«НАУКА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ» «SCIENCE IN THE CENTRAL RUSSIA»
Научно-производственный периодический журнал The research-and-production periodic magazine
Включен в международную базу данных Agris
№3 (15), 2015 г.

Основан в 2012 г. **It is based in 2012.**
Выходит 6 раз в год **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 ВНИИТиН Россельхозакадемии)

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 РФ, д-р техн. наук, профессор, лауреат премии Правительства РФ

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 РФ, лауреат премии Правительства РФ в области образования, член Национального комитета по теплофизическим свойствам веществ РАН, ФГБОУ ВПО ТГТУ

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

Адрес редакции: **392022, г. Тамбов, пер. Ново-Рубежный, 28, к. 21,** тел. 8(4752)440-241; e-mail: naukacr@yandex.ru
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
№3 (15), 2015 г.
Основан в 2012 г. **It is based in 2012.**
Выходит 6 раз в год **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

ЕРОХИН Г.Н., КОНОВСКИЙ В.В.

ОЦЕНКА УРОВНЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ В СЕЛЬХОЗПРЕДПРИЯТИИ 5

EROKHIN G.N., KONOVSKIY V.V.

EVALUATION OF THE LEVEL OF USE OF COMBINE HARVESTERS IN AGRICULTURAL ENTERPRISES 5

НАГОРНОВ С.А., МЕЩЕРЯКОВА Ю.В., ДМИТРИЕВ В.М., ЛИКСУТИНА А.П., ЕРОХИН И.В.

ИЗВЛЕЧЕНИЕ И АНАЛИЗ ЛИПИДОВ ИЗ БИОМАССЫ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ ХЛОРЕЛЛА 11

NAGORNOV S.A., MESHCHERYAKOVA Y.V., DMITRIEV V.M., LIKSUTINA A.P., EROKHIN I.V.

EXTRACTION AND ANALYSIS LIPIDS FROM OF CHLORELLA MICROALGAE BIOMASS12

САРАНЧИНА Е.Ф., ШРЕДЕР В.Е., КРАСНОСЛОБОДЦЕВА А.С., КАСИМОВА М.О.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБРАЗЦА СМОЛЫ КФ-КТ В КАЧЕСТВЕ КОНСЕРВАНТА РАСТИТЕЛЬНОЙ МАССЫ КУКУРУЗЫ ПРИ СИЛОСОВАНИИ 17

SARANCHINA E.F., SHREDER V.E., KRASNOSLOBODTSEVA A.S., KASIMOVA M.O.

EFFICIENCY OF USE OF INDUSTRIAL RESIN SAMPLE KF-MT AS A PRESERVATIVE THE PLANT MASS OF CORN AT THE ENSILING 18

КУРГУЗКИН В.Н., САРАНЧИНА Е.Ф., КРАСНОСЛОБОДЦЕВА А.С.

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОРМОВ В ЗИМНЕ-СТОЙЛОВЫЙ ПЕРИОД 25

KURGUZKIN V.N., SARANCHINA E.F., KRASNOSLOBODTSEVA A.S.

RATIONAL USE OF FORAGES DURING THE WINTER-STALL PERIOD 26

БАЛАШОВ А.В., СИНЕЛЬНИКОВ А.А.

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ САМОХОДНЫХ СВЕКЛОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ 31

BALASHOV A.V., SINELNIKOV A.A.

PRODUCTIVITY OF SELF-PROPELLED BEET-HARVESTING COMBINES AT DIFFERENT TYPES OF MAINTENANCE 32

ЛЕВИНА Е.Ю., ЛЕВИН М.Ю., НАГОРНОВ С.А.

ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА ВОДНО-БИО-ТОПЛИВНОЙ ЭМУЛЬСИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ 36

LEVINA E.YU., LEVIN M. YU., NAGORNOV S.A.

OPTIMIZATION COMPOSITION OF WATER-BIO-FUEL EMULSIONS EMULSION USING NEURAL NETWORKS 37

ТИШАНИНОВ Н. П., АНАШКИН А. В.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗЕРНОВОГО СЛОЯ В ТРИЕРНОМ ЦИЛИНДРЕ 44

TISHANINOV N. P., ANASHKIN A. V.

DISTRIBUTION OF THE GRAIN LAYER IN THE INDENTED CYLINDER 44

БУСИН И. В., ОСТРИКОВ В. В., КОРНЕВ А. Ю.

ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ РАБОТАЮЩЕГО МОТОРНОГО МАСЛА ОТ ПРОДУКТОВ СТАРЕНИЯ 51

BUSIN I. V., OSTRIKOV V. V., KORNEV A.Y.

PURIFICATION PROCESS WORKING MOTOR OIL FROM AGING PRODUCTS 52

ДОРОВСКИХ В. И., ДОРОВСКИХ Д. В., АТКЕШОВ О. А.

ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОЦЕССА МАШИННОГО ДОЕНИЯ 57

DOROVSKIH V. I., DOROVSKIH D. V., AKESHOV O. A.

JUSTIFICATION METHODS TO QUANTIFY THE QUALITY OF PROCESSES MILKING MACHINE 57

ОСТРИКОВ В.В., ШИХАЛЕВ И.Н., ПОПОВ С.Ю., КНЯЗЕВА Л.Г., УРЯДНИКОВ А.А., МАНАЕНКОВ К.А.

ЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК НА ОСНОВЕ ОТРАБОТАННЫХ МАСЕЛ 63

OSTRIKOV V. V., SHIKHALEV I. N., POPOV S. Y., KNYAZEV L. G., URYDNIKOV A.A., MANAENKOV K. A.

SAFETY FEATURES GREASES BASED ON WASTE OILS 64

ОСТРИКОВ В. В., ШИХАЛЕВ И. Н., ПОПОВ С. Ю., МАНАЕНКОВ К. А., ДИВИН А. Г.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ДИСПЕРСИОННОЙ СРЕДЫ И ДИСПЕРСНОЙ ФАЗЫ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК 70

OSTRIKOV V. V., SHIKHALEV I. N., POPOV S. Y., MANAENKOV K. A., DIVIN A. G.

DETERMINATION OF OPTIMUM COMPONENT COMPOSITION OF THE DISPERSION MEDIUM AND DISPERSE PHASE GREASES 71

ПЕТРАШЕВ А. И., КЛЕПИКОВ В. В., ТАХА Ф. Д.

ОЦЕНКА ПНЕВМАТИЧЕСКИХ РАСПЫЛИТЕЛЕЙ ДЛЯ КОНСЕРВАЦИИ АГРАРНОЙ ТЕХНИКИ 78

PETRASHEV A. I., KLEPIKOV V. V., TAXA F. J.

EVALUATION PNEUMATIC SPRAYERS FOR THE PRESERVATION OF AGRICULTURAL MACHINERY 79

ЗАЗУЛЯ А.Н., БАЛАШОВ А.В., БЕЛОГОРСКИЙ В.П.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ 86

ZAZULYA A.N., BALASHOV A.V., BELOGORSKY V.P.

ENERGY SAVING TECHNOLOGY SUGAR BEET 88

УДК 631.354

ЕРОХИН Г.Н., КОНОВСКИЙ В.В.

ОЦЕНКА УРОВНЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ В СЕЛЬХОЗПРЕДПРИЯТИИ

Ерохин Геннадий Николаевич
кандидат технических наук,
заведующий лабораторией, Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве,
E-mail: witin4@rambler.ru
Коновский Валерий Викторович
старший научный сотрудник,
Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве,
E-mail: witin4@rambler.ru

Реферат. *Цель исследования заключается в разработке метода оценки уровня использования зерноуборочных комбайнов в сельхозпредприятии. Предложено уровень использования оценивать отношением фактических эксплуатационных показателей к базовым. В качестве интегрального показателя выбран уровень удельных эксплуатационных затрат. Кроме того, при оценке применяются 6 частных показателей, непосредственно формирующих интегральный. В качестве исходных данных при формировании фактических показателей использования комбайнов в соответствии с разработанной моделью применяются итоговые показатели работы зерноуборочных комбайнов за сезон, условия уборки и потребительские свойства зерноуборочных комбайнов. Формирование базовых показателей выполняется моделированием на основе информации, полученной в результате мониторинга работы зерноуборочных комбайнов за период уборки зерновых культур. На базе математической модели разработана компьютерная программа, которая позволяет оценить уровень использования зерноуборочных комбайнов в сельхозпредприятии. Результаты работы программы выводятся в виде карты оценки уровня использования. В качестве примера, приведена карта оценки уровня использования зерноуборочного комбайна ACROS 530 в сельхозпредприятии Тамбовской области. Получено, что уровень удельных эксплуатационных затрат комбайна находится в неблагоприятной зоне и составляет 109% от базового. Выполнен анализ возможных причин такой ситуации. Показано, что предложенный метод позволяет сельхозпроизводителю определить уровень использования зерноуборочного комбайна по показателям: удельные эксплуатационные затраты (включая составляющие элементы), производительность по основному времени и коэффициент готовности по общему времени. Это дает возможность выявить наиболее значимые причины неблагоприятного уровня использования комбайна, выполнить мероприятия по их устранению и, как следствие, повысить эффективность его работы в предприятии.*

Ключевые слова: *зерноуборочный комбайн, использование, сельхозпредприятие, показатель*

EROKHIN G.N., KONOVSKIY V.V.

