НАУКА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ»

«SCIENCE IN THE CENTRAL RUSSIA»



Научно-производственный периодический журнал The research-production periodic magazine Включен в международную базу данных Agris №5 (17), 2015 г.

по материалам XVIII международной научно-практической конференции «Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции – новые технологии и техника нового поколения для растениеводства и животноводства»

Основан в 2012 г. Выходит 6 раз в год It is based in 2012. There are 6 times a year

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПЕРИОДИЧЕСКОГО ЖУРНАЛА «НАУКА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ»

ЗАЗУЛЯ Александр Николаевич — **главный редактор,** д-р техн. наук, профессор, директор ФГБНУ ВНИИТиН

НАГОРНОВ Станислав Александрович — **зам. главного редактора,** д-р техн. наук, профессор, зам. директора по научной работе ФГБНУ ВНИИТиН

ГОЛУБЕВ Иван Григорьевич — д-р техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки Московской области, зав. отделом ФГБНУ «Росинформагротех»

ГОРБАЧЕВ Иван Васильевич — член-корреспондент РАН, д-р техн. наук, профессор

ЕРОХИН Михаил Никитьевич — академик РАН, заслуженный деятель науки Р Φ , д-р техн. наук, профессор, лауреат премии Правительства Р Φ

ЖАЛНИН Эдуард Викторович — д-р техн. наук, профессор, лауреат Государственной премии РФ в области науки и техники, ФГБНУ ВИМ

ЗАВРАЖНОВ Анатолий Иванович — академик РАН, д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВПО МичГАУ

КУШНАРЕВ АРТУР СЕРГЕЕВИЧ — доктор технических наук, профессор, член-корреспондент УААН, заслуженный работник народного образования, заведующий кафедрой теоретической механики и теории машин и механизмов Таврического государственного агротехнологического университета, Украина

ЛАРЮШИН Николай Петрович — д-р техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заслуженный работник сельского хозяйства, профессор кафедры ФГБОУ ВПО «Пензенская ГСХА»

ЛЯЛЯКИН Валентин Павлович — д-р техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, ФГБНУ ГОСНИТИ

МИЩЕНКО Сергей Владимирович — д-р техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники $P\Phi$, лауреат премии Правительства $P\Phi$ в области образования, член Национального комитета по теплофизическим свойствам веществ PAH, $\Phi\Gamma FOV$ ВПО $T\Gamma TV$

ПОПОВ Владимир Дмитриевич — академик РАН, д-р техн. наук, профессор, президент Региональной областной организации "Санкт-Петербургская ассоциация инженеров сельского хозяйства — СПА-ИСХ", член Правления Ассоциации содействия полевым экспериментам и исследованиям, директор ФГБНУ «ИАЭП»

СТРЕБКОВ Дмитрий Семенович — академик РАН, д-р техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заместитель председателя Российского комитета по использованию возобновляемых источников энергии, председатель рабочей группы Европейского бюро ЮНЕСКО по образованию в области солнечной энергии, директор ФГБНУ ВИЭСХ

ФЕДОРЕНКО Вячеслав Филиппович — член-корреспондент РАН, д-р техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РФ, директор ФГБНУ «Росинформагротех»

REZA Ambrishambaf — vice Rector of Eastern Mediterranean University, PhD, Centro Algoritmi University of Minho Campus of Azurem. Portugal

MAJID Hashemipour — prof., PhD Manufacturing Engineering, Vise Rector for Technical Administration and International Affairs of Eastern Mediterranean University, Turkey

Редакция

Журнал «Наука в Центральной России Science in the central Russia»

Учредитель: ФГБНУ ВНИИТИН

Главный редактор: Зазуля А.Н.

№ 5 (17) 24.10.2015, Тираж - 100 экз. Свободная цена

Адрес редакции и издателя: **392022, г. Тамбов, пер. Ново-Рубежный, 28, к. 21,** тел. 8(4752)440-241; e-mail: <u>naukacr@yandex.ru</u>

Отпечатано в типографии ООО «Максимал информационные технологии» 398017, г. Липецк, ул. Ушинского, 8

СМИ зарегистрировано в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) ПИ № ФС77-51695 от 07.12.2012 г.

Технический редактор: Левина Эмма Владимировна, тел. +7 (920) 246-20-64 **Зав. отделом по развитию:** Левин Максим Юрьевич, тел. +7 (920) 240-71-96

© «Наука в центральной России», 2015

«НАУКА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ»

«SCIENCE IN THE CENTRAL RUSSIA»

Научно-производственный периодический журнал The research-and-production periodic magazine №5 (17), 2015 г.

Основан в 2012 г. Выходит 6 раз в год It is based in 2012. There are 6 times a year

Учредитель и издатель журнала:

государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов Российской академии сельскохозяйственных наук (ГНУ ВНИИТиНРоссельхозакадемии)

ЭКСПЕРТНЫЙ СОВЕТ

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПЕРИОДИЧЕСКОГО ЖУРНАЛА «НАУКА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ»

Процессы и машины агроинженерных систем, агропромышленные инновационные технологии в животноводстве и растениеводстве, эффективное использование отечественной и зарубежной сельскохозяйственной техники

ОСТРИКОВ Валерий Васильевич — д-р техн. наук, зав. лабораторией использования смазочных материалов и отработанных нефтепродуктов ФГБНУ ВНИИТиН

ШУВАЛОВ Анатолий Михайлович — д-р техн. наук, профессор, зав. лабораторией использования **ПЕТРАШЕВ Александр Иванович** — д-р техн. наук, зав. лабораторией организации хранения и защиты техники от коррозии ФГБНУ ВНИИТиН

ЕРОХИН Геннадий Николаевич — к-т техн. наук, зав. лабораторией эксплуатационных требований к сельхозтехнике ФГБНУ ВНИИТиН

Технология продовольственных продуктов

ТИШАНИНОВ Николай Петрович — д-р техн. наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории управления качеством технологических процессов в сельском хозяйстве ФГБНУ ВНИИТиН **ДОРОВСКИХ Владимир Иванович** – к-т техн. наук, зав. лабораторией управления качеством

Агрономия

ТРУНОВ Юрий Викторович – д.с.-х.н., профессор, Всероссийский институт садоводства им. И.В. Мичурина

САВЕЛЬЕВ Николай Иванович – д.с.-. х.н., профессор, академик РАН

Ветеринария и Зоотехния

ЭНГОВАТОВ Василий Федорович – д.с.-х.н., главный научный сотрудник лаборатории технологии производства свинины ФГБНУ ВНИИТиН

КУРГУЗКИН Владимир Николаевич — д-р с.-х. наук, главный научный сотрудник лаборатории технологии производства молока и говядины ФГБНУ ВНИИТиН

ШУЛАЕВ Геннадий Михайлович — канд. с.-х. наук, зав. лабораторией технологии производства свинины ФГБНУ ВНИИТиН

Экономика и управление народным хозяйством (АПК и сельское хозяйство)

САЗОНОВ Сергей Николаевич — д-р техн. наук, профессор, зав. лабораторией использования производственных ресурсов в фермерских хозяйствах ФГБНУ ВНИИТиН

СОЛОПОВ Владимир Алексеевич— д-р эконом. наук, профессор, проректор по научной и инновационной работеФГБОУ ВПО МичГАУ

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна. Материалы публикуются в авторской редакции.

© «Наука в центральной России», 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

Завражнов Анатолий Иванович, Зазуля Александр Николаевич, Нагорнов Станислав Александрович, Князева Лариса Геннадьевна
О ПРОБЛЕМАХ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНИКИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ5
Zavrazhnov Anatoly Ivanovich, Zazulya Alexander, Nagornov Stanislav, Knyaseva Larisa Gennadyevna
ABOUT THE PROBLEM OF EFFECTIVE USE OF TECHNIQUE AND PETROLEUM PRODUCTS IN AGRICULTURE6
Брусенков Алексей Владимирович,25 Ведищев Сергей Михайлович Завражнов Анатолий Иванович, Прохоров Алексей Владимирович
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГОЕМКОСТИ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ КОРНЕКЛУБНЕПЛОДОВ С ВАЛЬЦОВЫМ ПОДПОРОМ25
Brusenkov Aleksey Vladimirovich, Vedishhev Sergej Mihajlovich, Zavrazhnov Anatolij Ivanovich, Prohorov Aleksey Vladimirovich
RESEARCH OF ENERGY INTENSITY A DEVICE WITH ROLLER HELPERS FOR CHOPPING ROOT CROPS26
Голубев Иван Григорьевич
ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ КАК НАПРАВЛЕНИЕ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ32
Golubev Ivan Grigorjevich
RESTORATION OF DETAIL AS A TREND IMPORT SUBSTITUTION OF SPARE PARTS OF AGRICULTURAL MACHINERY
Ву Дук Вуонг
О ПЕРСПЕКТИВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА ДЛЯ ДИЗЕЛЕЙ38
Vu Duc Vuong
ON THE PROSPECTS TO THE USE OF VEGETABLE OILS AS FUEL FOR DIESEL ENGINES38
Хоанг Нгиа Дат
О ПРОИЗВОДСТВЕ БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА46
Hoang Nghia Dat
ABOUT THE BIODISEL PRODUCTION46
Капустин Василий Петрович
ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ ДИССЕРТАЦИЙ И АВТОРЕФЕРАТОВ53
Kapustin Vasily Petrovich
THE QUALITY IMPROVEMENT OF THESIS AND AUTHOR S ABSTRACT PREPARATION
53

ISSN 2305-2538 НАУКА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ, №5 (17), 2015

Коваленко Всеволод Павлович, Девянин Сергей Николаевич, Улюкина Елена Анатольевна, Тодорив А.В.	
ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЖАТОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ6	52
Kovalenko Vsevolod Pavlovich, Девянин Сергей Николаевич, Uljukina Elena Anatol'evna, Todoriv A.V.	
PERSPECTIVE USE OF COMPRESSED NATURAL GAS DURING EXPLOITATION OF AGRICULTURAL MACHINERY6	53
Коваленко Всеволод Павлович, Золотов А.В., Улюкина Елена Анатольевна	
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ВОД В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ	59
Kovalenko Vsevolod Pavlovich, Zolotov A.V., Uljukina Elena Anatol'evna	
PERFECTION WATER THE SYSTEM FOR CLEANING CONTAINING OIL IN AGRICULTURAL PRODUCTION7	'O
РЕАКЦИИ АЛКОГОЛИЗА И ПЕРЕЭТЕРИФИКАЦИИ В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА БИОТОПЛИВА7	'5
Саргужиева Бибигуль Абуевна,	
Sarguzhieva Bibigul Abaevna	
ALCOHOLYSIS AND TRANSESTERIFICATION IN THE PRODUCTION PROCESS BIOFUEL	'5
Тишанинов Николай Петрович, Анашкин Александр Витальевич	
ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЖАЛЮЗИЙНЫХ ДЕЛИТЕЛЕЙ ПОТОКА ЗЕРНА8	35
Tishaninov Nikolay Petrovich Anashkin Alexander Vitalyevich	
SUBSTANTIATION OF THE PARAMETERS OF LOUVERED DIVIDERS FLOW OF GRAIN8	35
Хмыров Виктор Дмитриевич, Гребенникова Татьяна Владимировна	
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ БРИКЕТОВ ИЗ ПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА9)4
Hmyrov Viktor Dmitrievich, Grebennikova Tat'jana Vladimirovna	
EXPERIMENTAL APPARATUS FOR THE PREPARATION OF BRIQUETTES FROM LITTER MANURE9	
Шихалев Илья Николаевич	
СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ДИСПЕРСИОННОЙ СРЕДЫ СМАЗОК НА ОСНОВЕ	
ОТРАБОТАННЫХ МОТОРНЫХ МАСЕЛ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПЛАСТИЧНОЙ СМАЗКИ В УЗЛЕ ТРЕНИЯ9	8(
Shihalev Il'ja Nikolaevich	
METHOD FOR PRODUCING OF DISPERSION MEDIUM OF GREASES BASED ON USED MOTOR OIL AND EVALUATION OF WORK EFFICIENCY OF THE GREASE IN THE	
FRICTION UNIT9	8

УДК 620.197.7: 631.171

О ПРОБЛЕМАХ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНИКИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Завражнов Анатолий Иванович,

доктор технических наук, профессор, академик РАН,

Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, г. Тамбов, Российская Федерация

Зазуля Александр Николаевич,

доктор технических наук, профессор, директор,

Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, г. Тамбов, Российская Федерация

Нагорнов Станислав Александрович,

доктор технических наук, профессор, заместитель директора по научной работе, Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, г. Тамбов, Российская Федерация, e-mail: snagornov@yandex.ru.

Князева Лариса Геннадьевна,

доктор химических наук, доцент, ученый секретарь, Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, г. Тамбов, Российская Федерация, e-mail: vitin-10@mail.ru

Реферат. Проведена переоценка основных положений и понятий науки об использовании техники для многоукладного сельского хозяйства, научно обоснованы пути повышения эффективности использования техники и нефтепродуктов. Рассмотрены основные причины, сдерживающие переход сельского хозяйства к инновационной модели развития, показано место в ней системы использования техники и нефтепродуктов. Выявлено, что ФГБНУ ВНИИТиН заполняет нишу между производителями техники и теми, кто ее использует. Отмечено, что разработанная в институте информационная компьютерная система позволяет моделировать работу практически любого зерноуборочного комбайна. В работе проанализированы пути модернизации отечественных сельскохозяйственных машин. Отмечено, что благодаря доступной в условиях хозяйств замены старых конструкционных элементов на новые, разработанные в институте, устаревшие машины получают характеристики, сопоставимые с импортными аналогами. Среди основных проблем использования нефтепродуктов в сельском хозяйстве названа проблема рационального использования и экономии жидкого топлива и смазочных материалов. Научными исследованиями, разработанными рекомендациями, технологическими процессами и техническими средствами охвачена вся цепочка: от получения сельскохозяйственным производителем моторного топлива и масла до утилизации отработавших нефтепродуктов. Разработаны технологические процессы и технические средства, позволяющие проводить восстановление отработавших масел с целью их повторного использования. Получены биодобавки, улучшающие потребительские свойства дизельного топлива. Дальнейшее развитие системы использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве непосредственно связано с научно-исследовательскими работами сотрудников ФГБНУ ВНИИТиН.

Ключевые слова: переосмысление использования техники и нефтепродуктов, сельское хозяйство, модернизация, информационная компьютерная система, рациональное использование, жидкое топливо, смазочные материалы, экономия, утилизация, альтернативные источники энергии.

ABOUT THE PROBLEM OF EFFECTIVE USE OF TECHNIQUE AND PETROLEUM PRODUCTS IN AGRICULTURE

Zavrazhnov Anatoly Ivanovich,

Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, All-Russian scientific research institute of use equipment and oil products in agriculture, Tambov, Russian Federation

Zazulya Alexander,

Doctor of Technical Sciences, Professor, Director, All-Russian scientific research institute of use equipment and oil products in agriculture, Tambov, Russian Federation

Nagornov Stanislav,

Doctor of Technical Sciences, Professor, Deputy Director for scientific work, All-Russian scientific research institute of use equipment and oil products in agriculture, Tambov, Russian Federation, e-mail: snagornov@yandex.ru.

Knyaseva Larisa Gennadyevna,

Doctor of Chemical Sciences, Associate Professor, All-Russian scientific research institute of use equipment and oil products in agriculture, Tambov, Russian Federation

Abstract. The reassessment of the key terms and concepts of science about the use of technology for the multi-structural agriculture, scientifically grounded ways of increase of efficiency of use of equipment and oil products. The main reasons hindering the transition of agriculture to innovation model of development are considered in the work place in the model of the use of technology and oil is shown. It is shown that FGBNU VNIITiN fills the gap between equipment manufacturers and those who use it. It is noted that the information computer system, developed at the Institute, allows you to simulate the work of almost any combine harvester. This paper analyzes the way of modernization of domestic agricultural machinery. It is noted that due to the affordable replacement of old for new structural elements in farms, developed at the institute, obsolete machinery obtained characteristics comparable to imported analogues. Among the main problems of the use of petroleum products in agriculture is called the problem of rational use and saving of fuel oil and lubricants. Research, develop recommendations, process and technical meanscover the entire chain: from producing agricultural producer of motor fuel and oil to the disposal of used oil. Technological process and means to allow for recovery of waste oils with a view to re-use are developed. Supplements improving consumer properties of diesel fuel are obtained. Further development of system of the use of machinery and petroleum products in agriculture is directly linked to the research work of employees FGBNU VNIITiN.

Keywords: rethinking the use of machinery and petroleum products, agriculture, modernization, information computer system, rational use, liquid fuels, lubricants, saving, recycling, the alternate

sources of energy.

Введение. Успешное выполнение показателей Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013 – 2020 годы, прежде всего, обуславливается научным обоснованием инновационных машинных технологий и процессов производства конкурентоспособной зонально-адаптивной продукции растениеводства; созданием энергосберегающей высокопроизводительной техники нового поколения для возделывания, уборки послеуборочной обработки сельхозкультур; разработкой и реализацией эффективных технологий использования биомассы и отходов сельхозпроизводства для их переработки в качественные виды моторного топлива и др.

Одна из ключевых задач - повышение уровня использования ресурса машиннотехнологической базы и постановка его на службу сельскохозяйственному производству остается актуальной на протяжении многих лет, что свидетельствует о крайней неудовлетворительности методов ее решения. Производство продукции растениеводства и животноводства немыслимо без применения современной, высокотехнологичной сельскохозяйственной техники. Инженерно-техническая сфера сельхозпроизводства формирует 2/3 издержек на производство сельскохозяйственной продукции. Машиннотехнологические ресурсы АПК в современном сельском хозяйстве используются не всегда эффективно, и поставить их на службу интенсивному сельскохозяйственному производству задача первостепенной важности. Поэтому назрела необходимость в переосмыслении основных положений и понятий науки об использовании техники для многоукладного сельского хозяйства и, как следствие, повышения эффективности использования техники и нефтепродуктов.

На протяжении ряда лет вышеуказанной задаче уделялось большое внимание. Академик В.П. Горячкин в своей классификации выделил пять групп факторов: агротехническую, механическую, техническую (конструкторскую), производственную и эксплуатационную. Академик ВАСХНИЛ М.И. Синюков, систематизируя основные направления улучшения использования техники в сельском хозяйстве, выделил в качестве факторов экстенсивной загрузки машин увеличение числа дней работы, повышение коэффициента сменности и сокращение внутрисменных простоев, а в качестве факторов интенсивной нагрузки повышение скорости движения агрегатов, рациональное комплектование машиннотракторных агрегатов и организацию рабочих процессов. Профессор Ю.К. Киртбая резервы механизированного производства классифицировал по 4 группам: организационнохозяйственные, технические, организационно-технологические И социологические. Поскольку перечисленные показатели производительности машин, направления улучшения использования техники и резервы механизированного производства рассматривались в отдельности, то в дальнейшем исследовалось совокупное их влияние в одном хозяйстве или группе хозяйств, на основе которого выделены наиболее существенные из них применительно к конкретным условиям машиноиспользования.

Результаты исследований.

Известно [1], что эффективность функционирования техники зависит от условий эксплуатации, однако понятие эффективности использования техники весьма неоднозначно, применяемые методики ее оценки не выдерживают элементарного тестирования. В настоящее время проведение объективного анализа машиноиспользования сельскохозяйственными

предприятиями невозможно. Поэтому проблема оценки результатов машиноиспользования представляет научный и практический интерес для дальнейшего развития технологий в сельскохозяйственном производстве. Назрела необходимость в переосмыслении основных положений и понятий науки об использовании машин в сельском хозяйстве, ее целей и задач и, как следствие, эффективности машиноиспользования. Сегодня для решения этих задач нужен новый методологический подход к определению результатов использования техники и соответствующих компонентов, обеспечивающих ее высокую работоспособность.

Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве был создан в 1980 г. по инициативе Министерства сельского хозяйства СССР. Это и определило специфику его деятельности вплоть до настоящего времени. ФГБНУ ВНИИТиН был и остается институтом, который работает, прежде всего, непосредственно в интересах АПК России, опираясь на выстроенные в течение 35 лет крепкие связи с сельскохозяйственными товаропроизводителями всех без исключения организационно-правовых форм, сложившихся в настоящее время, начиная от фермерских хозяйств и кончая агрохолдингами.

В последние годы бытует мнение, что хозяйства должны сами определиться, что и как делать, лишь бы им оказали помощь в приобретении нужной им техники и желательно новой. Основными тенденциями развития системы машин являются дальнейшее повышение мощности энергетических средств, повышение производительности агрегатов за счет увеличения рабочих скоростей, ширины захвата, пропускной способности уборочных машин, грузоподъемности транспортных и погрузочных средств. Осуществляется создание унифицированных семейств, плугов, сеялок, культиваторов, лущильников и др. Расширяется оснащение сельского хозяйства самоходными машинами, а также комбинированными, осуществляющими выполнение нескольких операций за один проход. Повышаются комфортабельность и безопасность условий труда механизаторов, совершенствуются конструкции машин. Однако любая мобильная и стационарная энергетика требует определенных условий для реализации своих потенциальных возможностей.

Развитие инноваций в России определяется, в первую очередь развитием отечественной науки, переживающей не лучшие времена. Созданный в течение многих десятилетий научнопроизводственный потенциал практически исчерпал себя.

Преодоление в короткие сроки совокупности накопившихся в аграрном секторе проблем возможно только на основе широкого использования современных достижений научнотехнического прогресса (НТП), инновационных путей развития АПК,принятии и реализации стратегии прорывного типа [2]. Этот процесс тормозят: сокращение количества и ухудшение качества научно-исследовательских разработок; недостаточное финансирование науки, производства и вузов, связанных с инновациями; дефицит квалифицированных кадров; отсутствие информационного поля об инновационных проектах, а также организационного, в том числе правового и финансового, механизма применения инновационных технологий [3,4].

Академик Алтухов А.И. среди причин, сдерживающих переход сельского хозяйства к инновационной модели развития, называет [5]:

- несоответствие имеющегося научно-технического и технологического потенциала сельского хозяйства новым экономическим и производственным требованиям (ежегодно остаются невостребованными 40-50~% законченных научно-технических разработок);
- невосприимчивость большинства российских сельхозтоваропроизводителей к отечественным и зарубежным научно-техническим достижениям при увеличивающемся

импорте продовольствия, сельскохозяйственных машин (За годы рыночных преобразований научно-технический уровень производства отстал от мирового уровня на целую смену базовой технологии, а по технике – на два – три ее поколения);

- сохраняющаяся неэквивалентность обмена сельского хозяйства с другими отраслями экономики приводит к деградации его материально- технической базы;
- неблагоприятная инвестиционная ситуация для сельского хозяйства и низкая доходность большинства сельскохозяйственных товаропроизводителей; отсутствие эффективного механизма передачи достижений науки в производство и, как следствие существенное отставание сельского хозяйства по освоению инноваций, по сравнению с другими отраслями экономики.

Инновационный путь развития растениеводства и животноводства невозможен без высокого уровня системы использования техники, объединяющей все звенья инженернотехнической сферы.

Место системы использования техники и нефтепродуктов в инновационном развитии АПК отражено на рисунке 1.



Рисунок 1. Инновационное развитие АПК

В отличие от других институтов, входящих в состав отделения механизации отделения сельскохозяйственных наук РАН, ФГБНУ ВНИИТиН единственный заполняет нишу между ee использует. Большинство, производителями техники и теми, кто институтовданного профиляориентированы на проблему эксплуатации техники с точки при оптимальных технических параметрах, зрения ее использования конструкторами при разработке. При этом игнорируются вообще или рассматриваются в очень урезанном виде фактические условия и возможности сельскохозяйственных товаропроизводителей, связанные с объективными условиями хозяйствования и реальными технологическими процессами производства продукции. Иными словами, ФГБНУ ВНИИТиН в своих исследованиях ставит на первое место не условия достижения максимальной достижение технической эффективности отдельной машины, a максимального технологического эффекта у сельскохозяйственного производителя в реальных условиях хозяйствования и использования всего технологического комплекса.

Особую актуальность деятельность в этом направлении приобрела в последние годы, когда руководители множества сельскохозяйственных организаций, сталкиваясь с проблемой обновления машинно-тракторного парка, отдают предпочтение дорогостоящей импортной технике. К сожалению, часто эта техника поступает в хозяйства практически без какой-либо достоверной информации о ее реальной производительности, технологической возможности

использования ее с отечественными машинами, без «привязки» к используемым отечественными производителями технологических процессов.

Практика показала, что импортные сельскохозяйственные машины, как правило, во многом превосходят отечественную технику по производительности, комфортабельности, удобству в управлении и эксплуатации. Однако, такие машины в большинстве своем сложны в устройстве, прежде всего из-за наличия различного рода электроники, дороги. Практически ни в одном хозяйстве нет специалистов по обслуживанию и их ремонту, что усложняет эксплуатацию. К тому же, в мире одно и то же оборудование производят сотни фирм, поэтому руководителю сельскохозяйственного предприятия, даже при наличии денежных средств, сложно разобраться, с какой фирмой стоит иметь дело. В Германии, например, в сельскохозяйственном обществе специально создана комиссия, которая проводит ежегодное ранжирование ведущих фирм, производящих сельскохозяйственную технику [6]. В России такой комиссии нет, но частично заполняют эту нишу для зерноуборочных комбайнов, разработки ФГБНУ ВНИИТиН.

В ФГБНУ ВНИИТиН успешно работает лаборатория эксплуатационных требований к сельскохозяйственной технике. Многолетние исследования сотрудников этой лаборатории показали, что не существует однозначно эффективных или неэффективных зерноуборочных комбайнов. Все зависит от конкретных условий аграрного товаропроизводителя (имеющийся парк зерноуборочных комбайнов, площади зерновых культур, урожайность и т.д.) и потребительских свойств приобретаемого нового комбайна (цена, производительность, надежность, наличие в регионе службы технического сервиса, качество выполнения технологического процесса и т.д.). Разработанная в институте «Информационная компьютерная система обеспечения эффективного использования зерноуборочных комбайнов у аграрного товаропроизводителя» позволяет моделировать работу практически любого зерноуборочного комбайна, присутствующего на мировом рынке [7-11]. В результате аграрный товаропроизводитель получает возможность прогнозировать основные показатели уборки зерновых культур и выбирать оптимальный вариант комбайнового обеспечения для своих условий.

Отечественное сельскохозяйственное производство в 5 раз более энергоемко и в 4 – металлоемко, а производительность в нем в 10 раз ниже, чем в США, Канаде и ведущих государствах ЕС. Чтобы обеспечить продовольственную безопасность, необходимо ликвидировать этот разрыв. При выборе пути решения этой проблемы можно сразу поставить цель разрабатывать технику нового поколения, подобную или лучшую, чем западная. Этот путь очень затратный, под такую новую технику придется перестраивать все производство. Более доступен другой путь, когда выбирается наиболее слабое звено в той или иной машине и разрабатывается новый узел вместо него. Исследования подобного рода - одни из важнейших направлений деятельности ФГБНУ ВНИИТиН, состоящие из модернизации машин и механизмов посредством несложной, доступной в условиях хозяйств, замены старых конструктивных элементов на новые, разработанные в институте [12-32]. В результате машины и механизмы, сконструированные 20-30 лет назад и, что самое главное, уже имеющиеся в хозяйствах и используемые ими 10-20 лет, получают характеристики сопоставимые с новыми импортными аналогами (сеялки зерновые и пропашные, зерноочистительные комплексы и т.д.)

Сельское хозяйство, потребляет почти половину производимых в стране жидкого топлива и смазочных материалов (ТСМ). Из-за непомерно высоких цен на горюче-смазочные

материалы с каждым годом возрастает диспропорция между потребностью и поставкой их как в количественном, так и в качественном выражении. Перевод техники, например на газ, также требует значительных затрат и не имеет смысла из-за того, что сам парк сельхозмашин в большинстве своем выработал свой ресурс. Не решаются вопросы утилизации отработанных нефтепродуктов. Сегодня проблема рационального использования и экономии ТСМ в сельскохозяйственной отрасли чрезвычайно актуальна. Решение ее предполагает разработку и внедрение не только энергосберегающих технологий и новой сельскохозяйственной техники с одновременным обеспечением её высококачественными ТСМ, но и всего комплекса организационно-технических и технологических мероприятий, обеспечивающего оптимизацию затрат энергии в системе "топливо-машина-сельскохозяйственная продукция" [33-52].

Сегодня ФГБНУ ВНИИТиН в течение более чем 30 лет целенаправленно и последовательно занимается проблематикой по вопросам использования нефтепродуктов (моторное топливо, моторные, трансмиссионные, гидравлические масла и пластичные смазки) в реальных условиях сельскохозяйственного производства. Научными исследованиями, разработанными рекомендациями, технологическими процессами и техническими средствами охвачена вся цепочка: от получения сельскохозяйственным производителям моторного топлива и масла до утилизации отработавших нефтепродуктов [53-57]. При этом особое внимание уделяется разработке технологических процессов и технических средств, которые могут быть использованы именно в реальных условиях сельскохозяйственного производства, позволяющие проводить восстановление отработавших масел с целью его повторного использования в машинах и механизмах [58-72].

Выводы. Ведущие страны все шире используют альтернативные возобновляемые источники энергии, а по мнению авторов [73] «мы пока только говорим», что действуем в этом направлении. Это не относится к ФГБНУ ВНИИТиН, который был пионером и остается признанным лидером в перспективной области научных исследований, связанной с получением и использованием биотоплива. В результате многолетних исследований получены феноменальные результаты, позволяющие выйти на уровень, превышающий лучшие зарубежные достижения, по вопросам технологического совершенства процесса производства биотоплива [74-87]. Более того, получены биодобавки, улучшающие потребительские свойства дизельного топлива [81-85].

ФГБНУ ВНИИТиН в течение 22 лет плодотворно ведет весь комплекс исследований, направленный на рациональное использование и формирование производственных ресурсов в крестьянских (фермерских) хозяйствах. За этот период удалось создать уникальную базу данных, отражающую реальную эффективность использования производственного потенциала в современных фермерских хозяйств [88-92], полученные результаты активно используются в деятельности АККОР, в работе профильных комитетов Совета Федерации и Государственной Думы.

Таким образом, сегодня можно с уверенностью сказать, что дальнейшее развитие системы использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве непосредственно связано с научно-исследовательскими работами сотрудников ФГБНУ ВНИИТиН.

Список литература

- 1. Щетинин, Н.В. Методические основы оценки использования машин: Автореф. дисс. на соискание ученой степени докт. техн. наук: 05.20.01 и 05.20.03 Зерноград, ФГОУ ВПО АЧГАА, 2009. 32 с.
- 2. Романенко, Г.А. Роль аграрной науки в реализации Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков с.-х. продукции, сырья и продовольствия на 2008-2012 годы // «Золотая осень» – демонстрация достижений российских аграриев: матер.мероприятий рамках деловой программы 11-й Российской октября 2009 г., М., агропромышленной выставки (9-12 ВВЦ). M.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – С. 24-26.
- 3. Родионова О.А. Инновационная активность в отраслях АПК: опыт и проблемы / Инновационное предпринимательство как фактор эффективного развития АПК: сб. науч. трудов по итогам «Круглого стола». Елец: ЕГУ им. И.А. Бунина, 2004. С. 45-49.
- 4. Роль инноваций в развитии агропромышленного комплекса. М.: ВИАПИ им. А.А. Никонова: «Энциклопедия российских деревень», 2008. 732 с.
- 5. Алтухов А.И. Инновационный путь развития сельского хозяйства как основа повышения его конкурентоспособности. // Вестник ОрелГАУ. Экономика инновационных процессов в АПК. 2008. $N \ge 6$. С. 4-6.
 - 6. http://agrosev.narod.ru/page149itemid2827number92.htm. Обращение 18.06.2015.
- 7. Ерохин Г.Н. Информационная система оценки эффективности использования различных зерноуборочных комбайнов // Техника и оборудование для села. 2010. № 5. С. 44-45
- 8. Ерохин, Г.Н. Оценка эффективности комбайнового обеспечения уборки зерновых культур / Г.Н. Ерохин// Техника в сельском хозяйстве. 2006. №4. С.27-29
- 9. Ерохин Г.Н. Целесообразность услуг машинно-технологических станций на уборке зерновых культур / Г.Н.Ерохин // Техника и оборудование для села. 2006. –№5. С.30-31
- 10. Ерохин Г.Н., Решетов А.С., Коновский В.В. Моделирование эксплуатационнотехнологических показателей зерноуборочных комбайнов // Тракторы и сельхозмашины. 2011. № 1. С. 30-31.
- 11. Ерохин Г.Н., Коновский В.В. Эксплуатационно-технологические показатели зерноуборочных комбайнов // Техника в сельском хозяйстве. 2012. № 6. С. 18-20.
- 12. Зазуля А.Н., Шувалов А.М., Набатов К.А., Машков А.Н. Многофункциональная энерготехнологическая установка для крестьянского хозяйства // Тракторы и сельхозмашины. 2014. N = 4. C. 10-11.
- 13. Зазуля А.Н., Немтинов К.В., Ерусланов А.К. Конструкторская разработка посевного комплекса для мелких зерновых культур // Наука в центральной России. 2013. № 1. С. 16-20.
- 14. Шувалов А.М., Машков А.Н., Набатов К.А., Чернов Д.С. Многоцелевой термоагрегат // Сельский механизатор. 2014. № 3(61). С. 10-11.
- 15. Шувалов А.М., Машков А.Н. Способы снижения мощности электропарогенератора в установке многоцелевого назначения // Наука в центральной России. 2014. № 6 (12). С. 9-14
- 16. Шувалов А.М., Зазуля А.Н., Машков А.Н., Набатов К.А. Пищеварочная линия: патент на изобретение RUS 2454911 28.02.2011.

- 17. Машков А.Н. Экспериментальные исследования энергетических показателей многоцелевого агрегата для термической обработки сельхозпродукции // Труды ГОСНИТИ. 2013. Т. 111, N 1. С. 62-66.
- 18. Балашов А.В., Минкин В.А., Горгодзе А.Р. Агрегат для сбора и транспортировки ботвы // Сельский механизатор. 2014. № 5 (63). С. 8-9.
- 19. Тырнов Ю.А., Балашов А.В., Белогорский В.П., Стрыгин С.П., Сухов А.А. Механическая сеялка для высева капсулированных семян // Тракторы и сельхозмашины. 2014. № 5. С. 18-19.
- 20. Петрашев А.И., Князева Л.Г., Клепиков В.В., Плужников М.А. Мобильный агрегат для противокоррозионной защиты с.-х. техники вязкими смазками //Тракторы и сельхозмашины. 2014. № 2. С. 11-13.
- 21. Петрашев А.И., Плужников В.А. Работоспособность выносногогидромотора в условиях повышенной температуры // Тракторы и сельхозмашины. 2014. № 3. С. 36-38.
- 22. Петрашев А.И., Князева Л.Г. Локальный нагреватель вязких консервантов // Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции новые технологии и техника нового поколения для растениеводства и животноводства: сборник научных докладов XVI Международной научно-практической конференции. 2011. С. 362-365.
- 23.Прохоренков В.Д., Балашов А.В., Клепиков В.В., Шумов Ю.А. Установка для консервации втулочно-роликовых цепей // Тракторы и сельхозмашины. 2014. № 4. С. 9-10.
- 24. Петрашев А.И., Князева Л.Г., Клепиков В.В. Энергоэкономный процесс противокоррозионной обработки сельхозмашин в полевых условиях // Наука в центральной России. 2013. № 5. С. 47-54.
- 25. Петрашев А.И., Ивойлов А.А., Шаталин Ю.Ю. Передвижная установка для противокоррозионной защиты машин //Техника в сельском хозяйстве. − 2009, № 2. С. 27 29.
- 26. Ведищев С.М. Кормораздатчик для доильных установок // Наука в центральной России. 2013. № 5. С. 68-71.
- 27. Доровских В.И., Доровских Д.В. Принципы управления качеством технологических процессов в молочном животноводстве // Наука в центральной России. 2014. № 6 (12). С. 22-28.
- 28. Доровских В.И., Доровских Д.В., Аткешов А.О. Результаты исследования влияния режимов доения на процесс молоковыведения у коров // Наука в центральной России. 2014. № 3 (9). С. 59-64.
- 29. Шувалов А.М., Зазуля А.Н., Шулаев Г.М., Вотановская Н.А., Чернов Д.С. Технические средства для обработки сои // Наука в центральной России. 2014. № 1 (7). С. 55-60.
- 30. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В. Модернизация технологий подработки зерна на базе средств управления массовыми потоками // Наука в центральной России. 2014. № 2 (8). С. 35-41.
- 31. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В., Тишанинов К.Н. Новые делители потока сыпучих материалов // Наука в центральной России. 2013. № 1. С. 30-36.
- 32. Тишанинов Н.П., Калиниченко С.Г., Анашкин А.В. Универсальная дробилка компонентов кормов // Наука в центральной России. 2013. № 3. С. 4-10.

