	38,054	39,114

Для проверки адекватности модели (6)-(7) выполнялась проверка условий:

$$\max(|A_{1uzm} - A_{1pacu}|) < \varepsilon \text{ и } \max(|A_{2uzm} - A_{2pacu}|) < \varepsilon, \quad (20)$$

где максимум брался по всем значениям z_1 и z_2 , при которых проводились измерения. Максимальная полуширина доверительного интервала при измерениях виброускорения оказалась равной $\Delta A = 0,76 \text{ м/с}^2$.

Значения критерия (17) при различном выборе интервала толерантности:

$$\varepsilon = \Delta An_1 = 9, n_2 = 16, U = 183;$$

$$\varepsilon = 2\Delta An_1 = 19, n_2 = 6, U = 19;$$

$$\varepsilon = 3\Delta An_1 = 22, n_2 = 3, U = 2,58.$$

Согласно критерию χ^2 данный результат означает, что измеренные значения виброускорений отличаются от рассчитанных по модели (6)-(7) больше, чем на $\varepsilon = 3\Delta A = 2,58 \text{ м/с}^2$ не более чем в 5% случаев.

Таким образом, предлагаемая математическая модель, описывающая работу подшипниковых узлов дробилок кормов, является адекватной.

Разработанный с применением данной математической модели диагностический комплекс позволяет своевременно определить состояние подшипниковых узлов и остаточный ресурс без разборки.

Применение данного диагностического комплекса может быть использовано для предотвращения внезапных отказов, связанных с отказом незапланированных ремонтов, расхода запасных частей и денежно-материальных средств.

Список использованных источников

- Бейзельман Р.А., Цыпкин Б.В., Перель Л.Я. Подшипники качения. М.:Машиностроение, 1975. 572 с.
- Устройство для вибродиагностирования коробок передних передач тракторов и автомобилей при обкатке: пат. 57904 Рос. Федерация: МПК 7 G01M 13/02 / Адигамов Н.Р., Гималтдинов Н.Р.

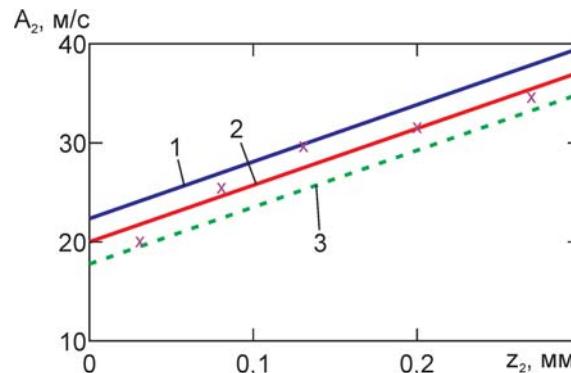


Рис. 3. Зависимость величины виброускорения от радиального зазора в подшипнике со стороны вентилятора при величине радиального зазора в подшипнике со стороны привода, равной 0,03 мм:
1, 3 – значения виброускорений с учетом интервала толерантности;
2 – значения, рассчитанные по формуле (7).

динов И.Х., Гарипов Р.В.; заявитель и патентообладатель Казанский ГАУ. №2006110748/22; заявл. 03.04.2006; опубл. 27.10.2006, Бюл. № 30. 3 с.

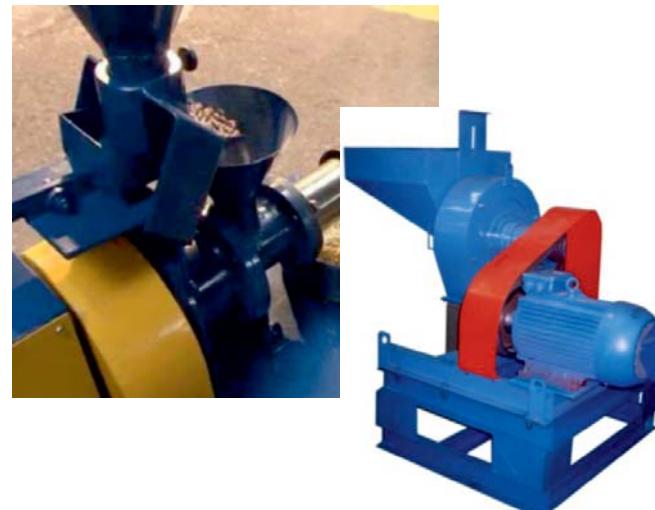
3. Лабораторно-эксплуатационные испытания установки безразборного диагностирования оборудования животноводческих ферм /Н.Р. Адигамов, И.Х. Гималтдинов// Вестник Казанского ГАУ. 2011. С. 89-91.