EVALUATION OF THE LEVEL OF USE OF COMBINE HARVESTERS IN AGRICULTURAL ENTERPRISES

Erokhin Gennady, PhD (Technical), laboratory chief, All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture
E-mail: witin4@rambler.ru
Konovskiy Valery, Senior Researcher, All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture
E-mail: witin4@rambler.ru

Abstract. *The purpose of the study is to develop a method to estimate the level of use of combine harvesters in the agricultural enterprise. Asked to assess the level of utilization ratio of the actual operational performance to the base. As an integral indicator of the level of selected specific operational costs. In addition, when assessing the 6 private indicators directly form the integral. The initial data in the formation of the actual utilization rates harvesters in accordance with the developed model is the final performance of combine harvesters for the season, harvesting conditions and consumer properties used combine harvesters. Formation of the baseline simulation is performed based on the information provided by the monitoring work of the combine harvesters during harvest crops. On the basis of a mathematical model of a computer program, which allows us to estimate the level of use of combine harvesters in the agricultural enterprise. The results of the program are displayed in the form of maps assessing the level of use. As an example, shows a map of assessing the level of use of a combine harvester ACROS 530 agricultural enterprises Tambov region. It was found that the level of specific operational costs combine in a disadvantaged area and is 109% of the base. The analysis of the possible reasons for this situation. It is shown that the proposed method allows growers to determine the level of use of a combine harvester in terms of: unit operating costs (including constituent elements), the performance in the main time and availability of the overall time. This makes it possible to identify the most significant causes of adverse levels of use combine to undertake steps to eliminate them and, as a consequence, increase the effectiveness of its work in the enterprise.*

Keywords*: Combine Harvester, use, agricultural enterprise, the indicator*

Введение. В последние годы эффективность уборки зерновых культур связывалась преимущественно с обновлением и насыщением комбайнового парка современными отечественными и зарубежными моделями [1,2]. Однако, эффективность уборки зависит не только от того «что используется», но и не в меньшей мере от того «как используется» [3, 4, 5]. Понятие «как используется» включает в себя: оперативное управление производством на основе систематической количественной и качественной оценки его состояния [3], организацию уборочных работ, технологическую настройку и выбор скоростного режима, квалификацию комбайнеров и материальное стимулирование их труда, функционирование инженерной службы и технического сервиса, обеспечение топливно-смазочными материалами, ремонт и хранение комбайнов и т.п.

Однако в настоящее время аграрный товаропроизводитель не имеет доступных методов и средств для оценки уровня использования имеющихся у него зерноуборочных комбайнов. Разработка такого метода и программных средств его реализации является целью настоящего исследования. Это позволит определять «узкие» места в эксплуатации комбайнов и реализовывать наиболее эффективные мероприятия по их устранению.

Материалы и методы. Проведение исследований базируется на мониторинге работы зерноуборочных комбайнов в условиях реальной эксплуатации. Полученная при мониторинге информация является основой для разрабатываемой системы оценки уровня использования комбайнов. Экспериментальные исследования и обработка информации выполнялись по методике ФГБНУ ВНИИТиН, разработанной на основе государственных и отраслевых стандартов.

Результаты и обсуждение. Выполняя исследования в данном направлении, разработана математическая модель оценки уровня использования зерноуборочных комбайнов в сельхозпредприятии. Уровень использования предлагается оценивать отношением фактических эксплуатационных показателей к базовым [6]:

$$У_i = \frac{100 \cdot П_i^{Ф}}{П_i^{Б}}, \%$$

где $У_i$ - уровень использования по i-му показателю;

$П_i^Ф$ - фактическое значение i-го показателя;

$П_i^Б$ - базовое значение i-го показателя.

Конкретный перечень показателей для оценки уровня использования зерноуборочного комбайна определен из условия, что показатели должны объективно и полно отражать процесс его эксплуатации в сельхозпредприятии и вскрывать резервы повышения эффективности. С учетом этого условия и результатов экспертной оценки специалистов сельскохозяйственного производства в качестве интегрального показателя выбран уровень удельных эксплуатационных затрат.

В качестве частных показателей, непосредственно формирующих интегральный, приняты:

Группа1: уровень удельных затрат на: техническое обслуживание и ремонт, топливо, оплату труда и амортизацию.

Группа 2: уровень использования производительности по основному времени, уровень надежности по коэффициенту готовности.

Вторая группа частных показателей оказывает влияние на первую и позволяет более точно определять причины неэффективного использования комбайнов [7,8,9]. Очевидно, что благоприятная зона для показателей группы 1 располагается в интервале менее 100%, а для показателей группы 2 - в интервале более 100%.

В качестве исходных данных при оценке фактических показателей использования комбайнов в соответствии с разработанной моделью выступают итоговые показатели работы зерноуборочных комбайнов за сезон, условия уборки и потребительские свойства применяемых зерноуборочных комбайнов.

Формирование базовых показателей выполняется моделированием на основе информации, полученной в результате мониторинга работы зерноуборочных комбайнов в периоде уборки зерновых культур [10,11,12]. Объектами мониторинга являются комбайны ведущих отечественных и зарубежных компаний следующих марок: Acros 530, Вектор 410, Torum 740, Дон 1500Б, Полесье 1280, John Deer 9660 WTS, John Deer 9660 STS, Case 2388, Tucano 450, Mega 370. Наблюдаемые комбайны эксплуатируются в сельхозпредприятиях Центрально-Черноземного региона России. На основе мониторинга получены статистические зависимости изменения коэффициента готовности, затрат на техническое обслуживание и ремонт от суммарной наработки, а также средние значения сезонной наработки комбайнов по основному времени и средние значения расценок по оплате труда комбайнеров.

На базе модели разработана компьютерная программа, которая позволяет оценить уровень использования зерноуборочных комбайнов в сельхозпредприятии по итогам работы за сезон. В процессе выполнения программы пользователем вводятся данные об условиях уборки и итоговые показатели работы зерноуборочных комбайнов в сельхозпредприятии. Показатели потребительских свойств комбайнов и среднестатистические эксплуатационные показатели их работы в регионе заложены в базу данных. Алгоритм программы позволяет выполнить оценку уровня использования каждого зерноуборочного комбайна сельхозпредприятия по показателям, изложенным выше. Результаты работы выводятся в виде карты оценки уровня использования. В таблице, в качестве примера, приведена карта оценки уровня использования зерноуборочного комбайна ACROS 530 в сельхозпредприятии «ООО Первомайское» Тамбовской области.

Таблица - Карта оценки уровня использования зерноуборочного комбайна

Показатель	Значение
Марка комбайна	ACROS 530
Хозяйственный или заводской номер	2
Наименование сельхозпредприятия	ООО Первомайское
Область	Тамбовская
Район	Ржаксинский
Средняя урожайность зерновых культур, ц/га	35
Намолот, ц	10557
Наработка молотилки на начало сезона, ч	191
Наработка молотилки на конец сезона, ч	275
Сезон эксплуатации	3
Фактические показатели	
Производительность по времени основной работы , т/ч	13,11
Коэффициент готовности	0,855
Удельный расход топлива, л/т	4,58
Удельные затраты на оплату труда, руб/т	25,50
Удельные затраты на топливо, руб/т	126,04
Удельные затраты на ТО и ремонт, руб/т	40,49
Удельные затраты на амортизацию, руб/т	561,27
Удельные эксплуатационные затраты, руб/т	760,18
Показатели уровня использования	
Уровень производительности, %	103,31
Уровень надежности, %	98,57
Уровень зарплаты комбайнера, %	49,04
Уровень затрат на топливо, %	137,13
Уровень затрат на техническое обслуживание и ремонт,%	202,56
Уровень затрат на амортизацию,%	108,20
Уровень эксплуатационных затрат, %	109,01

Как видно из таблицы, уровень эксплуатационных затрат комбайна находится в неблагоприятной зоне и составляет 109% от базового. Проанализируем возможные причины такой ситуации.

Непосредственное влияние на удельные эксплуатационные затраты оказывают производительность и надежность работы комбайна. Однако в нашем случае их уровень близок к базовому и они не являются причиной повышенных удельных эксплуатационных затрат.

Наиболее высок у данного комбайна уровень затрат на техническое обслуживание и ремонт. Эти затраты превышают более чем в 2 раза соответствующие затраты базового среднестатистического комбайна. Возможные причины повышенного уровня данного вида затрат:

- неудовлетворительная работа инженерной службы сельхозпредприятия;
- неудовлетворительная работа службы технического сервиса;
- низкая квалификация комбайнера;
- использование запасных частей с завышенной стоимостью и низкого качества;
- использование топливно-смазочных материалов неудовлетворительного качества;
- предельный износ деталей и узлов комбайна (характерно для комбайнов, работающих за пределами регламентированного срока службы).