- 33. Нагорнов, С.А. Повышение эффективности работы нефтехозяйств в АПК. Научное издание. / С.А. Нагорнов, А.Н. Зазуля, С.В. Романцова, И.Г. Голубев. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. 168 с.
- 34. Нагорнов, С.А. Эффективное использование нефтепродуктов в сельском хозяйстве /С.А. Нагорнов, С.В. Романцова, А.Н. Зазуля, И.Г. Голубев. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2006. 192 с.
- 35. Зазуля, А.Н. Анализ направлений экономии топливно-смазочных материалов путем модернизации нефтехозяйств / А.Н. Зазуля, С.А. Нагорнов, Ю.Н. Сапьян, И.Г. Голубев. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. 168 с.
- 36. Обеспечение сельского хозяйства нефтепродуктами / С.А. Нагорнов, М.Б. Клиот, Г.Г. Толчеев, О.В. Матвеев, С.В. Романцова, В.А. Поварова // Вестник Росс. академии сельск.-хоз. наук. 1998. № 4. С. 10-11.
- 37. Рекомендации по предотвращению потерь светлых нефтепродуктов от испарений / С.А. Нагорнов, О.В. Матвеев, С.В. Романцова. Тамбов, ВИИТиН, 1998. –32 с.
- 38. Методика прогнозного расчета потребления дизельного топлива и бензина сельскими товаропроизводителями / С.А. Нагорнов, Г.Г. Толчеев, М.Б. Клиот. Тамбов, ВИИТиН, 1998.— $20~\rm c.$
- 39. Вигдорович В.И., Романцова С.В., Нагорнов С.А. Стабилизация дизельного топлива в условиях длительного хранения // Вестник Тамбовск-го гос. ун-та. Сер.: Естественные и технические науки. 1999. Т. 4. Вып. 3. С. 312-315.
- 40. Толчеев Г.Г., Клейменов О.А., Нагорнов С.А. Методические подходы к прогнозированию потребления нефтепродуктов в АПК // Вестник Росс.академии сельскохоз. наук. 2000. № 1. С. 71-74.
- 41. Нефтепродукты, их свойства и применение. Справочное пособие / С.А. Нагорнов, Н.Н. Самишева, В.В. Остриков, С.В. Романцова, В.А. Юрьев // Под ред. С.А. Нагорнова Тамбов, 2000. 130 с.
- 42. Комплект для экспресс-анализа / С.А. Нагорнов, С.В. Романцова, О.В. Матвеев, В.В. Остриков // Сельский механизатор. 2001. № 10. С. 14-15.
- 43. Остриков В.В., Нагорнов С.А. Концептуальные предпосылки повышения эффективности использования нефтепродуктов в АПК // Техника в сельском хозяйстве.2002. № 4. С. 24-27.
- 44. Остриков В.В., Прохоренков В.Д., Нагорнов С.А. Безотходная технология переработки отработанных смазочных масел // Химическое и нефтегазовое машиностроение. 2003. № 5. С. 36-39.
- 45. Нагорнов С.А., Романцова С.В., Матвеев О.В. Хранение топливо-смазочных материалов на нефтескладах и обеспечение их качества // Техника и оборудование для села. 2005. № 6. С. 26-28.
- 46. Нагорнов С.А., Романцова С.В., Матвеев О.В. Хранение топливо-смазочных материалов на нефтескладах и обеспечение их качества // Техника и оборудование для села. 2005. № 7. С. 39-41.
- 47. Восстановление качества некондиционных нефтепродуктов // С.А. Нагорнов, С.В. Романцова, О.В. Матвеев, Д.О. Матвеев, А.П. Ликсутина //Техника и оборудование для села. 2006. № 8. С. 37-38.
- 48. Нагорнов С.А., Матвеев О.В., Фокин Р.В. Анализ метрологического обеспечения при измерении и учете нефтепродуктов на сельских нефтескладах // Пути использования биомассы

- в качестве энергоресурсов. Сб. научн. тр. ГНУ ВИИТиН. Вып. № 12. Тамбов: ГНУ ВИИТиН, 2006. С. 24-31.
- 49. Ткачев А.Г., Нагорнов С.А., Малахов К.С. Использование фуллеренов для улучшения процесса сгорания светлых нефтепродуктов // Современные технологии и оборудование для спиртовых производств и биотоплива: Сб. научных докладов II международной научнопрактической конференции Тамбов: Изд-во ОАО «Тамбовский завод "Комсомолец" им. Н.С. Артемова», 2006. С. 43-47.
- 50. Ткачев А.Г., Нагорнов С.А., Малахов К.С. Перспективы использования УНМ для создания фильтрующих элементов повышенной степени очистки // Современные технологии и оборудование для спиртовых производств и биотоплива: Сб. научных докладов II международной научно-практической конференции Тамбов: Изд-во ОАО «Тамбовский завод "Комсомолец" им. Н.С. Артемова», 2006. С. 51-53.
- 51. Контроль качества топлив и смазочных материалов, используемых в узлах и агрегатах сельскохозяйственной техники /В.В. Остриков, С.А. Нагорнов, О.А. Клейменов, А.П. Ликсутина, Н.Н. Тупотилов, А.Ю. Корнев. М.: Россельхозакадемия, 2007. 115 с.
- 52. Светлые нефтепродукты: способы получения, основные свойства и использование /А.П. Уханов, Ю.В. Гуськов, С.А. Нагорнов, А.Н. Зазуля. Пенза: РИО ПГСХА, 2008. 203 с.
- 53. Утилизация нефтеотходов с использованием электромагнитного поля / В.П. Коваленко, С.А. Нагорнов, С.В. Романцова, Е.А. Улюкина // Экологический информационно-аналитический журнал «АВТО-ГРИН». 2005/2006. Декабрь-январь-февраль. С. 15-16.
- 54. Современные методы утилизации нефтеотходов в сельскохозяйственном производстве / Е.А. Улюкина, В.П. Коваленко, С.А. Нагорнов, Н.М. Лихтерова // Агроинженерия: Вестник ФГОУ ВПО «Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина». 2006. Вып. 3(18). С.91-94.
- 55. Углубленная переработка нефтеотходов волновым воздействием / С.А. Нагорнов, С.В. Романцова, О.В. Матвеев, Д.О. Матвеев, А.П. Ликсутина. Техника и оборудование для села. 2006. № 12. С. 17-18.
- 56. Новые методы утилизации нефтеотходов сельскохозяйственного производства / Е.А. Улюкина, В.П. Коваленко, С.А. Нагорнов, Н.М. Лихтерова // Техника и оборудование для села. -2008.- № 9.- С. 42-44.
- 57.Нагорнов С.А., Романцова С.В., Матвеев О.В. Экологически чистый нефтесклад для сельскохозяйственных предприятий // Ремонт, восстановление, модернизация. -2006. -№ 11. -С. 43-45.
- 58. Остриков, В.В. Повышение эффективности использования смазочных материалов путем разработки и совершенствования методов, технологий и технических средств [Текст]: дисс. д-ра тех. наук: 05.20.03 / Остриков В.В.. Саратовский ГАУ им. Н.И. Вавилова. Саратов, 2000. 534 с.
- 59. Остриков В.В., Попов С.Ю., Бектилевов А.Ю., Забродский И.А. Теоретический анализ процесса удаления продуктов старения из работающего моторного масла встроенными в систему смазки центрифугами // Труды ГОСНИТИ. 2014. Т. 115. С. 88-94.
- 60. Остриков В.В., Бусин И.В. Удаление продуктов старения из масел // Сельский механизатор. 2012. № 1. С. 36-37.
- 61. Остриков В.В., Корнев А.Ю., Шихалев И.Н., Сафонов В.В. Пластичные смазки на основе отработанных масел //Сельский механизатор. 2014. № 3 (61). С. 30-31.

- 62. Остриков В.В., Корнев А.Ю., Шихалев И.Н. Исследования по разработке технологических процессов получения пластичных смазок на основе глубокоочищенных отработанных масел// Научное обозрение. 2014. № 4. С. 211-214.
- 63. Остриков В.В., Попов С.Ю., Зимин А.Г., Забродский И.А. Теоретический анализ пригодности работающего моторного масла к ремонтно-восстановительным операциям под действием многофункциональных добавок // Тракторы и сельхозмашины. 2014. № 4. С. 42-44.
- 64. Остриков В.В., Корнев А.Ю., Тупотилов Н.Н., Шихалев И.Н., Сафонов В.В. Пластичная смазка на основе отработанного масла // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2014. Т. 2, № 3-4 (8-4). С. 447-451.
- 65. Князева Л.Г. Научные основы создания антикоррозионных консервационных материалов на базе отработавших нефтяных масел и растительного сырья: диссертация на соискание ученой степени доктора химических наук / ГОУВПО « Тамбовский государственный технический университет». 2012.
- 66. Князева Л.Г., Шель Н.В., Прохоренков В.Д., Остриков В.В. Утилизация отработанных масел путем получения из них высокоэффективных консервационных материалов // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2013. Т. 18, № 5. С. 2303-2306.
- 67. Князева Л.Г., Акользин А.П., Вигдорович В.И., Шель Н.В. Некоторые проблемы ингибирования атмосферной коррозии стали отработавшими моторными маслами. // Практика противокоррозионной защиты. 2012.№ 1(63). С. 60 65.
- 68. Вигдорович В.И., Князева Л.Г., Прохоренков В.Д. Защитная эффективность продуктов очистки отработавших масел в условиях электрохимической коррозии стали. // Технология нефти и газа. 2008. № 4 (57). С. 24 30.
- 69. Вигдорович В.И. Снижение экологической опасности отработанных масел путем их переработки и утилизации / Вигдорович В.И., Залиханов М.Ч., Остриков В.В., Князева Л.Г., Зазуля А.Н., Прохоренков В.Д., Цыганкова Л.Е., Шель Н.В., Акользин А.П., Винокуров В.А., Мещеряков С.В. Тамбов, 2012.
- 70. Прохоренков, В.Д. Доступные противокоррозионные материалы для защиты сельскохозяйственной техники от атмосферной коррозии / В.Д. Прохоренков, Л.Г. Князева, В.И. Вигдорович // Практика противокоррозионной защиты. 2003. № 3. С. 51 54.
- 71. Прохоренков В.Д., Князева Л.Г., Остриков В.В., Чернышова И.Ю. Противокоррозионные свойства отработанного моторного масла М $10\Gamma_2(\kappa)$. // Практика противокоррозионной защиты. 2003, № 3. С. 7 11.
- 72. Прохоренков В.Д., Князева Л.Г., Вигдорович В.И., Епифанцев С.С. Защита от атмосферной коррозии отработанными маслами, ингибированными продуктами их очистки. Сообщение 4. Защитная эффективность ингибированных ПООМ отработанных масел в условиях влагонасыщения. // Практика противокоррозионной защиты. 2006. № 2 (40). С. 41 47.
- 73. Нечаев В., Кравченко Н. и др. Проблемы освоения инноваций в АПК // АПК: экономика, управление. -2010. -№ 6. C. 74-79.
- 74. Вигдорович В.И., Дворецкий С.И., Липатова Н.С., Нагорнов С.А., Романцова С.В. Возможность использования рапсового масла в качестве сырья для получения биотоплива // Известия высших учебных заведений. Мерия: Химия и химическая технология. 2009.Т.52. № 4. С. 3-7.

- 75. Нагорнов С.А., Зазуля А.Н., Романцова С.В. Сбалансированный состав экологически чистого топлива из растительного сырья как одно из условий механизации в садоводстве // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2013. № 3. С. 63-65.
- 76.Нагорнов С.А., Романцова С.В., Бодягина С.В., Чижиков А.Г. Повышение стабильности биодизельного топлива // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве: труды международной научно-технической конференции
- 77. Нагорнов С.А., Марков В.А., Девянин С.Н. Применение смесевых биотоплив на основе метиловых эфиров растительных масел в транспортных дизелях // Безопасность в техносфере. 2011. № 6. С. 26-33.
- 78. Нагорнов С.А., Романцова С.В., Бодягина С.В., Чижиков А.Г. Интенсификация синтеза биодизельного топлива // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве: труды международной научно-технической конференции. 2010. Т. 2. С. 308-312.
- 79. Нагорнов С.А., Романцова С.В., Бодягина С.В., Чижиков А.Г. Повышение стабильности биодизельного топлива // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве: труды международной научно-технической конференции
- 80. Зазуля А.Н., Нагорнов С.А., Бодягина С.В. Особенности фракционного состава биодизельного топлива // Техника в сельском хозяйстве. 2010. № 5. С. 20-23.
- 81. Романцова С.В., Аббасов Р.Е., Фролов И.И., Рязанцева И.А. Воздействие биодизельного и композитного топлива на резину // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2012. Т. 17, № 1. С. 337-338.
- 82. Нагорнов С.А., Дворецкий С.И., Романцова С.В., Дворецкий Д.С., Ермаков А.А. Исследование процесса получения биодизельного топлива в проточном аппарате с магнитовихревым слоем ферромагнитных частиц // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2013. Т. 19, № 2. С. 316-324.
- 83. Нагорнов С.А., Зазуля А.Н., Романцова С.В. О молекулярном составе биодизельного топлива // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2013. № 3. С. 70-73.
- 84. Романцова С.В., Павлов С.С., Ерохин И.В. Способ синтеза компонента дизельного топлива, улучшающего его эксплуатационные и экологические свойства // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2014. Т. 19., $N ext{ iny 1}$. С. 124-125.
- 85. Романцова С.В. Синтез полифункциональных присадок для дизельного и биодизельного топлива // Наука в центральной России. 2013. \mathbb{N} 3. С. 26-30.
- 86.Нагорнов С.А., Романцова С.В. Эфирная композиция для улучшения свойств дизельного топлива // Наука в центральной России. 2013. № 2. С. 35-43.
- 87. Нагорнов С.А., Романцова С.В., Бодягина С.В., Чижиков А.Г. Интенсификация синтеза биодизельного топлива // Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве: труды международной научно-технической конференции. 2010. Т. 2. С. 308-312.
- 88. Сазонова Д.Д., Сазонов С.Н. Оптимизация аллокативной эффективности использования производственных ресурсов в фермерских хозяйствах // Научно технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы международной научнопрактической конференции в 3-х томах. 2014. С. 201-206.

- 89. Сазонова Д.Д., Сазонов С.Н. Оценка эффективности использования производственнотехнических ресурсов в фермерских хозяйствах // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2014. № 1. С. 96-103.
- 90. Сазонова Д.Д. Фактическая эффективность деятельности фермерских хозяйств // Международный научно-исследовательский журнал. 2014. № 10-3 (29). С. 21-24.
- 91. Сазонов С.Н., Сазонова Д.Д. Техническая эффективность использования производственных ресурсов в фермерских хозяйствах // Техника в сельском хозяйстве. 2012. № 6. С. 25-27.
- 92. Сазонова Д.Д. Влияние гармонизации мер государственной поддержки на эффективность использования производственных ресурсов в фермерских хозяйствах // Техника в сельском хозяйстве. 2012. № 6. С. 29-32.

References

- 1. Ŝetinin, N.V. Metodičeskie osnovy ocenki ispol'zovaniâ mašin: Avtoref. diss. na soiskanie učenoj stepeni dokt. tehn. nauk: 05.20.01 i 05.20.03 Zernograd, FGOU VPO AČGAA, 2009. 32 s.
- 2. Romanenko, G.A. Rol' agrarnoj nauki v realizacii Gosudarstvennoj programmy raz-vitiâ sel'skogo hozâjstva i regulirovaniâ rynkov s.-h. produkcii, syr'â i prodovol'stviâ na 2008-2012 gody // «Zolotaâ osen'» demonstraciâ dostiženij rossijskih agrariev: mater.meropriâtij v ramkah delovoj programmy 11-j Rossijskoj agropromyšlennoj vystavki (9-12 oktâbrâ 2009 g., M., VVC). M.: FGNU «Rosinformagroteh», 2010. S. 24-26.
- 3. Rodionova O.A. Innovacionnaâ aktivnost' v otraslâh APK: opyt i problemy / In-novacionnoe predprinimatel'stvo kak faktor èffektivnogo razvitiâ APK: sb. nauč. tru-dov po itogam «Kruglogo stola». Elec: EGU im. I.A. Bunina, 2004. S. 45-49.
- 4. Rol' innovacij v razvitii agropromyšlennogo kompleksa. M.: VIAPI im. A.A. Nikonova: «Ènciklopediâ rossijskih dereven'», 2008. 732 s.
- 5. Altuhov A.I. Innovacionnyj put' razvitiâ sel'skogo hozâjstva kak osnova povyšeniâ ego konkurentosposobnosti. // Vestnik OrelGAU. Èkonomika innovacionnyh processov v APK. 2008. № 6. S. 4 6.
 - 6. http://agrosev.narod.ru/page149itemid2827number92.htm. Obraŝenie 18.06.2015.
- 7. Erohin G.N. Informacionnaâ sistema ocenki èffektivnosti ispol'zovaniâ različ-nyh zernouboročnyh kombajnov // Tehnika i oborudovanie dlâ sela. 2010. № 5. S. 44-45
- 8. Erohin, G.N. Ocenka ehffektivnosti kombajnovogo obespecheniya uborki zernovyh kul'tur / G.N. Erohin// Tekhnika v sel'skom hozyajstve. − 2006. − №4. − S.27-29
- 9. Erohin G.N. Celesoobraznost' uslug mashinno-tekhnologicheskih stancij na uborke zernovyh kul'tur / G.N.Erohin // Tekhnika i oborudovanie dlya sela. − 2006. −№5. − S.30-31
- 10. Erohin G.N., Reshetov A.S., Konovskij V.V. Modelirovanie ehkspluatacionnotekhnologicheskih pokazatelej zernouborochnyh kombajnov // Traktory i sel'hozmashiny. 2011. № 1. S. 30-31.
- 11. Erohin G.N., Konovskij V.V. EHkspluatacionno-tekhnologicheskie pokazateli zerno-uborochnyh kombajnov // Tekhnika v sel'skom hozyajstve. 2012. № 6. S. 18-20.
- 12. Zazulya A.N., SHuvalov A.M., Nabatov K.A., Mashkov A.N. Mnogofunkcional'naya ehnergotekhnologicheskaya ustanovka dlya krest'yanskogo hozyajstva // Traktory i sel'hozmashiny. 2014. № 4. S. 10-11.
- 13. Zazulya A.N., Nemtinov K.V., Eruslanov A.K. Konstruktorskaya razrabotka posevnogo kompleksa dlya melkih zernovyh kul'tur // Nauka v central'noj Rossii. 2013. № 1. S. 16-20.

- 14. SHuvalov A.M., Mashkov A.N., Nabatov K.A., CHernov D.S. Mnogocelevoj termoagregat // Sel'skij mekhanizator. 2014. № 3(61). S. 10-11.
- 15. SHuvalov A.M., Mashkov A.N. Sposoby snizheniya moshchnosti ehlektroparogeneratora v ustanovke mnogocelevogo naznacheniya // Nauka v central'noj Rossii. 2014. № 6 (12). S. 9-14
- 16. SHuvalov A.M., Zazulya A.N., Mashkov A.N., Nabatov K.A. Pishchevarochnaya liniya: patent na izobretenie RUS 2454911 28.02.2011.
- 17. Mashkov A.N. EHksperimental'nye issledovaniya ehnergeticheskih pokazatelej mnogocelevogo agregata dlya termicheskoj obrabotki sel'hozprodukcii // Trudy GOSNITI. 2013. T. 111, № 1. S. 62-66.
- 18. Balashov A.V., Minkin V.A., Gorgodze A.R. Agregat dlya sbora i transportirovki botvy // Sel'skij mekhanizator. 2014. № 5 (63). S. 8-9.
- 19.Tyrnov YU.A., Balashov A.V., Belogorskij V.P., Strygin S.P., Suhov A.A. Mekhanicheskaya seyalka dlya vyseva kapsulirovannyh semyan // Traktory i sel'hozmashiny. 2014. № 5. S. 18-19.
- 20. Petrashev A.I., Knyazeva L.G., Klepikov V.V., Pluzhnikov M.A. Mobil'nyj agregat dlya protivokorrozionnoj zashchity s.-h. tekhniki vyazkimi smazkami //Traktory i sel'hozmashiny. 2014. № 2. S. 11-13.
- 21. Petrashev A.I., Pluzhnikov V.A. Rabotosposobnost' vynosnogogidromotora v usloviyah povyshennoj temperatury // Traktory i sel'hozmashiny. 2014. № 3. S. 36-38.
- 22. Petrashev A.I., Knyazeva L.G. Lokal'nyj nagrevatel' vyazkih konservantov // Povyshenie ehffektivnosti ispol'zovaniya resursov pri proizvodstve sel'skohozyajstvennoj produkcii novye tekhnologii i tekhnika novogo pokoleniya dlya rastenievodstva i zhivotnovodstva: sbornik nauchnyh dokladov XVI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. 2011. S. 362-365.
- 23.Prohorenkov V.D., Balashov A.V., Klepikov V.V., SHumov YU.A. Ustanovka dlya konservacii vtulochno-rolikovyh cepej // Traktory i sel'hozmashiny. 2014. № 4. S. 9-10.
- 24. Petrashev A.I., Knyazeva L.G., Klepikov V.V. EHnergoehkonomnyj process protivokorrozionnoj obrabotki sel'hozmashin v polevyh usloviyah // Nauka v central'noj Rossii. 2013. № 5. S. 47-54.
- 25. Petrashev A.I., Ivojlov A.A., SHatalin YU.YU. Peredvizhnaya usta¬novka dlya protivokorrozionnoj zashchity mashin //Tekhnika v sel'skom hozyaj¬stve. 2009, № 2. S. 27 29.
- 26. Vedishchev S.M. Kormorazdatchik dlya doil'nyh ustanovok // Nauka v central'noj Rossii. 2013. № 5. S. 68-71.
- 27.Dorovskih V.I., Dorovskih D.V. Principy upravleniya kachestvom tekhnologicheskih processov v molochnom zhivotnovodstve // Nauka v central'noj Rossii. 2014. № 6 (12). S. 22-28.
- 28. Dorovskih V.I., Dorovskih D.V., Atkeshov A.O. Rezul'taty issledovaniya vliyaniya rezhimov doeniya na process molokovyvedeniya u korov // Nauka v central'noj Rossii. 2014. № 3 (9). S. 59-64.
- 29.SHuvalov A.M., Zazulya A.N., SHulaev G.M., Votanovskaya N.A., CHernov D.S. Tekhnicheskie sredstva dlya obrabotki soi // Nauka v central'noj Rossii. 2014. № 1 (7). S. 55-60.
- 30. Tishaninov N.P., Anashkin A.V. Modernizaciya tekhnologij podrabotki zerna na baze sredstv upravleniya massovymi potokami // Nauka v central'noj Rossii. 2014. № 2 (8). S. 35-41.
- 31. Tishaninov N.P., Anashkin A.V., Tishaninov K.N. Novye deliteli potoka sypuchih materialov // Nauka v central'noj Rossii. 2013. № 1. S. 30-36.
- 32. Tishaninov N.P., Kalinichenko S.G., Anashkin A.V. Universal'naya drobilka komponentov kormov // Nauka v central'noj Rossii. 2013. № 3. S. 4-10.

- 33. Nagornov, S.A. Povyshenie ehffektivnosti raboty neftekhozyajstv v APK. Nauchnoe izdanie. / S.A. Nagornov, A.N. Zazulya, S.V. Romancova, I.G. Golubev. M.: FGNU «Rosin-formagrotekh», 2008. 168 s.
- 34. Nagornov, S.A. EHffektivnoe ispol'zovanie nefteproduktov v sel'skom hozyajstve /S.A. Nagornov, S.V. Romancova, A.N. Zazulya, I.G. Golubev. M.: FGNU «Rosinformagro-tekh», 2006. 192 s.
- 35. Zazulya, A.N. Analiz napravlenij ehkonomii toplivno-smazochnyh materialov putem modernizacii neftekhozyajstv / A.N. Zazulya, S.A. Nagornov, YU.N. Sap'yan, I.G. Golubev. M.: FGNU «Rosinformagrotekh», 2010. 168 s.
- 36. Obespechenie sel'skogo hozyajstva nefteproduktami / S.A. Nagornov, M.B. Kliot, G.G. Tolcheev, O.V. Matveev, S.V. Romancova, V.A. Povarova // Vestnik Ross. akademii sel'sk.-hoz. nauk. 1998. № 4. S. 10-11.
- 37. Rekomendacii po predotvrashcheniyu poter' svetlyh nefteproduktov ot isparenij / S.A. Nagornov, O.V. Matveev, S.V. Romancova. Tambov, VIITiN, 1998. –32 s.
- 38. Metodika prognoznogo rascheta potrebleniya dizel'nogo topliva i benzina sel'ski-mi tovaroproizvoditelyami / S.A. Nagornov, G.G. Tolcheev, M.B. Kliot. Tambov, VIITiN, 1998.– 20 s.
- 39. Vigdorovich V.I., Romancova S.V., Nagornov S.A. Stabilizaciya dizel'nogo topliva v usloviyah dlitel'nogo hraneniya // Vestnik Tambovsk-go gos. un-ta. Ser.: Estestvennye i tekhnicheskie nauki. 1999. T. 4. Vyp. 3. S. 312-315.
- 40. Tolcheev G.G., Klejmenov O.A., Nagornov S.A. Metodicheskie podhody k prognozirovaniyu potrebleniya nefteproduktov v APK // Vestnik Ross.akademii sel'skohoz. nauk. 2000. № 1. S. 71-74.
- 41. Nefteprodukty, ih svojstva i primenenie. Spravochnoe posobie / S.A. Nagornov, N.N. Samisheva, V.V. Ostrikov, S.V. Romancova, V.A. YUr'ev // Pod red. S.A. Nagornova Tambov, 2000. 130 s.
- 42. Komplekt dlya ehkspress-analiza / S.A. Nagornov, S.V. Romancova, O.V. Matveev, V.V. Ostrikov // Sel'skij mekhanizator. 2001. № 10. S. 14-15.
- 43. Ostrikov V.V., Nagornov S.A. Konceptual'nye predposylki povysheniya ehffektiv-nosti ispol'zovaniya nefteproduktov v APK // Tekhnika v sel'skom hozyajstve.2002. № 4. S. 24-27.
- 44. Ostrikov V.V., Prohorenkov V.D., Nagornov S.A. Bezothodnaya tekhnologiya perera-botki otrabotannyh smazochnyh masel // Himicheskoe i neftegazovoe mashinostroenie. 2003. № 5. S. 36-39.
- 45. Nagornov S.A., Romancova S.V., Matveev O.V. Hranenie toplivo-smazochnyh materi-alov na nefteskladah i obespechenie ih kachestva // Tekhnika i oborudovanie dlya sela. 2005. № 6. S. 26-28.
- 46. Nagornov S.A., Romancova S.V., Matveev O.V. Hranenie toplivo-smazochnyh materi-alov na nefteskladah i obespechenie ih kachestva // Tekhnika i oborudovanie dlya sela. 2005. № 7. S. 39-41.
- 47. Vosstanovlenie kachestva nekondicionnyh nefteproduktov // S.A. Nagornov, S.V. Romancova, O.V. Matveev, D.O. Matveev, A.P. Liksutina //Tekhnika i oborudovanie dlya sela. 2006. № 8. S. 37-38.
- 48. Nagornov S.A., Matveev O.V., Fokin R.V. Analiz metrologicheskogo obespecheniya pri izmerenii i uchete nefteproduktov na sel'skih nefteskladah // Puti ispol'zovaniya biomassy v kachestve ehnergoresursov. − Sb. nauchn. tr. GNU VIITiN. Vyp. № 12. − Tambov: GNU VIITiN, 2006. − S.

24-31.

- 49. Tkachev A.G., Nagornov S.A., Malahov K.S. Ispol'zovanie fullerenov dlya uluchshe-niya processa sgoraniya svetlyh nefteproduktov // Sovremennye tekhnologii i oborudovanie dlya spirtovyh proizvodstv i biotopliva: Sb. nauchnyh dokladov II mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii Tambov: Izd-vo OAO «Tambovskij zavod "Komsomolec" im. N.S. Artemova», 2006. S. 43-47.
- 50. Tkachev A.G., Nagornov S.A., Malahov K.S. Perspektivy ispol'zovaniya UNM dlya sozdaniya fil'truyushchih ehlementov povyshennoj stepeni ochistki // Sovremennye tekhnologii i oborudovanie dlya spirtovyh proizvodstv i biotopliva: Sb. nauchnyh dokladov II mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii Tambov: Izd-vo OAO «Tambovskij zavod "Komsomolec" im. N.S. Artemova», 2006. S. 51-53.
- 51. Kontrol' kachestva topliv i smazochnyh materialov, ispol'zuemyh v uzlah i agrega-tah sel'skohozyajstvennoj tekhniki /V.V. Ostrikov, S.A. Nagornov, O.A. Klejmenov, A.P. Liksutina, N.N. Tupotilov, A.YU. Kornev. M.: Rossel'hozakademiya, 2007. 115 s.
- 52. Svetlye nefteprodukty: sposoby polucheniya, osnovnye svojstva i ispol'zovanie /A.P. Uhanov, YU.V. Gus'kov, S.A. Nagornov, A.N. Zazulya. Penza: RIO PGSKHA, 2008. 203 s.
- 53. Utilizaciya nefteothodov s ispol'zovaniem ehlektromagnitnogo polya / V.P. Kova-lenko, S.A. Nagornov, S.V. Romancova, E.A. Ulyukina // EHkologicheskij informacionno-analiticheskij zhurnal «AVTO-GRIN». 2005/2006. Dekabr'-yanvar'-fevral'. S. 15-16.
- 54. Sovremennye metody utilizacii nefteothodov v sel'skohozyajstvennom proizvod-stve / E.A. Ulyukina, V.P. Kovalenko, S.A. Nagornov, N.M. Lihterova // Agroinzheneriya: Vestnik FGOU VPO «Moskovskij gosudarstvennyj agroinzhenernyj universitet im. V.P. Goryachkina». 2006. Vyp. 3(18). S.91-94.
- 55. Uglublennaya pererabotka nefteothodov volnovym vozdejstviem / S.A. Nagornov, S.V. Romancova, O.V. Matveev, D.O. Matveev, A.P. Liksutina. Tekhnika i oborudovanie dlya sela. 2006. № 12. S. 17-18.
- 56. Novye metody utilizacii nefteothodov sel'skohozyajstvennogo proizvodstva / E.A. Ulyukina, V.P. Kovalenko, S.A. Nagornov, N.M. Lihterova // Tekhnika i oborudovanie dlya sela. − 2008. − № 9. − S. 42-44.
- 57.Nagornov S.A., Romancova S.V., Matveev O.V. EHkologicheski chistyj neftesklad dlya sel'skohozyajstvennyh predpriyatij // Remont, vosstanovlenie, modernizaciya. − 2006. − № 11. − S. 43-45.
- 58. Ostrikov, V.V. Povyshenie ehffektivnosti ispol'zovaniya smazochnyh materialov putem razrabotki i sovershenstvovaniya metodov, tekhnologij i tekhnicheskih sredstv [Tekst]: diss. d-ra tekh. nauk: 05.20.03 / Ostrikov V.V.. Saratovskij GAU im. N.I. Vavilova. Saratov, 2000. 534 s.
- 59. Ostrikov V.V., Popov S.YU., Bektilevov A.YU., Zabrodskij I.A. Teoreticheskij analiz processa udaleniya produktov stareniya iz rabotayushchego motornogo masla vstroennymi v sistemu smazki centrifugami // Trudy GOSNITI. 2014. T. 115. S. 88-94.
- 60. Ostrikov V.V., Busin I.V. Udalenie produktov stareniya iz masel // Sel'skij mekhanizator. 2012. № 1. S. 36-37.
- 61. Ostrikov V.V., Kornev A.YU., SHihalev I.N., Safonov V.V. Plastichnye smazki na osnove otrabotannyh masel //Sel'skij mekhanizator. 2014. № 3 (61). S. 30-31.
- 62. Ostrikov V.V., Kornev A.YU., SHihalev I.N. Issledovaniya po razrabotke tekhnologicheskih processov polucheniya plastichnyh smazok na osnove glubokoochishchennyh otrabotannyh masel//

- Nauchnoe obozrenie. 2014. № 4. S. 211-214.
- 63. Ostrikov V.V., Popov S.YU., Zimin A.G., Zabrodskij I.A. Teoreticheskij analiz prigodnosti rabotayushchego motornogo masla k remontno-vosstanovitel'nym operaciyam pod dejstviem mnogofunkcional'nyh dobavok // Traktory i sel'hozmashiny. 2014. № 4. S. 42-44.
- 64. Ostrikov V.V., Kornev A.YU., Tupotilov N.N., SHihalev I.N., Safonov V.V. Plastichnaya smazka na osnove otrabotannogo masla // Aktual'nye napravleniya nauchnyh issledovanij XXI veka: teoriya i praktika. 2014. T. 2, № 3-4 (8-4). S. 447-451.
- 65. Knyazeva L.G. Nauchnye osnovy sozdaniya antikorrozionnyh konservacionnyh materialov na baze otrabotavshih neftyanyh masel i rastitel'nogo syr'ya: dissertaciya na soiskanie uchenoj stepeni doktora himicheskih nauk / GOUVPO « Tambovskij gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet». 2012.
- 66. Knyazeva L.G., SHel' N.V., Prohorenkov V.D., Ostrikov V.V. Utilizaciya otrabotannyh masel putem polucheniya iz nih vysokoehffektivnyh konservacionnyh materialov // Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya: Estestvennye i tekhnicheskie nauki. 2013. T. 18, № 5. S. 2303-2306.
- 67. Knyazeva L.G., Akol'zin A.P., Vigdorovich V.I., SHel' N.V. Nekotorye problemy ingibirovaniya atmosfernoj korrozii stali otrabotavshimi motornymi maslami. // Praktika protivokorrozionnoj zashchity. 2012.№ 1(63). S. 60 65.
- 68. Vigdorovich V.I., Knyazeva L.G., Prohorenkov V.D. Zashchitnaya ehffektiv¬nost' produktov ochistki otrabotavshih masel v usloviyah ehlektrohimicheskoj korrozii stali. // Tekhnolo-giya nefti i gaza. 2008. № 4 (57). S. 24 30.
- 69. Vigdorovich V.I. Snizhenie ehkologicheskoj opasnosti otrabotannyh masel putem ih pererabotki i utilizacii / Vigdorovich V.I., Zalihanov M.CH., Ostrikov V.V., Knyazeva L.G., Zazulya A.N., Prohorenkov V.D., Cygankova L.E., SHel' N.V., Akol'zin A.P., Vinokurov V.A., Meshcheryakov S.V. Tambov, 2012.
- 70. Prohorenkov, V.D. Dostupnye protivokorrozionnye materialy dlya zashchity sel'skohozyajstvennoj tekhniki ot atmosfernoj korrozii / V.D. Prohorenkov, L.G. Knyazeva, V.I. Vigdorovich // Praktika protivokorrozionnoj zashchity. 2003. № 3. S. 51 54.
- 71. Prohorenkov V.D., Knyazeva L.G., Ostrikov V.V., CHernyshova I.YU. Protivokorrozionnye svojstva otrabotannogo motornogo masla M10G2(k). // Praktika protivokorrozionnoj zashchity. 2003, № 3. S. 7 11.
- 72. Prohorenkov V.D., Knyazeva L.G., Vigdorovich V.I., Epifancev S.S. Zashchita ot atmosfernoj korrozii otrabotannymi maslami, ingibirovannymi produktami ih ochistki. So-obshchenie 4. Zashchitnaya ehffektivnost' ingibirovannyh POOM otrabotannyh masel v usloviyah vlagonasyshcheniya. // Praktika pro¬tivokorrozionnoj zashchity. 2006. № 2 (40). S. 41 47.
- 73. Nechaev V., Kravchenko N. i dr. Problemy osvoeniya innovacij v APK // APK: ehkonomika, upravlenie. $-2010. N_{\odot} 6. S. 74-79.$
- 74. Vigdorovich V.I., Dvoreckij S.I., Lipatova N.S., Nagornov S.A., Romancova S.V. Vozmozhnost' ispol'zovaniya rapsovogo masla v kachestve syr'ya dlya polucheniya biotopliva // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Meriya: Himiya i himicheskaya tekhnologiya. 2009.T.52. № 4. S. 3-7.
- 75. Nagornov S.A., Zazulya A.N., Romancova S.V. Sbalansirovannyj sostav ehkologicheski chistogo topliva iz rastitel'nogo syr'ya kak odno iz uslovij mekhanizacii v sadovodstve // Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2013. № 3. S. 63-65.
 - 76. Nagornov S.A., Romancova S.V., Bodyagina S.V., CHizhikov A.G. Povyshenie stabil'nosti

- biodizel'nogo topliva // EHnergoobespechenie i ehnergosberezhenie v sel'skom hozyajstve: trudy mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoj konferencii
- 77. Nagornov S.A., Markov V.A., Devyanin S.N. Primenenie smesevyh biotopliv na osnove metilovyh ehfirov rastitel'nyh masel v transportnyh dizelyah // Bezopasnost' v tekhnosfere. 2011. N_2 6. S. 26-33.
- 78. Nagornov S.A., Romancova S.V., Bodyagina S.V., CHizhikov A.G. Intensifikaciya sinteza biodizel'nogo topliva // EHnergoobespechenie i ehnergosberezhenie v sel'skom hozyajstve: trudy mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoj konferencii. 2010. T. 2. S. 308-312.
- 79. Nagornov S.A., Romancova S.V., Bodyagina S.V., CHizhikov A.G. Povyshenie stabil'nosti biodizel'nogo topliva // EHnergoobespechenie i ehnergosberezhenie v sel'skom hozyajstve: trudy mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoj konferencii
- 80. Zazulya A.N., Nagornov S.A., Bodyagina S.V. Osobennosti frakcionnogo sostava biodizel'nogo topliva // Tekhnika v sel'skom hozyajstve. 2010. № 5. S. 20-23.
- 81. Romancova S.V., Abbasov R.E., Frolov I.I., Ryazanceva I.A. Vozdejstvie biodizel'nogo i kompozitnogo topliva na rezinu // Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya: Estestvennye i tekhnicheskie nauki. 2012. T. 17, № 1. S. 337-338.
- 82. Nagornov S.A., Dvoreckij S.I., Romancova S.V., Dvoreckij D.S., Ermakov A.A. Issledovanie processa polucheniya biodizel'nogo topliva v protochnom apparate s magnito-vihrevym sloem ferromagnitnyh chastic // Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2013. T. 19, № 2. S. 316-324.
- 83. Nagornov S.A., Zazulya A.N., Romancova S.V. O molekulyarnom sostave biodizel'nogo topliva // Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2013. № 3. S. 70-73.
- 84. Romancova S.V., Pavlov S.S., Erohin I.V. Sposob sinteza komponenta dizel'nogo topliva, uluchshayushchego ego ehkspluatacionnye i ehkologicheskie svojstva // Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya: Estestvennye i tekhnicheskie nauki. 2014. T. 19., № 1. S. 124-125.
- 85. Romancova S.V. Sintez polifunkcional'nyh prisadok dlya dizel'nogo i biodizel'nogo topliva // Nauka v central'noj Rossii. 2013. № 3. S. 26-30.
- 86.Nagornov S.A., Romancova S.V. EHfirnaya kompoziciya dlya uluchsheniya svojstv dizel'nogo topliva // Nauka v central'noj Rossii. 2013. № 2. S. 35-43.
- 87. Nagornov S.A., Romancova S.V., Bodyagina S.V., CHizhikov A.G. Intensifikaciya sinteza biodizel'nogo topliva // EHnergoobespechenie i ehnergosberezhenie v sel'skom hozyajstve: trudy mezhdunarodnoj nauchno-tekhnicheskoj konferencii. 2010. T. 2. S. 308-312.
- 88. Sazonova D.D., Sazonov S.N. Optimizaciya allokativnoj ehffektivnosti ispol'zovaniya proizvodstvennyh resursov v fermerskih hozyajstvah // Nauchno tekhnicheskij progress v sel'skohozyajstvennom proizvodstve: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii v 3-h tomah. 2014. S. 201-206.
- 89. Sazonova D.D., Sazonov S.N. Ocenka ehffektivnosti ispol'zovaniya proizvodstvennotekhnicheskih resursov v fermerskih hozyajstvah // Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2014. № 1. S. 96-103.
- 90. Sazonova D.D. Fakticheskaya ehffektivnost' deyatel'nosti fermerskih hozyajstv // Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. 2014. № 10-3 (29). S. 21-24.
- 91. Sazonov S.N., Sazonova D.D. Tekhnicheskaya ehffektivnost' ispol'zovaniya proizvodstvennyh resursov v fermerskih hozyajstvah // Tekhnika v sel'skom hozyajstve. 2012. № 6. S. 25-27.