Theory and Practice of Residual Life Determination of Feed Crushers Bearing Units

N.R. Adigamov, I.Kh. Gimaltdinov

Summary. The article discussed the problems of making a diagnosis of movable joints of bearing units for feed production machines according to parameters of vibroacoustic characteristics. The diagnosis is based on the principle eliminating disassembly which makes it possible to prevent sudden failures of machines at the expense of rational identification of maintenance timing.

Key words: vibroacoustic characteristics, radial clearance, vibration sensor, feed crusher, roller bearing, vibration acceleration, vibration velocity.



ПРИГЛАШАЕМ ПРИНЯТЬ УЧАСТИЕ

XXI МЕЖДУНАРОДНАЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ТОРГОВО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ВЫСТАВКА



MVC: ЗЕРНО-КОМБИКОРМА-ВЕТЕРИНАРИЯ-2016

Ufi
Approved Event



26-28 ЯНВАРЯ

МОСКВА, ВДНХ, ПАВИЛЬОНЫ № 75, 69

СПЕЦИАЛЬНАЯ ПОДДЕРЖКА:



СОЮЗ
КОМБИКОРМЩИКОВ



ЕВРОПЕЙСКАЯ ФЕДЕРАЦІЯ
ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ КОМБИКОРМОВ



РОССИЙСКИЙ
ЗЕРНОВОЙ СОЮЗ



РОСПТИЦЕСОЮЗ



СОЮЗРОССАХАР



СОЮЗ
ПРЕДПРИЯТИЙ
ЗООБИЗНЕСА

ГКО "РОСРЫБХОЗ"

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА: КОМБИКОРМА

ЖИВОТНОВОДСТВО
РОССИИ

научно-производственный журнал
СВИНОВОДСТВО

ТЕХНОЛОГИЯ
ЖИВОТНОВОДСТВА

МОЛОЧНОЕ И МЯСНОЕ
СКОТОВОДСТВО

СОВРЕМЕННЫЙ
ФЕРМЕР

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ЖИГИ
РВЖ
PRODUCTIVE ANIMALS

Ветеринарный
ВРАЧ

ВЕТЕРИНАРИЯ

Vetkorm

АГРАРНЫЕ ИЗВЕСТИЯ

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЖУРНАЛ О РЕГИОНАЛЬНОЙ ЭКОНОМИКЕ

HCX

ЖУРНАЛ АГРОПРОДКЕРТ

АГРОМИР
Черноземья

Техника
и оборудование
для села

АПК
ЭКСПЕРТ

АГРОМАКС

VetPharma

FARM ANIMALS

ДРУГ

АГРАРНОЕ
ОБОЗРЕНИЕ

ОРГАНИЗАТОР ВЫСТАВКИ:

ЦЕНТР МАРКЕТИНГА "ЭКСПОХЛЕБ"

Член Всемирной Ассоциации Выставочной Индустрии (UFI) Ufi Member

Член Российской Зернового Союза

Член Союза Комбикормщиков



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@expokhleb.com
Интернет: www.breadbusiness.ru

24-27

НОЯБРЯ 2015

Россия | Краснодар
ВКК «Экспоград Юг»

yugagro.org

22-я Международная агропромышленная выставка


Approved
Event

ЮГАГРО



Организатор



КРАСНОДАРЕКСПО
В составе группы компаний ITE

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

Генеральный
спонсор


РосАгроТрейд

Генеральный
партнер

РОССЕЛЬМАШ
Агротехника Профессионалов

Спонсор
деловой программы


АГРО ЭКСПЕРТ
ГРУПП
защита растений

Спонсоры выставки