Следует также обратить внимание на высокий уровень затрат на топливо. Основные причины повышенного расхода топлива:

- работа комбайна с неполной загрузкой по пропускной способности;

- повышенный расход топлива на холостые переезды (с поля на поле, к месту стоянки и обратно и т.п.)
- сложные условия уборки (повышенные влажность, засоренность, полеглость культур);
-сложный рельеф и повышенная влажность почвы;
- неисправность топливной аппаратуры двигателя;
- выработка ресурса двигателя и комбайна;
- неправильный учет расхода топлива за комбайном;
- потери при заправке, нецелевое использование, хищения и т.п.

Также у комбайна повышенный уровень затрат на амортизацию. Это возможно при низкой загрузке комбайна, низкой урожайности убираемых культур или повышенных потерях зерна за комбайном. Низкий уровень затрат на оплату труда, хотя и оказывает снижающее воздействие на эксплуатационные затраты, не может быть признан положительным. При такой зарплате велика вероятность текучести кадров и трудно привлечь комбайнера высокой квалификации и ответственности.

Выводы. Предложенный метод позволяет сельхозпроизводителю определить уровень использования зерноуборочного комбайна по показателям: удельные эксплуатационные затраты (включая составляющие элементы), производительность по основному времени и коэффициент готовности по общему времени. Это дает возможность выявить наиболее значимые причины неблагоприятного уровня использования комбайна, выполнить мероприятия по их устранению и, как следствие, повысить эффективность его работы в предприятии [13].

Список литературы

1. Ерохин Г.Н. Информационная система оценки эффективности использования различных зерноуборочных комбайнов / Г.Н. Ерохин // Техника и оборудование для села. – 2010. – №5. – С.44-45.

2. 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.

3. Жалнин, Э.В. Оптимизация машиноиспользования - мощный резерв повышения эффективности сельскохозяйственного производства /Э.В.Жалнин // Наука в Центральной России. – 2013. – №1. – С.5-17.

4. Сазонов С.Н. Структура времени использования техники в крестьянских (фермерских) хозяйствах / С.Н.Сазонов, Д.Д.Сазонова, О.Н.Попова // Механизация и электрификация сельского хозяйства. - 1996. - № 8. - С. 21-23.

5. Справочник фермера / В.Н.Кузьмин, В.Ф.Федоренко, С.Н.Сазонов, Д.Д. и др. – М.: 2013. - 616 с.

6. Ерохин Г.Н. Оценка уровня надежности работы зерноуборочных комбайнов в сельхозпредприятии / Г.Н.Ерохин, А.С. Решетов // Техника в сельском хозяйстве. – 2012. – №6. –С.10-12.

7.Сазонов С.Н. О надежности работы зерноуборочных комбайнов / Г.Н.Ерохин, С.Н.Сазонов, В.В.Коновский // Вестник Мичуринского аграрного университета. – 2013. - №6. – С.59-63.

8. Ерохин, Г.Н., Мониторинг надежности зерноуборочных комбайнов Дон-1500 / Г.Н.Ерохин, В.В. Коновский // Техника и оборудование для села. −2002. − №8. – С.18-19.

9.Ерохин, Г.Н. Результаты оценки пропускной способности зерноуборочных комбайнов в условиях реальной эксплуатации / Г.Н.Ерохин, В.В. Коновский // Наука в центральной России. – 2013. - №6. – С.45-48.

10. Ерохин, Г.Н. Моделирование эксплуатационно-технологических показателей зерноуборочных комбайнов / Г.Н. Ерохин, А.С. Решетов, В.В. Коновский // Тракторы и сельхозмашины. – 2011. – №1. – С.30-31.

11. Ерохин, Г.Н. Оценка надежности зерноуборочных комбайнов в условиях Тамбовской области / Г.Н. Ерохин, В.В. Коновский // Наука в Центральной России. – 2013. - №1. - С.36-40.

12. Ерохин, Г.Н.Показатели ремонтопригодности зерноуборочных комбайнов / Г.Н.Ерохин, В.В. Коновский // Техника и оборудование для села. – 2007 – №2 – С.37-38.

13. Ерохин Г.Н. Потери эффективности уборки зерновых культур в сельхозпредприятии / Г.Н. Ерохин, А.С. Решетов // Наука в Центральной России. – 2013. - №1. – С.40-44.

References

1. Erohin G.N. Informacionnaja sistema ocenki jeffektivnosti ispol'zovanija razlichnyh zernouborochnyh kombajnov / G.N. Erohin // Tehnika i oborudovanie dlja sela. – 2010. – №5. – S.44-45.

2. Erohin G.N. Celesoobraznost' uslug mashinno-tehnologicheskih stancij na uborke zernovyh kul'tur / G.N.Erohin // Tehnika i oborudovanie dlja sela. – 2006. –№5. – S.30-31.

3. Zhalnin, Je.V. Optimizacija mashinoispol'zovanija - moshhnyj rezerv povyshenija jeffektivnosti sel'skohozjajstvennogo proizvodstva /Je.V.Zhalnin // Nauka v Central'noj Rossii. – 2013. – №1. – S.5-17.

4. Sazonov S.N. Struktura vremeni ispol'zovanija tehniki v krest'janskih (fermerskih) hozjajstvah / S.N.Sazonov, D.D.Sazonova, O.N.Popova // Mehanizacija i jelektrifikacija sel'skogo hozjajstva. - 1996. - № 8. - S. 21-23.

5. Spravochnik fermera / V.N.Kuz'min, V.F.Fedorenko, S.N.Sazonov, D.D. i dr. – M.: 2013. - 616 s.

6. Erohin G.N. Ocenka urovnja nadezhnosti raboty zernouborochnyh kombajnov v sel'hozpredprijatii / G.N.Erohin, A.S. Reshetov // Tehnika v sel'skom hozjajstve. – 2012. – №6. – S.10-12.

7.Sazonov S.N. O nadezhnosti raboty zernouborochnyh kombajnov / G.N.Erohin, S.N.Sazonov, V.V.Konovskij // Vestnik Michurinskogo agrarnogo universiteta. – 2013. - №6. – S.59-63.

8. Erohin, G.N., Monitoring nadezhnosti zernouborochnyh kombajnov Don-1500 / G.N.Erohin, V.V. Konovskij // Tehnika i oborudovanie dlja sela. −2002. − №8. – S.18-19.

9.Erohin, G.N. Rezul'taty ocenki propusknoj sposobnosti zernouborochnyh kombajnov v uslovijah real'noj jekspluatacii / G.N.Erohin, V.V. Konovskij // Nauka v central'noj Rossii. – 2013. - №6. – S.45-48.

10. Erohin, G.N. Modelirovanie jekspluatacionno-tehnologicheskih pokazatelej zernouborochnyh kombajnov / G.N. Erohin, A.S. Reshetov, V.V. Konovskij // Traktory i sel'hozmashiny. – 2011. – №1. – S.30-31.

11. Erohin, G.N. Ocenka nadezhnosti zernouborochnyh kombajnov v uslovijah Tambovskoj oblasti / G.N. Erohin, V.V. Konovskij // Nauka v Central'noj Rossii. – 2013. - №1. - S.36-40.

12. Erohin, G.N.Pokazateli remontoprigodnosti zernouborochnyh kombajnov / G.N.Erohin, V.V. Konovskij // Tehnika i oborudovanie dlja sela. – 2007 – №2 – S.37-38.

13. Erohin G.N. Poteri jeffektivnosti uborki zernovyh kul'tur v sel'hozpredprijatii / G.N. Erohin, A.S. Reshetov // Nauka v Central'noj Rossii. – 2013. - №1. – S.40-44.

УДК 577.115.083:582.26

НАГОРНОВ С.А., МЕЩЕРЯКОВА Ю.В., ДМИТРИЕВ В.М., ЛИКСУТИНА А.П., ЕРОХИН И.В.

ИЗВЛЕЧЕНИЕ И АНАЛИЗ ЛИПИДОВ ИЗ БИОМАССЫ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ ХЛОРЕЛЛА

Нагорнов С.А.
доктор технических наук, профессор, заместитель директора по науке Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве
Мещерякова Ю.В.
Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве
Дмитриев В.М.
доктор технических наук, профессор, Тамбовский государственный технический университет
Ликсутина А.П.
кандидат технических наук, Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве
Ерохин И.В.
аспирант, Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве

Реферат. *При культивировании автотрофных микроорганизмов клетки необходимо снабжать достаточным количеством света, углекислого газа, минеральными веществами, а также создавать необходимый температурный режим и поддерживать pH среду. Предложена конструкция и схема закрытого циркулирующего трубчатого фотобиореактора для культивирования микроводоросли Chlorella vulgaris с целью использования ее в синтезе биодизельного топлива. В фотобиореакторе созданы оптимальные условия культивирования: температура, освещение, питательная среда, подача углекислого газа. Экспериментально подобраны стрессовые условия для выращивания микроводорослей с высоким содержанием липидов. Представлены основные этапы получения биодизельного топлива из микроводоросли Chlorella vulgaris ИФР № С-111.*

Одной из задач в производстве биодизельного топлива из микроводорослей является извлечение и получение сложных эфиров - триацилглицеринов (липидов). Извлечение липидов из биомассы микроводорослей осложняется наличием плотной, твердой оболочки у хлореллы. В связи с этим предварительно осуществляют разрушение клеточных оболочек хлореллы под воздействием внешних полей. Кроме того, на выход продукта – липидной фракции, существенное влияние оказывает подбор экстрагента. В статье рассмотрен процесс экстракции микроводорослей с использованием различных органических растворителей.