ISSN 2305-2538 НАУКА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ, №5 (17), 2015

92. Sazonov ispol'zovaniya pr hozyajstve 2012	resursov v		

УДК 631.363.23

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНЕРГОЕМКОСТИ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ КОРНЕКЛУБНЕПЛОДОВ С ВАЛЬЦОВЫМ ПОДПОРОМ

Брусенков Алексей Владимирович,

ассистент кафедры «Агроинженерия», Тамбовский государственный технический университет, 392000, ул. Советская, 106, г.Тамбов,

Ведищев Сергей Михайлович,

кандидат технических наук, доцент, Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, 392022, Ново-Рубежный пер., 28, г. Тамбов

E-mail: serg666_65@mail.ru

Завражнов Анатолий Иванович,

доктор технических наук, профессор, Мичуринский государственный аграрный университет, 393760, ул. Интернациональная 101,

г. Мичуринск, Тамбовская область

Прохоров Алексей Владимирович

кандидат технических наук, доцент кафедры «Агроинженерия», Тамбовский государственный технический университет, г. Тамбов

Реферат. Известно, что продуктивность коров на 60...65% определяется их кормлением, наибольший эффект дает приготовление полнорационных кормосмесей с предварительно приготовленными компонентами и добавками, включая измельченные корнеклубнеплоды. Показано, выпускаемые промышленностью что машины материаллоемки, имеют низкие эксплуатационные показатели качества, высокую энергоемкость выполняемого процесса, не отвечают современным зоотехническим требованиям. Намечены пути совершенствования измельчителей корнеклубнеплодов и их рабочих органов, направленные на снижение удельного расхода энергии при сохранении качества технологического процесса измельчения корнеклубнеплодов. Разработана новая конструкция измельчающего устройства корнеклубнеплодов с вальцовым подпором, позволяющая получать ломтики заданной толщины и удовлетворяющая зоотехническим требованиям. Определена перспективная конструктивно-технологическая устройства для измельчения корнеклубнеплодов, выполненная в виде вертикального двухступенчатого измельчающего аппарата с первой ступенью дискового типа и второй ступенью с вальцовым подпором и плоскими ножами, радиально установленными по кольцу. Проведены теоретические исследования, позволившие получить аналитические выражения затрат мощности и удельного расхода энергии на второй ступени измельчения в зависимости от конструктивных и режимных параметров измельчающего устройства и физико-механических свойств измельчаемых корнеклубнеплодов. Экспериментальные исследования позволили установить, что рациональная частота вращения рабочего органа находится в пределах $1,67...2,10\ c^{-1}$; при рациональной частоте вращения рабочего органа удельный расход энергии на процесс измельчения находится в пределах 774,9...779,0 Вт·с/кг.

Ключевые слова: аналитические выражения, измельчитель корнеклубнеплодов, корма, продуктивность, технология приготовления, раздача кормов.

RESEARCH OF ENERGY INTENSITY A DEVICE WITH ROLLER HELPERS FOR CHOPPING ROOT CROPS

Brusenkov Aleksey Vladimirovich,

Assistant of «Agroengineering» Department, Tambov State Technical University, 392000, Tambov, ul. Sovetskaja, 106,

Vedishhev Sergej Mihajlovich,

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, All-Russian scientific research institute of use equipment and oil products in agriculture, 392022, Tambov, Novo-Rubezhnyj per., 28, Email: serg666_65@mail.ru

Zavrazhnov Anatolij Ivanovich,

Doctor of Technical Sciences, Professor, Michurinsk State Agrarian University, Tambov region, Michurinsk

Prohorov Aleksey Vladimirovich,

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of «Agroengineering» Department, Tambov State Technical University, Russian Federation

Abstract. It is known that the productivity of cows at 60...65% is determined by their feeding, the greatest effect is the preparation of complete feed mixtures with pre-cooked ingredients and additives, including the crushed root crops. It is shown that that commercially available machines material source, have low performance quality indicators, the high energy consumption of a running process, do not meet modern zootechnical requirements. The ways of improvement of shredders of root crops and their working bodies, aimed at reducing the specific consumption of energy while maintaining the quality of the technological process of chopping root crops are planned. New design crushing equipment root crops with a roller support that allows to obtain slices of predetermined thickness and meet the zootechnical requirements. Identified promising constructive-technological scheme of the device for grinding root crops, is configured as a vertical two-stage grinding apparatus with the first stage of the disc type and the second stage with a roller support and a flat knife, mouth radially positioned on the ring. There is theoretical research which allowed to obtain analytical expressions of the cost of power and specific consumption of energy in the second stage of grinding, depending on the design and operating parameters of crushing equipment and some physico-mechanical properties of crushed root crops. Experimental researches have allowed to establish that the rational rotation frequency of the working body is in the range of 1.67 to 2.10...s-1; the rational speed of the working body specific energy consumption for grinding process within 774,9...779,0 W·s/kg.

Keywords: analytical expressions, chopper korneklubneplody-Dov, feed, productivity, technology of preparation, distribution of feed.

Введение. Продуктивность коров на 60...65% определяется их кормлением. На технологию приготовления и раздачи кормов приходится около 40% всех трудозатрат на ферме, а затраты на корма составляют около 50...60% себестоимости продукции. Низкое качество кормов не позволяет реализовать потенциальные возможности животных [1 - 4]. На повышения поедаемости и усвояемости кормов большое влияние оказывают способы их

подготовки и переработки. Наибольший эффект дает приготовление полнорационных кормосмесей с предварительно приготовленными компонентами и добавками, включая измельченные корнеклубнеплоды. Применение корнеклубнеплодов позволяет решить введение в рационы животных необходимого количества сахара и крахмала, снизить кислотность в рубце и, как следствие, увеличить продуктивность и качество получаемой продукции КРС [5].

Анализ промышленно выпускаемых измельчителей корнеклубнеплодов показывает, что они материаллоемки, имеют низкие эксплуатационные показатели качества, высокую энергоемкость выполняемого процесса, не отвечают современным зоотехническим требованиям. В связи с этим, совершенствование измельчителей корнеклубнеплодов и их рабочих органов, направленных на снижение удельного расхода энергии при сохранении качества технологического процесса измельчения корнеклубнеплодов, является актуальной задачей. Ее выполнение имеет существенное значение для развития животноводства [6, 7].

Результаты экспериментов. На основании проведенных исследований предложена новая конструкция измельчающего устройства корнеклубнеплодов с вальцовым подпором, позволяющая получать ломтики заданной толщины [8] и удовлетворяющего зоотехническим требованиям [2, 3].

Очищенные крупные корнеклубнеплоды из цилиндрической камеры 6 попадают под действие установленных на валу 11 (рисунок 1) горизонтальных плоских ножей 7 первой ступени резания и противорезов 5, закрепленных на внутренней стороне цилиндрической камеры 6.

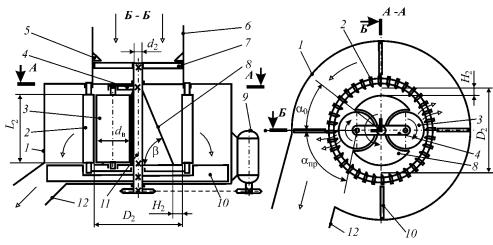


Рисунок 1 – Измельчающий аппарат: а) разрез Б-Б; б) разрез А-А

a) б)

Предварительно измельченные корнеклубнеплоды под действием силы тяжести попадают на наклонный конус 8 и прижимаются к ножевой решетке второй ступени измельчения, где захватываются вальцами 3 и продавливаются между ножей 2, расположенных на заданном расстоянии. Готовый продукт под действием крыльчатки 10 выгружается через горловину 12.

Затраты мощности на измельчение во второй ступени определяли по выражению (1):

$$N_2 = N_{\text{под2}} + N_{\text{p2}} + N_{\text{выг2}} + N_{\text{xx2}},$$
 (1)

где $N_{\text{под}2}$ - мощность, затрачиваемая на подвод корнеклубнеплодов в зону защемления, Вт; $N_{\text{p}2}$ - мощность, затрачиваемая на процесс резания, Вт;

 $N_{\mbox{\tiny Bыг}2}$ - мощность, затрачиваемая на выгрузку измельченных корнеклубнеплодов, Вт; $N_{\mbox{\tiny XX2}}$ - мощность холостого хода, Вт.

Наибольшие затраты мощности во второй ступени аппарата приходятся на резание и трение корнеклубнеплодов о валец и ножи (2) [1, 5]:

$$N_{\rm p2} = (N_{\rm pe32} + N_{\rm TB2}) z_{\rm B} + N_{\rm up2}, \tag{2}$$

где $N_{\rm pe32}$ – мощность, затрачиваемая на резание, Вт; $N_{\rm TB2}$ - мощность, затрачиваемая на трение корнеклубнеплодов о валец, Вт; $N_{\rm up2}$ - мощность, затрачиваемая на подвод корнеклубнеплодов к ножевой решетке, Вт.

Мощность $N_{\text{рез2}}$ находили по формуле (3):

$$N_{\text{pe}_{32}} = P_{\text{p}_{2}} \mathcal{P}_{\text{p}_{2}}, (3)$$

где $P_{\rm p2}$ – сила, действующая со стороны ножевой решетки на корнеклубнеплоды, H; $\mathcal{G}_{\rm p2}$ - скорость движения корнеклубнеплодов через ножевую решетку, м/с. Силу $P_{\rm p2}$ определяли по выражению (4):

$$P_{p2} = (P_{pe32} + P_{д2} + P_{Tp2})z_{H2}, \tag{4}$$

где $P_{\rm pe32}$ — сопротивление резанию, H; $P_{\rm д2}$ - усилие на деформацию корнеклубнеплодов, H; $P_{\rm rp2}$ - усилие на преодоление трения, H; $z_{\rm H2}$ - количество ножей, одновременно участвующих в резании под действием одного вальца, шт.

Силу $P_{\text{pe}_{32}}$ для одного ножа находили по формуле (5):

$$P_{\text{pe}_{32}} = k_{\text{M}} L_2 t_{\text{H}}^c \delta_1, (5)$$

где $k_{\mathbf{M}}$ – коэффициент, учитывающий физико-механические свойства материала; $\boldsymbol{t}_{\mathbf{H}}$ – толщина лезвия ножа, м; c – показатель степени; δ_1 – отношение пути сжатия к длине элемента стружки.

Для определения усилий на деформацию корнеклубнеплодов в одном межножевом пространстве второй ступени измельчения использовали выражение (6):

$$P_{_{\rm H2}} = \frac{E_3 L_2}{2h_2} \left(2t_{_{\rm H2}}^2 \sin(j_2 - \alpha_{_{\rm H2}}) \right) \cos \alpha_{_{\rm H2}} -$$

$$-(2t_{H2}\cos\alpha_{H2}-S_{H}\sin\alpha_{H2})(S_{H}-t_{H2}\cot j_{2})\sin\alpha_{H2},$$
 (6)

где E_3 — модуль упругопластических деформаций корнеклубнеплодов, Па; $t_{\rm H2}$ — толщина ножа второй ступени измельчения, м; j_2 — угол заточки лезвия ножа, град; $\alpha_{\rm H2}$ — угол между двумя соседними ножами, град; $S_{\rm H}$ — ширина ножа, м.

Для определения усилий на преодоление трения в одном межножевом пространстве второй ступени измельчения использовали выражение (7)

$$P_{\text{Tp2}} = \frac{E_3 L_2 f}{h_2} \left(t_{\text{H2}}^2 \frac{\cos \alpha_{\text{H2}} \cos(j_2 - \alpha_{\text{H2}})}{\sin j_2} \right) + \left(t_{\text{H2}} \cos \alpha_{\text{H2}} - S_{\text{H}} \sin \alpha_{\text{H2}} \right) \left(S_{\text{H}} - t_{\text{H2}} \cot j_2 \right) \cos \alpha_{\text{H2}}, \quad (7)$$

где f – коэффициент трения.

Среднюю скорость движения корнеклубнеплодов через ножевую решетку с учетом коэффициента K_{ω} определяли по выражению

$$\mathcal{9}_{\mathrm{p2}} = D_2 n_2 K_{\varphi} \frac{180^{\circ}}{\alpha_0} \,, (8)$$

где α_0 — центральный угол, определяемый по выражению $\alpha_0 = \arccos\left(\frac{0.141 + 0.359\left(1 - K_{\phi}\right)^2}{1 - K_{\phi}}\right)$, град.

Затраты мощности $N_{\rm up2}$ на подвод корнеклубнеплодов к ножевой решетке можно определить по выражению

$$N_{\text{up2}} = \frac{D_2^3 L_2 \rho_{\text{K}1} K_{\varphi} (1 - K_{\varphi}) (2 - K_{\varphi}) \omega_2^2}{32}, \qquad (9)$$

где ω_2 — угловая скорость рабочего органа, с⁻¹.

Эффективность процесса измельчения оценивали показателем удельного расхода энергии:

$$N_{\rm yz2} = \frac{N_2}{Q_{\rm H3M2}},\tag{10}$$

где $N_{\rm vn2}$ — удельный расход энергии, ${\rm Bt\cdot c/kr}$.

Зависимости изменения мощности от частоты вращения n_2 представлены на рисунке 2. При увеличении частоты вращения затраты мощности на процесс резания возрастают, причем теоретические затраты мощности имеют значения меньшие, чем полученные в результате экспериментов. Это связано с тем, что при построении теоретической зависимости не учитывались затраты мощности на инерционный подпор $N_{\rm up2}$. Коэффициент, учитывающий инерционный подпор при изменении частоты вращения от 1,33 до 2,35 с⁻¹, составляет $K_{\rm u2} = 1,09...1,13$. Большее значение коэффициента $K_{\rm u2}$ соответствует большему значению частоты вращения. Зависимость изменения удельного расхода энергии $N_{\rm yo}$ от частоты вращения n_2 представлена на рисунке 3.

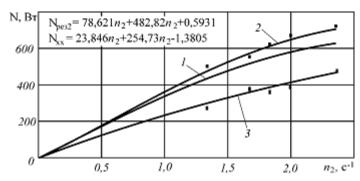


Рисунок 2 — Зависимость затрат мощности N на процесс измельчения во второй ступени от частоты вращения n_2 рабочего органа:

1 — теоретическая зависимость измельчения; 2 — экспериментальная зависимость измельчения; 3 — экспериментальная зависимость инерционного подпора и холостого хода

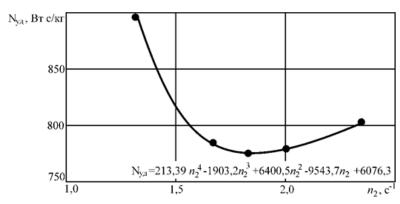


Рисунок 3 — Зависимость удельного расхода $N_{yд}$ энергии второй ступени измельчения от частоты вращения n_2 рабочего органа

При увеличении n_2 до 1,83 с⁻¹ величина $N_{y\partial}$ снижается; при дальнейшем увеличении n_2 от 1,83 до 2,35 с⁻¹ $N_{v\partial}$ возрастает.

Снижение $N_{y\partial}$ с ростом производительности обеспечивается за счет увеличения коэффициента заполнения камеры. При n_2 более 1,83 с⁻¹ камера не успевает полностью заполниться, что приводит к снижению производительности измельчающего устройства и повышению удельного расхода энергии. Минимальное значение удельного расхода энергии при частоте n_2 =1,83...2,0 с⁻¹ составляет $N_{y\partial}$ = 774,4...779,0 Вт·с/кг.

Заключение. За перспективную конструктивно-технологическую схему устройства для измельчения корнеклубнеплодов можно принять вертикальный двухступенчатый измельчающий аппарат с первой ступенью дискового типа и второй ступенью с вальцовым подпором и плоскими ножами, радиально установленными по кольцу.

Теоретические исследования позволили получить аналитические выражения затрат мощности и удельного расхода энергии на второй ступени измельчения в зависимости от конструктивных и режимных параметров измельчающего устройства и некоторых физикомеханических свойств измельчаемых корнеклубнеплодов.

Экспериментальные исследования позволили установить, что рациональная частота вращения рабочего органа находится в пределах 1,67...2,10 с⁻¹; при рациональной частоте вращения рабочего органа удельный расход энергии на процесс измельчения находится в пределах 774,9...779,0 Вт·с/кг.

Список литературы

- 1. Брусенков А.В. Исследование конструктивных параметров второй ступени измельчителя корнеклубнеплодов // Образование наука: инновационный аспект: сб. материалов Материалы международной научно-практической конференции Пензенской ГСХА: РИО ПГСХА, 2011. Т. 2. С. 177-179.
- 2. Брусенков А.В. Ведищев С.М., Прохоров А.В. Обзор машин для измельчения корнеклубнеплодов // Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию со дня рождения Кобы В.Г. Саратов: Изд-во КУБиК, 2011. С. 13-17.
- 3. Брусенков А.В. Обоснование конструктивно технологической схемы измельчителя корнеклубнеплодов // Повышение эффективности использования сельскохозяйственной техники: сб. науч. тр. ГНУ ВНИИТиН. Тамбов, 2007. Вып. 13. С. 90-94.
- 4. Брусенков А.В., Ведищев С.М. Обоснование конструктивных параметров измельчающего аппарата // Перспективные технологии и технические средства в АПК:

материалы Междунар. науч.-практ. конф. Мичуринск: Изд-во ФГОУ ВПО МичГАУ, 2008. С. 79-82.

- 5. Ведищев С.М., Брусенков А.В., Прохоров А.В. Исследование процесса трения корнеклубнеплодов о различные поверхности // Вопросы современной науки и практики. Университет имени В. И. Вернадского. Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2011. № 2(33). С. 68-71.
- 6. Ведищев С.М., Брусенков А.В., Прохоров А.В. Совершенствование измельчающего аппарата для клубнемойки ИКМ-5М // Сельский механизатор. 2006. № 6. С. 25.
- 7. Система технологий и машин для механизации и автоматизации производства продукции животноводства и птицеводства на период до 2020 года: монография / Ю.А. Иванов, Н.М. Морозов, П.И. Гриднев, В.К. Скоркин, Л.М. Цой, И.И. Хусаинов, И.К. Текучев, А.В. Скоркин, Ю.Ф. Лачуга, В.В. Кирсанов, Ю.А. Цой, В.Ф. Ужик [и др.]. М.: Изд-во «Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса (Правдинский)», 2013. 224 с.
- 8. Машины для резки сена, соломы или кормов; режущие аппараты соломорезок: патент № 2288571 РФ. Заявка № 2005116425/12; заявл. 30.05.2005; опубл. 10.12.2006.

References

- 1. Brusenkov A.V. Issledovanie konstruktivnyh parametrov vtoroj stupeni izmel'chitelja korneklubneplodov // Obrazovanie nauka: innovacionnyj aspekt: sb. materialov mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii Penzenskaja GSHA: RIO PGSHA, 2011. T. 2. S. 177-179.
- 2. Brusenkov A.V. Vedishhev S.M., Prohorov A.V. Obzor mashin dlja izmel'chenija korneklubneplodov // Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvjashhennoj 80-letiju so dnja rozhdenija Koby V. G. Saratov: Izd-vo KUBiK, 2011. S. 13-17.
- 3. Brusenkov A.V. Obosnovanie konstruktivno tehnologicheskoj shemy izmel'chitelja korneklubneplodov // Povyshenie jeffektivnosti ispol'zovanija sel'skohozjajstvennoj tehniki: sb. nauch. tr. GNU VNIITiN. Tambov, 2007. V. 13. S. 90-94.
- 4. Brusenkov A.V., Vedishhev S. M. Obosnovanie konstruktivnyh parametrov izmel'chajushhego apparata // Perspektivnye tehnologii i tehnicheskie sredstva v APK: materialy Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Michurinsk: Izd-vo FGOU VPO MichGAU, 2008. S. 79-82.
- 5. Vedishhev S.M., Brusenkov A.V., Prohorov A.V. Issledovanie processa trenija korneklubneplodov o razlichnye poverhnosti // Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Universitet imeni V. I. Vernadskogo. Tambov: Izd-vo FGBOU VPO «TGTU», 2011. № 2(33). S. 68-71.
- 6. Vedishhev S.M., Brusenkov A.V., Prohorov A.V. Sovershenstvovanie izmel'chajushhego apparata dlja klubnemojki IKM-5M // Sel'skij mehanizator. 2006. № 6. S. 25.
- 7. Sistema tehnologij i mashin dlja mehanizacii i avtomatizacii proizvodstva produkcii zhivotnovodstva i pticevodstva na period do 2020 goda. Monografija / Ivanov Ju.A., Morozov N.M., Gridnev P.I., Skorkin V.K., Coj L.M., Husainov I.I., Tekuchev I.K., Skorkin A.V., Lachuga Ju.F., Kirsanov V.V., Coj Ju.A., Uzhik V.F. [i dr.]. M.: Izd-vo «Rossijskij nauchno-issledovatel'skij institut informacii i tehniko-jekonomicheskih issledovanij po inzhenerno-tehnicheskomu obespecheniju agropromyshlennogo kompleksa (Pravdinskij)», 2013. 224 s.
- 8. Mashiny dlja rezki sena, solomy ili kormov; rezhushhie apparaty solomorezok: patent № 2288571 RF. Zajavka № 2005116425/12; zajavl. 30.05.2005; opubl. 10.12.2006.

УДК 631.3:772

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ КАК НАПРАВЛЕНИЕ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Голубев Иван Григорьевич,

доктор технических наук, профессор,

Российский научно-исследовательский институт информации и технико-экономических исследований по инженерно-техническому обеспечению агропромышленного комплекса,141261, ул. Лесная, стр. 60, пос. Правдинский, Пушкинский район, Московская область, Российская Федерация, (495) 993-44-04

Реферат. Известно, что для импортных машин, используемых в сельском хозяйстве, остро стоит проблема технического сервиса из-за отсутствия рабочей конструкторской документации, технологий ремонта и высоких затрат на запасные части. Дан обзор путей эффективности повышения технологий технического сервиса сельскохозяйственных машин. Оценивали затраты на приобретение новых запасных частей. Определено, что на приобретение новых запасных частей взамен предельно изношенных приходится до 70 % затрат на ремонт сельскохозяйственной техники. Установлено, что изза удорожания техники и запасных частей, резкого снижения покупательной способности сельских товаропроизводителей, восстановление изношенных деталей является самым доступным способом поддержания парка машин в работоспособном состоянии. Определено, что предельные износы 85% деталей не превышают 0,3 мм, многие из них имеют остаточные ресурсы 60 % и более. Установлено, что 20 % деталей сельскохозяйственных машин, поступающих в ремонт, подлежат окончательной выбраковке, остальные можно восстановить. Определено, что себестоимость восстановления составит 15...70% себестоимости изготовления. Проанализирован опыт восстановления и изготовления деталей для импортной сельскохозяйственной техники на отечественных предприятиях. Показано в качестве примера, что ГОСНИТИ осуществляет восстановление шатунов двигателей Коминс, Дейти, Ман, Мицубиси комбинированными методами с использованием электроискровой обработки и нанесения металлополимерных композиций. Затраты на внедрение технологий ГОСНИТИ окупаются за 3...4 месяца.

Ключевые слова: сельскохозяйственная техника, импортозамещение, восстановление, деталь, технический сервис.

RESTORATION OF DETAIL AS A TREND IMPORT SUBSTITUTION OF SPARE PARTS OF AGRICULTURAL MACHINERY

Golubev Ivan Grigorjevich,

Doctor of Technical Sciences, Professor, Russian Scientific Research Institute of Information and feasibility study on the engineering and technical support agribusiness, n. Pravdinsky, Moscow region, Russian Federation

Abstract. It is known that for the import of machines used in agriculture, is an acute problem of technical service due to lack of working design documentation of repair technologies and the high

cost of spare parts. The review of ways to improve the technical service of import of agricultural machinery technology is given. Costs for the purchase of new spare parts were evaluated. It was determined that the purchase of new spare parts instead worn-out limit up to 70% of the costs for the repair of agricultural machinery. It is established that due to the increased cost of equipment and spare parts, a sharp decline in the purchasing power of rural producers, restoration of worn parts is the most affordable way to maintain the of park of machines operational. It was determined that 85% of the limiting wear of parts does not exceed 0.3 mm, many of them have residual resources 60% or more. It was found that 20% of agricultural machinery parts, entering the repair shall be final culling, the rest can be restored. It was determined that prime cost recovery will be 15 ... 70% of the prime cost of manufacturing. Experience in the restoration and production of parts for imported agricultural machinery in domestic enterprises is analyzed. It is shown as an example that exercises GOSNITI recovery rods Komins engines, Deutz, Man, Mitsubishi by combined methods using electric spark machining and metal-coating compositions. The costs of implementing GOSNITI technologies pays off for 3 ... 4 months.

Key words: farm equipment, import substitution, reduction, detail, technical service.

Введение. Отсутствие целого ряда позиций техники конкурентоспособного отечественного производства вынуждает хозяйства покупать зарубежную технику. Среди образцов зарубежной техники: тракторы, почвообрабатывающие машины, сеялки, машины для внесения минеральных удобрений и средств защиты растений, жатки, зерноуборочные комбайны. Для импортных машин остро стоит проблема технического сервиса [1,2]. По сравнению с российской техникой, зарубежные машины отличаются периодичностью и структурой ремонтно-обслуживающих воздействий, требуют более дорогого обслуживания (очень высокие затраты на запасные части и расходные эксплуатационные материалы). Серьезные негативные последствия вызывает большая разномарочность закупаемой техники. Все это создает трудности в обеспечении запчастями, работе мастерских сельскохозяйственных и ремонтнообслуживающих предприятий [3]. В сегодняшних сложных финансовых условиях наиболее экономичный и быстрый способ решения проблемы по импортным запасным частям восстановление деталей.

Обзор способов решения проблемы.

Учеными ФГБНУ ГОСНИТИ установлено, что при ремонте кормоуборочного комбайна Claas Jaguar 830 на сумму 112,4 тыс. руб., стоимость запасных частей составляла 89,7 тыс. руб., что составляет 79 % от общей стоимости работ [3,4]. По мнению авторов [5,6], целесообразность создания в регионах с наибольшей концентрацией импортной техники специализированных ресурсных центров по сбору, восстановлению и изготовлению деталей к импортной технике очевидна.

В России накоплен определенный опыт восстановления и изготовления деталей для импортной сельскохозяйственной техники. В ОАО «Зирганская МТС» Республики Башкортостан восстанавливают детали зерноуборочных комбайнов Кейс-2366, Мега-208, Джон Дир 9560. В Мордовии в Институте механики и энергетики Мордовского государственного университета им. Н.П. Огарева совместно с ГОСНИТИ создан учебнонаучно-производственный центр по разработке и внедрению в производство новых энерго- и ресурсосберегающих технологий агрегатов ремонта восстановления деталей особенно сельскохозяйственной техники, в TOM числе зарубежного производства, гидроагрегатов.

Большие работы по восстановлению деталей импортной сельскохозяйственной техники проводятся в ГОСНИТИ. Осуществляется восстановление комбинированными методами (электроискровая обработка, металлополимерные композиции) шатунов двигателей Коминс, Дейтц, Ман, Мицубиси, причем затраты на внедрение технологии окупаются за 3...4 месяца. В сотрудничестве со 2-м автобусным парком Мосгортранса разработана технология восстановления изношенных корпусов масляных насосов дизельных двигателей Caterpillar с использованием метода холодного газодинамического напыления порошковых материалов. Затраты на восстановление насоса по разработанной технологии не превышают 10 - 15% от стоимости нового насоса, а ресурс восстановленного насоса - не ниже ресурса нового [8]. Совместно с Брянской ГСХА разработана технология устранения износа отвалов плужных корпусов со сквозным протиранием и повышения абразивостойкости восстановленного участка рабочей поверхности отвала без нарушения целостности детали. Ее суть состоит в нанесении абразивостойкого клееполимерного дисперсно-упрочненного композиционного материала на предварительно подготовленную предельно изношенную область с охватом несколько большего периметра [12]. По результатам анализа характера и причин износа рабочих органов (долот) анкерных сошников сеялки Primera DMC-9000 фирмы Amasone (Германия) до предельного состояния при наработки 60-200 га и полевым испытаниям упрочненных рабочих органов выбраны и оптимизированы упрочняющие покрытия долота: ТВЧ-наплавка передней поверхности ПС-14-60 + электроискровое наращивание боковых поверхностей сплавом ВК8; и ТВЧ-наплавка передней поверхности сплавом ПГ-С27, совмещенная с борированием боковых поверхностей сплавом ВК8. Упрочненные комбинированным покрытием и ТВЧ-закаленные долота показали в 1,5-2 раза большую износостойкость по сравнению с контрольными [10].

На Казанском НПП «Мотор» создан центр по восстановлению электродуговой металлизацией коленчатых валов дизельных двигателей машин зарубежного производства, в том числе комбайнов КЕЙС, НЬЮ ХОЛАНД и др. Стоимость восстановления составляет 25 – 40 % стоимости нового вала.

На базе ОАО «Севертрансэкскавация» республики Коми осуществляют восстановление ведущих колес гусеничных тракторов Kamatsu наплавкой под слоем флюса с применением неподвижного (лежачего) электрода. Себестоимость восстановленной детали в несколько раз ниже цены новой [4].

Анализ затрат на восстановление работоспособности трактора John Deere 7830 при замене крышки коллектора коробки передач показывает двукратное завышение стоимости запасных частей в общей структуре стоимости восстановления. В Белгородском ГАУ ведутся работы по замещению комплектующих импортной техники путем восстановления их ресурса. Разработан технологический процесс восстановления плоской привалочной поверхности крепления масляного насоса крышки коллектора коробки передач трактора John Deere 7830. Экономическая эффективность от внедрения предлагаемого технологического процесса 17236,33 рублей на одну восстановленную деталь[7].

Восстановление нижней головки шатуна двигателей Briggsg Strattoron в Орловском ГАУ предлагается осуществлять путем высокотемпературной пайки с последующим упрочнением микродуговым оксидированием. Разработанная технология восстановления и упрочнения шатунов двигателей высокотемпературной пайкой с последующим упрочнением микродуговым оксидированием позволяет в 1,5- 2 раза увеличить ресурс детали по сравнению с новой [9].

В Оренбургском ГАУ на основании результатов исследований материала лемеха плуга «Вари Титан» Lemken была разработана технология восстановления и повышения долговечности рабочих органов - приваривание лезвия-накладки с последующей наплавкой износостойкого материала Castolin PE1229. При использовании этой технологии можно повышается ресурс лемеха в 3-4 раза. Сравнительные эксплуатационные испытания плуга «Вари Титан» Lemken проводились на полях Оренбургской области (ООО «МТС-Агро»). Полевые испытания показали, что износостойкость и ресурс лемеха упрочненного износостойким материалом Castolin PE1229, при эксплуатации на южно-черноземных почвах, 4,6-5,0 раз выше, чему серийных. Приведённые экономические показатели показывают, что себестоимость восстановленного лемеха плуга в условиях ремонтной мастерской ООО «МТС-Агро» ниже стоимости нового лемеха плуга Вари Титан» Lemken на 59,5%. Стоимость новой детали составляет 1850 руб., восстановленной 750 руб. [11].

эффективности импортозамещения Повышение запасных частей зарубежной сельскохозяйственной техники связано с использованием инновационных ремонтновосстановительных технологий, в том числе разработанных в ГОСНИТИ [13,14,15,16], а также высокотехнологичных компаниях [17]. К таким относится ЗАО «Плакарт»— технологическая компания, специализирующаяся на разработке технических решений в сфере инжиниринга поверхностей при помощи напыления и наплавки металлических, керамических и металлокерамических покрытий. ЗАО «Плакарт» было основано на базе 20-летнего опыта группы компаний «ТСЗП» и совместно с государственной корпорацией ОАО «РОСНАНО» для реализации проекта создания сети центров наноструктурированных покрытий на территории Российской Федерации. Компания предоставляет услуги по разработке технологий и нанесению покрытий в собственных цехах и на площадках заказчика, поставке оборудования и материалов для таких методов как: газопламенное напыление, высокоскоростное напыление. сверхзвуковое напыление, плазменное напыление, напыление с оплавлением, детонационное напыление, плазменная и лазерная наплавка. ЗАО «Плакарт» обладает квалифицированными кадрами и инновационными технологиями, разработаны различные установки, как для небольших ремонтных мастерских, так и для крупных ремонтных предприятий [18].

Выводы. Таким образом повысить эффективность технологий технического сервиса импортных машин и снизить эксплуатационные затраты можно путем организации восстановления их деталей.

Список литературы

- 1. Технический сервис опыт и перспективы / Ю.А. Конкин, И.Г. Голубев, М.Ю. Конкин, В.Н. Кузьмин. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2011. 337 с.
- 2. Голубев И.Г., Носихин П.И., Фадеев А.Ю. Опыт региональных сервисных центров по оказанию инженерно-технических услуг. М.:ФГНУ «Росинформагротех», 2010. 41 с.
- 3. Опыт эксплуатации и сервиса зарубежной сельскохозяйственной техники/И.Г. Голубев, И.Т. Гареев, С.А.Горячев, Н.В. Корнеев.М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2011. 31 с.
- 4. Голубев И.Г., Носихин П.И., Фадеев А.Ю. Опыт импортзамещения запасных частей зарубежной сельскохозяйственной техники //М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. 32 с.
- 5. Создание вторичного рынка сельскохозяйственной техники/ В.И. Черноиванов, В.С. Герасимов, Д.И. Есаков, А.Н. Русаков, С.А. Буряков, И.Г. Голубев.М.:ФГНУ «Росинформагротех», 2011.79с.

- 6. Утилизация в системе обновления сельскохозяйственной техники в АПК / В.И. Черноиванов, В.С. Герасимов, Р.Ю. Соловьев, А.Г. Черноиванов, С.А. Буряков, А.Н. Русаков, И.Г. Голубев. М.:ФГНУ «Росинформагротех», 2013.123с.
- 7. Стребков С.В.,Слободюк А.П. Восстановление комплектующих импортной техники//Труды ГОСНИТИ. 2014. Т.117. С.262-267.
- 8. Восстановление изношенных корпусов масляных насосов дизельных двигателей газодинамическим напылением алюминиевых порошковых материалов/А.Ю. Костюков, В.А. Денисов, А.В. Чуликов, Д.В. Донской //Труды ГОСНИТИ. 2013.Т.113.С.406-411.
- 9. Логачев В.Н., ЧернышевН.С. Восстановление шатунов двигателей BriggsgStrattoron пайкой с последующим упрочнением МДО //Техника и оборудование для села.2015. №4. С.43-44.
- 10. Комбинированные упрочняющие покрытия для долот анкерных сошников сеялки Primera DMC-9OOO/ С.А. Соловьев, В.П. Лялякин,В.Ф. Аулов, А.В. Ишков, В.В. Ивановский, Н.Т. Кривочуров, А.В. Соколов //Труды ГОСНИТИ.2014. Т.117. С.159-167.
- 11. Соловьев С.А., ШаховВ.А., Аристанов М.Г. Технология восстановления лемеха плуга фирмы LEMKEN//Труды ГОСНИТИ. 2013. Т.113.С.245-248.
- 12. Михальченков А.М., Соловьев Р.Ю., Бирюлина Я.Ю. Восстановление отвалов абразивостойким дисперсионно-упрочненным композитом на основе эпоксидной смолы // Тракторы и сельхозмашины. 2015. №3. С.49-51.
- 13. Черноиванов В.И., Голубев И.Г. Восстановление деталей машин. М.:ФГБНУ «Росинформагротех»,2010.374с.
- 14. Черноиванов В.И., Лялякин В.П., Голубев И.Г. Инновационные проекты и разработки в области технического сервиса. М.: ФГНУ «Росинформагротех». 2010.95с.
- 15. Быков В.В., Голубев И.Г., Голубев М.И. Технология и организация восстановления деталей и сборочных единиц при сервисном обслуживании //М.:МГУЛ, 2014.275 с.
- 16. Бурак П.И., Голубев И.Г. Реализация инновационных технологий технического сервиса.М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2014.160 с.
- 17. Васильев А.Е.,Голубев И.Г.Импортозамещение запасных частей сельскохозяйственной техники //Техника и оборудование для села. 2015. №1. С.34-38.
- 18. Васильев А.Е., Голубев И.Г. Инновационные технологии для восстановления деталей к зарубежной сельскохозяйственной технике//Труды ГОСНИТИ. 2015. Т.118.С.176-179.

References

- 1. Tehnicheskijservis opytiperspektivy / Ju.A. Konkin, I.G. Golubev, M.Ju. Konkin, V.N. Kuz'min. M.: FGNU «Rosinformagroteh», 2011. 337 s.
- 2. GolubevI.G., NosihinP.I., FadeevA.Ju. Opytregional'nyhservisnyhcentrovpookazanijuinzhenerno-tehnicheskihuslug. M.: FGNU «Rosinformagroteh», 2010. 41 s.
- 3. Opytjekspluataciiiservisazarubezhnojsel'skohozjajstvennojtehniki / I.G. Golubev, I.T. Gareev, S.A. Gorjachev, N.V. Korneev.M.: FGNU «Rosinformagroteh», 2011. 31 s.
- 4. GolubevI.G., NosihinP.I., FadeevA.Ju. Opytimportzameshhenijaza-pasnyhchastejzarubezhnojsel'skohozjajstvennojtehniki.M.: FGNU «Rosinformagroteh», 2010. 32 s.
- 5. Sozdanievtorichnogorynkasel'skohozjajstvennojtehniki / V.I. Chernoivanov, V.S. Gerasimov, D.I. Esakov, A.N. Rusakov, S.A. Burjakov, I.G. Golubev. M.: FGNU «Rosinformagroteh», 2011. 79 s.