В аппарате создающем вихревое электромагнитное поле с хаотически движущимися ферромагнитными частицами осуществляют разрушение клеточных оболочек микроводоросли. Затем пасту микроводорослей подвергают экстракции органическим растворителем в трехступенчатом аппарате с закрученным потоком инертных тел.

Указаны экспериментальные данные выхода липидной фракции по ступеням экстракции с использованием различных органических растворителей. Проведен хроматографический анализ жирнокислотного состава полученной липидной фракции и подсолнечного мас-

ла. После установления качественного и количественного состава компонентов жирных кислот в исследуемых растительных маслах, идентифицирован их молекулярный состав (определены функциональные группы) с помощью метода инфракрасной спектроскопии.

***Ключевые слова**: биомассы, липиды, хлорелла.*

NAGORNOV S.A., MESHCHERYAKOVA Y.V., DMITRIEV V.M., LIKSUTINA A.P., EROKHIN I.V.

EXTRACTION AND ANALYSIS LIPIDS FROM OF CHLORELLA MICROALGAE BIOMASS

Nagornov S.A.,
doctor of technical sciences, professor, director's deputy on science
All-Russian research Institute
Meshcheryakova Y.V.,
All-Russian research Institute
for use of technics and oil products in agriculture
Dmitriev V.M.
doctor of technical sciences, professor Tambov state technical University
Liksutina A.P.
candidate of technical sciences, All-Russian research Institute
for use of technics and oil products in agriculture
Erokhin I.V.
postgraduate student, All-Russian research Institute
for use of technics and oil products in agriculture

***Abstract.** For the cultivation of autotrophic microorganisms cells should provide a sufficient amount of light, carbon dioxide, minerals, and create the required temperature and maintain the pH of the environment. The design and the scheme of closed circulating tubular photobioreactor is for cultivation of microalgae Chlorella vulgaris for the purpose of using it in the synthesis of biodiesel.*

The optimal conditions cultivation are created: temperature, light, medium, feeding carbon dioxide. Experimentally selected stressful conditions for the cultivation of algae with high lipid contents. Presents the main stages of biodiesel production from microalgae Chlorella vulgaris ИФР № С-111.

One of the tasks in the production of biodiesel from microalgae is the extraction and production of esters - triacylglycerides (lipids). Extraction of lipids from microalgae biomass is complicated by the presence of dense, hard shell of Chlorella. In this regard, the pre-carry out the destruction of cell membranes of Chlorella under the influence of external fields. In addition, the output of the lipid fraction is significantly affected by the selection of the extractant. The article describes the process of extraction of microalgae using different organic solvents.

In the apparatus creates a vortex electromagnetic field with a randomly moving ferromagnetic particles is carried out the destruction of cell membranes in microalgae. Then paste microalgae subjected to extraction with an organic solvent in a three-stage device with a twisted flow of inert bodies.

Recieved experimental data on the release of the lipid fraction in the scale of extraction using different organic solvents. Performed chromatographic analysis of fatty acid composition of the lipid fraction and sunflower oil. Having established qualitative and quantitative composition of fatty

acids in the investigated vegetable oils, identified their molecular composition (i.e. identified functional groups) by the method of infrared spectroscopy.

***Keywords**: biomass, lipid, chlorella.*

Введение. Современным и перспективным источником растительного масла (липидов) в производстве биодизельного топлива являются высокопродуктивные микроводоросли. Объектом исследования служит микроскопическая одноклеточная зелёная водоросль из класса протококковых – хлорелла, штамм *Chlorella vulgaris* ИФР № С-111.

Технология получения биодизельного топлива из микроводорослей состоит из следующих этапов: культивирование микроводоросли в фотобиореакторе, разрушение клеточной оболочки хлореллы, экстракция растительного сырья, синтез биодизельного топлива, получение смесевого дизельного топлива.

Методика исследований. Культивирование хлореллы осуществляли в циркулирующем трубчатом фотобиореакторе (ФБР) (рис.1). ФБР изготовлен из прозрачного оргстекла в виде трубы. В ФБР созданы оптимальные условия культивирования [1, 2]: питательная среда Тамийя, температура поддерживается на уровне 34-36 °С, освещенность $10 \cdot 10^3$лк, осуществляется подача углекислого газа (4-7%) и перемешивание суспензии, pH поддерживался на уровне 7 – 8. Посевной материал для фотобиореактора составлял 25 % от общего объема. Фотопериод составлял 12 часов свет, 12 часов темнота. Необходимую концентрацию углекислого газа в газовоздушной смеси устанавливали с помощью регулирования давления на выходе из баллона и компрессора. С целью увеличения содержания в клетках липидов (триацилглицеридов) создаются специальные стрессовые условия в фотобиореакторе: снижение концентрации азотных компонентов, увеличение интенсивности освещения.

При культивировании хлореллы была снижена концентрации азотных компонентов и увеличена интенсивность освещения в два раза. Недостаток питательных компонентов компенсировался введением дополнительного количества микроэлементов.

Извлечение липидов осуществляли экстракцией из биомассы микроводоросли хлорелла. Предварительную экстракцию липидов проводили по методу Фолча [3]. Пасту микроводорослей массой 1 г обрабатывают метанол-хлороформенной смесью в соотношении 1:2 объемом 10 мл в делительной воронке. Промывку экстракта от нелипидных компонентов осуществляли хлоридом калия. К полученному экстракту добавляют 0,9 %-й раствор KCl из расчета 0,25 части от полученного объема экстракта и перемешивают. После расслоения фаз органическую фазу (в ней и содержатся липиды) отделяли. Растворитель выпаривали при температуре 37–40 °С и взвешивали осадок. Содержание масла, выраженное в виде массовой доли, в процентах, продукта, вычисляется как отношение массы экстракта после сушки к массе пробы для анализа.

Отработав технологию проведения экстракции на лабораторном уровне, в дальнейшем проверили ее на аппарате большего (в 7 раз по сравнению с колбой) объема. Для этого был разработан пилотный вариант установки для экстракции, схема которого приведена на рисунке 1.

Результаты и обсуждение. Готовую биомассу микроводоросли Clorella vulgaris ИФР С-111 *8* (рис.1), после фотобиореактора подвергают физическому воздействию в аппарате вихревого слоя (*ABC*, рис.1) с доработками, создающем вращающееся электромагнитное поле с хаотически движущимися ферромагнитными частицами, воздействующими на сырье, в результате чего происходит разрушение клеточных оболочек, при этом степень дробления клеточных оболочек достигает 99,8% [4]. В дальнейшем биомасса с раздробленным клеточными

оболочками подвергается многократной экстракции органическим растворителем (нефрас-С 2-70/85, хлороформ, метанол, четыреххлористый углерод) в аппаратах *А* с закрученным потоком инертных тел.

Экстрагирующая способность применяемых органических растворителей разнообразна. Жидкостной поток по входным тангенциальным патрубкам вводится в нижнюю часть аппарата, где закручивается и подается в коническую часть аппарата, в котором находится закрученный слой инертных частиц.

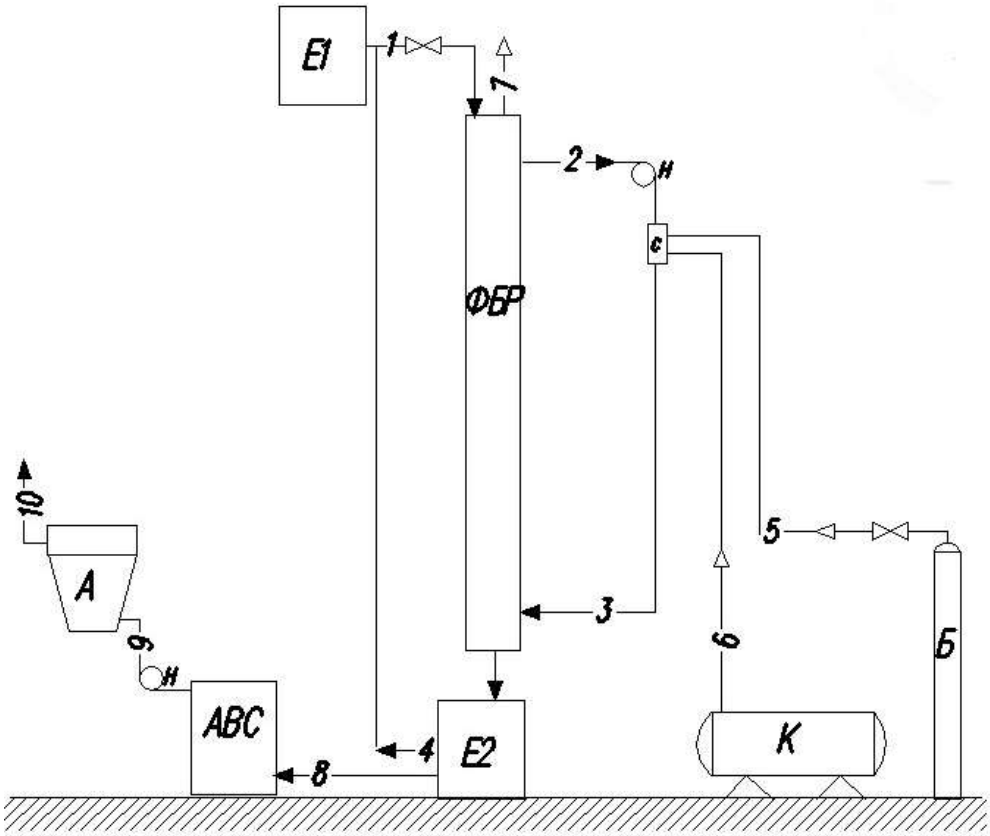


Рисунок 1 - Схема экспериментальной установки для выращивания микроводорослей и экстракции липидов

ФБР – фотобиореактор; Н – насос; Е1 – емкость с питательной средой Тамия, Е2 – емкость с итоговой суспензией; С – смеситель газов; К – компрессор; Б – баллон с углекислым газом АВС - аппарат вихревого слоя, А - трехступенчатый аппарат с закрученным потоком инертных тел; 1 – среда Тамийя; 2 – суспензия микроводорослей; 3 – насыщенная газовоздушной смесью суспензия микроводорослей; 4 – посевной материал; 5 – углекислый газ; 6 – воздух; 7 – отработанная газовоздушная смесь; 8 - итоговая суспензия микроводорослей; 9 - биомасса водорослей; 10 - липидная фракция.

При вращении потока, инерт образует плотный закрученный слой, в котором частицы инерта интенсивно механически взаимодействуют между собой и со стенкам аппарата. Жидкостной поток с биомассой проходит через вращающийся слой инерта, в котором биомасса подвергается интенсивному многократному механическому воздействию, что способствует значительному увеличению коэффициента массоотдачи в жидкой фазе; постоянной деформации частиц биомассы, что приводит к дополнительной замене экстрагента у поверхности частиц, а также в «разломах» частицы; разделению экстрагированной липидной фракции от обезжиренной биомассы.

Использование многоступенчатого экстракционного аппарата с закрученным потоком инертных тел, исследовано на примере трехступенчатой схемы, которая позволяет проводить непрерывный процесс с временем пребывания в экстракционных аппаратах биомассы не более 2 минут, активность экстрагирования увеличивается в сотни раз, что позволяет довести степень извлечения до 98% (табл.1).

Таблица 1 – Экспериментальные данные выхода по ступеням экстракции липидной фракции с использованием различных органических растворителей

№	Название	Масса, г	Выход по ступеням экстракции, %		
1	Биомасса микроводоросли Clorella vulgaris ИФР С-111	100	-	-	-
	Нефрас -С 2-70/85	300			
	Липидная фракция	-	60	90	98
2	Биомасса микроводоросли Clorella vulgaris ИФР С-111	100	-	-	-
	Хлороформ	300	-	-	-
	Липидная фракция	-	65	80	89
3	Биомасса микроводоросли Clorella vulgaris ИФР С-111	100	-	-	-
	Четыреххлористый углерод	300	-	-	-
	Липидная фракция	-	55	82	87

После окончания экстрагирования разделяют экстракт и обезжиренную массу путем центрифугирования. Экстракт представляет собой смесь три- и диацилглицеролов в органическом растворителе. После отгонки органического растворителя, липидная фракция поступает в реактор для проведения химического процесса получения компонентов биодизельного топлива. Обезжиренная биомасса содержит смесь остатков оболочек, клеточного белка и минеральных веществ, которые можно использовать в качестве белковой кормовой добавки.

Химический состав полученной липидной фракции показал содержание следующих веществ: 50,02-56,20 мас. гликолипидов и фосфолипидов, 31,4-39,8 мас. диацилглицеролов, 1,7-6,4 мас. триацилглицеролов, 2,1-5,7 свободных жирных кислот, 0,4-2,2 мас. углеводов и каротиноидов, остальное неидентифицированные соединения. Кислоты, входящие в состав три- и диацилглицеролов, были переведены в форму, удобную для хроматографии.

Основной составной частью исходной липидной фракции являются жирные кислоты, которые в зависимости от их относительного содержания можно разделить на главные кислоты (обычно две-три), каждая из которых составляет от 10 до 85% от общего содержания кислот в масле, и второстепенные кислоты, содержащиеся в масле в количестве от десятых долей процента до 10%. В состав неспецифических ненасыщенных жирных кислот первой группы входят линолевая или линоленовая кислоты (углеводородная цепь которых содержит по 18 атомов углеводорода).В соответствии с данными хроматографического анализа жирнокислотный состав липидной фракции представлен, в основном, олеиновой, линоленовой, стеариновой и арахидоновой кислотами (табл.2).

Таблица 2- Содержание кислот в липидной фракции

Название кислоты	Содержание, %
Олеиновая кислота	68,3
Стеариновая кислота	3,2
Линолевая кислота	25,1
Линоленовая кислота	1,3
Арахидоновая кислота	1,8
Прочие кислоты	0,3

Также для сравнения проведены хроматографические исследования подсолнечного масла. Согласно анализу хроматографических данных исследуемое подсолнечное масло содержит олеиновою кислоту (49,47 %). Далее по количественному составу идут линоленовая 18,14 %, линолевая 9,38 % и пальмитиновая 8,34 % кислоты. Примерно на одном уровне находятся миристиновая (4,8%) и стеариновая (4,7%) кислоты.

Анализ полученных хроматограмм показал некоторое сходство жирнокислотного качественного состава масел и отличие их количественного состава, что обусловлено различием их физико-химических характеристик (плотность, вязкость и т.п.).

По спектрограмме проведен общий анализ характеристических полос спектров исследуемых соединений. Триглицериды представляют собой сложные эфиры трехатомного спирта глицерина и высших алифатических кислот.

Для сложных эфиров прежде всего характерны полосы валентных колебаний карбонильной группы (связи С=О). К ним следует отнести сильную полосу при 1744 $см^{-1}$. Для эфиров высших карбоновых кислот характерны также валентные колебания связи -С–О в области 1200-1170 $см^{-1}$. Этим колебаниям в спектре масел, вероятно, соответствуют полосы при 1165 $см^{-1}$ или 1238 $см^{-1}$.

Выводы. Предложенный способ экстракции позволяет сократить время экстракции и увеличить выход липидной фракции из биомассы микроводорослей, за счет создания оптимальных условий культивирования (стрессовых условий) и воздействию силовых полей, а получаемое биодизельное топливо имеет улучшенные эксплуатационные свойства, что позволит получить сырье для альтернативного топлива из непищевого сырья.

Список литературы

1. Мещерякова, Ю.В. Накопительное культивирование микроводоросли хлорелла в закрытом фотобиореакторе / Ю.В. Мещерякова, И.В. Ерохин, С.А. Нагорнов // Наука в центральной России. - Тамбов, 2015.№ 2 – С. 93-100.

2. Мещерякова, Ю.В. Культивирование микроводоросли хлорелла с целью получения биотоплива / Ю.В. Мещерякова, С.А. Нагорнов // Вопросы современной науки и практики. Университет имени В.И.Вернадского. - Тамбов. - 2012. – №12. - С.33-36

3. Folch J. Preparation of lipid extracts from brain tissue / J. Folch, I. Ascoli, M. Lees // J. Biol. Chem, 1951. - V. 191. - P. 833–841.

4. Пат. 2388812 Российская Федерация, МПК, C1, C12N 1/12, C12P 7/64 Способ извлечения липидов из биомассы / С.А. Нагорнов, О.А. Клейменов, С.В. Романцова, О.В. Матвеев, Рязанцева И.А. ; заявитель и патентообладатель ГНУ ВИИТиН. - №2008137841/13; заявл. 22.09.2008 опубл. 10.05.2010, Бюл. № 3. – 3 с.

References

1. Meshcheryakova, Y.V. Cumulative Chlorellamicroalgae cultivation in a closed photobioreactor / Y.V. Meshcheryakova, I.V. Erokhin, S.A. Nagornov // Science in Central Russia . - Tambov , 2015.№ 2- 93-100 p .

2. Meshcheryakova Y.V. Chlorella vulgaris microalgae cultivation for the purpose of biofuel production / Y.V. Meshcheryakova, S. A. Nagornov // Problems of contemporary science and practice. University V. I. Verrnadsky. - 2012. – №12. -.33-36 p.