- 6. Utilizacijavsistemeobnovlenijasel'skohozjajstvennojtehnikivAPK / V.I. Chernoivanov, V.S. Gerasimov, R.Ju. Solov'ev, A.G. Chernoivanov, S.A. Burjakov, A.N. Rusakov, I.G. Golubev. M.: FGNU «Rosinformagroteh», 2013. 123 s.
- 7. StrebkovS.V., SlobodjukA.P. Vosstanovleniekomplektujushhihimportnojtehniki // TrudyGOSNITI. 2014. T.117. S.262-267.
- 8. Vosstanovlenieiznoshennyhkorpusovmasljanyhnasosovdizel'nyhdvigatelejgazodinamicheskimnapyleniemaljuminievyhporoshkovyhmaterialov / A.Ju. Kostjukov, V.A. Denisov, A.V. Chulikov, D.V. Donskoj // TrudyGOSNITI. 2013. T.113. S.406-411.
- 9. LogachevV.N., ChernyshevN.S. VosstanovlenieshatunovdvigatelejBriggsgStrattoronpajkojsposledujushhimuprochneniemMDO // Tehnikaioborudovaniedljasela. 2015. №4. S.43-44.
- 10. KombinirovannyeuprochnjajushhiepokrytijadljadolotankernyhsoshnikovsejalkiRrimeraDMS-9OOO / S.A. Solov'ev, V.P. Ljaljakin, V.F. Aulov, A.V. Ishkov, V.V. Ivanovskij, N.T. Krivochurov, A.V. Sokolov // TrudyGOSNITI. 2014. T.117. S.159-167.
- 11. Solov'evS.A., ShahovV.A., AristanovM.G. TehnologijavosstanovlenijalemehaplugafirmyLEMKEN // TrudyGOSNITI. 2013. T.113. S.245-248.
- 12. Mihal'chenkovA.M., Solov'evR.Ju.,BirjulinaJa.Ju. Vosstanovlenieotvalovabrazivostojkimdispersionno-uprochnennymkompozitomnaosnovejepoksidnojsmoly // Traktoryisel'hozmashiny. 2015. №3. S.49-51.
- 13. ChernoivanovV.I., GolubevI.G. Vosstanovleniedetalejmashin.M.: FGNU «Rosinformagroteh», 2010. 374 s.
- 14. Chernoivanov V.I., Ljaljakin V.P., Golubev I.G. Innovacionnye proekty i razrabot-kivoblastitehniche skogoservis. M.: FGNU «Rosinformagroteh». 2010. 95 s.
- 15. Bykov V.V., Golubev I.G., Golubev M.I. Tehnologijaiorganizacijavosstanovlenijadetalejisborochnyhedinicpriservisnomobsluzhivanii. M.: MGUL, 2014. 275 s.
- 16. Burak P.I., Golubev I.G. Realizacijainnovacionnyhtehnologijtehnicheskogoservisa // M.: FGBNU «Rosinformagroteh», 2014. 160 s.
- 17. Vasil'ev A.E., Golubev I.G. Importozameshheniezapasnyhchastejsel'skohozjajstvennojtehniki // Tehnikaioborudovaniedljasela. 2015. №1. S.34-38.
- 18. Va sil'ev A.E., Golubev I.G. Innovacionnyetehnologiidljavosstanovlenijadetalej k zarubezhnojsel'skohozjajstvennojtehnike // Trudy GOSNITI. 2015. T.118. S.176-179.

УДК 631.372:662.756.3

О ПЕРСПЕКТИВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА ДЛЯ ДИЗЕЛЕЙ

Ву Дук Вуонг,

аспирант, Университет Тай Нгуен, Республика Вьетнам

Реферат. Проанализированы проблемы, связанные с использованием в качестве топлива для двигателей растительного сырья. Показано, что перевод автотракторной техники на смесевое дизельное топливо, получаемое путём смешивания нефтяного дизельного топлива и растительного масла, позволит не только увеличить ресурсы нефтяных топлив, но и повысит конкурентоспособность агропромышленного производства. Проведен анализ исследований зарубежных фирм John Deere, Allis Chalmers, International Harvester Company no использованию чистых растительных масел и их смесей с нефтяным топливом в дизельных двигателях. Определен ряд существенных проблем, ограничивающих широкое внедрение растительных масел в качестве топлива для дизелей. Показано, что при работе на чистом растительном масле образующиеся на деталях двигателя и распылителях форсунок отложения ухудшают процессы смесеобразования и сгорания, особенно на режимах с нагрузкой. частичной Установлено загрязнение минерального картерного растительным маслом, в результате чего ухудшаются эксплуатационные свойства минерального масла. Показано, что высокая вязкость растительных масел приводит к увеличению давления в подкачивающей топливной магистрали, при этом мощность дизеля повышалась примерно на 6 %, удельный эффективный расход топлива увеличивался на 20 %, а термический КПД оказался ниже, чем при работе на нефтяном топливе. Установлено, что износ гильз цилиндров при работе на растительном масле меньше, чем при работе на дизельном топливе, отмечено повышение температуры отработавших газов, рост содержания в них монооксида углерода СО и легких углеводородов СНх, практически неизменная концентрация в оксидов азота NOx. Рекомендовано подобрать присадки к минеральным моторным маслам, чтобы повысить их стабильность при попадании в них растительных масел.

Ключевые слова: дизельное топливо, двигатель, растительное масло, автотракторная техника, вязкость, износ гильз цилиндров.

ON THE PROSPECTS TO THE USE OF VEGETABLE OILS AS FUEL FOR DIESEL ENGINES

Vu Duc Vuong,

Postgraduate student, Thai Nguyen University, Republic of Vietnam

Abstract. The purpose of this work - the analysis of the problems associated with the use of vegetable raw materials as a fuel for engines. It is shown that translation autotractor engineering at the blending diesel fuel obtained by blending petroleum diesel fuel and vegetable oil allow not only to increase the resources of petroleum fuels, but also to improve the competitiveness of agricultural production. Analysis of studies of foreign companies John Deere, Allis Chalmers, International

Harvester Company on the use of pure vegetable oils and their blends with petroleum fuel in diesel engines, are conducted in the article. A number of significant issues that limit the widespread adoption of vegetable oils as fuel for diesel engines is determined. It is shown that formation of deposits on engine parts and atomizer nozzles is impair processes of mixture formation and combustion improve the injection nozzles and combustion processes of mixing when working on pure vegetable oil, particularly at part load conditions. It is found that the mineral crankcase oil is contaminated by vegetable oil, thereby whereby the operational properties of mineral oils are deteriorate. It is shown that the high viscosity of vegetable oils leads to an increase in pressure in booster fuel line, wherein the diesel power was increased by approximately 6%, the specific fuel consumption is increased by 20% and the thermal efficiency was lower than when running on fuel oil. It is found that wear of the cylinder liners in the vegetable oil was less than when operating on diesel fuel, increase in exhaust gas temperature was marked, increase in content of carbon monoxide CO and light hydrocarbons CHx practically constant concentration of nitrogen oxides NOx. To choose additives to mineral engine oils, to improve their stability when hit by vegetable oils is recommended.

Keywords: diesel fuel, motor oil, automotive vehicles, viscosity, wear of cylinder liners.

Введение. В связи с ужесточением требований экологов к снижению антропогенной нагрузки на окружающую среду и всевозрастающей потребностью в моторном топливе его производители не всегда будут в состоянии удовлетворить возросшие потребности человечества по причине увеличения стоимости добычи и переработки нефти. Кроме того, изза сложившегося экономического кризиса и непредсказуемости цен на энергоресурсы, в зависимости от политики стран, все более актуальным становится поиск альтернативы нефтяному топливу. Предпочтение отдается возобновляемым источникам – топливам растительного происхождения [1-15], которые обеспечивают баланс по сохранению парниковых также удовлетворяют экономическим, газов, a экологическим эксплуатационным требованиям, предъявляемым к современным дизелям.

Еще в 1853 году было доказано, что растительное масло вполне можно употреблять в качестве топлива для тепловых двигателей. В начале 90-х годов XIX века Рудольф Дизель построил первый двигатель на угольной пыли (в Германии уголь был более распространенным, чем нефть). При запуске модель взорвалась, чуть не убив самого изобретателя. Следующий свой экспериментальный двигатель в 1894 году Р. Дизель заправил уже более дешевым и менее опасным арахисовым маслом. С тех пор идея непосредственного использования растительных масел в качестве топлива для дизельных двигателей продолжает привлекать внимание ученых во всем мире. Перевод автотракторной техники на дизельное смесевое топливо, получаемое путём смешивания нефтяного дизельного топлива и растительного масла, позволит повысить конкурентоспособность агропромышленного производства.

Результаты и обсуждение. Известно [16-18], что качество нефтяных топлив определяется технологией их производства и хранения. Требуемые характеристики растительных масел можно получать не только подбором определенных сортов растений, использованием удобрений, агрономическими мероприятиями и т.п., но и путем селекционных и генетических изменений характеристик масел. Поэтому ведутся интенсивные исследования по поиску возможных путей использования растительных масел и их смесей с нефтяным топливом в дизелях.

В работе [19] для условий Южной Африки экспериментально установлено, что потенциально подсолнечное масло может быть использовано в качестве топлива для дизелей в чистом виде или в смеси с нефтяным топливом, если организовать процесс распыливания топлива и обеспечить полноту его сгорания. При работе на масле образующиеся на распылителях форсунок отложения ухудшают процессы смесеобразования и сгорания, особенно на режимах с частичной нагрузкой. Эксплуатационные свойства минерального масла ухудшаются при загрязнении его растительным. Установлено, что при использовании смеси 20% масла и 80% нефтяного топлива углеродистые отложения на деталях камеры сгорания и топливоподающей системы не влияют на характеристики двигателя. Для улучшения качества распыливания подсолнечного масла необходимо либо приблизить его физические свойства к свойствам нефтяного топлива, либо модифицировать систему топливоподачи, либо найти компромиссное решение между изменением физических свойств подсолнечного масла и модификацией системы впрыскивания топлива. Кроме того, необходимо подобрать присадки к минеральным моторным маслам, чтобы повысить их стабильность при попадании в них растительных масел.

Фирма John Deere (США) провела исследования по использованию арахисового и подсолнечного масел в качестве моторного топлива [20] на одноцилиндровом отсеке дизеля со степенью сжатия 17,2 и неразделенной камерой сгорания. Со стандартным дизельным топливом сравнивались как чистые растительные масла, так и их 50%-ные смеси с нефтяным топливом. По сравнению с теплотой сгорания нефтяного топлива (42967 кДж/кг при плотности 832,4 кг/м³) растительные масла и смесевые топлива на их основе имели меньшую теплоту сгорания. Цетановое число нефтяного топлива 50.8, подсолнечного масла - 33.4, арахисового масла - 36,6, кинематическая вязкость этих топлив при 20 °C составляла, соответственно 4,1; 65,2 и 81,5 мм²/с. Во время испытаний дизеля при температуре окружающего воздуха 25...30 °C на чистом подсолнечном масле на режимах с n=1000, 1500 и 2200 мин⁻¹ было отмечено быстрое загрязнение топливного фильтра тяжелыми отложениями. При подогреве масла до 70-90 °C выходов фильтра из строя не наблюдалось, однако, после остывания масла до 30 °C запуск двигателя становился невозможным. При использовании чистого арахисового масла интенсивного загрязнения топливного фильтра не отмечено. Применение обоих сортов масла приводило к быстрому закоксовыванию отверстий распылителей форсунки и к отложению твердого нагара на стенках камеры сгорания. Поскольку вязкость растительных масел в 12-14 раз больше, чем у дизельного топлива, необходимо увеличивать давление в подкачивающей топливной магистрали. При работе на растительных маслах мощность дизеля повышалась примерно на 6 %, удельный эффективный расход топлива увеличивался на 20 %, а термический КПД оказался ниже, чем при работе на нефтяном топливе. При использовании растительных масел и их смесей с дизельным топливом отмечено повышение температуры отработавших газов, рост содержания в отработавших газах монооксида углерода CO и легких углеводородов CH_x и практически неизменная концентрация в отработавших газах оксидов азота NO_x. Сделано предположение, что более низкий термический КПД и более высокие температуры отработавших газов при использовании топлив на базе растительных масел вызваны большим периодом задержки воспламенения и более низкой скоростью сгорания.

Длительные испытания смеси подсолнечного масла и дизельного топлива проведены фирмой Allis Chalmers [21]. После 604 ч на верхней перемычке всех поршней образовалось большое количество нагара, вторые поршневые кольца пригорели. Продолжительность

работы распылителей форсунок изменялась от 35 до 123 ч, давление топлива в форсунке - на 10-15 %. На носке форсунки и внутри распыливающих отверстий обнаружено большое количество нагара. Топливные фильтры приходилось менять через 20-40 часов работы двигателя. Чрезмерное образование нагара было обнаружено во впускных окнах после 250 ч испытаний. Анализ моторного масла показал, что после 100 часов работы двигателя масло содержало большое количество нерастворимых продуктов и его вязкость возросла до 21 мм²/с при 100 °С. Гильзы цилиндров и подшипники шатуна были в хорошем состоянии. Износ гильз был меньше, чем при работе на дизельном топливе. Отмечено, что при исследовании возможности использования растительных масел в качестве топлив для дизелей необходимо определять содержание высокомолекулярных жирных кислот в растительном масле по йодному числу. Этот показатель определяет степень коксуемости распылителей форсунок.

Возможность использования подсолнечного масла в качестве топлива для дизелей с турбонаддувом и непосредственным впрыскиванием изучалась фирмой International Harvester Сотрану [22]. Исследован шестицилиндровый дизель с турбонаддувом, непосредственным впрыскиванием топлива и рабочим объемом 7,6 л. Мощность двигателя составляла 134 кВт при частоте вращения 2500 мин-1. Результаты испытаний двигателя на смесях подсолнечного масла и нефтяного топлива показали, что применение смесей, имеющих повышенную по сравнению с дизельным топливом вязкость, приводит к повышению давления впрыскивания, к более раннему открытию и более позднему закрытию распылителя иглой форсунки. В результате длительность процесса сгорания увеличивается. Отложения нагара на форсунках, поршнях и гильзах цилиндров отмечались даже на режимах с высокими частотой вращения и нагрузкой. На нефорсированных режимах количество отложений увеличивалось в результате попадания несгоревшего топлива на горячие поверхности камеры сгорания. Пусковые качества дизеля, работающего на смесевом топливе с соотношением компонентов 1:1, оказались неудовлетворительными. Отмечается, что испытания продолжительностью 200 ч не дают возможности сделать вывод о стабильности характеристик двигателя в течение длительного времени при работе на смесевом топливе, поэтому сделан вывод о необходимости дальнейших исследований.

Было исследовано рапсовое масло с точки зрения его использования в качестве биодизельного топлива. Проведенные хроматографические исследования позволили установить следующее. Основной составной частью исходного растительного масла являются жирные кислоты, которые в зависимости от их относительного содержания можно разделить на главные (обычно две-три), каждая из которых составляет от 10 до 85% от общего содержания кислот в масле, и второстепенные, содержащиеся в масле в количестве от десятых долей процента до 10 %. Количественный состав жирных кислот масла одного и того же растения непостоянен вследствие сильной зависимости состава от климатических условий места произрастания. В составе неспецифических, ненасыщенных жирных кислот масел первой группы находятся олеиновая, линолевая или линоленовая кислоты (все содержат по С18). В таких маслах нет специфических кислот типа эруковой, зато преимущественно содержится линолевая и/или олеиновая кислоты. В очень небольших количествах присутствуют и другие жирные кислоты. На рисунке приведена хроматограмма рапсового масла. В таблице представлены результаты хроматограммы метилированной пробы рапсового масла.

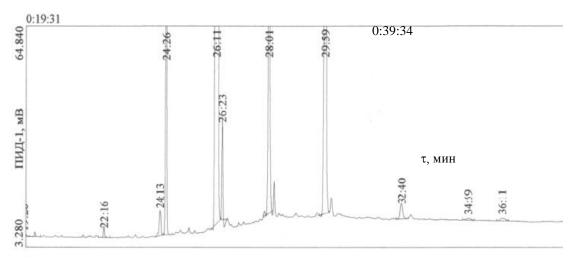


Рисунок – Хроматограмма рапсового масла

Таблица – Результаты хроматограммы метилированной пробы рапсового масла

Название и химическая формула	Процентное содержание в масле, %
Лауриновая (додекановая) С12Н24О2	0,01
Миристиновая (тетрадекановая) С14Н28О2	0,05
Пентадекановая (пентадециловая) С15Н30О2	0,02
Пальмитиновая (гексадекановая) $C_{16}H_{32}O_2$	4,75
Пальмитолеиновая (гексадеценовая) $C_{16}H_{30}O_2$	0,2
Маргариновая (гептадекановая) С17Н34О2	0,04
Маргаринолеиновая (гептадеценовая) С ₁₇ Н ₃₂ О ₂	0,06
Стеариновая (октадекановая) С ₁₈ Н ₃₆ О ₂	1,9
Олеиновая (октадеценовая) С ₁₈ Н ₃₄ О ₂	59,53
Линолевая (октадекадиеновая) $C_{18}H_{32}O_2$	21,36
Линоленовая (октадекатриеновая) $C_{18}H_{30}O_2$	9,27
Арахиновая (эйкозановая) $C_{20}H_{40}O_2$	0,67
Гонделиновая (эйкозеновая) С20Н38О2	1,35
Эйкозадиеновая С20Н36О2	0,14
Бегеновая (докозановая) С22Н44О2	0,06
Эруковая (докозеновая) С22Н42О2	0,15
Лигноцериновая (тетракозановая) С24Н48О2	0,13
Нервоновая (тетракозеновая) С24Н46О2	0,12

Заключение. Анализ результатов исследований показал большое содержание в рапсовом масле олеиновой (59,53%), линолевой (21,36%) и линоленовой (9,27%) кислоты, несколько меньше — пальмитиновой (4,75%). Рапсовое масло относится к специфическим маслам из-за содержания в нем эруковой кислоты. В нашем случае содержание эруковой кислоты не превышает 0,15%, что относит исследуемый сорт масла к пищевому продукту.

Список литературы

- 1. Результаты испытаний и перспективы эксплуатации дизелей на биотопливе / С.А. Нагорнов, В.Ф. Федоренко, Д.С. Буклагин, А.Н. Зазуля, И.Г. Голубев, А.П. Ликсутина. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. 136 с.
- 2. Инновационные технологии производства биотоплива второго поколения / В.Ф. Федоренко, Д.С. Буклагин, А.Н. Зазуля, И.Г. Голубев, С.В. Романцова, С.В. Бодягина, Л.Ю.

Коноваленко. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. 68 с.

- 3. Исследование кинетики процесса метанолиза при переработке растительного сырья в биотопливо / С.А. Нагорнов, С.В. Романцова, С.И. Дворецкий, В.П. Таров, И.А. Рязанцева, К.С. Малахов // Вестник ТГТУ. 2009. Т.15. № 3. С. 572-580.
- 4. Состав жидкого топлива: патент № 2374302 РФ. Заявл. 22.05.2008; опубл. 27.11.2009. Бюл. №33.
- 5. Получение биодизельного топлива из растительных масел / А.Н. Зазуля, С.А. Нагорнов, С.В. Романцова, К.С. Малахов // Достижения науки и техники АПК. 2009. № 12. С. 58-60.
- 6. Получение биодизельного топлива: современные тенденции, проблемы и пути их решения / С.А. Нагорнов, С.И. Дворецкий, С.В. Романцова, К.С. Малахов, И.А. Рязанцева // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2009. № 10(24). С. 55-60.
- 7. Способ извлечения липидов из биомассы: патент № 2388812 РФ. Заявка № 2008137841/13; заявл. 22.09.2008; опубл. 10.05.2010. Бюл. № 13.
- 8. Интенсификация синтеза биодизельного топлива вращающимся электромагнитным полем / С.А. Нагорнов, С.В. Романцова, И.А. Рязанцева, С.В. Бодягина // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2010. №5. С. 8-10.
- 9. Зазуля А.Н., Нагорнов С.А., Бодягина С.В. Особенности фракционного состава биодизельного топлива // Техника в сельском хозяйстве. 2010. №5. С. 20-23.
- 10. Нагорнов С.А., Романцова С.В. Эфирная композиция для улучшения свойств дизельного топлива // Наука в центральной России. 2013. № 2. С.35-43.
- 11. Моделирование процесса метанолиза растительных масел в аппарате вихревого слоя ферромагнитных частиц / С.А. Нагорнов, Д.С. Дворецкий, С.И. Дворецкий, А.А. Ермаков // Вестник Тамбовского ГТУ. 2010. Т.16. № 4. С. 944-953.
- 12. Моделирование гидродинамики в реакторе с вихревым слоем ферромагнитных частиц при синтезе биотоплива / С.А. Нагорнов, Д.С. Дворецкий, С.И. Дворецкий, А.А. Ермаков // Вопросы современной науки и практики. Университет имени В.И. Вернадского. 2010. №10(12). С.359-368.
- 13.Роторный аппарат: патент № 2424047 РФ. Заявка № 2009131387/05(043914); заявл. 18.08.2009; опубл. 20.07.2011. Бюл. № 20.
- 14. Способ переэтерификации растительных масел путем алкоголиза: патент № 2425863 РФ. Заявка № 2009134566(048677)/13; заявл. 15.09.200; опубл. 10.08.2011. Бюл. № 22.
- 15. Определение состава смесевого топлива / С.В. Романцова, С.А. Нагорнов, В.А. Гаврилова, Н.Г. Конькова // Механизация и электрификация сельского хозяйств. 2012. № 1. С. 28-29.
- 16. Эффективное использование нефтепродуктов в сельском хозяйстве / С.А. Нагорнов, С.В. Романцова, А.Н. Зазуля, И.Г. Голубев. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2006. 192 с.
- 17. Повышение эффективности работы нефтехозяйств в АПК. Научное издание / С.А. Нагорнов, А.Н. Зазуля, С.В. Романцова, И.Г. Голубев. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. 168 с.
- 18. Анализ направлений экономии топливно-смазочных материалов путем модернизации нефтехозяйств / А.Н. Зазуля, С.А. Нагорнов, Ю.Н. Сапьян, И.Г. Голубев. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. 168 с.
 - 19. Revving up on Sunflower Oil // Power Farming Magazine. 1980. Vol. 89. № 9. P. 10-12.

- 20. Barsic N.J., Humke A.L. Performance and Emissions Characteristics of a Naturally Aspirated Diesel Engine with Vegetable Oil Fuels // SAE Technical Paper Series. 1981. № 810262. P. 1-10.
- 21.Ziejewski M., Kaufman K.R. Endurance Test of a Sunflower Oil Diesel Fuel Blend // SAE Technical Paper Series. 1982. № 820257. P. 1-14.
- 22. Baranescu R.A., Lusco J.J. Sunflower Oil as a Fuel Extender in Direct-Injection Turbocharged Diesel Engines // SAE Technical Paper Series. 1982. № 820260. P. 1-14.

References

- 1. Rezul'taty ispytanij i perspektivy jekspluatacii dizelej na biotop-live / S.A. Nagornov, V.F. Fedorenko, D.S. Buklagin, A.N. Zazulja, I.G. Golubev, A.P. Liksutina. M.: FGNU «Rosinformagroteh», 2008. 136 s.
- 2. Innovacionnye tehnologii proizvodstva biotopliva vtorogo pokolenija / V.F. Fedorenko, D.S. Buklagin, A.N. Zazulja, I.G. Golubev, S.V. Romancova, S.V. Bodjagina, L.Ju. Konovalenko. M.: FGNU «Rosinformagroteh», 2009. 68 s.
- 3. Issledovanie kinetiki processa metanoliza pri pererabotke rastitel'nogo syr'ja v biotoplivo / S.A. Nagornov, S.V. Romancova, S.I. Dvoreckij, V.P. Tarov, I.A. Rjazanceva, K.S. Malahov // Vestnik TGTU. 2009. T.15. № 3. S. 572-580.
- 4. Sostav zhidkogo topliva: patent № 2374302 RF. Zajavl. 22.05.2008; opubl. 27.11.2009. Bjul. №33.
- 5. Poluchenie biodizel'nogo topliva iz rastitel'nyh masel / A.N. Zazulja, S.A. Nagornov, S.V. Romancova, K.S. Malahov // Dostizhenija nauki i tehniki APK. 2009. № 12. S. 58-60.
- 6. Poluchenie biodizel'nogo topliva: sovremennye tendencii, problemy i puti ih reshenija / S.A. Nagornov, S.I. Dvoreckij, S.V. Romancova, K.S. Malahov, I.A. Rjazanceva // Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo. 2009. № 10(24). S. 55-60.
- 7. Sposob izvlechenija lipidov iz biomassy: patent № 2388812 RF. Zajavka № 2008137841/13; zajavl. 22.09.2008; opubl. 10.05.2010. Bjul. № 13.
- 8. Intensifikacija sinteza biodizel'nogo topliva vrashhajushhimsja jelektromagnitnym polem / S.A. Nagornov, S.V. Romancova, I.A. Rjazanceva, S.V. Bodjagina // Mehanizacija i jelektrifikacija sel'skogo hozjajstva. 2010. №5. S. 8-10.
- 9. Zazulja A.N., Nagornov S.A., Bodjagina S.V. Osobennosti frakcionnogo sostava biodizel'nogo topliva // Tehnika v sel'skom hozjajstve. 2010. №5. S.20-23.
- 10. Nagornov S.A., Romancova S.V. Jefirnaja kompozicija dlja uluchshenija svojstv dizel'nogo topliva // Nauka v central'noj Rossii. 2013. № 2. S. 35-43.
- 11. Modelirovanie processa metanoliza rastitel'nyh masel v apparate vihrevogo sloja ferromagnitnyh chastic / S.A. Nagornov, D.S. Dvoreckij, S.I. Dvoreckij, A.A. Ermakov // Vestnik Tambovskogo GTU. 2010. T.16. № 4. S. 944-953.
- 12. Modelirovanie gidrodinamiki v reaktore s vihrevym sloem ferromagnitnyh chastic pri sinteze biotopliva / S.A. Nagornov, D.S. Dvoreckij, S.I. Dvoreckij, A.A. Ermakov // Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Universitet imeni V.I. Vernadskogo. 2010. №10(12). S.359-368.
- 13. Rotornyj apparat: patent № 2424047 RF. Zajavka № 2009131387/05(043914); zajavl. 18.08.2009; opubl. 20.07.2011. Bjul. № 20.
- 14. Sposob perejeterifikacii rastitel'nyh masel putem alkogoliza: pa-tent № 2425863 RF. Zajavka № 2009134566(048677)/13; zajavl. 15.09.200; opubl. 10.08.2011. Bjul. № 22.
- 15. Opredelenie sostava smesevogo topliva / S.V. Romancova, S.A. Nagornov, V.A. Gavrilova, N.G. Kon'kova // Mehanizacija i jelektrifikacija sel'skogo hozjajstv. 2012. № 1. S. 28-29.

- 16. Jeffektivnoe ispol'zovanie nefteproduktov v sel'skom hozjajstve / S.A. Nagornov, S.V. Romancova, A.N. Zazulja, I.G. Golubev. M.: FGNU «Rosinformagroteh», 2006. 192 s.
- 17. Povyshenie jeffektivnosti raboty neftehozjajstv v APK. Nauchnoe izdanie / S.A. Nagornov, A.N. Zazulja, S.V. Romancova, I.G. Golubev. M.: FGNU «Rosinformagroteh», 2008. 168 s.
- 18. Analiz napravlenij jekonomii toplivno-smazochnyh materialov putem modernizacii neftehozjajstv / A.N. Zazulja, S.A. Nagornov, Ju.N. Sap'jan, I.G. Golubev. M.: FGNU «Rosinformagroteh», 2010. 168 s.
- 19. Revving up on Sunflower Oil // Power Farming Magazine. 1980. Vol. 89. №9. P. 10-12.
- 20. Barsic N.J., Humke A.L. Performance and Emissions Characteristics of a Naturally Aspirated Diesel Engine with Vegetable Oil Fuels // SAE Technical Paper Series. 1981. № 810262. P. 1-10.
- 21. Ziejewski M., Kaufman K.R. Endurance Test of a Sunflower Oil Diesel Fuel Blend // SAE Technical Paper Series. 1982. № 820257. P. 1-14.
- 22. Baranescu R.A., Lusco J.J. Sunflower Oil as a Fuel Extender in Direct-Injection Turbocharged Diesel Engines // SAE Technical Paper Series. 1982. № 820260. P. 1-14.

УДК 631.372:662.756.3

О ПРОИЗВОДСТВЕ БИОДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

Хоанг Нгиа Дат,

кандидат технических наук, Университет Тай Нгуен, Республика Вьетнам

Реферат. Известно, что проблема получения альтернативных источников энергии для сельхозпроизводства и непосредственно из имеющихся местных сырьевых ресурсов и отходов очень актуальна во Вьетнаме, который активно развивается, но имеет пока еще невысокую степень развития современных технологий производства и использования биотоплива. Освещены проблемы и перспективы выработки биотоплива из местной растительной культуры — ятрофы, которая устойчива к засухе и вредителям, может произрастать на обеднённых сухих почвах Вьетнама, имеет высокий выход масла из семян соизмеримый с основными биодизельными культурами - соей и рапсом. Масло ятрофы имеет высокое кислотное число, поэтому большое значение приобретает стадия промывки конечного продукта реакции переэтерификации. Проведено обоснование принципиальной конструктивно-технологической схемы гидродинамического смесителя для промывки углекислым газом биодизельного продукта, исходя из критериев получения в нем минимально Теоретически необходимых no размерам пузырьков газа. рассмотрен функционирования гидродинамического смесителя эжекторного типа, осуществляющего смешивание потоков биодизельного топлива из ятрофового масла с углекислым газом при его промывке. Установлены зависимости характеристик процесса от диаметра трубопровода. Получена закономерность изменения мощности на гомогенизацию с уменьшением длины камеры смешивания, обоснована длина камеры смешивания - не более 35 мм. Получено рациональное соотношение расходов углекислого газа, обоснован режим, при котором углекислый газ приобретает в камере смешивания свойства жидкости, растворяясь в биодизельном топливе, а смесь становится квазиоднородной. Обоснована физика процесса кавитационного воздействия углекислого газа на биодизельное топливо, результатом которого является улучшение физико-химических свойств среды за счет структуризации молекул раствора, что положительно влияет на смешивание. Представлено определение параметров и режимов работы гидродинамического смесителя.

Ключевые слова: биодизельное топливо, гидродинамический смеситель, кавитация, углекислый газ, эжекиия.

ABAUT THE BIODISEL PRODUCTION

Hoang Nghia Dat,

Candidate of Technical Sciences, Thai Nguyen University, Republic of Vietnam

Abstract. It is known that the problem of obtaining alternative energy sources for agricultural production and directly from the available local raw material resources and waste is very topical in Vietnam, which is actively developing, but still has a low degree of development of modern technologies of production and use of biofuels. The problems and prospects of production of biofuel

from local crops – atrophy that is resistant to drought and pests, can grow on dry soils depleted of Vietnam, has a high yield of oil from seeds is commensurate with the major biodiesel crops - soybeans and rapeseed. Atrophy oil has high acid number, therefore, of great importance is the stage of washing of the final product of the transesterification reaction. The substantiation of the principle of constructive-technological scheme of hydrodynamic mixer for flushing carbon dioxide biodiesel product based on the criteria of receiving there in the minimum required size of gas bubbles. Process functioning hydrodynamic mixer of ejector type exercising blending biodiesel flows out vatrofa oil with carbon dioxide by washing is theoretically considered. Dependences of characteristics of the process from pipe diameter are installed. The pattern of change in the power homogenization with decreasing length of the mixing chamber is obtained, the mixing chamber length - no more than 35 mm is substantiated. The obtained rational ratio of the costs of carbon dioxide, justified the mode in which carbon dioxide gets into the mixing chamber fluid properties, dissolved in biodiesel fuel, and the mix becomes quasi-homogeneous. The physics of the process of cavitation effects of carbon dioxide on biodiesel, the result of which is to improve the physical and chemical properties of the medium due to the structuring of the molecules of the solution, which positively affects the mixing is justified. Determination of parameters and operating modes of the hydrodynamic mixer is presented.

Key words: biodiesel, hydrodynamic mixer, cavitation, carbon dioxide, ejection.

Введение. Одна из глобальных проблем, стоящих перед человечеством, это снижение антропогенной нагрузки на природную среду. Исторически сложилось, что энергетика, использующая ископаемое сырье, все время работает как насос, забирающий из окружающей среды кислород воздуха и минеральное сырье, включая углеводороды, и выбрасывающий соответствующие по массе газообразные продукты, в том числе - токсичные продукты сгорания, парниковые газы, жидкие и твердые отходы энергетики, низкоэнергетические тепловые стоки и т.д. Очевидна дальнейшая недопустимость такого кризисного развития, подводящая к опасной точке невозврата, за которой лежит глобальная экологическая катастрофа. По этой причине дальнейшее развитие энергетики должно проходить не по ресурсно-затратному сценарию, как в настоящее время, а в рамках жестких экологических ограничений. В этих условиях многократно возрастает роль альтернативной энергетики на основе возобновляемых источников энергии. Основное преимущество возобновляемых источников энергии состоит в том, что их использование, не изменяя энергетического баланса планеты, позволяет решить три глобальные задачи человечества: энергетика, экология, продовольствие. Этим объясняется бурное развитие возобновляемой энергетики во всем мире и оптимистические прогнозы ее дальнейшего развития [1-18]. Кроме того, резкий рост потребления углеводородного топлива на фоне высоких темпов снижения его запасов также побудил ученых и технических специалистов многих стран к поиску и освоению возобновляемых источников энергии - биодизельного топлива. При использовании биотоплива отсутствуют выбросы соединений серы, а биоразложение топлива в почве происходит в течение не более 2-х месяцев.

В Таиланде и Малайзии получают биодизельное топливо из масла кокоса. Несмотря на уже достаточно широкое распространение биодизельного топлива в мире, объемы его производства остаются относительно небольшими. Одной из причин этого является высокая себестоимость, значительно превышающая себестоимость традиционного дизельного топлива. По этой причине государственные дотации на производство биодизельного топлива, сочетаются с широкомасштабными исследованиями и поиском путей его удешевления.

Сельское хозяйство любой развитой страны мира является одним из основных потребителей энергии и, в частности, дизельного топлива. Проблема получения альтернативных источников энергии для сельхозпроизводства и непосредственно из имеющихся местных сырьевых ресурсов и отходов очень актуальна, в частности, во Вьетнаме. Вьетнам активно развивается, но имеет пока еще невысокую степень развития современных технологий производства и использования биотоплива. Территория Вьетнама находится в зоне тропиков, 60 % населения работает в сельскохозяйственном производстве, поэтому биоэнергетика — это перспективное направление развития сельскохозяйственного сектора экономики.

В 2013 году 40000 дизельных машин продали на рынке Вьетнама (21,75%), что выше на 2 % от количества 2009 г. В сельском хозяйстве активно эксплуатируются дизельные двигатели тракторов, но во Вьетнаме производится только биобензин Е5, Е10. Популярные биодизельные культуры в мире — рапс, соя, пальма, подсолнечник не растут или не дают высокую урожайность в стране. Есть другая произрастаемая во Вьетнаме биодизельная культура —ятрофа, устойчивая к засухе и вредителям, содержащая до 40% масла в семенах. Ятрофа может произрастать на обеднённых сухих почвах (Вьетнам имеет 2 млн. га сухой не используемой земли) и имеет высокий выход масла из семян (1,8-2,4 тонн масла /га) соизмеримый с основными биодизельными культурами соей и рапсом. Во Вьетнаме площадь посадки ятрофы составит 300 000 гектар в 2015 г. Хотя ятрофа соответствует погодным и почвенным условиям во Вьетнаме, но сейчас в основном используется для экспорта, потому что нет эффективной технологии производства биодизельного топлива, в том числе в условиях небольших сельскохозяйственных предприятий. Кроме того, новому заводу придется конкурировать в условиях уже сформировавшейся структуры рынка биотоплива, где США, Бразилия, страны Европы и Китай занимают лидирующие позиции.

Масло ятрофы, как правило, имеет высокое кислотное число, поэтому нужно большое количество катализатора при его переработке в биодизельное топливо. В качестве катализатора используются щелочь КОН или NaOH. Для получения биодизельного топлива с требуемыми качественными показателями и с достаточно эффективностью необходимо совершенствование известной технологии производства биодизельного топлива из растительных масел и соответствующего комплекта оборудования. Наиболее важное влияние на качественные показатели и интенсивность последовательного технологического цикла получения биодизельного топлива из растительных масел повышенной кислотности оказывает его завершающая стадия, заключающаяся в промывке полученного продукта.

Экспериментальная часть. Проведено обоснование принципиальной конструктивнотехнологической схемы гидродинамического смесителя для промывки углекислым газом биодизельного продукта, исходя из критериев получения в нем минимально необходимых по размерам пузырьков газа [19-21]. Для этого был теоретически рассмотрен процесс функционирования гидродинамического смесителя эжекторного типа (рис. 1 и 2), осуществляющего смешивание потоков биодизельного топлива из ятрофового масла с углекислым газом при его промывке.

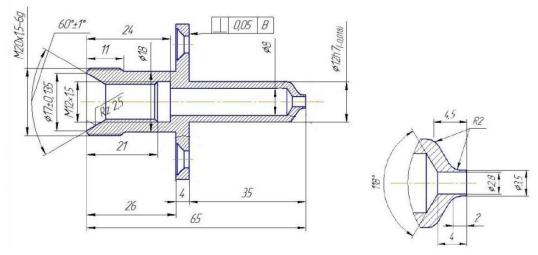


Рисунок 1 – Гидродинамический смеситель эжекторного типа

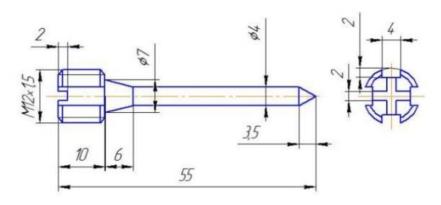


Рисунок 2 – Игла для регулирования выхода газа

Установлено снижение давления потока и мощности на перемешивание с увеличением диаметра трубопровода. Определена наименьшая интенсивность изменения давления при диаметре более 30 мм, где зависимость приобретает характер линейной функции. Получена закономерность изменения мощности на гомогенизацию, которая наиболее интенсивно возрастает (в 1,5 раза) с уменьшением длины камеры смешивания с 15 до 10 мм, а при 30...35 мм перестает снижаться. Предложена длина камеры смешивания не более 35 мм.

Получено рациональное соотношение расходов углекислого газа $Q/Q\kappa p < 1,19$, характеризующее статическую область образования пузырьков: увеличение частоты их образования с минимальными размерами (радиус пузырька R = 0,608 мм).