3. Folch J. Preparation of lipid extracts from brain tissue / J. Folch, I. Ascoli, M. Lees // J. Biol. Chem, 1951. - V. 191. - P. 833–841

4. Pat. 2388812 Russian Federation, IPC, C1, C12N 1/12, SR 7/64 Method of extraction of lipids from biomass / S. A. Nagornov, O. A. Kleimenov, S. V. Romantsova, O. V. Matveev, I. Ryazantseva, A. ; applicant and patentee of Waitin. - No. 2008137841/13; Appl. 22.09.2008 publ. 10.05.2010, bull. No. 3. – 3 p.

УДК 636.2.084

САРАНЧИНА Е.Ф., ШРЕДЕР В.Е., КРАСНОСЛОБОДЦЕВА А.С., КАСИМОВА М.О.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБРАЗЦА СМОЛЫ КФ-КТ В КАЧЕСТВЕ КОНСЕРВАНТА РАСТИТЕЛЬНОЙ МАССЫ КУКУРУЗЫ ПРИ СИЛОСОВАНИИ

Саранчина Екатерина Федоровна,
канд. биол. наук, вед. н. с., Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве,
г. Тамбов, E-mail: tniij@yandex.ru
Шредер Владимир Евгеньевич,
главный инженер проекта «Смолы» », ОАО «Пигмент», г. Т амбов,
Краснослободцева Ангелина Сафроновна,
канд. биол. наук, ст. н. с., Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, Тамбов,
Касимова Мария Олеговна,
ведущий инженер лаборатории «Смолы» ОАО «Пигмент», г.Тамбов,

Реферат. *Существенную роль в решении проблемы протеинового питания крупного рогатого скота играет минеральный азот.*

Цель данной работы - исследование промышленного образца карбамидоформальдегидной смолы КФ-КТ, содержащей не менее 25 % связанного азота, разработанной ОАО «Пигмент» (г. Тамбов) в качестве консерванта растительной массы кукурузы. При апробации промышленного образца КФ-КТ в ОП «Сосновское» Тамбовской области установлено, что использование смолы КФ-КТ в дозе 0,4 % к массе обладает выраженным консервирующим и обогащающим протеином кукурузный силос действием, на 3,5 % увеличивает сохранность сухого вещества и сахара, на 13,6 % сырого протеина и позволяет получать менее кислый корм по сравнению с контрольным вариантом, заложенным обычным способом. Пищевая ценность консервированного силоса КФ-КТ увеличивается более чем на 7%. Включение полученного корма в состав рациона молодняка крупного рогатого скота (50 % по питательности) на 4 % сокращает расход силоса, при этом позволяет повысить содержание сырого протеина в рационе на 52 г, перевариваемого – на 75 г, сахара – на 8 г. Это обеспечивает среднесуточный прирост опытных телочек выше контрольных на 8,4 %, или на 75 г больше, чем у животных, получавших в рационе силос обычной заготовки. Как установлено в ходе исследования, при скармливании силоса, заложенного на хранение с препаратом КФ-КТ,

на 1 руб. дополнительных затрат получено 5,2 руб. дохода. Прирост живой массы в опытной группе был выше на 6,6 кг, а затраты кормов на 1 кг прироста – ниже: на 5,0 % ЭКЕ, на 11,4% силоса, на 7,6 % сухого вещества по сравнению с контрольной группой. По сравнению с консервантами химической природы смола КФ-КТ выигрывает по цене и по безопасности использования, так как не имеет резкого запаха, не пылит и, таким образом, более удобна в использовании.

Ключевые слова. *Смола КФ-КТ, рацион, ремонтный молодняк, продуктивность.*

SARANCHINA E.F., SHREDER V.E., KRASNOSLOBODTSEVA A.S., KASIMOVA M.O.

EFFICIENCY OF USE OF INDUSTRIAL RESIN SAMPLE KF-MT AS A PRESERVATIVE THE PLANT MASS OF CORN AT THE ENSILING

Saranchina Ekaterina Fyodorovna,
candidate of biological sciences, leading Researcher, All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture.
E-mail: tniij@yandex.ru
Shreder Vladimir Evgen'evich,
chief engineer of the laboratory "Resin" OAO Pigment ", Tambov
Krasnoslobodtseva Angelina Safronovna,
candidate of biological sciences, Senior Researcher All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture, Tambov.
Kasimova Mariya Olegovna,
leading engineer of the laboratory of the laboratory "Resin" OAO Pigment ", Tambov. E-mail: tniij@yandex.ru

Abstract. *A significant role in solving the problem of protein supply of cattle plays mineral nitrogen. The purpose of this work is the study of industrial sample of carbamide-formaldehyde resin KF-KT, containing not less than 25 % of fixed nitrogen, developed OAO "Pigment" (Tambov) as a preservative plant mass of corn. It is established that using of resin KF-KT at a dose of 0.4 % by weight has a strong preservative and enriching of corn silage with protein action at the approbation of the industrial design KF-KT in the OP "Sosnovskoy" Tambov region, increases the safety of the dry substance and sugar by 3.5 %, crude protein and allows to obtain less acidic food as compared to the control laid down in the usual way by 13.6 %. Nutritional value of preserved silage with КФ-КТ is increased by more than 7%. Inclusion obtained forage in composition of the ration of young cattle (50 % nutritionally) 4 % reduces the amount of silage, it allows to increase the content of crude protein in the diet to 52 g of digestible - 75 g sugar - 8 g. This provides an average daily increase above control heifers experienced by 8.4%, or 75 grams more than the animals treated silage ration conventional preform. As stated in the study at feeding of silage mortgaged for storage with the preparation KF-KT for 1 ruble of additional costs 5.2 rubles of income are received. Gain of alive weight in the test group was for 6.6 kg higher and the cost of feed per 1 kg of growth - below per 5.0 % EKE, 11.4 % silage, 7.6 % solids compared to the control group. Resin KF-KT gains by price and by safety of use, compared with the chemical nature of preservatives, as it hasn´t a sharp smell, not dusty and is thus more convenient to use.*

Key words: *resin KF-KT, ration, pullets, productivity.*

Введение. Животноводство в агропромышленном комплексе страны занимает особое место. Уровень его развития во многом определяет продовольственную независимость государства и социально-экономическую стабильность общества. Основным условием эффек-

тивного ведения животноводства является создание прочной кормовой базы. Очень важную роль при полноценном кормлении отводится проблеме протеинового питания жвачных животных и, особенно, остро этот вопрос встает в связи с ростом их продуктивности [1,2]. Протеин стал одним из важных лимитирующих факторов в системе интенсивного производства продуктов животноводства [3-7].

Существенную роль в решении проблемы протеинового питания крупного рогатого скота следует отвести минеральному азоту. Среди препаратов, используемых в данном направлении, определенную роль может сыграть смола КФ-КТ, выпускаемая ОАО «Пигмент» г.Тамбов.

Результаты и обсуждение. Смола КФ-КТ представляет собой твердое вещество, полученное из карбамида и формальдегида, взятых в массовом соотношении 3:1, содержащей 25-33 % связанного азота [8]. Техническая характеристика исследуемого образца представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Технические характеристики КФ-КТ

Наименование показателя	Норма
Массовая доля азота,% не менее	25
Массовая доля влаги, % не более	8,0
Массовая доля золы,% не более	1,0
Показатель активности водородных ионов суспензии с массовой долей 10%, ед. pH	2,0-7,0

Апробация промышленного образца карбамидоформальдегидной смолы КФ-КТ в качестве консерванта растительной массы кукурузы, заложенной на хранение в фазе восковой спелости зерна, проведена в ОП «Сосновское» Тамбовской области по следующей схеме (табл. 2). Растительную массу закладывали в облицованные наземные траншеи, с использованием 0,4 % консерванта. Скармливание полученных кормов в составе рациона провели молодняку крупного рогатого скота – телочкам симментальской породы с примесью голштинизированной крови. По принципу аналогов с учетом физиологического состояния и возраста были сформированы две группы животных вышеуказанной породы, по 32 головы в каждой. Первая группа – контрольная - получала в составе рациона силос, заготовленный без консервирующих средств, вторая – опытная - в составе того же рациона получала силос, заготовленный с препаратом КФ-КТ.

Таблица 2 - Схема научно-производственного опыта

№ варианта	Культура	Консервант, доза	Кол-во, т	Вид животных	Кол-во, животных	Рацион
1	кукуруза, восковой спелости	без консерванта	500	молодняк КРС	32	ОР+силос б/к
2	То же	КФ-КТ, 4кг/т	500	То же	32	ОР+силос С КФ-КТ

ОР- основной рацион (зерносмесь, сено, патока, минеральные добавки).

Растительная масса кукурузы и полученные силоса были проанализированы после вскрытия траншеи. Исследование изучаемых показателей проводили по общепринятым методикам, аэробную стабильность корма - визуальным методом при контакте с воздухом в течение нескольких суток [9]. Расчет питательности и энергетической ценности провели методом ЦИНАО [10].

В опыте на животных изучались: поедаемость кормов, продуктивность (прирост живой

массы), биохимические показатели крови животных - по общепринятым методикам. Определение содержания формальдегида в органах и тканях животных провели методом газожидкостной хроматографии.

Полученный экспериментальный материал обрабатывали статистически, используя критерий Стьюдента. Результаты рассматривали как достоверные, начиная со значения $P < 0,05$ [11].

Биохимические исследования растительной массы и силосов из кукурузы представлены в таблице 3. Результаты исследований показывают, что изменения в содержании сухого вещества в обоих силосах находятся в пределах ошибки определения. На протяжении всего срока наблюдений содержание сырого протеина в варианте с КФ-КТ было выше на 12,6 %.

Аэробная стабильность, которая определяется состоянием питательных веществ и наличием нежелательной микрофлоры (особенно плесени) на поверхности корма после вскрытия траншеи в силосе с КФ-КТ была в 1,1-1,2 раза выше, чем в силосе без консерванта. Несмотря на некоторое увеличение содержания небелкового азота в силосе с КФ-КТ, его количество от общего азота корма было ниже, чем в силосе без консерванта. Некоторое увеличение азота аммиака в опытном варианте связано с внесением его вместе с препаратом и не является отрицательным показателем. По оценке Таранова М.Т [12] для консервированных кормов, силос с КФ-КТ определен как «очень хороший» и получил самый высокий балл качества- 90 баллов.

Таблица 3 - Биохимические показатели зеленой массы кукурузы и опытных партий силосов (% на абс. сухое вещество)

Показатели	Зеленая масса кукурузы	Силос без консерванта	Силос с КФ-КТ
Сухое вещество	41,28	38,29	39,99
Легкогидролизуемые углеводы	7,82	0,99	1,10
Сырая клетчатка	19,35	24,19	19,58
Сырой протеин	8,36	6,13	6,90
Общий азот	1,34	0,98	1,10
Небелковый азот, % к общему азоту	0,262 19,55	0,470 47,96	0,500 45,45
Азот аммиака, % к общему азоту	0,007 0,52	0,016 1,63	0,024 2,18
pH	-	3,80	3,92
ЛЖК, % от суммы: молочная	-	79,74	72,83
уксусная	-	18.22	27.17
масляная	-	2,04	-

Кислотность опытного корма по сравнению с кормом обычной заготовки была в 1,02 раза меньше в течение всего периода наблюдений (3,86 - 4,0, против 3,78-3,89 в обычном силосе). Соотношение ЛЖК более благоприятное в силосе с КФ-КТ, а полное отсутствие масляной кислоты в опытном варианте указывает на то, что бродильные процессы в силосуемой с КФ-КТ массе протекали в более комфортных условиях, тогда как в силосе, заложенном обычным способом, отмечалось присутствие масляной кислоты от 1 до 2 % от суммы.

Применение препарата КФ-КТ в производственных условиях способствовало получению силоса не только с большим содержание питательных веществ, но и лучшему сохранению их в течение длительного времени. Потери сухого вещества сократились более, чем в 1,9 раза, протеина в 2,6. Разность в степени сохранности указанных питательных веществ

между двумя силосами была высоко достоверной. Потери легкогидролизуемых углеводов в силосе с консервантом были меньше всего в 1,04 раза, однако, это сказалось положительно на его кислотности. Расчетным путем установлено, что питательность 1 кг полученных силосов была неодинаковой: силос, заложенный на хранение с препаратом КФ-КТ, в 1 кг натурального вещества содержал 3,61 МДж ОЭ и 0,31 корм. ед.; силос обычной заготовки – 3,43 МДж ОЭ и 0,29 корм. ед.[10].

В ходе опыта по изучению продуктивного действия полученных силосов установлено, что фактическое потребление кормов рациона животными было различным (табл. 4). Так, по данным таблицы, животные опытной группы, получавшие в составе рациона силос с КФ-КТ, потребляли больше обменной энергии, сырого и перевариваемого протеина, сахара, чем животные контрольной группы.

Энергетическая питательность рационов была одинаково высокой в обеих группах – 0,89 – 0,91 ЭКЕ на 1 кг сухого вещества. Однако обменной энергии животные опытной группы потребляли на 2,2 % больше. Использование препарата КФ-КТ при закладке силоса позволило обогатить рацион опытной группы перевариваемым протеином, содержание которого в рационе было выше контрольной группы на 75 г, что составило 16,4 %. Сахаро-протеиновое отношение в рационе контрольной группы составило 0,84, а в рационе опытной – 0,74, то есть в обеих группах этот показатель был в пределах нормы. Несущественное снижение его во второй группе связано с увеличением содержания сырого и перевариваемого протеина в силосе, приготовленным с КФ-КТ.

Пониженное содержание сырой клетчатки в рационе опытной группы способствовало лучшему усвоению питательных веществ рациона животными, что впоследствии отразилось на их продуктивности.

Таблица 4 - Фактическое потребление кормов, питательность рационов

Группа	Показатели	
	Контроль, силос б/к	Опыт, силос с КФ-КТ
Силос кукурузный, кг	12,5	12,0
Сено, лугово-разнотр., кг	2,0	2,0
Зерносмесь, кг	1,2	1,2
Патока, кг	0,5	0,5
Минеральные добавки, г	30	30
Поваренная соль, г	25	25
Премикс, г	10	10
В рационе содержится:		
Обменной энергии,МДж	70,3	71,9
ЭКЕ	7,0	7,2
Кормовых единиц	6,1	6,2
Сухого вещества, кг	7,9	7,8
Сырого протеина, г	722	774
Переваримого протеина, г	458	533
Сырой клетчатки, г	1805	1582
Сырого жира, г	243	223
Сахара, г	386	394
Кальция, г	49	54
Фосфора, г	27	27
Каротина, мг	160	160
Сера, мг	23	23

Железа, мг	395	395
Меди, мг	51	51
Цинка, мг	290	290
Кобальта, мг	4,2	4,2
Марганец, мг	320	320
Вит.D, тыс. МЕ	4,1	4,1
Вит. Е, мг	256	256
Сахар/протеин	0,84	0,74
ЭКЕ в 1 кг сух.в-ва	0,89	0,91
Са/Р2О5	1,81	2,00
СП в 1ЭКЕ, г	103	108

Исследование крови опытных животных показало, что скармливание силоса, приготовленного с КФ-КТ, не оказало отрицательного влияния на их здоровье. Обмен веществ у них был более направлен на усвоение питательных веществ рациона, что отразилось на некоторых показателях. Так, белковый комплекс крови находился практически на одном уровне в обеих группах и не выходил за рамки нормальных значений. Недостоверное увеличение содержания мочевины в крови опытных животных объясняется более интенсивным обменом белка в организме при скармливании силоса, заложенного с КФ-КТ, и свидетельствует о постепенной утилизации азота, «защищенного» препаратом, содержащим в своем составе формальдегид. Повышение общих липидов в сыворотке опытных животных связано с большим поступлением азота и углеводов с кормом в желудочно-кишечный тракт, в результате чего улучшался микробиальный синтез липидов в рубце, которые затем всасывались в кровь и лимфу [13,14,15].

Экономическая эффективность и продуктивность животных от скармливания силоса, заложенного с КФ-КТ показана в таблице 5.

Таблица 5 - Экономическая эффективность применения препарата КФ-КТ

Показатели	Группа	
	контрольная	опытная
1	2	3
Стоимость препарата КФ-КТ, руб./кг	-	40,0
Кол-во КФ-КТ на 1т корма, кг	-	4,0
Кол-во КФ-КТ на 1кг корма, кг	-	0,004
Стоимость КФ-КТ на 1кг корма, руб.	-	0,16
Количество силоса на 1 жив./сут., кг	12,5	12,0
Количество израсход.силоса за 89дн., кг	1112,5	1068
Стоимость препарата КФ-КТ, скормленного с силосом, руб.	-	170,88
Живая масса животных в начале периода кормления, кг	192,1	189,7
Живая масса животных в конце периода кормления, кг	272,1	276,3
Валовой прирост за 89 дн., кг	80,0	86,6
+ к контрольной группе, кг	-	6,6
Среднесуточный прирост за 90 дн., г	898	973
+ к контрольной группе, г	-	75
Реализационная стоимость валового прироста, руб.	159,6	159,6
Получен доход от реализации, руб.	12768	13821,4

Получено прибыли на 1голову, руб.	-	1053,36
Получено дополнительного дохода на 1гол., руб.	-	882,48
+ к контрольной группе, руб.	-	882,48
Получено дохода на 27 голов за опыт, руб.	-	23827
На 1 руб. дополн. затрат, получено дохода, руб.	-	5,16

Как показывают данные таблицы 5, прирост живой массы за опыт в группе, получавшей силос с препаратом КФ-КТ, был больше на 6,6 кг, а затраты кормов на 1 кг прироста ниже: на 5,0 % ЭКЕ, на 11,4 % силоса и на 7,6 % – сухого вещества. Среднесуточный прирост телочек, получавших силос, заложенный с препаратом КФ-КТ, был выше контрольных на 8,4%, что на 75 г больше, чем у животных, получавших обычный силос.

Эффективность от скармливания силоса, заложенного на хранение с препаратом КФ-КТ, составила 882,5 руб. на голову, или на 1 руб. дополнительных затрат получено 5,2 руб. дохода.