Обоснован режим (давление на срезе сопла соответствует критическому), при котором углекислый газ приобретает в камере смешивания свойства жидкости, растворяясь в биодизельном топливе, а смесь становится квазиоднородной.

Доказано, что формируемый при этом сверхзвуковой поток жидкость-газ трансформируется в дозвуковой, сопровождаемый при акустическом эффекте кавитации прыжком перемешивания за счет изоэнтропного скачка давления. Обоснована физика процесса кавитационного воздействия углекислого газа на биодизельное топливо, результатом которого является улучшение физико-химических свойств среды за счет структуризации молекул раствора, что положительно влияет на смешивание. Представлено определение параметров и режимов работы гидродинамического смесителя.

Заключение. Процесс производства биодизельного топлива осуществлялся по известной технологии путем прямой переэтерификации глицеридов ятрофового масла с метиловым спиртом или с изопропиловым спиртом в присутствии едкого калия. В результате получали метиловый эфир рапсового масла (МЭРМ), изопропиловый эфир рапсового масла (ИЭРМ) или метиловый эфир ятрофового масла (МЭЯМ) и изопропиловый эфир ятрофового масла (ИЭЯМ), являющийся биодизельным топливом различного качества. Качественные показатели процесса гидродинамического смешивания пузырьков углекислого газа при промывки продукта определяли с помощью микроскопа МИКРОМЕД Р-1, а готового биодизельного топлива - в специализированной лаборатории по известным методикам.

Список литературы.

- 1. Результаты испытаний и перспективы эксплуатации дизелей на биотопливе / С.А. Нагорнов, В.Ф. Федоренко, Д.С. Буклагин, А.Н. Зазуля, И.Г. Голубев, А.П. Ликсутина. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. 136 с.
- 2. Инновационные технологии производства биотоплива второго поколения / В.Ф. Федоренко, Д.С. Буклагин, А.Н. Зазуля, И.Г. Голубев, С.В. Романцова, С.В. Бодягина, Л.Ю. Коноваленко. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. 68 с.
- 3. Исследование кинетики процесса метанолиза при переработке растительного сырья в биотопливо / С.А. Нагорнов, С.В. Романцова, С.И. Дворецкий, В.П. Таров, И.А. Рязанцева, К.С. Малахов // Вестник ТГТУ. 2009. Т.15. № 3. С. 572-580.
- 4. Состав жидкого топлива: патент № 2374302 РФ. Заявл. 22.05.2008; опубл. 27.11.2009. Бюл. № 33
- 5. Получение биодизельного топлива из растительных масел / А.Н. Зазуля, С.А. Нагорнов, С.В. Романцова, К.С. Малахов // Достижения науки и техники АПК. 2009. № 12. С. 8-60.
- 6. Получение биодизельного топлива: современные тенденции, проблемы и пути их решения / С.А. Нагорнов, С.И. Дворецкий, С.В. Романцова, К.С. Малахов, И.А. Рязанцева // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2009. № 10(24). С. 55-60.
- 7. Способ извлечения липидов из биомассы: патент № 2388812 РФ. Заявка № 2008137841/13; заявл. 22.09.2008; опубл. 10.05.2010. Бюл. № 13.
- 8. Интенсификация синтеза биодизельного топлива вращающимся электромагнитным полем / С.А. Нагорнов, С.В. Романцова, И.А. Рязанцева, С.В. Бодягина // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2010. №5. С. 8-10.
- 9. Зазуля А.Н., Нагорнов С.А., Бодягина С.В. Особенности фракционного состава биодизельного топлива // Техника в сельском хозяйстве. 2010. №5. С. 20-23.
- 10. Нагорнов С.А. Романцова С.В. Эфирная композиция для улучшения свойств дизельного топлива // Наука в центральной России. 2013. № 2. С.35-43.
- 11. Моделирование процесса метанолиза растительных масел в аппарате вихревого слоя ферромагнитных частиц / С.А. Нагорнов, Д.С. Дворецкий, С.И. Дворецкий, А.А. Ермаков // Вестник Тамбовского ГТУ. 2010. Т.16. № 4. С. 944-953.
- 12. Моделирование гидродинамики в реакторе с вихревым слоем ферромагнитных частиц при синтезе биотоплива / С.А. Нагорнов, Д.С. Дворецкий, С.И. Дворецкий, А.А. Ермаков // Вопросы современной науки и практики. Университет имени В.И. Вернадского. 2010. № 10(12). С. 359-368.

- 13.Получение и испытание смесевого дизельного топлива / А.Н. Зазуля, Ю.В. Мещерякова, С.А. Нагорнов, И.В. Ерохин // Наука в центральной России. 2015. №4(16). С.62-69.
- 14.Способ переэтерификации растительных масел путем алкоголиза: патент № 2425863 РФ. Заявка № 2009134566(048677)/13; заявл. 15.09.200; опубл. 10.08.2011. Бюл. № 22.
- 15. Определение состава смесевого топлива / С.В. Романцова, С.А. Нагорнов, В.А. Гаврилова, Н.Г. Конькова // Механизация и электрификация сельского хозяйств. 2012. № 1. С. 28-29.
- 16. Эффективное использование нефтепродуктов в сельском хозяйстве / С.А. Нагорнов, С.В. Романцова, А.Н. Зазуля, И.Г. Голубев. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2006. 192 с.
- 17. Повышение эффективности работы нефтехозяйств в АПК. Научное издание / С.А. Нагорнов, А.Н. Зазуля, С.В. Романцова, И.Г. Голубев. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. 168 с.
- 18. Анализ направлений экономии топливно-смазочных материалов путем модернизации нефтехозяйств / А.Н. Зазуля, С.А. Нагорнов, Ю.Н. Сапьян, И.Г. Голубев. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. 168 с.
- 19. Пахомов В.И., Московский М.Н., Хоанг Нгиа Дат. Обоснование применения культуры ятрофы как материала для получения биотоплива // Весник Донского государственного технического университета. 2014. Т.14. № 4(79). С. 150-157.
- 20. Функционирование гидродинамического смесителя в среде жидкость—газ при производстве биодизельного топлива из масла ятрофы / Хоанг Нгиа Дат, Г.Г. Пархоменко, В.И. Пахомов, В.Б. Рыков, С.И. Бырько, И.В. Божко // Сельскохозяйственные машины и технологии. 2015. №3. С. 34-38.
- 21. Московский М.Н., Хоанг Нгиа Дат. Обоснование параметров технологического процесса нейтрализации остатков гидроксида калия (КОН) при производстве биотоплива из культуры ятрофы // Инженерный вестник Дона: электронный научный журнал. № 1. 2015. 9 с. Режим доступа: http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n l y2015/2824

References

- 1. Rezul'taty ispytanij i perspektivy jekspluatacii dizelej na biotoplive / S.A. Nagornov, V.F. Fedorenko, D.S. Buklagin, A.N. Zazulja, I.G. Golubev, A.P. Liksutina. M.: FGNU «Rosinformagroteh», 2008. 136 s.
- 2. Innovacionnye tehnologii proizvodstva biotopliva vtorogo pokolenija / V.F. Fedorenko, D.S. Buklagin, A.N. Zazulja, I.G. Golubev, S.V. Romancova, S.V. Bodjagina, L.Ju. Konovalenko. M.: FGNU «Rosinformagroteh», 2009. 68 s.
- 3. Issledovanie kinetiki processa metanoliza pri pererabotke rastitel'nogo syr'ja v biotoplivo / S.A. Nagornov, S.V. Romancova, S.I. Dvoreckij, V.P. Tarov, I.A. Rjazanceva, K.S. Malahov // Vestnik TGTU. 2009. T.15. № 3. S. 572-580.
- 4. Sostav zhidkogo topliva: patent № 2374302 RF. Zajavl. 22.05.2008; opubl. 27.11.2009. Bjul. № 33
- 5. Poluchenie biodizel'nogo topliva iz rastitel'nyh masel / A.N. Zazulja, S.A. Nagornov, S.V. Romancova, K.S. Malahov // Dostizhenija nauki i tehniki APK. 2009. № 12. S. 8-60.
- 6. Poluchenie biodizel'nogo topliva: sovremennye tendencii, problemy i puti ih reshenija / S.A. Nagornov, S.I. Dvoreckij, S.V. Romancova, K.S. Malahov, I.A. Rjazanceva // Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo. 2009. № 10(24). S. 55-60.

- 7. Sposob izvlechenija lipidov iz biomassy: patent № 2388812 RF. Zajavka № 2008137841/13; zajavl. 22.09.2008; opubl. 10.05.2010. Bjul. № 13.
- 8. Intensifikacija sinteza biodizel'nogo topliva vrashhajushhimsja jelektromagnitnym polem / S.A. Nagornov, S.V. Romancova, I.A. Rjazanceva, S.V. Bodjagina // Mehanizacija i jelektrifikacija sel'skogo hozjajstva. 2010. №5. S. 8-10.
- 9. Zazulja A.N., Nagornov S.A., Bodjagina S.V. Osobennosti frakcionnogo sostava biodizel'nogo topliva // Tehnika v sel'skom hozjajstve. 2010. №5. S.20-23.
- 10. Nagornov S.A. Romancova S.V. Jefirnaja kompozicija dlja uluchshenija svojstv dizel'nogo topliva // Nauka v central'noj Rossii. 2013. № 2. S.35-43.
- 11. Modelirovanie processa metanoliza rastitel'nyh masel v apparate vihrevogo sloja ferromagnitnyh chastic / S.A. Nagornov, D.S. Dvorec-kij, S.I. Dvoreckij, A.A. Ermakov // Vestnik Tambovskogo GTU. 2010. T.16. № 4. S. 944-953.
- 12. Modelirovanie gidrodinamiki v reaktore s vihrevym sloem ferromagnitnyh chastic pri sinteze biotopliva / S.A. Nagornov, D.S. Dvoreckij, S.I. Dvoreckij, A.A. Ermakov // Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Universitet imeni V.I. Vernadskogo. 2010. № 10(12). S. 359-368.
- 13.Poluchenie i ispytanie smesevogo dizel'nogo topliva / A.N. Zazulja, Ju.V. Meshherjakova, S.A. Nagornov, I.V. Erohin // Nauka v central'noj Rossii. 2015. №4(16). S.62-69.
- 14.Sposob perejeterifikacii rastitel'nyh masel putem alkogoliza: patent № 2425863 RF. Zajavka № 2009134566(048677)/13; zajavl. 15.09.200; opubl. 10.08.2011. Bjul. № 22.
- 15. Opredelenie sostava smesevogo topliva / S.V. Romancova, S.A. Nagornov, V.A. Gavrilova, N.G. Kon'kova // Mehanizacija i jelektrifikacija sel'skogo hozjajstv. 2012. № 1. S. 28-29.
- 16. Jeffektivnoe ispol'zovanie nefteproduktov v sel'skom hozjajstve / S.A. Nagornov, S.V. Romancova, A.N. Zazulja, I.G. Golubev. M.: FGNU «Rosinformagroteh», 2006. 192 s.
- 17.Povyshenie jeffektivnosti raboty neftehozjajstv v APK. Nauchnoe izdanie / S.A. Nagornov, A.N. Zazulja, S.V. Romancova, I.G. Golubev. M.: FGNU «Rosinformagroteh», 2008. 168 s.
- 18.Analiz napravlenij jekonomii toplivno-smazochnyh materialov putem modernizacii neftehozjajstv / A.N. Zazulja, S.A. Nagornov, Ju.N. Sap'jan, I.G. Golubev. M.: FGNU «Rosinformagroteh», 2010. 168 s.
- 19. Pahomov V.I., Moskovskij M.N., Hoang Ngia Dat. Obosnovanie primenenija kul'tury jatrofy kak materiala dlja poluchenija biotopliva // Vesnik Donskogo gosudarstvennogo tehnicheskogo universiteta. 2014. T.14. №4(79). S.150-157.
- 20. Funkcionirovanie gidrodinamicheskogo smesitelja v srede zhidkost'–gaz pri proizvodstve biodizel'nogo topliva iz masla jatrofy / Hoang Ngia Dat, G.G. Parhomenko, V.I. Pahomov, V.B. Rykov, S.I. Byr'ko, I.V. Bozhko // Sel'skohozjajstvennye mashiny i tehnologii. 2015. №3. S. 34-38.
- 21.Moskovskij M.N., Hoang Ngia Dat. Obosnovanie parametrov tehnologicheskogo processa nejtralizacii ostatkov gidroksida kalija (KON) pri proizvodstve biotopliva iz kul'tury jatrofy // Inzhenernyj vestnik Dona: jelektronnyj nauchnyj zhurnal. №1. 2015. 9 s. Rezhim dostupa: http://www.ivdon.ru/ru/magazine/archive/n l y2015/2824

УДК 631.17

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ ДИССЕРТАЦИЙ И АВТОРЕФЕРАТОВ

Капустин Василий Петрович

доктор технических наук, профессор ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет». E-mail: prof@ yandex.ru

Реферат. Определены цель науки и научных исследований, которые представляют специфическую форму деятельности человека, существенно отличающуюся как от деятельности в сфере материального производства, так и от других видов духовной деятельности. В соответствии с Положением о присуждении ученых степеней в Российской Федерации утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года, № 842 и введенным в действие с 1 января 2014 г описаны требования, предъявляемые к диссертациям на соискание учёной степени доктора и кандидата наук и оценки научно-квалификационных работ. Проанализированы требования, предъявляемые к диссертациям, включающие одиннадцать пунктов. Приведены недостатки в написании диссертаций и авторефератов, приводятся примеры правильного названия темы, цели, объекта, предмета научных исследований, определение научной новизны, практической значимости и достоверности полученных результатов по специальности 05. 20. 01- Технологии и средства механизации сельского хозяйства, 05. 20. 03 -Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве. Описаны разночтения ГОСТ 7. 0.11- 2011 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и авторефераты диссертации и ГОСТ 7.32 -2001 Система стандартов по информации, библиотечному делу. Отчёт о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления по включению в текст диссертации объекта, предмета и направления научных исследований, по месту расположения номера страницы, списка использованных источников. Представлены другие недостатки литературных uавторефератов несоблюдения ГОСТ 2.105-95 ЕСКД Общие требования к текстовым документам. Предлагаются мероприятия по повышению качества подготовки диссертаций и авторефератов на соискание ученых степеней.

Ключевые слова: автореферат, диссертация, квалификационная работа, научная новизна, недостатки, тема, актуальность.

THE QUALITY IMPROVEMENT OF THESIS AND AUTHOR S ABSTRACT PREPARATION

Kapustin Vasily Petrovich

Full Doctor of Technical Sciences, professor, Tambov State Technical University

Abstract. The purpose of science and research, which are a specific form of human activity, both significantly different from the activities in the field of material production and other kinds of intellectual activities is defined. The requirements of the thesis for the doctor and candidate degrees and evaluation criteria of scientific works are described in accordance with the Regulation on the

awarding of academic degrees in the Russian Federation approved by the Government of the Russian Federation on September 24, 2013, № 842 and entered into force on 1 January 2014 describes Requirements for theses, including eleven items are analyzed. The shortcomings in the thesis and author's abstracts preparation, the correct name of the theme, purpose, object, subject of research, the definition of scientific novelty, the practical significance and reliability of the results by specialty − 05.20.01 - Technologies and means of agriculture mechanization, Technology and maintenance facilities in agriculture are given in this article. Differences in GOST 7.0.11-2011 the standards system on information, librarianship and publishing are described. The thesis and author's abstracts, GOST system standards on information, librarianship; the report on research work, the structure and presentation rules, the object and subject inclusion in the thesis, the location of page numbers, the list literature are described. The other shortcomings of theses, author's abstracts, GOST default, the general requirements to text documents are presented.

Key words: author s abstract, thesis, qualifying work, scientific novelty, shortcomings, theme, thematic justification.

Введение. Непосредственная цель науки — описание, объяснение и предсказание процессов и явлений действительности, составляющих предмет её изучения, на основе открываемых законов, а в широком смысле - теоретическое отражение действительности и использование результатов научных исследований в промышленности, сельском хозяйстве, развитии общества и самой науки.

Будучи неотделимыми от практического способа освоения мира, научные исследования, как производство знаний, представляет собой весьма специфическую форму деятельности человека, существенно отличную, как от деятельности в сфере материального производства, так и от других видов духовной деятельности.

Если при производстве продукции в сельском хозяйстве и промышлености знания используются лишь в качестве идеальных средств, то в науке их получение образует главную и непосредственную цель, независимо от того, в каком виде воплощается эта цель: теоретического описания, схемы технологического процесса, формул и т.д. [1].

Приоритет в разработке новейших материалов, техники и технологий принадлежит в основном исследователям ученым нашей И других стран. Производство конкурентоспособной продукции базируется на использовании высокорентабельных машинных технологий. Важнейшим фактором успешного создания и реализации таких технологий является наличие в стране высококвалифицированных специалистов всех отраслей народного хозяйства, научных и педагогических кадров, подготавливаемых в магистратуре, аспирантуре, адъюнктуре, докторантуре вузов и научно-исследовательских институтов [2]. Результатами научных исследований в данном случае являются написание и защита кандидатской или докторской диссертации и получение ученой степени - кандидат или доктор соответствующих наук.

Обсуждение. Методике подготовки диссертаций посвящены работы многих ученых: Райзберга Б.А., Кузнецова И.М., Кузина Ф.А., Виноградова В.И., Лазовского В.В. и др. В большинстве предложенные методики посвящены написанию диссертаций по общественным наукам. Техническим наукам посвящены работы Виноградова В.И., Лазовского В.В., Крутова В.И., Грушко И.М., Завражного А.И. и др. В предложенных работах приводится недостаточно примеров правильного написания введения, обоснования актуальности выбранной темы,

объекта и предмета исследований, научной новизны и других составляющих, подтверждающих квалификационные признаки диссертации.

В настоящее время опубликовано и действует Положение о присуждении ученых степеней в Российской Федерации, утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года, № 842 и введенным в действие с 1 января 2014 г. в котором определены критерии, которым должны соответствовать подготовленные к защите диссертации, пункты 9, 10, 11, 14, 16, 23, и 24 [3].

Диссертация на соискание ученой степени доктора наук должна быть научноквалификационной работой, в которой на основании выполненных автором исследований разработаны теоретические положения, совокупность которых можно квалифицировать как научное достижение, либо решена научная проблема, имеющая важное политическое, социально-экономическое, культурное или хозяйственное значение, либо изложены новые научно обоснованные технические, технологические или иные решения, внедрение которых вносит значительный вклад в развитие страны.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата наук должна быть научноквалификационной работой, в которой содержится решение задачи, имеющей значение для развития соответствующей отрасли знаний, либо изложены новые научно-обоснованные технические, технологические или иные решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны, п.9.

Диссертация должна быть написана автором самостоятельно, обладать внутренним единством, содержать новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты и свидетельствовать о личном вкладе автора диссертации в науку.

В диссертации, имеющей прикладной характер, должны приводиться сведения о практическом использовании полученных автором диссертации научных результатов, а в диссертации, имеющей теоретический характер, - рекомендации по использованию научных выводов.

Предложенные автором диссертации решения должны быть аргументированы и оценены по сравнению с другими известными решениями.

Основные научные результаты диссертации должны быть опубликованы в рецензируемых научных изданиях. Количество публикаций, в которых излагаются основные научные результаты диссертации на соискание ученой степени доктора и кандидата наук, в рецензируемых изданиях должно быть: в области искусствоведения и культурологии, социально-экономических, общественных и гуманитарных наук - не менее 15 и 3, , в остальных областях – не менее 10 и 2 соответственно, п.13 [3].

В диссертации соискатель ученой степени обязан ссылаться на автора и (или) источник заимствования материалов или отдельных результатов.

Требования, предъявляемые к диссертации, проверяются организацией, где выполнялась работа, оппонентами и ведущей организацией, п.11, 23 и 24 соответственно, таблица.

Таблица 1 – Требования, предъявляемые к диссертации, проверяемые организациями и оппонентами

Наименование требования	Организация		Комиссия	Оппонент
	где выполнялась	ведущая	диссертационного	
	диссертация		совета	
1. Актуальность темы				+

2. Соответствие темы и				
содержания диссертации	+		+	+
специальности				
3 Личное участие				
соискателя в получении	+			
результатов				
4 Ссылка соискателя на				
автора или источник	+		+	
заимствования				
5 Полнота изложения				
результатов исследований	+		+	
в рецензируемых изданиях				
6 Количество публикаций,				
в которых издаются	+		+	
основные научные				
результаты				
7 Ценность научных работ	+	+		
8 Научная новизна и				
практическая значимость	+			+
9 Значимость полученных				
автором результатов для		+		
соответствующей отрасли				
науки				
10 Обоснованность				
научных положений,		+		+
выводов, рекомендаций,				
сформулированных в				
диссертации				
11 Достоверность				
результатов исследований	+			+

В текстах диссертаций и авторефератов встречается много ненаучных выражений, неисправленных ошибок и опечаток, то есть резко снизилась грамотность соискателей ученых степеней.

Нередко в диссертациях, представленных на соискание ученой степени доктора наук, не сформулирована проблема, на соискание ученой степени кандидата наук - задача научных исследований, пункт 9.

Из таблицы 1. видно, что за качеством подготовленных диссертаций и достоверностью полученных результатов предлагается хороший контроль. Однако, на самом деле, с начала 90-х годов, качество подготовки диссертаций и авторефератов резко снизилось. В авторефератах и диссертациях имеются недостатки, которые снижают ценность результатов научных исследований и показатели квалификационного уровня их авторов. Основные из них: неверное название темы, цели, объекта, предмета научных исследований, определение научной новизны, практической значимости и достоверности результатов научных исследований, отсутствуют или неверно оформлены документы, подтверждающие внедрение и др.

Например, темы «Повышение качества посева семян сельскохозяйственных культур разработкой и применением вариатора привода высевающих аппаратов» и «Повышение эффективности приработки дизелей совершенствованием технологии обкатки с

динамическим нагружением» определены неверно, так как повышение качества или эффективности — это категории, определяющие цель выполняемой работы научных исследований. Название первой темы можно определить: «Разработка и обоснование параметров привода высевающего аппарата сеялки для посева сельскохозяйственных культур»; второй — «Совершенствование технологии и средств обкатки дизельных двигателей».

Название темы диссертации должно отвечать на вопрос: что сделано в диссертации, решению какой задачи она посвящена. В названии темы могут быть слова: разработка методики, рабочего органа, машины, технологии и средства для выполнения процесса; обоснование параметров технологии, процесса машины; совершенствование техники, технологии, исследование процесса, технологии [4]. Тему диссертации можно определить по паспорту специальностей: 05.20.01 – Технологии и средства механизации сельского хозяйства; 05.20.02 — Электротехнологии и электрооборудование в сельском хозяйстве; 05.20.03 — Технологии и средства технического обслуживания в сельском хозяйстве и других.

О недостатках в целом по диссертациям отмечено в [6, 7] и других источниках.

Цель научных исследований определяется результатами научной работы: повышение производительности, урожайности, мощности двигателя, надежности, снижения расхода топлива, потребляемой энергии, отрицательного воздействия на окружающую среду и др., но ни в коем случае не разработка, не совершенствование, не исследование, как часто пишут.

Часто целью диссертационной работы определяют – повышение эффективности технологии, процесса и т. д. В данном случае цель определена некорректно, так как цель научной работы должна быть конкретной. А показателями эффективности, в зависимости от процесса, технологии могут быть множество – от пяти до двенадцати и более. Например, по специальности 05.20.01 показателями эффективности являются: повышение урожайности, качества продукции, снижение сроков выполнения технологической операции, себестоимости единицы продукции, вредного воздействия на окружающую среду и др.; по специальности 05.20.02 – снижение затрат электроэнергии, затрат труда, себестоимости единицы продукции, материалоемкости, повышение качества продукции, условий труда и др.; по специальности 05.20.03 – повышение качества ремонта, технического обслуживания, износостойкости, срока службы, снижение затрат труда, себестоимости ремонта и технического обслуживания, вредного воздействия на окружающую среду и др.

За объект исследования чаще всего принимают физический, например, агрегат, устройство, машина и др. Но в научных исследованиях объект должен рассматриваться с дугой точки зрения. Например, технологический процесс уборки, посева, обработки почвы, внесения удобрений, сварки пайки и др. Например, объект исследования — процесс высева семян усовершенствованным высевающим аппаратом, или процесс высева семян зерновых культур и средства, его обеспечивающие.

Предмет научных исследований также часто определяют неточно. Предметом исследований могут быть зависимости, определяемые в результате выполнения процесса, параметры и режимы работы и т. д.

Большие сложности испытывает соискатель при определении научной новизны и практической значимости. Новыми могут быть только те положения диссертационного исследования, которые способствуют дальнейшему развитию науки в целом или отдельных ее направлений. Научная новизна работы должна быть не только продекларирована, но и подтверждена [8]. Признаки научной новизны [4]: а) постановка новой научной проблемы; б)

введение новых научных категорий и понятий, развивающих представление о данной отрасли знаний; в) раскрытие новых закономерностей; г) обоснование конструкционнотехнологической схемы рабочего органа, узла, машины, прибора, технологии для использования в растениеводстве и животноводстве, оборудования, способа и средств контроля качества ремонта, технического и технологического обслуживания техники; д) классификация способов, средств; е) физико-механические, технологические и другие свойства продукции, растений, почвы, кормов, металлов и сплавов; ж) определение различных коэффициентов и их значений; з) применение новых методов, инструментов, аппаратов и стендов исследований; и) разработка и научное обоснование предложений об обновлении объектов, процессов и технологий, используемых в экономике и управлении; к) развитие научных представлений об окружающем мире, технологии и средства снижения вредного воздействия на окружающую среду, природу общество.

Практическая значимость результатов исследований проявляется в публикации основных результатов исследования в монографиях, учебниках, научных статьях; в наличии авторских свидетельств и патентов, актов о внедрении результатов исследований в практику; апробацией результатов исследования на научно-технических конференциях и симпозиумах; в использовании научных разработок в учебном процессе в высших и средних учебных заведениях; в использовании при разработке государственных и региональных программ развития той или иной отрасли народного хозяйства; использования результатов исследования при подготовке новых нормативных и методических документов.

Рекомендации об использовании результатов научных исследований предусматривают [4]:

- в каких организациях рекомендуется использовать результаты (научные, проектно-конструкторские, производственные, образовательные, хозяйственные, административно-управленческие предприятия и учреждения);
- в какой форме могут быть использованы результаты исследования и рекомендации, представленные в работе.

В НИИ могут использоваться: новые теоретические зависимости, положения; методики исследований; новые приборы; оборудование; включенные материалы в ранее выполненные отчеты о научно-исследовательской работе. В проектно-конструкторских организациях могут использоваться разработанные конструкции машин, отдельные ее элементы, оборудование и приборы, методика обоснования и расчета элементов конструкции новых машин и установок. В учебных заведениях всех форм собственности — при чтении лекций, проведении лабораторных и практических занятий, выполнении курсовых и дипломных проектов. В государственных и частных учреждениях (предприятиях), отраслевых министерствах, организациях планирования: при разработке концепций; прогнозов; планов; методических рекомендаций; программ обоснования стратегий; различных нормативных документов по снижению вредного воздействия на окружающую среду технологий и техники (СНиП, СанПиН, ГОСТ, ОСТ); цитирование в докладах и других документах.

Конечная цель теоретических исследований – не только в использовании его результатов для решения научных задач, но и во введении их в общественную практику. Сюда могут быть отнесены методики расчетов, алгоритмы, программы, обоснования требований к устройствам, технологическим процессам и т. д.

Большую сложность вызывает у соискателей ответ на вопрос, чем подтверждается достоверность полученных результатов научных исследований?

Достоверность полученных результатов научных исследований подтверждается [4]:

- использованием в диссертации признанных положений отечественной и зарубежной науки, общеизвестных методик, программ ГОСТов и ОСТов, современных и вновь разработанных приборов и оборудования;
- достаточным количеством опытов (измерений), схождением результатов экспериментальных и теоретических исследований;
 - внедрением результатов исследований в производство, учебный процесс и т. д.;
- выступлением с результатами научных исследований на различных научнопрактических конференциях и одобрением докладов, публикация результатов научных исследований в открытой печати, в том числе в рецензируемых научных журналах и изданиях, рекомендуемых ВАК.

Требования диссертационных советов к оформлению диссертаций и их соискателям имеют свои особенности, но они должны находиться в пределах требований ВАК, Постановлений и других нормативных документов – ГОСТов.

Какой может быть особенность? Одни советы, например, имеют больше сильных математиков, другие — методистов, которые больше задают вопросов по их специальности. Это естественно. Но когда говорят, а это заметно по авторефератам, что в совете некоторые разделы (главы) отсутствуют или объединяются, то напрашивается вывод — почему?

Такое положение объясняется тем, что ни в одном ГОСТе не расшифрованы разделы основной части диссертации.

Например, ГОСТ 7.0.11- 2011 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Диссертация и авторефераты диссертации. Введен 2012 – 09.01. В данном ГОСТе вообще отсутствуют пункты, подтверждающие научно-квалификационную работу соискателя — объект и предмет исследований, направление научных исследований, порядковый номер страницы рекомендуется печатать посередине верхнего поля страницы. А по ГОСТ 7.32 — 2001 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления, номер страницы рекомендуется проставлять в центре нижней части листа без точки. В первом случае пишется список литературы, а во втором — список использованных источников.

Возникает вопрос, по какому ГОСТу нумеровать таблицы и писать список литературы, или список использованных источников?

В одних диссертациях выводы по главам (разделам) имеются, в других отсутствуют. Ни в одном из ГОСТов ничего об этом не написано.

В тексте диссертаций имеются и другие недостатки, снижающие квалификационные показатели и грамотность соискателей, например, часто в списке использованных источников представлена литература, которая не использовалась, даже написанная и опубликованная автором.

Не по правилам оформляются документы о внедрении результатов исследований: акты, справки и другие, в которых отсутствуют даты, а иногда и подписи.

При написании диссертации и автореферата диссертации не соблюдаются требования ГОСТ 2.105 – 95, Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам, ГОСТ 7.32 – 2001, ГОСТ Р 7.0.11 – 2011. Например, описание устройства, на которое получен патент, в диссертации проводится так же, как указано в патенте. Язык науки отличный от других, и тем более, от специального патентного. Поэтому описывать устройство патентным языком не следует.

Часто в диссертациях одно и то же явление, вещество, устройство пишут по-разному. В соответствии с ГОСТ 2.105 – 95 это делать запрещено. Например, отработавшие газы, выхлопные газы, выхлоп. Чертежи выполняются с отступлением от ЕСКД. Часто в тексте диссертации отсутствуют ссылки на рисунки, таблицы, приложения. Рисунки, таблицы помещаются не после ссылки, а до ссылки на них или через 2 – 3 страницы после ссылки. Часто отсутствуют комментарии к таблицам и графикам. На графиках отсутствуют аналитические выражения.

Научные исследования от других видов исследований отличаются тем, что в результате выполнения последних получают математические модели, зависимости, графики, которые должны быть описаны и объяснены. В данном случае встает вопрос, на который должен быть получен ответ. Почему зависимость имеет вид прямой, параболы, гиперболы или степенной функции?

Объяснение графика, заключающееся в том, что с увеличением (уменьшением) независимой переменной значение зависимой переменной увеличивается или уменьшается, с точки зрения научных исследований, недостаточное. В данном случае должен быть получен ответ на вопрос — почему происходит изменение зависимой переменной от независимой по той или иной кривой? К сожалению, во многих диссертациях такое объяснение отсутствует. Кроме того, часто отсутствуют пределы значения величин при которых справедливы зависимости, не описаны условия, при которых проводились исследования, что не позволяет проверить полученные результаты, т. е. определить достоверность полученных результатов научных исследований и их воспроизводимость.

Неверно используются слова провести и произвести, конструктивные технологические схемы и конструкционно-технологические схемы.

Приложения оформляются не по ГОСТ 2.105 - 95, а именно: нумеруются приложения 1, 2, 3 и т. д., вместо A, Б, В... и не имеют названия.

Часто в опубликованных работах не полностью отражаются результаты, полученные теоретическими исследованиями.

Заключение. Таким образом, правильное название темы, определение цели и задач, объекта и предмета научных исследований направление научных исследований, формулирование научной новизны полученных результатов и заключения, а также грамотного представления текста является основными показателями квалификационного уровня соискателя ученой степени. Защищенные диссертации с перечисленными недостатками свидетельствуют о недостаточной требовательности членов диссертационного совета и научного руководителя к соискателю ученой степени. Вызывают сомнения отзывы, присланные на автореферат диссертации без замечаний.

Для повышения качества подготавливаемых диссертаций и авторефератов диссертаций и соответствия их квалификационным признакам необходимо:

- 1. Привести в соответствие ГОСТы, относящиеся к выполнению научных исследований, подготовке диссертаций с Положением «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденным Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013г. № 842, введенным в действие с 1 января 2014г.
- 2. Ввести курс лекций и практических занятий с аспирантами по правилам оформления диссертаций и авторефератов диссертаций.
 - 3. Подготовить методические рекомендации по подготовке и защите диссертаций.

- 4. Повысить спрос с руководителей и научных консультантов за качество подготовки диссертаций и авторефератов диссертаций соискателями.
- 5. Повысить спрос с оппонентов и ведущих организаций за качество подготовки отзыва и заключения организации, где выполнялась диссертация.

Список литературы

- 1. Основные принципы формирования научной работы. Этапы её организации и выполнения. Методические рекомендации. /В.И. Виноградов, В.В. Лазовский // Изд.2-е, доп. Сибирское отделение ВАСХНИЛ, Новосибирск: 1983. 51 с.
- 2. Ковриков, И.Т. Основы научных исследований и УНИРС / И.Т. Ковриков.- Оренбург: ОО Агентство «Пресс », 2011.- 212 с.
- 3. Положение о присуждении ученых степеней, утвержденное постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 20,13г. № 842. Введено в действие с 1 января 2014г.
- 4. Завражнов, А. И., Капустин, В. П., Гордеев, А. С. Подготовка и защита диссертации. Методические рекомендации /А. И. Завражнов, В. П. Капустин, А. С. Гордеев. Мичуринск: OOO «БиС», 2012. 92c.
- 5. Петрашев А.И. Совершенствование технологических процессов и ресурсосберегающих средств консервации сельскохозяйственной техники при хранении: автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук: 05.20.03. /А.И. Петрашев Саратов: Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова. 2007. 48с.
- 6. Климов, Е. А. О нежелательных традициях в работе диссертационных советов по педагогическим и социологическим наукам. /Е. А. Климов // Бюллетень ВАК РФ № 1, 2002. с. 22 28.
- 7. Неволин, В. Н. Ответы главного ученого секретаря ВАК на вопросы./В. н. Неволин. // Бюллетень ВАК РФ № 5, 2005. с. 9-15.
- 8. Райзберг, Б.А. Диссертация и ученая степень. Пособие для соискателей/ Б. А. Райзберг // 4-ое изд. доп. М.: Инфра, 2004. 416 с.

УДК 631.37:662.767.1

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЖАТОГО ПРИРОДНОГО ГАЗА ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ

Коваленко Всеволод Павлович,

доктор технических наук, профессор, Российский государственный аграрный университет, Московская сельскохозяйственная академия им. К.А.Тимирязева, E-mail: elenaulykina@ rambler.ru

Девянин Сергей Николаевич,

доктор технических наук, профессор, Российский государственный аграрный университет, Московская сельскохозяйственная академия им. К.А.Тимирязева

Улюкина Елена Анатольевна,

доктор технических наук, Российский государственный аграрный университет, Московская сельскохозяйственная академия им. К.А.Тимирязева

Тодорив А.В.,

аспирант, Российский государственный аграрный университет Московская сельскохозяйственная академия им. К.А.Тимирязева

Реферат: Известно, что газомоторное топливо в качестве альтернативы жидким нефтяным топливам занимает лидирующую позицию среди других альтернативных топлив благодаря экономичности, экологичности и доступности. перспективность заправки сельскохозяйственной техники компримированными (сжатыми) природными газами в полевых условиях. Сопоставлены положительные и отрицательные стороны системы реализации. заправки сельскохозяйственной техники в полевых условиях, показаны ее этапы и определены оптимальные условия эффективного функционирования. Основным критерием эффективности системы обеспечения газом сельскохозяйственной техники выбрано время, затрачиваемое на реализацию отдельных этапов функционирования системы, от которых зависит бесперебойность работы газопотребляющей техники. На анализа вариантов обеспечения сельскохозяйственной непосредственно в местах проведения полевых работ показано, что значительный эффект может быть достигнут, если объединить их преимущества. Предложен модульный автогазозаправщик, представляющий собой автомобильное шасси повышенной проходимости, оснащенное несколькими заправочными модулями, приспособленными как к работе с автомобиля, так и к автономному использованию без обслуживающего персонала при размещении на грунте. Показано, что сущность блочно-модульного принципа компоновки автозаправщика состоит в том, что изделие формируется из отдельных модулей, связанных технологически между собой и выполняющих определенные функции, причём под модулем понимается конструктивно, технологически и функционально завершенный элемент.

Ключевые слова: перспективы, реализация, заправка топливом, компримированные природные газы, полевые условия, сельскохозяйственная техника.

PERSPECTIVE USE OF COMPRESSED NATURAL GAS DURING EXPLOITATION OF AGRICULTURAL MACHINERY

Kovalenko Vsevolod Pavlovich,

Doctor of Technical Sciences, Professor, Russian State Agrarian University, Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, E-mail: elenaulykina@ rambler.ru

Девянин Сергей Николаевич,

Doctor of Technical Sciences, Professor, Russian State Agrarian University, Timiryazev Agricultural Academy, Moscow

Uljukina Elena Anatol'evna,

Doctor of Technical Sciences, Russian State Agrarian University, Timiryazev Agricultural Academy, Moscow

Todoriv A.V.,

Postgraduate student, Russian State Agrarian University, Timiryazev Agricultural Academy, Moscow

Abstract. It is known that the gas fuel as an alternative to liquid petroleum fuels occupies a leading position among the other alternative fuels due to its cost-effectiveness, sustainability and accessibility. The prospect of fueling of agricultural equipment by compressed (compressed) natural gas field is investigated. Positive and negative aspects of the system implementation for fueling of agricultural equipment in the field are compared, its stages and optimal conditions for the effective functioning of showing are determined. The main criterion for effectiveness of the system of gas supply of agricultural machinery is selected the time taken for the implementation of individual stages functioning of the system, which depends on the continuity of the gas consuming appliances. Based on the analysis of options for agricultural equipment gas directly in the places of carrying of field work it has been shown that a significant effect can be achieved when you combine their strengths. The modular automobile gas refueller, which is a car chassis all terrain equipped with several filling modules adapted as a to work with the car, and to use autonomous without attendants when placed on the ground is offered. It is shown that the essence of block-modular principle of arrangement of automobile gas refueller is that the product is formed from separate modules, technologically connected with each other and performing certain functions, with a module is understood structurally, technologically and functionally complete element.

Key words: prospects, sales, fueling, compressed natural gas, field conditions agricultural machinery

Введение. Газомоторное топливо в качестве альтернативы жидким нефтяным топливам занимает лидирующую позицию среди других альтернативных топлив благодаря своей экономичности, экологичности и доступности. В качестве топлива для двигателей внутреннего сгорания могут использоваться сжиженные углеводородные газы преимущественно нефтяного происхождения (СУГ, или пропан-бутановые смеси), компримированные (сжатые) природные газы (КПГ) и сжиженные природные газы (СПГ), основой которых является метан.

Из перечисленных газомоторных топлив наиболее перспективным для использования при эксплуатации двигателей являются КПГ, что обусловлено достаточно широким развитием в стране магистральных газопроводов и промышленно-бытовых газовых сетей, при наличии

которых получение сжатого газа является несложной и малозатратной технической задачей, а также возможностью применения этого топлива в существующих дизельных двигателях без их существенной модернизации. По мнению специалистов, метан является на сегодняшний день наиболее экологичным, безопасным и выгодным топливом из числа подобных. Использование метана в сжиженном состоянии (в виде СПГ), хотя и имеет перед КПГ некоторые преимущества по энергетическим показателям, но сложнее в технологическом плане, так как требует применения криогенной техники.

В Российской Федерации принят ГОСТ 27577 «Газ природный топливный компримированный для двигателей внутреннего сгорания», регламентирующий свойства этого продукта и являющийся правовой базой для его использования в качестве моторного топлива. Однако широкое внедрение этого топлива тормозится недостаточным количеством мобильной техники, потребляющей КПГ, и отсутствием развитой инфраструктуры для его реализации.

Обсуждение проблемы. В сфере сельскохозяйственного производства КПГ в первую очередь может найти применение при эксплуатации автомобилей, разработанных на базе КАМАЗ для перевозки сельскохозяйственных грузов. Модельный ряд автомобилей сельскохозяйственного назначения, работающих на газомоторном топливе, включает зерновозы, овощевозы, хлопковозы, силосовозы, загрузчики сухих кормов, самосвалы с двухи трёхсторонней разгрузкой и т.п. Заправка этих машин может осуществляться на автомобильных газонаполнительных компрессорных станциях (АГНКС), что значительно облегчает их эксплуатацию.

серийно Ha базе выпускаемых тракторов сельскохозяйственного назначения Всероссийским механизации сельского (ГНУ институтом хозяйства ВИМ Россельхозакадемии) разработан ряд тракторов, работающих на КПГ: тракторы ДТ-75, МТЗ-82, К-701, Т-150К, ЮМЗ-6, ЛТЗ-55. Созданы также оригинальные конструкции тракторов аналогичного назначения, например, концерном «Тракторные заводы» изготовлен трактор Агромаш-85ТК222ДГ.

Однако парк мобильных машин сельскохозяйственного назначения, работающих на КПГ, еще крайне мал; это в первую очередь относится к тракторам и другой самоходной сельскохозяйственной технике, что в значительной степени связано с трудностями, возникающими при обеспечении этой техники топливом в полевых условиях.

В настоящее время заправка мобильной техники КПГ производится в основном на стационарных газонаполнительных станциях. Различными фирмами предлагаются проекты и оборудование для стационарных АГНКС с производительностью от 150 до 900 м³ газа в час. Эти объекты имеют довольно сложное устройство и включают, как правило, следующие блоки: входных кранов – для подключения к газопроводу и учёта поступившего газа; предварительной очистки газа – для доведения его параметров до уровня, требуемого технологией сжатия; компримирования (компрессорный блок) – для поднятия давления газа до 25 МПа; подготовки КПГ – для доведения показателей качества сжатого газа до соответствования требованиям ГОСТ 27577; аккумуляции – для накопления запаса КПГ, позволяющего осуществлять заправку при неработающем компрессоре; редуцирования – для снижения давления заправляемого газа до 20 МПа; газозаправочных колонок – для заправки потребителей и учета выданного газа. При необходимости может дополнительно использоваться и другое оборудование.

Разновидностью АГНКС являются блочные станции, которые по комплектации оборудования не отличаются от стационарных, но располагаются не в капитальных зданиях, а в быстровозводимых сооружениях, и монтируются из блоков заводского изготовления.

По данным на 31 мая 2015 г. в России имелось 247 АГНКС, что крайне недостаточно (для сравнения: на Украине эксплуатируется 324 АГНКС).

С целью приближения средств заправки КПГ к потребителю компании, производящие газозаправочное оборудование, предлагают для реализации мини АГНКС и микро АГНКС. Мини АГНКС производительностью от 115 до 400 м³ газа в час предназначены в основном для небольших автотранспортных предприятий и других организаций, имеющих ограниченный парк газомоторной техники. По своему устройству они аналогичны стационарным АГНКС, но имеют менее энергоёмкое оборудование и более экономичное конструктивное оформление.

Микро АГНКС производительностью от 3 до 24 м³ газа в час предназначены для индивидуальных владельцев автотранспорта и частных предпринимателей, занимающихся оказанием транспортных услуг. Эта установка представляет собой компрессор высокого давления, смонтированный на силовой раме и снабженный фильтром для очистки и обезвоживания газа, трубчатым радиатором для его охлаждения, заправочным краном и датчиком давления, автоматически выключающим компрессор при достижении в заправляемом баке давления 20 МПа. Установка размещается на открытой площадке и должна быть защищена от атмосферного воздействия.

Несмотря на экономичность указанных АГНКС по сравнению с полноразмерными установками, они до настоящего времени в России распространения не получили.

Все перечисленные АГНКС привязаны к источникам газа – магистральным газопроводам или газовым сетям, что затрудняет их применение в сфере сельскохозяйственного производства, особенно при проведении полевых работ.

В полевых условиях для транспортировки КПГ и заправки им газопотребляющей техники могут использоваться передвижные автогазозаправщики (ПАГЗ). Заправка техники осуществляется в основном бескомпрессорным способом на специально оборудованных площадках (рис. 1). Для газификации населенных пунктов и отдельных предприятий используются активные ПАГЗ, оснащенные высокопроизводительными дожимными компрессорными установками и приборами учета расхода газа. По данным изготовителя, ПАГЗ имеет пределы применения в виде ограничения удаления точки расположения заправляемой техники от АГНКС, где происходит пополнение заправщиком запасов газа (радиус обслуживания не более 50 км).

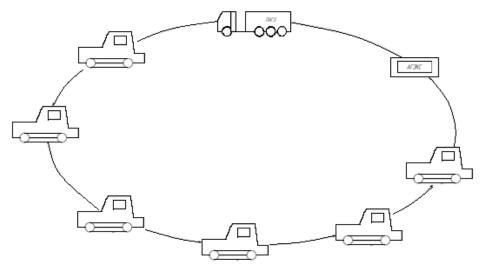


Рисунок 1 - Схема заправки сельскохозяйственной техники газом с помощью ПАГЗ.

Для повышения эффективности использования ПАГЗ следует определить оптимальные условия его функционирования при заправке сельскохозяйственной техники. Для этого необходимо рассмотреть систему обеспечения газом этой техники, которая включает следующие этапы:заполнение газом ёмкости ПАГЗ на АГНКС; транспортирование газа к месту его потребления;заправка сельскохозяйственных машин.

Основным критерием эффективности системы обеспечения газом сельскохозяйственной техники является время, затрачиваемое на реализацию перечисленных этапов, от которого зависит бесперебойность работы газопотребляющей техники. Каждый из этих этапов включает ряд подэтапов (операций), от которых зависит выполнение основной задачи системы – своевременное обеспечение техники топливом.

Первый этап включает в общем виде следующие операции: ожидание ПАГЗ в очереди на АГНКС; подготовку к заполнению; непосредственное заполнение емкости ПАГЗ; подготовку ПАГЗ к транспортированию газа. Продолжительность этого этапа зависит от наличия и размеров очереди на АГНКС, производительности ее заправочного оборудования, времени, затрачиваемого на подготовительные и заключительные операции; эти процессы имеют вероятностный характер и адекватно описываются математическим аппаратом теории массового обслуживания [1].

Второй этап заключается в выполнении транспортной работы по доставке определенного количества газа к местам его потребления; его продолжительность, определяемая путем решения стандартной транспортной задачи, зависит от технической характеристики ПАГЗ, величины плеча подвоза, состояния дорог и т.п. [2].

Время на реализацию третьего этапа включает, кроме продолжительности непосредственной заправки топливных емкостей сельскохозяйственной машины, затраты времени на подготовительные и заключительные операции, а также на подъезд и отъезд ПАГЗ или заправляемого средства (в зависимости от схемы организации заправки), и время простоя сельскохозяйственных машин в ожидании заправки ввиду занятости ПАГЗ. Математическое моделирование этих процессов также можно успешно осуществлять с использованием теории массового обслуживания.

Заправка сельскохозяйственной техники на АГНКС может иметь место там, где это позволяют местные условия, однако из экономических и технических соображений целесообразно осуществлять эту операцию непосредственно в полевых условиях. Рассмотрение использования для этой цели ПАГЗ показывает, что наряду с положительными

сторонами (высокая мобильность средства заправки, позволяющая снизить до минимума простои и холостые пробеги сельскохозяйственных машин), недостатками такого технического решения являются значительные потери времени и большой расход топлива на перемещение ПАГЗ между далеко расположенными друг от друга заправляемыми объектами. В этой связи представляет интерес система заправки сельскохозяйственной техники газом, состоящая из передвижных газозаправочных пунктов — газозаправочных модулей (ГЗМ), оснащенных емкостями для КПГ, заправочными приспособлениями, средствами замера выданного газа. Их доставка к месту выполнения полевых работ осуществляется автомобилями, а заправка техники производится самими механизаторами (рис. 2).

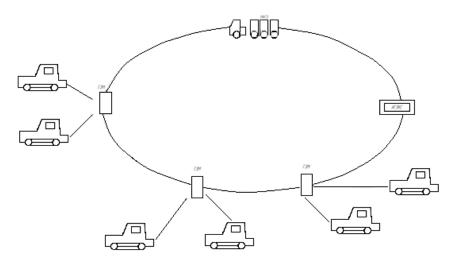


Рисунок 2 - Схема заправки сельскохозяйственной техники газом с помощью МАГЗ и ГЗМ.

Сравнительный анализ двух рассмотренных вариантов обеспечения сельскохозяйственной техники газом непосредственно в местах проведенияполевых работ показал, что значительный эффект может быть достигнут, если объединить их преимущества, создав модульный автогазозаправщик (МАГЗ), представляющий собой автомобильное шасси повышенной проходимости, оснащенное несколькими заправочными модулями, приспособленными как к работе с автомобиля, так и к автономному использованию без обслуживающего персонала при размещении на грунте.

Сущность блочно-модульного принципа компоновки МАГЗ состоит в том, что изделие формируется из отдельных модулей, связанных технологически между собой и выполняющих определенные функции, причём под модулем понимается конструктивно, технологически и функционально завершенный элемент.

При разработке требований к шасси для МАГЗ были рассмотрены автотранспортные средства высокой проходимости [3] и установлено, что для этой цели наиболее пригодны полноприводные автомобили с колесной формулой 8х8, обладающие оптимальной грузоподъемностью и высокой маневренностью, необходимой при подходе к заправляемой сельскохозяйственной технике. МАГЗ необходимо оборудовать подъемно-манипулирующим устройством для перемещения ГЗМ на грунт или на шасси МАГЗ и замене порожнего блока газовых емкостей на заполненный при размещении ГЗМ на грунте.

Выводы. Применение КПГ для топливообеспечения сельскохозяйственной техники способно дать значительный экономический и экологический эффект. Для реализации этой задачи целесообразно разработать специальное транспортно-заправочное средство – МАГЗ,

применение которого будет способствовать расширению возможностей использования природного газа в сельском хозяйстве.

Список литературы

- 1. Пирогов Ю.Н. Математическое моделирование процессов функционирования объектов и технических средств обеспечения горючим. М.: Неография, 2006. 228 с.
- 2. Автотранспортные и тракторные перевозки / К.В. Рыбаков, О.Н. Дидманидзе, Г.Е. Митягин [и др.]. М.: УМЦ ТРИАДА, 2005. 205 с.
- 3. Ипатов А.А., Доценидзе Т.Д. Создание новых средств развития транспортной инфраструктуры. М.: Металлургиздат, 2008. 110 с.

References

- 1. Pirogov Ju.N. Matematicheskoe modelirovanie processov funkcionirovanija obektov i tehnicheskih sredstv obespechenija gorjuchim. M.: Neografija, 2006. 228 s.
- 2. Avtotransportnye i traktornye perevozki / K.V. Rybakov, O.N. Didmanidze, G.E. Mitjagin [i dr.]. M.: UMC TRIADA, 2005. 205 s.
- 3. Ipatov A.A., Docenidze T.D. Sozdanie novyh sredstv razvitija trans-portnoj infrastruktury. M.: Metallurgizdat, 2008. 110 s.

УДК 628.3

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ВОД В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Коваленко Всеволод Павлович,

доктор технических наук, профессор, Российский государственный аграрный университет Московская сельскохозяйственная академия им. К.А.Тимирязева, E-mail: elenaulykina@ rambler.ru

Золотов А.В.,

аспирант, Федеральное автономное учреждение 25 Государственный научноисследовательский институт химммотологиии Министерства обороны Российской Федерации, г. Москва

Улюкина Елена Анатольевна,

доктор технических наук, Российский государственный аграрный университет Московская сельскохозяйственная академия им. К.А.Тимирязева

Реферат: Известно, что загрязнение окружающей среды нефтепродуктами при эксплуатации и техническом обслуживании сельскохозяйственной техники наносит большой экологический ущерб. Известно множество методов очистки нефтесодержащих вод, однако ни один из существующих индивидуальных методов не позволяет осуществить этот процесс с высокой эффективностью, поэтому следует применять комбинированные методы очистки, комплексное использование которых позволит добиться максимального эффекта. Рекомендовано последовательно осуществлять предварительную очистку нефтесодержащих вод в гравитационных динамических отстойниках, затем их доочистку и утилизацию образовавшихся при этом концентрированных твердых и пластичных отходов. Предложено использовать тонкослойный пластинчатый бак-отстойник в качестве динамического гравитационного очистителя. Исследовали процесс разделения многофазной водонефтяной эмульсии, содержащей твердые органические и минеральные загрязнения и определенны оптимальные конструктивные параметры этого устройства. Установлено, что наибольшая эффективность очистки многофазной смеси от твердых частиц в динамическом баке-отстойнике достигается при угле наклона пластин, равном 45 градусов. Определено, что эффективность отделения нефтепродукта из эмульсии зависит от расстояния между пластинами, причем максимальное значение эффективности было достигнуто при зазоре 5 мм. Установлено, что применение бака-отстойника позволяет удалить твердые загрязнения с размером частии более 25 мкм и отделить свыше трети нефтепродукта. Для достижения установленных норм предельно допустимого содержания в воде нефтепродукта рекомендовано использовать флотационные установки. Применение комбинированных технологий разделения водонефтяной эмульсионной смеси обеспечивает очистку промывочных нефтесодержащих вод до 2,4 мл/л, что позволяет утилизировать ее путем слива в городскую канализацию (допустимое содержание нефтепродуктов в производственных сточных водах до 4 мг/л), что способно значительно повысить экологическую безопасность на объектах нефтепродуктообеспечения в сельскохозяйственном производстве.

Ключевые слова: загрязнение, окружающая среда, нефтепродукты, утилизация, эмульсия, эффективность.

PERFECTION WATER THE SYSTEM FOR CLEANING CONTAINING OIL IN AGRICULTURAL PRODUCTION

Kovalenko Vsevolod Pavlovich,

Doctor of Technical Sciences, Professor, Russian State Agrarian University, Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, E-mail: elenaulykina@ rambler.ru

Zolotov A.V.,

Postgraduate student, Federal Autonomous Institution 25 State Research Institute Chemmotology Ministry of Defense of the Russian Federation, Moscow

Uljukina Elena Anatol'evna,

Doctor of Technical Sciences, Russian State Agrarian University, Timiryazev Agricultural Academy, Moscow

Abstract: It is known that environmental pollution with petroleum products in the operation and maintenance of agricultural machinery causes great environmental damage. There are many methods of purification of oily waters, however, none of the existing individual methods allows to carry out this process with high efficiency, so you should use a combination of cleaning methods, integrated use of which will allow to achieve maximum effect. Consistently implement the pre-cleaning of oily water in the gravitational dynamic settlers, then their final purification, and recycling formed during this concentrated solid and plastic waste is recommended. It is proposed to use a thin layer plate tank-settler as a dynamic gravitational cleaner. The process of separating the multi-phase oil-water emulsion containing solid organic and mineral pollution is studied and optimal design parameters of the device are defined. It is established that the greatest efficiency of cleaning of the multiphase mixture of solid particles in a dynamic tank-settler is achieved when the angle of inclination of the plates is equal to 45 degrees. It is defined that the efficiency of separation of oil from emulsion depends on the distance between the plates, wherein the maximum value of efficiency was reached with the gap of 5 mm. It is established that the use of tank-settler removes solid contaminants with particles larger than 25 microns and separated over a third of oil. In order to achieve the established norms of maximum permissible containing deposits of oil in water it is recommended to use a flotation plant. The use of combined technologies of separating water-oil emulsion mixture is used for cleaning of washing oily water to 2.4 ml/l, which can be disposed of by draining it into the municipal Sewerage system (the allowable oil content in production wastewater to 4 mg/l), which is able to significantly improve ecological safety on objects of oil products supply in agricultural production.

Key words: pollution, environment, petroleum, recycling, emulsion, efficiency.

Введение. Загрязнение окружающей среды при эксплуатации и техническом обслуживании сельскохозяйственной техники наносит большой экологический ущерб [1] и является причиной предъявления штрафных санкций.

К наиболее опасным загрязнениям окружающей среды относится нефть и нефтепродукты. Известно множество методов очистки нефтесодержащих вод [2, 3], однако ни один из существующих индивидуальных методов не позволяет осуществить этот процесс с высокой эффективностью без использования сложного оборудования, поэтому следует применять комбинированные методы очистки, комплексное использование которых позволит добиться максимального эффекта. Анализ показывает, что целесообразно последовательно осуществлять предварительную очистку нефтесодержащих вод в гравитационных

динамических отстойниках, затем их доочистку (жидкостную фильтрацию, флотационную очистку и т.п.), и, наконец, утилизацию образовавшихся при этом концентрированных твердых и пластичных нефтеотходов.

Экспериментальная часть. В качестве динамического гравитационного очистителя предложено использовать тонкослойный пластинчатый бак-отстойник (рис.1), математическая модель функционирования которого рассмотрена в работе [4].

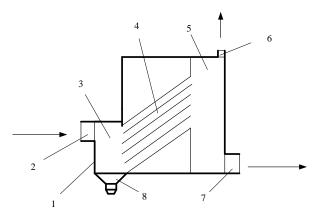


Рисунок 1 - Схема динамического бака-отстойника пластинчатого типа: 1— корпус; 2— входной патрубок; 3—входная камера; 4—пакет пластин; 5—разделительная камера; 6— патрубок для выхода нефтепродукта; 7—патрубок для выхода промывочной жидкости; 8—отстойник со сливным вентилем.

Произведено экспериментальное исследование процесса разделения многофазной водонефтяной эмульсии, содержащей твердые органические и минеральные загрязнения, в динамическом баке-отстойнике. Определенны оптимальные конструктивные параметры этого устройства. Основными конструктивными параметрами пакета пластин динамического бака-отстойника являются: длина пластин, их форма, угол их наклона и зазор (расстояния между соседними пластинами).

В результате проведенных экспериментов установлено, что наибольшая эффективность очистки многофазной смеси от твердых частиц в динамическом баке-отстойнике достигается при угле наклона пластин, равном 45°, однако следует отметить, что данные, полученные при различных углах наклона в диапазоне 15°...45° различаются незначительно. Результаты экспериментов по определению оптимальной величины зазора между пластинами так же имеют достаточно близкие значения [5].

Эффективность отделения нефтепродукта определялась путем анализа его содержания в эмульсии на входе в устройство и на выходе из него в соответствии с методикой [6]. Поскольку было установлено, что, в отличие от твердых частиц, перемещение микрокапель нефтепродукта по поверхности пластины будет проходить при угле ее наклона не менее 37°, выбран угол наклона пластин 45°.

Установлено, что эффективность отделения нефтепродукта из эмульсии при ее очистке в динамическом баке-отстойнике колеблется в зависимости от расстояния между пластинами от 37,8 до 44,4 %, причем максимальное значение эффективности было достигнуто при зазоре 5 мм. Это объясняется, очевидно, лучшими условиями для коалесценции капель нефтепродукта при их всплытии. Определялось также эффективность комплексного разделения в баке-отстойнике водяной эмульсии, содержащей твердые частицы загрязнений. Водонефтяная

эмульсия для проведения эксперимента приготавливалась искусственно и по своему составу соответствовала среднему составу реальной нефтесодержащей смеси, полученной при зачистке резервуаров с автомобильным бензином на различных объектах системы нефтепродуктообеспечения. Принимались округленные средние значения содержания компонентов в очищаемой нефтесодержащей воде: нефтепродукта — 35%, твердых органических загрязнений — 3,5%, пластичных органических загрязнений — 1,6%, минеральных загрязнений — 10%.

Экспериментальные исследования подтвердили, что очистка нефтесодержащей воды от твердых загрязнений и эмульгированного в ней нефтепродукта с помощью динамического бака-отстойника позволяет удалить практически полностью твердые загрязнения размером частиц более 25 мкм и отделить свыше трети нефтепродукта. Однако для достижения установленных норм предельно допустимого содержания в воде нефтепродукта требуется применение дополнительных устройств. В качестве таких устройств целесообразно использовать флотационные установки.

Установка для выделения из водонефтяных эмульсий нефтепродуктов флотационным методом представлена на рис. 2.

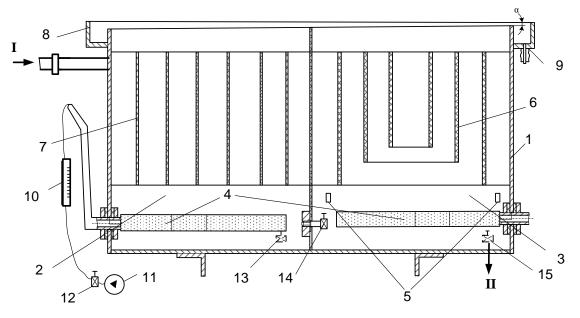


Рисунок 2 - Схема установки для выделения из водонефтяных эмульсий нефтепродуктов флотационным методом: 1 - корпус установки; 2 - флотационная камера диспергирования A; 3 - флотационная камера диспергирования Б;

4- аэратор; 5- ультразвуковые излучатели; 6 - секционное устройство камеры А; 7 - секционное устройство камеры Б; 8 - лоток для флотошлама; 9 - патрубок для отвода флотируемой воды; 10 - ротаметр; 11 - компрессор; 12-15 - регулирующие устройства (шаровые краны). І - подача воды на доочистку; ІІ - выход очищенной воды.

Корпус установки разделяется на две камеры (А и Б), в которых устанавливаются вертикальные перегородки, образующие рад секций; водонефтяная эмульсия подается во флотационную камеру А, в которую от компрессора поступает сжатый воздух, с расходом, задаваемым с помощью ротаметра. Воздух, пройдя через аэратор, попадает в очищаемую жидкость в виде мелких пузырьков, затем распределяется по секциям, захватывая микрокапли нефтепродукта, и в виде пены поступает в лоток, откуда самотеком удаляется. В данной

камере происходит прилипание и удержание микрокапель нефтепродукта на поверхности воздушных пузырьков. После этого эмульсия поступает во вторую флотационную камеру Б, в которой имеются два ультразвуковых излучателя, передающие ультразвуковые колебания на аэратор. За счет интенсифицирующего воздействия ультразвука в камере флотации возможно добиться более высокой степени очистки.

Выводы. Применение комбинированных технологий разделения водонефтяной эмульсионной смеси обеспечивает очистку промывочных нефтесодержащих вод до 2,4 мл/л, что позволяет утилизировать ее путем слива в городскую канализацию (допустимое содержание нефтепродуктов в производственных сточных водах – до 4 мг/л).

Использование предложенной технологии способно значительно повысить экологическую безопасность на объектах нефтепродуктообеспечения в сельскохозяйственном производстве.

Список литературы

- 1. Кузьмин В.Н., Федоренко В.Ф., Сазонов С.Н. Справочник фермера. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. 616 с.
- 2. Утилизация продуктов зачистки ёмкостей на нефтескладах сельскохозяйственных предприятий / В.П. Коваленко, Е.А. Улюкина, А.Н. Зотов, И.А. Кувичка // Материалы IV Международной научно-практической конференции «Аграрная наука и образование на современном этапе». Ульяновск, 2012. Т.2. С. 64-69.
- 3. Мартынов Н.К., Улюкина Е.А. Методы обработки на объектах малой мощности в энергетике // Наука в центральной России. 2014. №4. С. 5-11.
- 4. Коваленко В.П., Улюкина Е.А., Зотов А.Н. Использование динамического бакаотстойника для разделения нефтесодержащих продуктов зачистки технологического оборудования // Нефтехимия и нефтепереработка. 2014. № 3. С. 42-46.
- 5. Коваленко В.П., Улюкина Е.А., Зотов А.Н. Очистка нефтесодержащих вод в динамическом баке-отстойнике // Вестник ФГОУ ВПО «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина». Агроинженерия. Экономика и организация производства в АПК. 2014. №2 (62). С.15-19.
- 6. Методика измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных, питьевых, сточных вод флуометрическим методом. М.: ФЦАО, 2012. 25 с.

References

- 1. Kuz'min V.N., Fedorenko V.F., Sazonov S.N. Spravochnik fermera. M.: FGBNU «Rosinformagroteh», 2013. 616 s.
- 2. Utilizacija produktov zachistki jomkostej na nefteskladah sel'skohozjajstvennyh predprijatij / V.P. Kovalenko, E.A. Uljukina, A.N. Zotov, I.A. Kuvichka // Materialy IV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Agrarnaja nauka i obrazovanie na sovremennom jetape». Ul'janovsk, 2012. T.2. S. 64-69.
- 3. Martynov N.K., Uljukina E.A. Metody obrabotki na ob#ektah maloj moshhnosti v jenergetike // Nauka v central'noj Rossii. 2014. №4. S. 5-11.
- 4. Kovalenko V.P., Uljukina E.A., Zotov A.N. Ispol'zovanie dinamicheskogo baka-otstojnika dlja razdelenija neftesoderzhashhih produktov zachistki tehnologicheskogo oborudovanija // Neftehimija i neftepererabotka. 2014. № 3. S. 42-46.
- 5. Kovalenko V.P., Uljukina E.A., Zotov A.N. Ochistka neftesoderzhashhih vod v dinamicheskom bake-otstojnike // Vestnik FGOU VPO «Moskov-skij gosudarstvennyj agroinzhenernyj universitet imeni V.P. Gorjach-kina». Agroinzhenerija. Jekonomika i organizacija proizvodstva v APK. 2014. № 2 (62). S.15-19.

ISSN 2305-2538 НАУКА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ, №5 (17), 2015

		•	` ''	
6. Metodika izmerenij massovoj koncentracii nefteproduktov stochnyh vod fluometricheskim metodom. M.: FCAO, 2012. 25 s.	v	probah	prirodnyh,	pit'evyh

УДК 621.436

РЕАКЦИИ АЛКОГОЛИЗА И ПЕРЕЭТЕРИФИКАЦИИ В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА БИОТОПЛИВА

Саргужиева Бибигуль Абуевна,

старший преподаватель, Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана, г. Уральск, Республика Казахстан E-mail: zapkazatu@wkau.kz

Реферат. Известно, что использование биотоплива для дизельных двигателей позволяет вредное воздействие на окружающую среду, расширить энергетическую базу и снизить себестоимость сельскохозяйственной продукции. Изучали получение биотоплива реакцией переэтерификации триглицеридов растительных масел одноатомными спиртами с использованием катализаторов. Описаны возможные побочные процессы и их зависимость от температуры и наличия катализатора, механизм кислотного и основного катализа алкоголиза глицеридов. Для объяснения особенностей протекания реакции алкоголиза был проведён квантово-химический расчёт молекулы триглицерида, в состав которой входят радикалы самых распространённых высших алифатических кислот – олеиновой, линолевой и линоленовой; метилового спирта, метилатов калия и натрия и этилата калия. Электронную структуру исследуемых молекул рассчитывали в программе Нурег Сhem (версия 7), используя полуэмпирический метод АМІ. Расчет проводился только для валентных электронов, пренебрегая интегралами определенных взаимодействий; используются стандартные не оптимизированные базисные функции электронных орбиталей и используются некоторые параметры, полученные экспериментально, которые устраняют необходимость расчетов ряда величин и корректируют ошибочные результаты приближений. Проведённый расчет показал, что в молекуле метилата калия на атоме кислорода сосредоточен несколько больший отрицательный заряд, чем в молекуле метилата натрия, поэтому метилат калия будет являться более активным нуклеофильным реагентом и в реакции алкоголиза атакует карбонильные атомы углерода в молекулах триацилглицеридов, на которых сосредоточен наибольший положительный заряд.

Ключевые слова: алкоголиз, атом, биотопливо, дизельный двигатель, квантовохимический расчет, окружающая среда, реагент.

ALCOHOLYSIS AND TRANSESTERIFICATION IN THE PRODUCTION PROCESS BIOFUEL

Sarguzhieva Bibigul Abaevna,

Senior Lecturer, West Kazakhstan Agrarian Technical University Zhangir Khan, Kazakhstan, Uralsk, E-mail: zapkazatu@wkau.kz

Abstract. It is known that the use of biofuels for diesel engines helps reduce harmful effects on the environment, expand the raw material base of energy and reduce the cost of agricultural products. Obtaining biofuels by transesterification reaction of vegetable oil triglycerides with monohydric alcohols using catalysts is studied. Possible side processes and their dependence on the temperature and the presence of a catalyst and mechanism of acid base catalysis alcoholysis of glycerides are

described. Quantum-chemical calculation of the triglyceride molecule, which consists of the most common radicals of higher aliphatic acids - oleic, linoleic and linolenic; methanol, potassium methylate and sodium methylate and potassium ethylate is carried out for the explain the features of the flow alcoholysis reaction. The electronic structure of the studied molecules were calculated in HyperChem (version 7) using semiempirical method AM1. The calculation is conducted only for the valence electrons, neglecting the integrals for certain interactions; uses standard non-optimized basic functions for the electronic orbitals are used and some parameters obtained experimentally, which eliminates the need for calculations of number values and correcting erroneous results of approximations. The calculation showed that in the molecule of methylate, potassium on the oxygen atom is concentrated slightly more negative charge than the molecule of sodium methylate, potassium methylate, therefore, will be more active nucleophilic reagent in the alcoholysis reaction attacking the carbonyl carbon atoms in molecules of triacylglycerides on which is concentrated the largest positive charge.

Key words: alcoholysis, atom, biofuels, diesel engine, quantum chemical calculation, environment, reagent.

Введение. Использование биотоплива (продуктов переработки растительных масел) в качестве топлива для дизельных двигателей позволяет уменьшить вредное воздействие на окружающую среду, расширить сырьевую энергетическую базу и снизить себестоимость сельскохозяйственной продукции [1 - 20]. Основная технология получения биотоплива основана на реакции переэтерификации (точнее – алкоголиза) триглицеридов растительных масел одноатомными спиртами (чаще метанолом) с использованием основных или кислотных катализаторов. Реакционная способность триглицеридов определяется наличием в них углеводородных радикалов алифатических кислот и сложноэфирных групп [20 - 37]. Реакции переэтерификации (в том числе, алкоголиза) относятся к реакциям с участием сложноэфирных групп, характерны для любых сложных эфиров и представляют собой реакцию нуклеофильного замещения. Смесь метиловых эфиров высших алифатических кислот используется в настоящее время в качестве биотоплива.

Алкоголиз триглицеридов протекает сложно, в три последовательных стадии [36, 37]. Реакция на стадии образования ди- и моноглицеридов может осложняться миграцией ацилов в неполных глицеридах из $\beta(2)$ -положения в α - $\alpha'(1$ - 3)-положения. Алкоголиз осуществляется при наличии катализатора. Чаще в качестве катализаторов используются алкоголяты щелочных металлов, образующиеся в спиртовом растворе по равновесной реакции:

$$CH_3OH + KOH \leftrightarrow CH_3OK + H_2O$$

Считается, что собственно катализатором является анион RO⁻, образующийся при диссоциации алкоголята [36, 37].

Глубина алкоголиза глицеридов зависит от состава реагирующих эфиров и спирта. В случае алкоголиза триглицеридов его наибольшая глубина (до 95 %) достигается при применении метилового спирта. С увеличением молекулярной массы действующего спирта глубина алкоголиза уменьшается, определяясь положением установившегося равновесия. Глубина алкоголиза глицеридов при применении этилового спирта около 35 %, а при использовании амилового спирта она составляет всего 10-11 %.

Скорость процесса алкоголиза в присутствии щелочных катализаторов возрастает с увеличением температуры и концентрации алкоголята. Однако при использовании

высококонцентрированных спиртовых растворов едкой щелочи одновременно с алкоголизом может происходить и омыление жира (образование солей высших алифатических кислот).

Наряду с реакциями алкоголиза, в тех же температурных условиях и в присутствии тех же протекают процессы переэтерификации основных катализаторов И внутримолекулярные. Межмолекулярная переэтерификация может протекать молекулами триглицеридов разного состава, между молекулами сложных эфиров многоатомного спирта (глицерина) и одноатомного (метанола). Внутримолекулярная переэтерификация заключается в перемещении ацилов в молекуле сложного эфира многоатомных спиртов, например в молекуле триглицеридов. Без катализаторов переэтерификация протекает с заметной скоростью лишь при температуре 250° С и выше. Она обычно сопровождается большим или меньшим термическим распадом эфиров. В качестве катализаторов применяют серную кислоту, сульфокислоты, щелочи, алкоголяты, некоторые металлы, как цинк, олово, их мыла. При применении указанных металлов переэтерификация с довольно большой скоростью протекает при температуре около 210-230° С [36, 37]. В присутствии алкоголятов щелочных металлов, в особенности с ведением переэтерификации в растворителях, в ряде случаев она может протекать с большой скоростью и при температуре около 0°С.

В ряде жиров растительного происхождения в глицеридах 100%-ного статистического распределения алифатических кислот не наблюдается. Поэтому при нагревании таких жиров, особенно в присутствии каталитически действующих веществ, должна происходить переэтерификация их глицеридов, благодаря которой распределение алифатических кислот в триглицеридах должно соответствовать статистическому. Особенно заметны такие процессы в смеси масел. Переэтерификация будет продолжаться до достижения в смеси статистического распределения кислот в триглицеридах. Параллельное протекание реакций алкоголиза и переэтерификации затрудняет получение биотоплива из смеси растительных масел. В результате реакции метанолиза образуется свободный глицерин. Однако реакция глицеролиза в этих условиях протекать не может, так как. требует более жёстких условий (высокая температура).

Материал и методы.

Для объяснения особенностей протекания реакции алкоголиза проведён квантовохимический расчёт молекулы триглицерида, в состав которой входят радикалы самых распространённых высших алифатических кислот — олеиновой, линолевой и линоленовой; метилового спирта, метилатов калия и натрия и этилата калия.

Электронную структуру исследуемых молекул рассчитывали в программе Hyper Chem (версия 7), используя полуэмпирический метод AM1.

Полуэмпирические методы решают уравнение Шредингера для молекул с использованием определенных приближений и упрощений. Все методы этой группы характеризуются тем, что: расчет ведется только для валентных электронов, пренебрегая интегралами определенных взаимодействий; используются стандартные не оптимизированные базисные функции электронных орбиталей и используются некоторые параметры, полученные экспериментально. Экспериментальные параметры устраняют необходимость расчетов ряда величин и корректируют ошибочные результаты приближений.

Практически все полуэмпирические методы в своём алгоритме опираются на метод Хартри-Фока, или метод самосогласованного поля (ССП). В этом методе полагается, что

каждый электрон движется в поле атомных ядер, положение которых фиксировано в пространстве, и в эффективном (усредненном) поле других электронов.

Результаты исследований. Проведённый нами квантово-химический расчёт показал, что в молекуле метилата калия (по литературным данным, это самый реакционноспособный реагент) на атоме кислорода сосредоточен несколько больший отрицательный заряд, чем в молекуле метилата натрия (-0.746 и -0.716 соответственно). Вероятно, это связано с большей электроотрицательностью атома калия по сравнению с атомом натрия (рисунок 1).

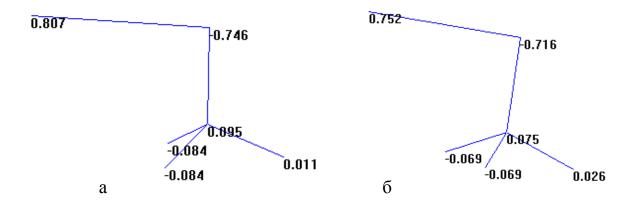


Рисунок 1 — Распределение электронной плотности в молекулах метилата калия (а) и метилата натрия (б)

Таким образом, метилат калия будет являться более активным нуклеофильным реагентом. Проведён расчёт молекулы триглицерида, включающего остатки олеиновой, линолевой и линоленовой кислот (рисунок 2).

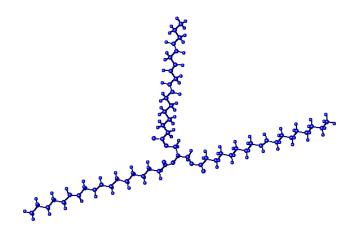


Рисунок 2 – Структура молекулы триглицерида

По данным расчёта молекула триглицерида не симметрична. Как видно из рисунка, по стерическим соображениям более доступны для атаки нуклеофила атомы, связанные с β -

атомом углерода глицеринового фрагмента (слева), что не соответствует некоторым теоретическим предположениям [1]. Распределение зарядов в центральной части молекулы приведено на рисунке 3.

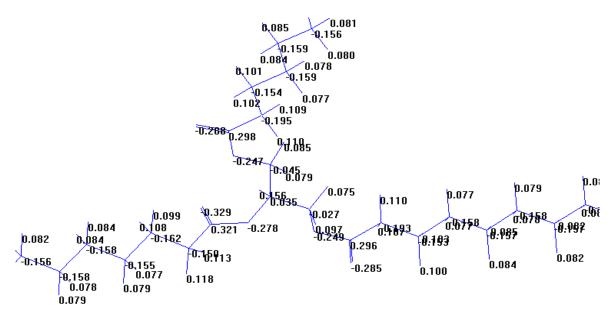


Рисунок 3 – Распределение электронной плотности в молекуле триглицерида

В триглицеридном фрагменте наблюдается довольно заметная поляризация связей С–О. Так, заряд на карбонильном атоме углерода колеблется от + 0,296 до + 0,321, на карбонильном атоме кислорода от -0,285 до-0,329; заряд на эфирном атоме кислорода несколько ниже: от -0,247 до -0,278. При этом самые высокие заряды приходятся на β -положение молекулы триглицерида (слева). Самое заметное различие в распределении электронной плотности приходится на глицериновые атомы углерода. Если в положениях α и α на них сосредоточен небольшой отрицательный заряд (-0,028), то в положении 2 на атоме углерода недостаток электронной плотности (заряд +0,036).

Заключение. Нуклеофильная частица в реакции алкоголиза атакует карбонильные атомы углерода, на которых сосредоточен наибольший положительный заряд. По расчету это β-положение как по величине заряда, так и в соответствии со стерическими факторами.

Список литературы

- 1. Повышение эффективности работы нефтехозяйств в АПК. Научное издание / С.А. Нагорнов, А.Н. Зазуля, С.В. Романцова, И.Г. Голубев. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. 168 с.
- 2. Эффективное использование нефтепродуктов в сельском хозяйстве / С.А. Нагорнов, С.В. Романцова, А.Н. Зазуля, И.Г. Голубев. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2006. 192 с.
- 3. Результаты испытаний и перспективы эксплуатации дизелей на биотопливе / С.А. Нагорнов, В.Ф. Федоренко, Д.С. Буклагин, А.Н. Зазуля, И.Г. Голубев, А.П. Ликсутина. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. 136 с.
 - 4. Инновационные технологии производства биотоплива второго поколения / В.Ф.

- Федоренко, Д.С. Буклагин, А.Н. Зазуля, И.Г. Голубев, С.В. Романцова, С.В. Бодягина, Л.Ю. Коноваленко. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2009. 68 с.
- 4. Исследование кинетики процесса метанолиза при переработке растительного сырья в биотопливо / С.А. Нагорнов, С.В. Романцова, С.И. Дворецкий, В.П. Таров, И.А. Рязанцева, К.С. Малахов // Вестник ТГТУ. 2009. Т.15. № 3. С. 572-580.
- 5. Состав жидкого топлива: патент № 2374302 РФ. Заявл. 22.05.2008; опубл. 27.11.2009. Бюл. № 33.
- 6. Получение биодизельного топлива из растительных масел / А.Н. Зазуля, С.А. Нагорнов, С.В. Романцова, К.С. Малахов // Достижения науки и техники АПК. 2009. № 12. С. 8-60.
- 7. Получение биодизельного топлива: современные тенденции, проблемы и пути их решения / С.А. Нагорнов, С.И. Дворецкий, С.В. Романцова, К.С. Малахов, И.А. Рязанцева // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского. 2009. № 10(24). С. 55-60.
- 8. Способ извлечения липидов из биомассы: патент № 2388812 РФ. Заявка № 2008137841/13; заявл. 22.09.2008; опубл. 10.05.2010. Бюл. № 13.
- 9. Интенсификация синтеза биодизельного топлива вращающимся электромагнитным полем / С.А. Нагорнов, С.В. Романцова, И.А. Рязанцева, С.В. Бодягина // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2010. №5. С. 8-10.
- 10. Анализ направлений экономии топливно-смазочных материалов путем модернизации нефтехозяйств / А.Н. Зазуля, С.А. Нагорнов, Ю.Н. Сапьян, И.Г. Голубев. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. 168 с.
- 11. Зазуля А.Н., Нагорнов С.А., Бодягина С.В. Особенности фракционного состава биодизельного топлива // Техника в сельском хозяйстве. 2010. №5. С. 20-23.
- 12. Способы стабилизации биодизельного топлива при хранении / В.Г. Систер, С.А. Нагорнов, С.В. Романцова, С.В. Бодягина // Альтернативная энергетика и экология, 2010. № 7. С. 76-81.
- 13.Моделирование процесса метанолиза растительных масел в аппарате вихревого слоя ферромагнитных частиц / С.А. Нагорнов, Д.С. Дворецкий, С.И. Дворецкий, А.А. Ермаков // Вестник Тамбовского ГТУ. 2010. Т.16. № 4. С. 944-953.
- 14. Моделирование гидродинамики в реакторе с вихревым слоем ферромагнитных частиц при синтезе биотоплива / С.А. Нагорнов, Д.С. Дворецкий, С.И. Дворецкий, А.А. Ермаков // Вопросы современной науки и практики. Университет имени В.И. Вернадского. 2010. № 10(12). С. 359-368.
- 15.Роторный аппарат: патент № 2424047 РФ. Заявка № 2009131387/05(043914); заявл. 18.08.2009; опубл. 20.07.2011. Бюл. № 20.
- 16. Способ переэтерификации растительных масел путем алкоголиза: патент № 2425863 РФ. Заявка № 2009134566(048677)/13; заявл. 15.09.200; опубл. 10.08.2011. Бюл. № 22.
- 17. Биодизельные топлива из различных сырьевых ресурсов / В.А. Марков, С.Н. Девянин, С.А. Нагорнов, В.С. Акимов // Транспорт на альтернативном топливе. 2011. № 3 (21). С. 25-31.
- 18. Марков В.А., Нагорнов С.А., Девянин С.Н. Использование смесей нефтяного дизельного топлива с растительными маслами и их эфирами в дизелях // Грузовик. 2011. № 7. С. 36-46.
- 19. Марков В.А., Нагорнов С.А., Девянин С.Н. Применение смесевых биотоплив на основе метиловых эфиров растительных масел в транспортных дизелях // Безопасность в

- техносфере. 2011. № 6 (ноябрь-декабрь). С.26-33.
- 20.Молекулярный и жирнокислотный состав биодизельных топлив, получаемых из растительных масел / В.А. Марков, С.А. Нагорнов, С.Н. Девянин, Л.И. Быковская // Грузовик. 2011. № 10. С. 31-38.
- 21.Определение состава смесевого топлива / С.В. Романцова, С.А. Нагорнов, В.А. Гаврилова, Н.Г. Конькова // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2012. № 1. С. 28-29.
- 22. Производство биодизельного топлива из органического сырья / С.И. Дворецкий, А.Н. Зазуля, С.А. Нагорнов, С.В. Романцова, И.А. Рязанцева // Вопросы современной науки и практики. Университет имени В.И. Вернадского. 2012. Специальный выпуск (39). С. 126-135.
- 23. Технология получения биодизельного топлива с использованием гетерофазных катализаторов и СВЧ-нагрева / С.И. Дворецкий, С.А. Нагорнов, А.А. Ермаков, С.В. Неизвестная // Вопросы современной науки и практики. Университет имени В.И. Вернадского. 2012. Специальный выпуск (39). С. 136-143.
- 24. Марков В.А. Нагорнов С.А., Девянин С.Н. Состав и теплота сгорания биотоплив, получаемых из растительных масел // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Естественные науки. 2012. № 2. С. 65-80.
- 25. Аппарат вихревого слоя для производства биодизельного топлива: патент № 116789 РФ. Заявка № 2011127740; заявл. 06.07.2011; опубл. 10.06.2012. Бюл. № 16.
- 26. Исследование стабильности биодизельного топлива при хранении / В.Г. Систер, С.А. Нагорнов, С.В. Романцова, С.В. Бодягина // Известия вузов. Проблемы энергетики. 2012. № 1/2. С. 13-18.
- 27. Рекомендации по приготовлению, хранению смесевого биотоплива и заправке сельскохозяйственной техники / С.А. Нагорнов, А.Н. Зазуля, С.В. Романцова, В.П. Коваленко, Е.А. Улюкина // ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии. Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2012. 51 с.
- 28. Сравнительный анализ показателей дизельного двигателя, работающего на смесях нефтяного дизельного топлива и растительных масел / В.А. Марков, Н.А. Иващенко, С.Н. Девянин, С.А. Нагорнов // Вестник Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана. 2012. Серия «Машиностроение». Выпуск № 7. С. 59-73.
- 29. Использование биотоплив на основе растительных масел в дизельных двигателях / В.А. Марков, Н.А. Иващенко, С.Н. Девянин, С.А. Нагорнов // Вестник Московского государственного технического университета имени Н.Э. Баумана. 2012. Серия «Машиностроение». Вып. № 7. С. 74-81.
- 30. Марков В.А. Девянин С.Н., Нагорнов С.А. Применение смесевых биотоплив на основе метиловых эфиров растительных масел в транспортных дизелях // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2012. Т. 12. № 4. С. 9-14.
- 31. Мещерякова Ю.В., Нагорнов С.А. Культивирование микроводоросли хлорелла с целью получения биотоплива // Вопросы современной науки и практики. Университет имени В.И. Вернадского. 2012. Специальный выпуск (43). С. 33-36.
- 32.Рыжик перспективная масличная культура для производства биодизельного топлива / В.А. Гаврилова, Н.Г. Конькова, С.А. Нагорнов, С.В. Романцова // Научно-практический журнал АГРО XXI. 2013. №1-3. С.43-44.

- 33. Нагорнов С.А., Зазуля А.Н., Романцова С.В. Сбалансированный состав экологически чистого топлива из растительного сырья как одно из условий механизации в садоводстве // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2013. № 3. С.63-65.
- 34. Нагорнов, С.А. О молекулярном составе биодизельного топлива / С.А. Нагорнов А.Н. Зазуля А.Н., Романцова С.В. // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2013. № 3. С.70-73.
- 35. Исследование процесса получения биодизельного топлива в проточном аппарате с магнито-вихревым слоем ферромагнитных частиц (на английском языке) / Нагорнов С.А., Дворецкий С.И., Романцова С.В., Дворецкий Д.С., Ермаков А.А. // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2013. Т. 19. № 2. С. 316-324.
- 36. Стопский Н.А. Химия жиров и продуктов переработки жирового сырья: учебник. М.: Колос, 1992. 285 с.
 - 37. Тютюнников Б.Н. Химия жиров: учебник. М.: Пищевая промышленность, 1965. 632 с.

References

- 1. Povyshenie jeffektivnosti raboty neftehozjajstv v APK. Nauchnoe izdanie / S.A. Nagornov, A.N. Zazulja, S.V. Romancova, I.G. Golubev. M.: FGNU «Rosinformagroteh», 2008. 168 s.
- 2. Jeffektivnoe ispol'zovanie nefteproduktov v sel'skom hozjajstve / S.A. Nagornov, S.V. Romancova, A.N. Zazulja, I.G. Golubev. M.: FGNU «Rosinformagroteh», 2006. 192 s.
- 3. Rezul'taty ispytanij i perspektivy jekspluatacii dizelej na biotop-live / S.A. Nagornov, V.F. Fedorenko, D.S. Buklagin, A.N. Zazulja, I.G. Golubev, A.P. Liksutina. M.: FGNU «Rosinformagroteh», 2008. 136 s.
- 4. Innovacionnye tehnologii proizvodstva biotopliva vtorogo pokolenija / V.F. Fedorenko, D.S. Buklagin, A.N. Zazulja, I.G. Golubev, S.V. Romancova, S.V. Bodjagina, L.Ju. Konovalenko. M.: FGNU «Rosinformagroteh», 2009. 68 s.
- 5. Issledovanie kinetiki processa metanoliza pri pererabotke rastitel'nogo syr'ja v biotoplivo / S.A. Nagornov, S.V. Romancova, S.I. Dvoreckij, V.P. Tarov, I.A. Rjazanceva, K.S. Malahov // Vestnik TGTU. 2009. T.15. № 3. S. 572-580.
- 6. Sostav zhidkogo topliva: patent № 2374302 RF. Zajavl. 22.05.2008; opubl. 27.11.2009. Bjul. № 33.
- 7. Poluchenie biodizel'nogo topliva iz rastitel'nyh masel / A.N. Zazulja, S.A. Nagornov, S.V. Romancova, K.S. Malahov // Dostizhenija nauki i tehniki APK. 2009. № 12. S. 8-60.
- 8. Poluchenie biodizel'nogo topliva: sovremennye tendencii, problemy i puti ih reshenija / S.A. Nagornov, S.I. Dvoreckij, S.V. Romancova, K.S. Malahov, I.A. Rjazanceva // Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo. 2009. № 10(24). S. 55-60.
- 9. Sposob izvlechenija lipidov iz biomassy: patent № 2388812 RF. Zajavka № 2008137841/13; zajavl. 22.09.2008; opubl. 10.05.2010. Bjul. № 13.
- 10.Intensifikacija sinteza biodizel'nogo topliva vrashhajushhimsja jelektromagnitnym polem / S.A. Nagornov, S.V. Romancova, I.A. Rjazanceva, S.V. Bodjagina // Mehanizacija i jelektrifikacija sel'skogo hozjajstva. 2010. №5. S. 8-10.
- 11.Analiz napravlenij jekonomii toplivno-smazochnyh materialov putem modernizacii neftehozjajstv / A.N. Zazulja, S.A. Nagornov, Ju.N. Sap'jan, I.G. Golubev. M.: FGNU «Rosinformagroteh», 2010. 168 s.
- 12. Zazulja A.N., Nagornov S.A., Bodjagina S.V. Osobennosti frakcionnogo sostava biodizel'nogo topliva // Tehnika v sel'skom hozjajstve. 2010. № 5. S.20-23.

- 13. Sposoby stabilizacii biodizel'nogo topliva pri hranenii / V.G. Sister, S.A. Nagornov, S.V. Romancova, S.V. Bodjagina // Al'ternativnaja jenergetika i jekologija, 2010. № 7. S. 76-81.
- 14.Modelirovanie processa metanoliza rastitel'nyh masel v apparate vihrevogo sloja ferromagnitnyh chastic / S.A. Nagornov, D.S. Dvoreckij, S.I. Dvoreckij, A.A. Ermakov // Vestnik Tambovskogo GTU. 2010. T.16. № 4. S. 944-953.
- 15. Modelirovanie gidrodinamiki v reaktore s vihrevym sloem ferromagnitnyh chastic pri sinteze biotopliva / S.A. Nagornov, D.S. Dvoreckij, S.I. Dvoreckij, A.A. Ermakov // Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Universitet imeni V.I. Vernadskogo. 2010. № 10(12). S. 359-368.
- 16. Rotornyj apparat: patent № 2424047 RF. Zajavka № 2009131387/05(043914); zajavl. 18.08.2009; opubl. 20.07.2011. Bjul. № 20.
- 17. Sposob perejeterifikacii rastitel'nyh masel putem alkogoliza: patent № 2425863 RF. Zajavka № 2009134566(048677)/13; zajavl. 15.09.200; opubl. 10.08.2011. Bjul. № 22.
- 18. Biodizel'nye topliva iz razlichnyh syr'evyh resursov / V.A. Markov, S.N. Devjanin, S.A. Nagornov, V.S. Akimov // Transport na al'ternativnom toplive. 2011. № 3 (21). S. 25-31.
- 19. Markov V.A., Nagornov S.A., Devjanin S.N. Ispol'zovanie smesej neftjanogo dizel'nogo topliva s rastitel'nymi maslami i ih jefirami v dizeljah // Gruzovik. 2011. № 7. S. 36-46.
- 20. Markov V.A., Nagornov S.A., Devjanin S.N. Primenenie smesevyh biotopliv na osnove metilovyh jefirov rastitel'nyh masel v transportnyh dizeljah // Bezopasnost' v tehnosfere. 2011. № 6 (nojabr'-dekabr'). S.26-33.
- 21. Molekuljarnyj i zhirnokislotnyj sostav biodizel'nyh topliv, polu-chaemyh iz rastitel'nyh masel / V.A. Markov, S.A. Nagornov, S.N. Devjanin, L.I. Bykovskaja // Gruzovik. 2011. № 10. S. 31-38.
- 22. Opredelenie sostava smesevogo topliva / S.V. Romancova, S.A. Nagor-nov, V.A. Gavrilova, N.G. Kon'kova // Mehanizacija i jelektrifikacija sel'skogo hozjajstva. 2012. № 1. S. 28-29.
- 23. Proizvodstvo biodizel'nogo topliva iz organicheskogo syr'ja / S.I. Dvoreckij, A.N. Zazulja, S.A. Nagornov, S.V. Romancova, I.A. Rjazanceva // Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Universitet imeni V.I. Vernadskogo. 2012. Special'nyj vypusk (39). S. 126-135.
- 24. Tehnologija poluchenija biodizel'nogo topliva s ispol'zovaniem geterofaznyh katalizatorov i SVCh-nagreva / S.I. Dvoreckij, S.A. Nagornov, A.A. Ermakov, S.V. Neizvestnaja // Voprosy sovremennoj nauki i praktiki. Universitet imeni V.I. Vernadskogo. 2012. Special'nyj vypusk (39). S. 136-143.
- 25. Markov V.A. Nagornov S.A., Devjanin S.N. Sostav i teplota sgoranija biotopliv, poluchaemyh iz rastitel'nyh masel // Vestnik MGTU im. N.Je. Baumana. Estestvennye nauki. 2012. № 2. S. 65-80.
- 26. Apparat vihrevogo sloja dlja proizvodstva biodizel'nogo topliva: pa-tent № 116789 RF. Zajavka № 2011127740; zajavl. 06.07.2011; opubl. 10.06.2012. Bjul. № 16.
- 27. Issledovanie stabil'nosti biodizel'nogo topliva pri hranenii / V.G. Sister, S.A. Nagornov, S.V. Romancova, S.V. Bodjagina // Izvestija vuzov. Problemy jenergetiki. 2012. № 1/2. S. 13-18.
- 28. Rekomendacii po prigotovleniju, hraneniju smesevogo biotopliva i zapravke sel'skohozjajstvennoj tehniki / S.A. Nagornov, A.N. Zazulja, S.V. Romancova, V.P. Kovalenko, E.A. Uljukina // GNU VNIITiN Rossel'hozakademii. Tambov: Izd-vo Pershina R.V., 2012. 51 s.
- 28. Sravnitel'nyj analiz pokazatelej dizel'nogo dvigatelja, rabotajushhego na smesjah neftjanogo dizel'nogo topliva i rastitel'nyh masel / V.A. Markov, N.A. Ivashhenko, S.N. Devjanin, S.A. Nagornov // Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo tehnicheskogo universiteta imeni N.Je. Baumana. 2012. Serija «Mashinostroenie». Vypusk № 7. S. 59-73.

- 29. Ispol'zovanie biotopliv na osnove rastitel'nyh masel v dizel'nyh dvigateljah / V.A. Markov, N.A. Ivashhenko, S.N. Devjanin, S.A. Nagornov // Vestnik Moskovskogo gosudarstvennogo tehnicheskogo universiteta imeni N.Je. Baumana. 2012. Serija «Mashinostroenie». Vyp. № 7. S. 74-81.
- 30. Markov V.A. Devjanin S.N., Nagornov S.A. Primenenie smesevyh biotopliv na osnove metilovyh jefirov rastitel'nyh masel v transportnyh dizeljah // Izvestija Volgogradskogo gosudarstvennogo tehnicheskogo universiteta. 2012. T. 12. № 4. S. 9-14.
- 31. Meshherjakova Ju.V., Nagornov S.A. Kul'tivirovanie mikrovodorosli hlorella s cel'ju poluchenija biotopliva // Voprosy sovremennoj nau-ki i praktiki. Universitet imeni V.I. Vernadskogo. 2012. Special'nyj vypusk (43). S. 33-36.
- 32.Ryzhik perspektivnaja maslichnaja kul'tura dlja proizvodstva biodi-zel'nogo topliva / V.A. Gavrilova, N.G. Kon'kova, S.A. Nagornov, S.V. Romancova // Nauchno-prakticheskij zhurnal AGRO XXI. 2013. №1-3. S.43-44.
- 33. Nagornov S.A., Zazulja A.N., Romancova S.V. Sbalansirovannyj sostav jekologicheski chistogo topliva iz rastitel'nogo syr'ja kak odno iz uslovij mehanizacii v sadovodstve // Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2013. № 3. S.63-65.
- 34. Nagornov, S.A. O molekuljarnom sostave biodizel'nogo topliva / S.A. Nagornov A.N. Zazulja A.N., Romancova S.V. // Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2013. № 3. S.70-73.
- 35. Issledovanie processa poluchenija biodizel'nogo topliva v protochnom apparate s magnitovihrevym sloem ferromagnitnyhchastic (na anglijskom jazyke) / Nagornov S.A., Dvoreckij S.I., Romancova S.V., Dvoreckij D.S., Ermakov A.A. // Vestnik Tambovskogo gosudarstvennogo tehnicheskogo universiteta. 2013. T. 19. № 2. S. 316-324.
- 36. Stopskij N.A. Himija zhirov i produktov pererabotki zhirovogo syr'ja: uchebnik. M.: Kolos, 1992. 285 s.
 - 37. Tjutjunnikov B.N. Himija zhirov: uchebnik. M.: Pishhevaja promyshlen-nost', 1965. 632 s.

УДК 631.303

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЖАЛЮЗИЙНЫХ ДЕЛИТЕЛЕЙ ПОТОКА ЗЕРНА

Тишанинов Николай Петрович

доктор технических наук, профессор, руководитель отдела, Всероссийский научноисследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, г. Тамбов, E-mail: av-anashkin@mail.ru

Анашкин Александр Витальевич

кандидат технических наук, заведующий лабораторией, Всероссийский научноисследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, г. Тамбов, E-mail: av-anashkin@mail.ru

Реферат. Известно, что зерноочистительные агрегаты, которые представляют собой разноканальных технологических звеньев, невозможно эффективно совокупность использовать без авторегулируемых делителей потока зерна. Изучали качество процесса деления потока зерна, обеспечиваемое симметрией зернового монолита в стабилизирующей емкости относительно вертикальной перегородки, авторегулируемыми делителями жалюзийного типа. Проанализированы взаимосвязи качества процесса деления с величиной смещения подаваемого потока зерна во взаимосвязи с конструктивными параметрами стабилизирующей емкости. Показано, что в условиях реальной эксплуатации габариты горизонтального сечения в стабилизирующей емкости ограничены. С ростом расходных характеристик и за счет нижнего отвода разделенных потоков зерна, направляющих их к технологическим каналам, увеличивается вертикальный габарит стабилизирующей емкости, что ограничивает возможности модернизации существующих зерноочистительных технологий. Для обоснования погрешности работы жалюзийного делителя использована расчетная схема с ассиметричным размещением зернового монолита в стабилизирующей емкости, когда подача зерна осуществляется непосредственно к жалюзийной стенке. Приведены уравнения координат контура, представляющего собой линии контакта поверхности зернового монолита боковой стенкой стабилизирующей емкости. Установлено, что при изменении смещения подачи в диапазоне е = 0,05...0,15 м погрешность деления увеличивается в 2,7...3,1 раза. Определены основные габаритные и характеристики жалюзийных делителей при различных стабилизирующей емкости, по которым можно выбрать жалюзийный делитель для включения его в состав зерноочистительной технологии.

Ключевые слова: делитель потока сыпучих материалов, стабилизирующая емкость, параметры, погрешность деления.

SUBSTANTIATION OF THE PARAMETERS OF LOUVERED DIVIDERS FLOW OF GRAIN

Tishaninov Nikolay Petrovich

Full Doctor of Technical Sciences, professor, head of department, All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture, Tambov, E-mail: av-anashkin@mail.ru

Anashkin Alexander Vitalyevich

PhD (Technical), head of the laboratory, All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture, Tambov, E-mail: av-anashkin@mail.ru

Summary. It is known that the grain-cleaning units, which are a set of technological units with different channels, it is impossible to effectively use without Autoregulated grain flow dividers. The quality of the grain flow of the fission process, provided the symmetry of the grain monolith in stabilizing capacity relative to the vertical partitions, autoregulated dividers of louver-type is studied. The relationship quality of the fission process with offset value of feed grain flow based on the design parameters of the stabilizing capacitance is analyzed. It is shown that the horizontal cross-sectional dimensions in a stabilizing capacitance are limited in real operation. With increasing flow characteristics and due to the lower tap separated grain flows, directing them to the technological channels, increasing the vertical dimension of the stabilizing capacity that limits the possibility of upgrading the existing grain-cleaning technologies. The design circuit with an asymmetrical placement of the grain monolith in stabilizing tank when the grain supply is made directly to louvre wall, is used to justify the error of work of louver divider. The equations of contour coordinates representing a line contact with the surface of the grain monolith with sidewall of stabilizing tank are given. It was found that a change in the bias in the range $e = 0.05 \dots 0.15$ m division error is increased by 2,7 ... 3,1 times. The main dimensions flow characteristics and louvered dividers with different sizes stabilizing capacity, which lower divider can be selected for inclusion it in the composition of the grain cleaning technologies are determined.

Keywords: divider bulk materials, stabilizing capacity, parameters, error division.

Введение.

Из всех пригодных к эксплуатации делителей потока зерна [1...10] наиболее простыми по конструктивному исполнению являются жалюзийные [1, 2]. Принцип их работы основан на выпуске зерна из стабилизирующей емкости через боковую стенку с отводящими каналами и стабилизирующими планками. Деление потока зерна осуществляется вертикальной перегородкой, размещенной в центре и перпендикулярно боковой стенке. Качество процесса деления потока зерна обеспечивается симметрией зернового монолита в стабилизирующей емкости относительно вертикальной перегородки. В условиях реальной эксплуатации обеспечить симметричность зернового монолита в стабилизирующей емкости сложно, поэтому габариты горизонтального сечения в стабилизирующей емкости при прочих равных условиях ее загрузки ограничены. При ограничении размеров сечения стабилизирующей емкости с ростом расходных характеристик увеличивается ее вертикальный габарит, что ограничивает возможности модернизации существующих технологий. Кроме того, вертикальный габарит увеличивается за счет нижнего отвода разделенных потоков зерна, направляющих их к технологическим каналам. Вышесказанное требует рассмотрения комплекса факторов, определяющих качество процесса деления, расходные характеристики и габариты жалюзийных делителей.

Результаты и обсуждение. Для обоснования погрешности работы жалюзийного делителя рассмотрим расчетную схему с ассиметричным размещением зернового монолита в стабилизирующей емкости, когда подача зерна осуществляется непосредственно к жалюзийной стенке, рисунок 1.

Из рисунка 1 видно, что вертикальные координаты контура EFG, представляющего собой линии контакта поверхности зернового монолита с боковой стенкой стабилизирующей емкости могут быть представлены уравнениями:

$$h_{\pi} = H - (B/2 + e)tg\alpha$$
; (1)

$$h_n = H - (B/2 - e)tg\alpha$$
; (2)

$$h_0 = H - etg\alpha$$
. (3)

Площади живых сечений отводов зерна из стабилизирующей емкости через левую (S_n) и правую (S_n) части боковой стенки описывается уравнениями:

$$S_n = BB(_n + h_0)/4; (4)$$

$$S_n = e(h_0 + H)/2 + (B/2 - e)(H + h_n)/2$$
. (5)

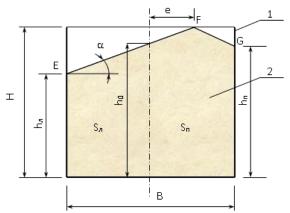
После подстановки величин h_n , h_n и h_0 из уравнений (1...3) в уравнения (4, 5) и преобразований получим:

$$S_n = BH/2 - B^2 tg \alpha/8 - eBtg \alpha/2$$
; (6)

$$S_n = -e^2 tg \alpha + BH/2 - B^2 tg \alpha/8 + eBtg \alpha/2.$$
 (7)

Определим разницу площадей:

$$S_n - S_n = -e^2 tg \alpha + BH / 2 - B^2 tg \alpha / 8 + eBtg \alpha / 2 - BH / 2 + B^2 tg \alpha / 8 + eBtg \alpha / 2 = -e^2 tg \alpha + eBtg \alpha.$$
 (8)
 $S_n - S_n + tg \alpha (eB - e^2) = etg \alpha (B - e).$ (9)



1 — стабилизирующая емкость; 2 — зерновой монолит; H, B — высота и ширина стабилизирующей емкости, м; α — угол естественного откоса зерна, град; S_n , S_n — площади истечения зерна через левую и правую части делителя

Рисунок 1 — Расчетная схема обоснования погрешности работы жалюзийного делителя потока зерна

Из уравнения (9) следует, что разница площадей (расходов) через левую и правую части жалюзийного делителя не зависит от высоты H. Ее величина зависит от смещения подаваемого потока зерна (e), угла естественного откоса (α) и ширины стабилизирующей емкости (B).

Относительная величина погрешности деления (Δ) зависит от высоты (H). Для ее оценки необходимо определить среднюю площадь:

$$\overline{S} = (S_n + S_n)/2 = (-e^2 tg \alpha + BH/2 - B^2 tg \alpha/8 + eBtg \alpha/2 + BH/2 - B^2 tg \alpha/8 - eBtg \alpha/2)/2 = (BH - e^2 tg \alpha - B^2 tg \alpha/4)/2. (10)$$

С учетом уравнений (9) и (10) погрешность деления будет:

$$\Delta = 2(S_n - S_n)/(S_n + S_n) \times 100\% = \frac{2[etg \,\alpha(B - e)]}{BH - e^2 tg \,\alpha - B^2 tg \,\alpha/4} \times 100\% . (11)$$

Для сокращения вариативности (избыточных) оценок (Δ) по уравнению (11) необходимо конкретизировать величину (α) и выбрать значения эксцентриситета (e) подачи потока зерна в стабилизирующую емкость. Характер влияния угла естественного откоса зерна (α) на величину (Δ) ясен — прямо пропорциональная зависимость. Величина (α) основных зерновых культур изменяется в ограниченных пределах. Поэтому нами выбрана величина $\alpha = 31^\circ$, характерная для исследуемой среды (пшеницы). Величина эксцентриситета подачи потока при оценке (Δ) нами принята из конструктивных соображений: e = 0.05; 0,1; 0,15 м.

С учетом принятых (α) и (e) нами получены расчетные уравнения для оценки (Δ):

$$\begin{cases} \alpha_1 = 31^{\circ}; e_1 = 0.05M \to \Delta_1 = \frac{0.06(B - 0.05)}{BH - 0.0015 - 0.15B^2} \times 100\%; \\ \alpha_2 = 31^{\circ}; e_2 = 0.1M \to \Delta_2 = \frac{0.12(B - 0.1)}{BH - 0.006 - 0.15B^2} \times 100\%; \\ \alpha_3 = 31^{\circ}; e_3 = 0.1M \to \Delta_3 = \frac{0.18(B - 0.15)}{BH - 0.0135 - 0.15B^2} \times 100\%. \end{cases}$$
(12)

Взаимосвязь (Δ) с величинами (B) и (H) наиболее продуктивна для проектирования делителей потока зерна жалюзийного типа с реальным диапазоном расходных характеристик и допустимыми величинами погрешности деления (Δ). Из этих соображений нами выбраны диапазоны величин: B = 0,4...0,6 м; H = 0,3...0,6 м.

Взаимосвязь (Δ) с выбранными значениями (α), (e), (B) и (H), полученная расчетным путем по уравнениям (12), представлена в таблице 1.

· ·					,	(/ /	` / ` /				
Высота	Смещение подаваемого потока и ширина										
стабилизирую		стабилизирующей емкости, м									
щей емкости,		e = 0.05			e = 0,1		e = 0.15				
M	B=0,4	B=0,5	B=0,6	B=0,4	B=0,5	B=0,6	B=0,4	<i>B</i> =0,5	B=0,6		
H=0,3	23,3	24,3	26,5	40,0	45,5	50,0	54,5	63,6	72,0		
H=0,4	16,2	16,8	17,9	27,7	30,9	33,3	36,7	42,3	47,0		
H=0,5	12,4	12,8	13,5	21,2	23,4	25,0	27,7	31,7	34,8		
H=0,6	10,0	10,3	10,8	17,1	18,8	20,0	22,2	25,3	27,7		

Таблица 1 – Зависимость погрешности деления (Δ) от величин (e), (B) и (H) при $\alpha = 31^{\circ}$

Из таблицы 1 видно, что при изменении смещения подачи в диапазоне e=0.05...0.15 м погрешность деления увеличивается в 2,7...3,1 раза. При этом верхняя граница диапазона кратности роста Δ характерна для меньшего значения высоты стабилизирующей емкости (H=0.3 м).

В меньшей степени погрешность деления зависит от высоты стабилизирующей емкости. При уменьшении H от 0,6 м до 0,3 м погрешность деления (Δ) увеличивается в 2,3...2,6 раза Это объясняется тем, что величина h_n , характеризующая при заданных значения В площадь заполненного и симметричного отвода зерна через левую и правую части делителя, снижается.

Из рисунка 1 видно, что верхний контур EFG сопряжения зернового монолита в стабилизирующей емкости с жалюзийной стенкой, когда участки контура EF и FG расположены под углом естественного откоса зерна (α), характерны для подачи зерна непосредственно к жалюзийной стенке. Этот способ подачи неприемлем, о чем свидетельствуют результаты расчетов Δ , представленные в таблице 1.

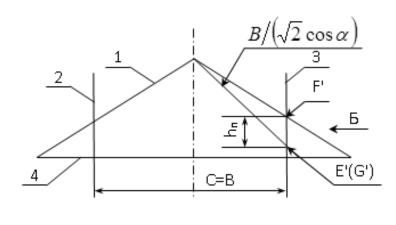
При смещении подачи зерна от жалюзийной стенки к центру стабилизирующей емкости по ее глубине (C) форма контура сопряжения зернового монолита с жалюзийной стенкой будет параболой, так как он (контур) является линией пересечения поверхности вертикального конуса вертикальной плоскостью, смещенной от оси конуса на величину C/2.

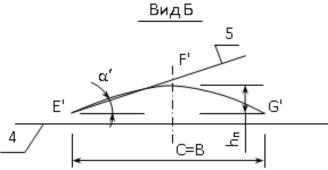
Высота (h_n) параболы — вертикальное расстояние между точками Е' и F' (см. рисунок 2) будет определяться по формуле:

$$h_n = \sqrt{(C/2)^2 + (B/2)^2} \times tg\alpha - C/2 \times tg\alpha.$$
 (13)

Из условия обеспечения равенства рисков образования сводов в стабилизирующей емкости целесообразна квадратная форма горизонтального сечения стабилизирующей емкости – C = B. Тогда уравнение (13) примет вид:

$$h_n = Btg \alpha (1/\sqrt{2} - 1/2) = 0.126B.$$
 (14)





1 – поверхность насыпного конуса; 2 – задняя стенка стабилизирующей емкости; 3 – жалюзийная стенка; 4 – основание конуса; 5 – аппроксимирующая линия Рисунок 2 – Схема определения угла α'

Линия 5 является линейной аппроксимацией параболы E'F' из условия равенства площадей под ними. С учетом (α') наклона аппроксимирующей линии 5 будет одинаковой для всей B, что позволит использовать принятую расчетную схему (рисунок 1) и уравнение (11) для оценки Δ при произвольных координатах центра подаваемого потока зерна в стабилизирующую емкость. Величина $B/(\sqrt{2}\cos\alpha)$ равна длине образующей конуса, направленной в угол стабилизирующей емкости.

Из уравнений (14) и рисунка 2 следует, что $\alpha' = 15^0$. Подставляя величину $tg\alpha' = 0,27$ в уравнение (11), получим расчетные уравнения для оценки Δ при изменении e, B, H для параболического контура E' F' G':

Взаимосвязь (Δ') с параметрами (α'), (e), (B) и (H), полученная расчетным путем, представлена в таблице 2.

		1	, ,		,	()	/ / / () F •		
Высота	Смещение подаваемого потока и ширина стабилизирующей									
стабилизирующей	емкости, м									
емкости, м		e = 0.05			e = 0,1		e = 0.15			
	B=0,4	B=0,5	B=0,6	B=0,4	B=0,5	B=0,6	B=0,4	B=0,5	B=0,6	
H=0,3	8,6	9,2	9,6	15,3	16,6	17,8	19,7	22,4	24,5	
H=0,4	6,4	6,7	6,9	11,1	12,0	12,7	14,2	16,1	18,1	
H=0,5	5,0	5,2	5,4	8,7	9,4	9,9	11,1	12,5	13,6	
H=0,6	4,1	4,3	4,4	7,2	7,7	8,1	9,1	10,3	11,3	

Таблица 2 — Зависимость погрешности деления (Δ ') от величин (e), (B) и (H) при $\alpha'=15^{\circ}$.

$$\begin{cases} \alpha_{1}' = 15^{\circ}; e_{1} = 0.05M \rightarrow \Delta_{1}' = \frac{0.027(B - 0.05)}{BH - 0.000675 - 0.07B^{2}} \times 100\%; \\ \alpha_{2}' = 15^{\circ}; e_{2} = 0.1M \rightarrow \Delta_{2}' = \frac{0.054(B - 0.1)}{BH - 0.0027 - 0.07B^{2}} \times 100\%; \\ \alpha_{3}' = 15^{\circ}; e_{3} = 0.15M \rightarrow \Delta_{3}' = \frac{0.081(B - 0.15)}{BH - 0.0066 - 0.07B^{2}} \times 100\%. \end{cases}$$
(15)

Из таблицы 2 видно, что увеличение смещения потока (e) повышает погрешность деления (Δ ') в 2,2...4,4 раза. Сокращение высоты стабилизирующей емкости (H) от 0,6 м до 0,3 м при изменении B и e в указанных диапазонах повышает Δ ' в 2,1...2,2 раза.

При каждом значении е погрешность деления (Δ ') изменяется незначительно с ростом ширины стабилизирующей емкости B — на 0,3...1 % при e = 0,05 м и 2,2...4,8 % при e = 0,15 м. Это объясняется тем, что с ростом B разница (h_n — h_n), возрастает, но относительное смещение потока зерна (e/B) падает. Сопоставление таблиц 1 и 2 указывает на необходимость смещения подаваемого потока от жалюзийной к задней стенке стабилизирующей емкости с целью снижения Δ .

Принятая расчетная схема для анализа погрешности деления потока зерна адаптирована к условиям неразрывного по высоте отвода материала из стабилизирующей емкости по соображениям упрощения расчетов. Перенесение результатов анализа на делители жалюзийного типа, а также оценка габаритов и расходных характеристик жалюзийных делителей требует ряда уточнений.

Жалюзийная стенка этих делителей [1, 2] представляет собой чередование выводных каналов и стабилизирующих планок с ровным вертикальным размером. Поэтому эквивалентные площади вывода зерна через левую и правую части делителя обеспечивается при удвоении высоты стабилизирующей емкости: $H_9 = 2H = 0.6$; 0,8; 1,0; 1,2 м.

Полезная высота (H_n) жалюзийной стенки, используемой для отвода зерна, определяется по формуле из условия несмещенной подачи в стабилизирующую емкость – e=0:

$$H_n = (H_{\circ} - Btg \,\alpha)/2 \,. (16)$$

Площадь живого сечения выводных каналов (S_{∞}) будет:

$$S_{\scriptscriptstyle \mathcal{H}} = H_{\scriptscriptstyle n}B = B\big(H_{\scriptscriptstyle 9} - Btg\,\alpha\big)/2$$
. (17)

Суммарный расход зерна (Q) через выводные каналы рассчитывается по формуле:

$$Q = qS_{\infty} = qB(H_{\circ} - Btg\,\alpha)/2, (18)$$

где q — удельный расход зерна через боковую стенку (для пшеницы по данным [10] q = 90 кг/($c \cdot m^2$), кг/($c \cdot m^2$).

Полные вертикальные габариты (H_{ϵ}) жалюзийных делителей потока зерна зависят от конструктивного исполнения: без центрирующей приемной горловины [1] - $H_{\epsilon l}$; с центрирующей приемной горловиной [2] - $H_{\epsilon 2}$. Их величины определяются по формулам:

$$\begin{cases}
H_{z1} = H_{g} + H_{o} = 2H + B/2; \\
H_{z2} = H_{g} + H_{o} + H_{u} = 2H + B/2 + 0.25,
\end{cases} (19)$$

где H_o – высота разделительного нижнего отвода (H_o = B/2 при наклоне стенок в 45°), м; H_u – высота центрирующей приемной горловины (H_u = 0,25 –принята из конструктивных соображений), м.

Результаты расчета основных характеристик делителей жалюзийного типа сведены в таблицу 3.

Характеристики	Ширина и высота стабилизирующей емкости, м											
и размерность	B=0,4				B=0,5				B=0,6			
	0,3	0,4	0,5	0,6	0,3	0,4	0,5	0,6	0,3	0,4	0,5	0,6
<i>H</i> _э , м	0,6	0,8	1,0	1,2	0,6	0,8	1,0	1,2	0,6	0,8	1,0	1,2
H_n , M	0,18	0,28	0,38	0,48	0,15	0,25	0,35	0,45	0,12	0,22	0,32	0,42
$S_{\mathcal{H}}, \mathrm{M}^2$	0,072	0,112	0,152	0,192	0,075	0,125	0,175	0,225	0,72	0,132	0,192	0,252
<i>Q</i> , кг/(с·м²)	6,48	10,08	13,68	17,28	6,75	11,25	15,75	20,25	6,48	11,88	17,28	22,68
<i>Q</i> , т/ч	23,3	36,3	49,2	62,2	24,3	40,5	56,7	72,9	23,3	42,8	62,2	81,6
$H_{\varepsilon I}$, M	0,8	1,0	1,2	1,4	0,85	1,05	1,25	1,45	0,9	1,1	1,3	1,5
<i>Н</i> г2, м	1,05	1,25	1,45	1,65	1,1	1,3	1,5	1,7	1,15	1,35	1,55	1,75
<i>Q/H_{г1}</i> , т/(ч·м)	29,1	36,3	41	44,4	28,6	38,6	45,4	50,3	25,9	38,9	47,8	54,4
<i>Q/H</i> _{г2} , т/(ч·м)	22,2	29,0	33,9	37,7	22,1	31,2	37,8	42,9	20,3	31,7	40,1	46,6

Таблица 3 – Основные характеристики жалюзийных делителей

Заключение. Делитель с расходной характеристикой Q = 23,3 т/ч (B = 0,4 м; H = 0,3 м) может быть использован при модернизации существующих зерноочистительных агрегатов 3AB - 40 с установкой перед триерными блоками. Однако, качество работы этого делителя (см. таблицы 1 и 2) очень чувствительно к асимметрии (e) зернового монолита в стабилизирующей емкости. Поэтому его следует применять с центрирующей приемной горловиной [2]. При этом вертикальный габарит $H_{e2} = 1,05$ м. Такой запас технологической высоты в технологии 3AB - 40 имеется из – за близкого расположения промежуточной нории относительно триерных блоков.

Подходящие по расходным характеристикам Q = 36,3 т/ч (B = 0,4 м; H = 0,4 м) и Q = 49,2 т/ч (B = 0,4 м; H = 0,5 м) делители для установки перед решетными станами 3AB - 40 с вертикальными габаритами соответственно 1,25 м и 1,45 м не могут быть использованы при модернизации этого агрегата из – за отсутствия запаса технологической высоты.

В технологиях фирм «Perri» и «Fortschrit» может быть использован делитель с расходной характеристикой Q = 81,6 т/ч (B = 0,6 м; H = 0,6 м; $H_{e2} = 1,75$ м), обеспечивая их загрузку на 70...80%. Увеличение расходных характеристик за счет H приводит к росту H_{e2} , а их увеличение за счет B приводит к снижению качества процесса деления при смещенной подаче зерна в стабилизирующую емкость.

Увеличение удельных расходных характеристик ($Q/H_{\varepsilon l}$, $Q/H_{\varepsilon 2}$) делителей без грузовоспринимающей системы (упрощенная конструкция) обеспечивается созданными нами

вариантами [3, 4] с нижним (через днище) и каскадным отводами зерна из стабилизирующей емкости.

Список литературы

- 1. Тишанинов Н.П., Тишанинов К.Н. Устройство для разделения потока сыпучих материалов. Патент на изобретение RUS 2459405 27.08.2012.
- 2. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В., Тишанинов К.Н., Растюшевский К.А. Устройство для разделения потока сыпучих материалов. Патент на изобретение RUS 2490863 27.08.2013.
- 3. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В., Тишанинов К.Н. Устройство для разделения потока сыпучих материалов. Патент на изобретение RUS 2520341 20.06.2014.
- 4. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В. Устройство для разделения потока сыпучих материалов. Патент на изобретение RUS 2540352 10.02.2015.
- 5. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В., Тишанинов К.Н. Устройство для разделения потока сыпучих материалов. Патент на изобретение RUS 2549284 27.04.2015.
- 6. Тишанинов Н.П., Тишанинов К.Н. Устройство для разделения потока сыпучих материалов. Патент на изобретение RUS 2437271 27.12.2011.
- 7. Тишанинов Н.П., Ведищев С.М., Тишанинов К.Н., Кропоткин О.Н. Устройство для разделения потока сыпучих материалов. Патент на изобретение RUS 2412582 27.02.2011.
- 8. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В., Тишанинов К.Н. Устройство для разделения потока сыпучих материалов. Патент на изобретение RUS 2525728 20.08.2014.
- 9. Тишанинов Н.П. Делители потока зерна / Н.П. Тишанинов, К.Н. Тишанинов // Сельский механизатор. 2010. N 6. c. 8.
- 10. Тишанинов Н.П. Теоретическое обоснование параметров делителя потока зерна с шиберным отводом / Н.П. Тишанинов, А.В. Анашкин, К.Н. Тишанинов // Наука в центральной России. 2015. № 2. с. 67...77.

References

- 1. Tishaninov N.P., Tishaninov K.N. Ustroyjstvo dlya razdeleniya potoka sihpuchikh materialov. Patent na izobretenie RUS 2459405 27.08.2012.
- 2. Tishaninov N.P., Anashkin A.V., Tishaninov K.N., Rastyushevskiyj K.A. Ustroyjstvo dlya razdeleniya potoka sihpuchikh materialov. Patent na izobretenie RUS 2490863 27.08.2013.
- 3. Tishaninov N.P., Anashkin A.V., Tishaninov K.N. Ustroyjstvo dlya raz-deleniya potoka sihpuchikh materialov. Patent na izobretenie RUS 2520341 20.06.2014.
- 4. Tishaninov N.P., Anashkin A.V. Ustroyjstvo dlya razdeleniya potoka sih-puchikh materialov. Patent na izobretenie RUS 2540352 10.02.2015.
- 5. Tishaninov N.P., Anashkin A.V., Tishaninov K.N. Ustroyjstvo dlya raz-deleniya potoka sihpuchikh materialov. Patent na izobretenie RUS 2549284 27.04.2015.
- 6. Tishaninov N.P., Tishaninov K.N. Ustroyjstvo dlya razdeleniya potoka sihpuchikh materialov. Patent na izobretenie RUS 2437271 27.12.2011.
- 7. Tishaninov N.P., Vedithev S.M., Tishaninov K.N., Kropotkin O.N. Ust-royjstvo dlya razdeleniya potoka sihpuchikh materialov. Patent na izobretenie RUS 2412582 27.02.2011.
- 8. Tishaninov N.P., Anashkin A.V., Tishaninov K.N. Ustroyjstvo dlya raz-deleniya potoka sihpuchikh materialov. Patent na izobretenie RUS 2525728 20.08.2014.
- 9. Tishaninov N.P. Deliteli potoka zerna / N.P. Tishaninov, K.N. Tisha-ninov // Seljskiyj mekhanizator. 2010. N_2 6. s. 8.

ISSN 2305-2538 НАУКА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ, №5 (17), 2015

10. Tishaninov N.P. Teoreticheskoe obosnovanie parametrov delitelya po-toka zerr shibernihm otvodom / N.P. Tishaninov, A.V. Anashkin, K.N. Tisha-ninov // Nauka v centralj Rossii. – 2015 № 2. – s. 6777.	

УДК 631.333.92

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ БРИКЕТОВ ИЗ ПОДСТИЛОЧНОГО НАВОЗА

Хмыров Виктор Дмитриевич,

доктор технических наук, профессор, Мичуринский государственный аграрный университет, E-mail: ingfak@mgau.ru

Гребенникова Татьяна Владимировна

аспирантка, Мичуринский государственный аграрный университет

Реферат. Известно, что климатические условия средней полосы России не позволяют выращивать многие овощи с длительным вегетативным периодом со стадии семени в открытом грунте, поэтому томаты, перцы, баклажаны и прочие растительные культуры выращивают исключительно рассадным способом с использованием органических удобрений. Установлено, что большая часть предлагаемых современных торфосодержащих смесей и изделий на их основе в виде горшочков, брикетов, кубиков отличаются малой эффективностью. Для формирования брикетированной массы требуются повышенное давление, специальное оборудование и добавки для определенной монолитности изделия, это ухудшает развитие корневой системы растения вследствие необходимости преодолевать дополнительное сопротивление при росте. Исследовано использование подстилочного навоза для выращивания рассады вместо торфосодержащих изделий. Разработан пресс для изготовления брикетов из субстрата на основе подстилочного навоза. Представлена схема шнекового пресса для производства брикетов на основе такого субстрата. Шнековый пресс содержит бункер, дозатор, рабочую камеру со шнеком, камеру для прессования массы, насадку для формовки брикетов, дренажные отверстия для удаления лишней влаги, термометр и спираль для поддержания определенной температуры при формовке. Для обеззараживания сырья (гибели бактерий, гельминтов и семян сорных растений в органической массе), прессование производят в температурном интервале порядка 65-75 градусов Цельсия. При использовании данного пресса удается получать брикеты с истинной плотностью 135 кг на кубический метр, с влажностью 6-7 %.

Ключевые слова: брикеты, подстилочный навоз, шнековый пресс, торф, рассада, экспериментальное оборудование.

EXPERIMENTAL APPARATUS FOR THE PREPARATION OF BRIQUETTES FROM LITTER MANURE

Hmyrov Viktor Dmitrievich,

Doctor of Technical Sciences, Professor, Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk, Russia. E-mail: ingfak@mgau.ru

Grebennikova Tat'jana Vladimirovna

Postgraduate student, Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk, Russia

Abstract. It is well known that the climate of central Russia does not allow to grow many vegetables with a long growing season from the stage of seed in open ground, so the tomatoes, peppers, eggplant and other crops are grown seedling method only using organic fertilizer. It is established that most of the proposed modern peat-containing compounds and products based on them in the form of pots, briquette, cubes of characterized by low efficiency. High blood pressure, special equipment and additives for certain monolithic products are required for the formation of briquette weight, it impairs development of the root system of the plants due to the need to overcome the additional resistance at growth. The use of litter manure for the cultivation of seedlings instead of peat-containing products is investigated. A press for the production of briquette from the substrate on the basis of litter manure is developed. Scheme of screw press for the production of briquettes on the basis of such a substrate is presented. Auger press comprises a hopper metering device, the screw from the working chamber, a chamber for compressing the mass, molding briquette nozzle drainage holes for removal of excess moisture, and thermometer helix to maintain a certain temperature during molding. For the disinfection of raw materials (the destruction of bacteria, helminthes and weed seeds in the organic mass), extrusion is carried out in a temperature range of about 65-75 degrees Celsius. When using this pres is possible to obtain briquettes with a true density of 135 kg per cubic meter, with a humidity of 6-7%.

Keywords: briquettes, litter manure, screw press, peat, sprouts, experimental equipment.

Введение. В некоторых странах органическая еда перестала быть популярным трендом и частью нашей Помимо широкого неотъемлемой жизни. распространения специализированных organic markets, почти в любом крупном американском или европейском супермаркете можно найти отдел органических продуктов. Термин «органический» описывает метод выращивания И переработки сельскохозяйственной продукции. Производство таких продуктов основано на системе, где плодородие почв поддерживается с помощью экологичных биологических методов вместо химических. В частности, вместо химических удобрений применяют натуральные органические составы (птичий помет и т.п.), как и "задумано" в природе. В органических продуктах не используются облучение, генная инженерия, консерванты и прочие искусственные компоненты. Они обрабатываются минимально с применением средств только природного происхождения. Долгая зима и короткое лето не позволяет выращивать растения с длительным вегетативным периодом без применения рассадного способа. Именно поэтому все садоводы, начиная с января, закупают семена томатов, огурцов, перца, а в первых числах марта начинают их высаживать, однако не все знают, как не повредить корневую систему растения при пересадке в открытый грунт.

В настоящее время применяют торфоминеральные, торфоперегнойные кубики, торфяные, торфоцеллюлозные горшочки с питательной смесью, пластмассовые, гончарные горшки, торфяные таблетки. Применение горшечной рассады способствует получению высоких, ранних урожаев овощей и раннего цветения декоративных газонных культур в открытом грунте.

В качестве сырья для изготовления торфяных горшочков применяются различные смеси, в составе которых присутствуют в разных количествах торф, дерновая земля, перегной, торфокомпосты.

Основным недостатком указанной выше смеси является использование в качестве органического питательного вещества торфа с добавлением большого количества компонентов, так как это усложняет и увеличивает стоимость изготовления таких горшочков.

Использование указанных способов отличается малой эффективностью, поскольку необходимо предварительное формование брикетируемой массы при повышенном давлении, что требует применения специального оборудования, далее применение либо добавок, либо специальных составов для повышения монолитности брикета приводит к тому, что корневая система растения будет развиваться недостаточно эффективно вследствие необходимости преодолевать дополнительное сопротивление при росте.

Применяют брикеты цилиндрической и кубической формы. Брикет кубической формы будет более прочным из-за наличия ребер, имеет больший объем, а, следовательно, и больший запас питательных веществ по сравнению с цилиндрическим горшочком. Брикет в виде куба проще изготавливать, можно складировать и транспортировать на поддонах, поэтому, учитывая все преимущества, считаем брикет кубической формы наиболее приемлемым.

Результаты исследований. Нами предложено изготавливать органические брикеты для выращивания рассады из подстилочного навоза. Для производства брикетов разрабатывается пресс, конструкция которого обеспечивает изготовление брикетов из такого субстрата.

Шнековый пресс-гранулятор подстилочного навоза содержит бункер, дозатор, рабочую камеру со шнеком, камеру для прессования массы, насадку для формовки брикетов, дренажные отверстия для удаления лишней влаги, термометр и спираль для поддержания определенной температуры при формовке (65-75°C, так как при этой температуре погибают все бактерии и семена сорных растений в органической массе.)

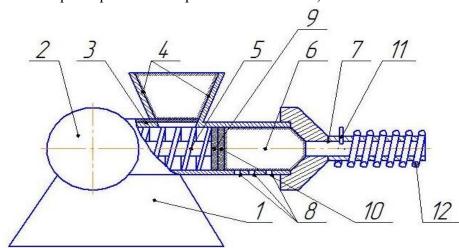


Рисунок 1 — Шнековый пресс для приготовления органических брикетов из подстилочного навоза: 1 — рама, 2 — электропривод, 3 — корпус, 4 — бункер, 5 — рабочая камера со шнеком, 6 — камера прессования, 7 — насадка для формовки брикетов, 8 — дренажные отверстия, 9 — противорежущая пластина, 10 — нож, 11 — термометр, 12 — спираль для нагрева.

Пресс для формовки брикетов работает следующим образом. В бункер 4 загружается подстилочный навоз, который через дозатор 3 поступает в рабочую камеру, где шнеком 5 подается на измельчение ножом 10 относительно противорежущей пластины 9. Затем с прессовальной камеры 6 в насадку для формовки брикетов 7. Удаление влаги происходит через дренажные отверстия 8. Масса в зоне прессования нагревается до 65°С, поэтому полученные брикеты не содержат семян сорных растений, болезнетворных бактерий и гельминтов. В насадке 7 установлены термометр 11 для контроля температуры в момент

формовки, а также спираль 12 для поддержания необходимой температуры при формировании брикетов.

При изготовлении брикетов истинная плотность образцов составила 135 кг/м 3 , а влажность – 6...7%.

Список литературы

- 1. Технология приготовления органических удобрений и внесение в почву / В.Д. Хмыров, Ю.В. Гурьянова, В.Б. Куденко, Б.С. Труфанов // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2013. № 6. С. 55-59.
- 2. Хмыров В.Д., Куденко В.Б. Совершенствование средств механизации уборки навоза и глубокой подстилки [Текст]: монография. Мичуринск-Наукоград РФ, 2011. 125 с.
- 3. Обоснование некоторых параметров пресс-гранулятора подстилочного навоза / В.Д. Хмыров, Б.С. Труфанов, Т.В. Гребенникова, А.В. Аксеновский // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2015. № 2.
- 4. Пресс для изготовления брикетов из подстилочного навоза. [Текст]: патент №151895 Российская Федерация: Хмыров В.Д., Гурьянова Ю.В., Гребенникова Т.В., Труфанов Б.С.; патентообладатель Мичуринский ГАУ №2014119384/13; заявл. 13.05.2014; опубл. 20.04.2015, Бюл. №11.

References

- 1. Tehnologija prigotovlenija organicheskih udobrenij i vnesenie v pochvu / V.D. Hmyrov, Ju.V. Gur'janova, V.B. Kudenko, B.S. Trufanov // Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2013. № 6. S. 55-59
- 2. Hmyrov V.D., Kudenko V.B. Sovershenstvovanie sredstv mehanizacii uborki navoza i glubokoj podstilki [Tekst]: monografija. Michurinsk-Naukograd RF, 2011. 125 s.
- 3. Obosnovanie nekotoryh parametrov press-granuljatora podstilochnogo navoza / V.D. Hmyrov, B.S. Trufanov, T.V. Grebennikova, A.V. Aksenovskij // Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. № 2.
- 4. Press dlja izgotovlenija briketov iz podstilochnogo navoza. [Tekst]: pa-tent №151895 Rossijskaja Federacija: Hmyrov V.D., Gur'janova Ju.V., Grebennikova T.V., Trufanov B.S.; patentoobladatel' Michurinskij GAU №2014119384/13; zajavl. 13.05.2014; opubl. 20.04.2015, Bjul. №11.

УДК 621.899

СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ДИСПЕРСИОННОЙ СРЕДЫ СМАЗОК НА ОСНОВЕ ОТРАБОТАННЫХ МОТОРНЫХ МАСЕЛ И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ПЛАСТИЧНОЙ СМАЗКИ В УЗЛЕ ТРЕНИЯ

Шихалев Илья Николаевич

научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве,

г. Тамбов, Российская Федерация, E-mail: viitinlab8@bk.ru

Реферат: Изложены материалы исследований, посвященные разработке технологического процесса приготовления пластичных смазок на основе отработанных масел. Установлено, что в качестве дисперсионной среды смазок, взамен дорогостоящих товарных масел можно использовать отработанные моторные масла при условии удаления из них смол, продуктов окисления и т. д. Определено, что среди известных коагулянтов загрязнение масел наиболее рационально рассматривать применение мочевины и моноэтаноламина. Показано, что реакция конденсации мочевины может протекать в кислой и щелочной среде, которой является отработанное моторное масло. Установлено, что действие мочевины не всегда сопровождается активной коагуляцией примесей загрязнения, например, в отработанных маслах на синтетической или частично синтетической основе. Предложено использовать различные спирты и растворители в качестве активаторов коагулянтов. Установлено, что моюще-диспергирующие и антиокислительные присадки, присутствующие в отработанном масле, способны замедлять или при определенных условиях ускорять процесс коагуляции. Показано, что одной из важнейших характеристик эффективности процесса коагуляции является температура масла. Физико-химическое представление действия ряда аминов в отработанных маслах являлось основой для разработки новых способов очистки отработанных масел от примесей и загрязнений для их использования в качестве дисперсионной среды, разработки новых составов пластичных смазок. Об эффективности работы смазок в узлах трения предлагается судить по комплексному показателю, основанному на теории Харрисона с учетом свойств отработанного масла, остаточного содержания присадок в нем и эквивалентной динамической нагрузке.

Ключевые слова: способ, смазка, моторное масло, дисперсионная среда, коагулянты, продукты окисления, трение, износ, ресурс.

METHOD FOR PRODUCING OF DISPERSION MEDIUM OF GREASES BASED ON USED MOTOR OIL AND EVALUATION OF WORK EFFICIENCY OF THE GREASE IN THE FRICTION UNIT

Shihalev Il'ja Nikolaevich

Research Associate, All-Russian scientific research institute of use equipment and oil products in agriculture, Tambov, Russian Federation, E-mail: viitinlab8@bk.ru

Abstract. Materials of studies on the development the technological process of preparation of greases based on used oils are contained in Article. It is found that as the dispersion medium of lubricants instead of expensive commercial oils may use used motor oil on the condition the removal of these resins, the oxidation products and so on. It is determined that among the known coagulants oil pollution considered the most rational use of urea and monoethanolamine. It is shown that the condensation reaction of the urea can flow in acidic and alkaline medium, which is used motor oil. It is found that the effect of urea is not always accompanied by active coagulation of impurity of pollutants, for example, in used oils on synthetic or partially synthetic base. It proposed to use various solvents and alcohols as an activator of coagulants. It is found that the detergent-dispersant and antioxidant additives are present in the waste oil can slow or under certain conditions, to accelerate coagulation process. It is shown that one of the most important characteristics of the effectiveness of the coagulation process is the oil temperature. Physical-chemical representation of the action of a number of amines in the used oil is the basis for the development of new methods for purifying of used oil from impurities and dirt to be used as a dispersion medium, the development of new formulations of greases. To judge the effectiveness of the greases in friction units are invited by integrated indicators based on the theory of Harrison, taking into account the properties of the waste oil, the residual content of additives in it and the equivalent dynamic load.

Keywords: way, grease, motor oil, dispersion media, coagulants, the products of oxidation, friction, wear, service life.

Введение. Как известно из теории и практики процессов приготовления пластичных смазок в качестве дисперсионной среды могут рассматриваться различные масла минерального и синтетического происхождения [1]. Чаще всего выбор масла или дисперсионной среды пластичной смазки основывается на минимуме затрат на получение или приобретение данной основы и его важнейших характеристик вязкости и степени частоты.

При этом минеральные масла превосходят в объёме их использования при разработке и приготовлении смазок масел на синтетической основе, так как последние являются более дорогим продуктом [1-4].

В тоже время считается, что синтетическая основа масла дает значительные преимущества пластичным смазкам, приготовленным на их основе, так как физико-химические и эксплуатационные характеристики таких смазок превосходят их известные аналоги на минеральной основе.

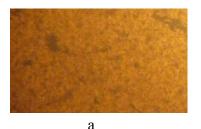
В сельскохозяйственной технике чаще всего используются две пластичные смазки Солидол-Ж и Литол-24 изготавливаемые как на минеральной, так и синтетической основе.

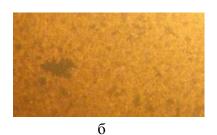
Материалы и методы. На этапе теоретических исследований ставится задача анализа и обоснования способа получения дисперсионной среды на основе отработанных масел.

Учитывая опыт известных разработок по глубокой очистке отработанных масел от продуктов старения [5],[6] сделаем предположение, что для получения дисперсионной среды смазки требуется удалить из масел примеси, смолы, асфальтены, карбены, карбоиды, продукты разложения углеводородной и синтетической основы находящиеся в мелкодиспергированном и взвешенном состоянии в масле (рисунок 1).

Подобного рода задачи решаются коагуляцией примесей с целью их последующего удаления простыми физическими методами.

Одними из перспективных коагулянтов для очистки моторных масел можно считать ряд разновидностей аминов [7].





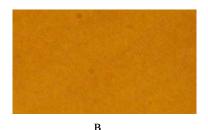


Рисунок 1 — Микрофотографии проб отработанных моторных масел: а) масло М-10Г2 после наработки 250 часов; б) масло М-10ДМ после наработки 250 часов; в) масло синтетическое после наработки 300 часов

Результаты и обсуждения. Мочевина как амидгидролизуется в щелочной и кислой среде, которой будем считать отработанное моторное масло до NH_3 и CO_2 [8]:

$$NH_2 - C - NH_2 \xrightarrow{H_2O} 2NH_3 + CO_2$$
 \parallel

Мочевина алкилируется, образуя алкилмочевину:

$$RI + NH_2 - C - NH_2 \rightarrow RNH - C - NH_2 + HI$$
 \parallel
 Q
 Q

и ацелируется, образуя так называемыеуреиды:

$$R-C-CI+NH_2-C-NH_2 \rightarrow R-C-NH-C-NH_2+HCI$$

$$\parallel \qquad \qquad \parallel \qquad \qquad \parallel \qquad \qquad \parallel$$

$$Q \qquad Q \qquad Q$$

Монометиленмочевина (как и диметиленмочевина) полимеризуется:

$$N = CH_{2} \qquad N = CH_{2} \qquad N - CH_{2} - N - CH_{2} - \dots$$

$$| \qquad | \qquad | \qquad |$$

$$\dots + C = O \qquad + C = O \qquad + \dots \rightarrow C = O \qquad C = O$$

$$| \qquad | \qquad | \qquad |$$

$$NH_{2} \qquad NH_{2} \qquad NH_{2} \qquad NH_{2} \qquad NH_{2}$$

конденсации мочевины может протекать в присутствии различных Реакция конденсирующих средств в нейтральной, кислой и щелочной среде. Состав продуктов зависит от условий конденсации: типа катализатора, концентрации реагентов и продолжительности реакции, первичными продуктами во всех случаях являются диметилолпроизводные карбамида. Так, в щелочной среде при мольном соотношении формальдегида и карбамида 1:1 получается моноиетилолкарбамид, а при избытке формальдегида – диметилолкарбамид; в слабокислой среде при избытке формальдегида получается только диметилолкарбамид, а в сильнокислой – высокомолекулярные продукты конденсации [8].

Аддукты с карбамидами способны образовывать не только н-алканы, но и углероды других классов, молекулы которых имеют достаточно длинный алкильный неразветвленный заместитель. Так, если метильная группа находится в положении 2, 3, 4 или 5 молекулы монометилалкана пример:

то для возможности образования аддукта в линейном участке цепи должно содержаться не менее соответственно 11, 14, 15 или 16 углеродных атомов. Циклические углеводороды также способны к образованию комплексов, если боковая цепь линейного строения содержит не менее 18 углеродных атомов.

Как показывает практика, известных исследований по очистке отработанных моторных масел от растворимых примесей процесс не всегда протекает с ожидаемой эффективностью и масло после очистки даже физическими средствами очистки содержит значительное количество смол [9].

В данном случае исходя из теории разработки и совершенствования способов очистки и в соответствии с поставленной задачей теоретических исследований можно полагать, что данные недоработки процесса связанны с необходимостью введения в смесь коагулянта – активаторов, в качестве которых следует рассматривать различные спирты и растворители. Активаторы должны препятствовать адсорбции присадок масла и растворять часть коагулянтов способствуя ускорению процесса коагуляции [7].

Добавление растворителя обеспечивает снижение вязкости масла, обеспечивает контакт агента (коагулянта) с н-активными и элементами что способствуют эффективности коагуляции примесей и их осаждению.

Следует, также отметить, что присутствующие в отработанном масле моюще-диспергирующие и антиокислительные присадки могут замедлять или при определенных условиях ускорять процесс коагуляции. При этом одним из важнейших параметров процесса коагуляции является температура характеризующая разложение коагулянта.

Если рассматривать процесс химического взаимодействия смол, асфальтенов, карбенов, карбоидов имеющих в своем составе $> O_1$, то при их взаимодействии, например с моноэтаноламином возможна реакция:

Аммиак как летучее вещество, возможно, удалить выпариванием, а вода при этом должна выпадать в осадок [6].

Физико-химическое представление действия ряда аминов в отработанных моторных маслах является основой для разработки способов очистки отработанных масел от примесей и загрязнения с целью получения дисперсионной среды пластичных смазок.

Об эффективности работы пластичной смазки в узлах трения судят по целому ряду единичных и комплексных показателей.

Например, в работе [10] об уровне противоизносных свойств смазочного материала судят по величине весового износа пары трения. Интенсивность весового изнашивания предлагается рассчитывать по уравнению:

$$J = \frac{q}{L \cdot S} \ (1)$$

где q – весовой износ пары, г; S – площадь трения, см 2 ; L – путь трения, см.

Данный подход является эффективным, однако оценить влияние смазочного материала на износ достаточно сложно, т.к. на характер износа и его интенсивность могут влиять побочные факторы условий эксплуатации, а определение площади трения и веса влечет к повышению погрешности и ошибке измерений.

Противозадирные свойства смазок предлагается определить по диаметру пятна упругого контакта d_{Γ} по формуле Герца [11]:

$$d_{\rm r} = \sqrt[3]{\frac{3P_{oc} \cdot R'}{4E'}} \tag{2}$$

Где P_{oc} — сила действия в точке контакта; R' — радиус шара; E' — модуль упругости материалов.

Данная формула сложна для расчетов и не учитывает особенности смазочного материала, которые могут, зависит как от состояния основы, так и содержащихся в ней присадок, а самое важное из свойств материала трение (материала).

Пластичные смазки работают в основном в подшипниках скольжения и качения. В соответствии с теорией Харрисона ресурс подшипника может быть оценен и увеличен путем создания благоприятных условий смазывания и чистоты смазки:

$$L = a_{rus} \left(\frac{C}{P}\right)^P$$
 (3)

где L – ресурс; C – номинальная динамическая грузоподъёмность;

Р – эквивалентная динамическая нагрузка на подшипник;

arus – поправочный коэффициент.

Благоприятные условия смазывания создаются, прежде всего, за счет ряда технических и технологических условий работы подшипника и присутствия в смазке противоизносных присадок. В смазках Солидол-Ж и Литол-24 противоизносные свойства обеспечиваются чаще всего присутствием присадки ДФ-11 [12].

Для наших условий приготовления смазок, на основе отработанных моторных масел, присадка $Д\Phi$ -11 в той или иной концентрации уже присутствует в дисперсионной среде (очищенном масле).

Исходя из известных экспериментальных данных по пятнам износа от содержания присадки ДФ-11 [13] получим зависимость:

$$y = cx^2 + bx + a (4)$$

где x — процент присадки; y — диаметр пятна износа, a, b, c — коэффициенты уровня противоизносных свойств (содержания присадок).

Теоретически рассматривая ресурс работы подшипника в зависимости от свойств масла и остаточного содержания присадок можно записать как:

$$L = \frac{1}{A} \left(\frac{C}{P}\right)^{P} \tag{5}$$

Максимальное значение функции \mathcal{A} находится на границе области определения. Область определения функции \mathcal{A} является декартовым произведением множества, состоящего из двух точек 0,8; 1 и множества 0,1. Графически это показано на рисунке 2.

Соответственно из теоретического представления максимальный ресурс будет у смазки на синтетической основе (a=0.8) с наибольшей остаточной концентрацией присадки.

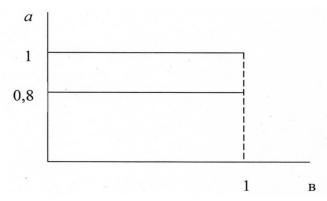


Рисунок 2 — Графическое представление ресурса смазки в зависимости от содержания присадок в дисперсной среде

Заключение. Таким образом, в работе дано представление о физико-химическом действии ряда аминов в отработанных моторных маслах, что является основой для разработки способов очистки отработанных масел от примесей и загрязнения с целью получения дисперсионной среды пластичных смазок.

Список литературы

- 1. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение: Справ. изд. [текст] / К.М. Бадышкова, Я.А Берштадт., Ш.К. Богданов [и др.]. Москва: Химия, 1989. 432 с.
 - 2. Фукс И.Г. Пластичные смазки [текст]. Москва: Химия, 1972. 160 с.
- 3. Ищюк Ю.Л. Технология пластичных смазок [текст]. Москва: Наукова думка, 1986. 147 с.
- 4. Доступность и повышение эффективности использования нефтепродуктов в сельском хозяйстве / В.В. Остриков, С.Н. Сазонов, Д.Д. Сазонова [и др.] // АПК России. 2014. № №68. С. 76-83.
- 5. Способ очистки отработанного синтетического моторного масела: патент № 2437923 РФ. Заявка № 2010114149/04; заявл. 09.04.2010; опубл. 27.12.2011. Бюл. 36.
- 6. Способ очистки моторного масла от продуктов старения и загрязнений: патент № 2528421 РФ, Заявка № 2013130794/04; заявл. 04.07.2013; опубл. 20.09.2014. Бюл. 26.
- 7. Остриков В.В., Тупотилов Н.Н., Попов С.Ю. Исследование очистки отработанных синтетических моторных масел специфическими растворителями // Наука в центральной России. 2013. № 5. С. 27-30.
- 8. Кулиев А.М. Химия и технология присадок к маслам и топливам [текст]. Москва: Химия, 1985. 312 с.
- 9. Остриков В.В., Сазонов С.Н. Эффективность использования нефтепродуктов в фермерских хозяйствах // Сельский механизатор. 2012. № 10. С. 32-33.
- 10. Чиченидзе А.В. Практическая трибология (мировой опыт) [Текст]. Москва: Центр «Наука и техника», 1994. 249 с.
- 11. Хебда М. Справочник по триботехнике. Теоретические основы [Текст]. Т. 1, 2. Москва: Машиностроение, 1989. 397 с.
- 12. Остриков В.В., Попов С.Ю., Шихалев И.Н., Дисперсионная среда пластичных смазок // Научная мысль. 2015. № 3. С. 12-21.

13. Дисперсионная среда пластичных смазок на основе отработанных масел / В.В. Остриков, С.Ю. Попов, И.Н. Шихалев, А.Г. Дивин, К.А. Манаенков // Наука в центральной России. 2015. № 2. С. 43-53.

References

- 1. Topliva, smazochnye materialy, tehnicheskie zhidkosti. Assortiment i primenenie: Sprav. izd. [tekst] / K.M. Badyshkova, Ja.A Bershtadt., Sh.K. Bogdanov [i dr.]. Moskva: Himija, 1989. 432 s.
 - 2. Fuks I.G. Plastichnye smazki [tekst]. Moskva: Himija, 1972. 160 s.
 - 3. Ishhjuk Ju.L. Tehnologija plastichnyh smazok [tekst]. Moskva: Naukova dumka, 1986. 147 s.
- 4. Dostupnost' i povyshenie jeffektivnosti ispol'zovanija nefteproduktov v sel'skom hozjajstve / V.V. Ostrikov, S.N. Sazonov, D.D. Sazonova [i dr.] // APK Rossii. 2014. № №68. S. 76-83.
- 5. Sposob ochistki otrabotannogo sinteticheskogo motornogo masela: patent № 2437923 RF. Zajavka № 2010114149/04; zajavl. 09.04.2010; opubl. 27.12.2011. Bjul. 36.
- 6. Sposob ochistki motornogo masla ot produktov starenija i zagrjaznenij: patent № 2528421 RF, Zajavka № 2013130794/04; zajavl. 04.07.2013; opubl. 20.09.2014. Bjul. 26.
- 7. Ostrikov V.V., Tupotilov N.N., Popov S.Ju. Issledovanie ochistki otrabotannyh sinteticheskih motornyh masel specificheskimi rastvoriteljami // Nauka v central'noj Rossii. 2013. № 5. S. 27-30.
- 8. Kuliev A.M. Himija i tehnologija prisadok k maslam i toplivam [tekst]. Moskva: Himija, 1985. 312 s.
- 9. Ostrikov V.V., Sazonov S.N. Jeffektivnost' ispol'zovanija nefteproduktov v fermerskih hozjajstvah // Sel'skij mehanizator. 2012. № 10. S. 32-33.
- 10. Chichenidze A.V. Prakticheskaja tribologija (mirovoj opyt) [Tekst]. Moskva: Centr «Nauka i tehnika», 1994. 249 s.
- 11. Hebda M. Spravochnik po tribotehnike. Teoreticheskie osnovy [Tekst]. T. 1, 2. Moskva: Mashinostroenie, 1989. 397 s.
- 12. Ostrikov V.V., Popov S.Ju., Shihalev I.N., Dispersionnaja sreda plastichnyh smazok // Nauchnaja mysl'. 2015. № 3. S. 12-21.
- 13. Dispersionnaja sreda plastichnyh smazok na osnove otrabotannyh masel / V.V. Ostrikov, S.Ju. Popov, I.N. Shihalev, A.G. Divin, K.A. Manaenkov // Nauka v central'noj Rossii. 2015. № 2. S. 43-53.

Отпечатано ООО «Максимал информационные технологии» 398017, г. Липецк, ул. Крупской, 4 Email: naukacr@yandex.ru. Тел. +7 (920) 246-20-64: Подписано в печать 24.10.2015 Заказ № 60513-01 Формат 60х84/8. Бумага офсетная. Печать электрографическая. Гарнитура Times. Объем – 10,34 усл. печ. л. Тираж 100 экз.