По сообщениям ряда литературных источников, в том числе и наших исследований, проведенных в 2003-2009г.г. при изучении этого препарата в качестве консерванта и азотистой добавки в рационах КРС [15-18], количество формальдегида в органах и тканях опытных животных не превышает его содержания в период зимнего кормления обычными кормами в аналогичных объектах. Как показали результаты, содержание формальдегида в легких у животных опытной группы в 18,8 раз меньше, а количество формальдегида в сердце – следовое по сравнению с другими источниками. В печени наших животных этого вещества в 13,5 раз меньше. В длиннейшей мышце спины превышение формальдегида в опытном образце увеличено по сравнению самым низким его содержанием, указанным в других источниках, всего в 1,2 раза, а по сравнению с верхним – меньше в 4,6 раза.

Выводы. В результате проведенных исследований установлено, что использование производственного образца препарата КФ-КТ в качестве консервирующего средства при закладке на хранение кукурузы в восковой спелости зерна, способствует получению корма с большим содержанием питательных веществ и лучшему сохранению их в течение длительного периода по сравнению с ее обычной заготовкой.

Включение кукурузного силоса, заготовленного с использованием КФ-КТ, в состав рациона (50 % по питательности) ремонтного молодняка сокращает расход силоса и позволяет повысить содержание сырого протеина в рационе на 52 г, перевариваемого - на 75 г, сахара на 8г.

Питательность консервированного КФ-КТ силоса увеличивается более, чем на 7% и составляет 0,31 корм. ед., содержание обменной энергии повышается на 5,9% и составляет 3,6 МДж в 1 кг натурального корма.

Продуктивность опытных телочек на 8,4% выше контрольных, или на 75г больше, чем у животных, получавших в рационе силос обычной заготовки.

Установлено, что формальдегид является естественным метаболитом организма животного и присутствие его в препарате КФ-КТ в указанных концентрациях безвредно как для самого животного, так и для человека.

Список литературы

1. Курилов Н.В. Протеиновое питание высокопродуктивных коров //Вестник сельскохозяйственной науки.- 1986.-№ 6(357).- С. 128 - 133.

2. Курилов Н.В. Нормирование протеинового питания жвачных /Н.В.Курилов, В.Н.Коршунов и др. //Новое в кормлении высокопродуктивных животных.- М.:Агропромиздат.-1989.-С. 17-22.

3. Clark J.H. Feeding management and microbial flew in dry ahd lactating cows // Proc. Cornell Nutrit.Conf.-1981.- P. 20 - 33.

4. Huber J.T., Kung L. Michigan trials new light on nourprotein nitrogen use.-Hourds Dairyman, 1981.-V. 127.-№ 1.- P. 23 - 24.

5. Satter L.D., Roffler R.E. In Protein Metabolism and Nutrition.-1977.-P. 133136. Wageningen; Pudoc.

6. Кургузкин В.Н., Филиппова О.Б., Саранчина Е.Ф. Консервирование и обогащение азотом кукурузного силоса.// Кормопроизводство.- 2006.- № 9. С.31.

7. Саранчина Е.Ф., Кургузкин В.Н. Инновационная технология использования биологических препаратов для консервирования кормов. // Наука в центральной Россиии.- 2013.- № 4.- С. 49 – 51.

8. Патент на изобретение: RU № 2355528 от 09 июня 2006 г.

9. Бондарев В.А. Силос и сенаж// Животноводство России.-2001.- № 2.-
С. 28 - 29.

10. Методические указания по оценке качества и питательности кормов. ЦИНАО.- М.- 1993.- С.29-35.

11. Овсянников А.И. Основы опытного дела в животноводстве.- М.:: Колос.- 1976.- 304 с.

12. Таранов М.Т. Анализ кормов, консервированных химическими препаратами / В книге: Новые методы и модификации биохимических исследований в животноводстве.- М.: Колос.- 1970.- С.188 - 202.

13. Алиев А.А. Липидный обмен и продуктивность жвачных животных.- М.: Колос.- 1980.- 381 с.

14. Особенности липидного обмена и молочная продуктивность у первотелок при использовании малокомпонентных рационов: автореф. дис. на соиск. учен. степ. к.б.н.: спец. 03.00.04, 06.02.02 / Чмырь, Игорь Александрович; [Российский ун.-т дружбы народов Всероссийского гос. НИИ животноводства]. – Москва, 2001. - 46 с.: ил.; 21 см.

15. Саранчина Е.Ф., Филиппова О.Б., Кургузкин В.Н. Способы использования мочевиноформальдегидной смолы (МФС) в кормлении жвачных животных.- Тамбов: Изд-во ИП Чеснокова А.В., 2010.- 32 с.

16.Саранчина Е.Ф., Филиппова О.Б. Влияние мочевинно-формальдегидной смолы в составе концентратов на качество и химический состав молока. // Молочное и мясное скотоводство. - 2010.- № 3.- С. 25 – 27.

17. Филиппова О.Б., Саранчина Е.Ф. Технологические свойства молока при скармливании лактирующим коровам мочевинно-формальдегидной смолы в составе концентратов. // Зоотехния. -2010.- № 3.- С. 21 – 23.

18. Саранчина Е.Ф., Филиппова О.Б., Кургузкин В.Н. Фуражная зерносмесь, обогащенная азотом мочевинно-формальдегидного соединения в рационе крупного рогатого скота. // Зоотехния. -2008.- № 11.- С. 12.

References

1. Kurilov N.V. Proteinovoe pitanie vysokoproduktivnyx korov //Vestnik sel'skoxozyajstvennoj nauki, 1986.-№ 6(357).- S. 128 - 133.

2. Kurilov N.V. Normirovanie proteinovogo pitaniya zhvachnyx /N.V.Kurilov, V.N.Korshunov i dr. //Novoe v kormlenii vysokoproduktivnyx zhivotnyx.-M.Agropromizdat.- 1989.-S. 17-22.

3. Clark J.H. Feeding management and microbial flew in dry ahd lactating cows // Proc. Cornell Nutrit.Conf.-1981.- P. 20 - 33.

4. Huber J.T., Kung L. Michigan trials new light on nourprotein nitrogen use.-Hourds Dairyman, 1981.-V. 127.-№ 1.- P. 23 - 24.

5. Satter L.D., Roffler R.E. In Protein Metabolism and Nutrition.-1977.-P. 133136. Wageningen; Pudoc.

6. Kurguzkin V.N., Filippova O.B., Saranchina E.F. Konservirovanie i obogashhenie azotom kukuruznogo silosa.// Kormoproizvodstvo. 2006. № 9. S.31.

7. Saranchina E.F., Kurguzkin V.N. Innovacionnaya texnologiya ispol'zovaniya biologicheskix perparatov dlya konservirovaniya kormov. // Nauka v central'noj Rossii. 2013. № 4. S. 49 – 51.

8. Patent na izobretenie: RU № 2355528 ot 09 iyunya 2006 g.

9. Bondarev V.A. Silos i senazh// Zhivotnovodstvo Rossii.-2001.- № 2.-

S. 28 - 29.

10. Metodicheskie ukazaniya po ocenke kachestva i pitatel'nosti kormov. CINAO.- M.- 1993.- S.29-35.

11. Ovsyannikov A.I. Osnovy opytnogo dela v zhivotnovodstve.- M.: Ko-los.- 1976.- 304 s.

12.Taranov M.T. Analiz kormov, konservirovannyx ximicheskimi preparatami / V knige: Novye metody i modifikacii bioximicheskix issledovanij v zhivotnovodstve.- M.: Kolos.- 1970.- S.188 - 202.

13. Aliev A.A. Lipidnyj obmen i produktivnost' zhvachnyx zhivotnyx.- M.: Kolos.- 1980.- 381 s.

14. Osobennosti lipidnogo obmena i molochnaya produktivnost' u pervotelok pri ispol'zovanii malokomponentnyx racionov: avtoref. dis. na soisk. uchen. step. k.b.n.: spec. 03.00.04, 06.02.02 / Chmyr', Igor' Aleksandrovich; [Rossijskij un.-t druzhby narodov Vserossijskogo gos. NII zhivotnovodstva]. - Moskva: 2001. - 46 c.: il.; 21 sm.

15. Saranchina E.F., Filippova O.B., Kurguzkin V.N. Sposoby ispol'zovaniya mochevinoformal'degidnoj smoly (MFS) v kormlenii zhvachnyx zhivotnyx.- Tambov: Izd-vo IP Chesnokova A.V., 2010.- 32 s.

16. Saranchina E.F., Filippova O.B. Vliyanie mochevinno-formal'degidnoj smoly v sostave koncentratov na kachestvo i ximicheskij sostav moloka. // Molochnoe i myasnoe skotovodstvo. 2010. № 3. S. 25 – 27.

17. Filippova O.B., Saranchina E.F. Texnologicheskie svojstva moloka pri skarmlivanii laktiruyushhim korovam mochevinno-formal'degidnoj smoly v sostave koncentratov. // Zootexniya. 2010. № 3. S. 21 – 23.

18. Saranchina E.F., Filippova O.B., Kurguzkin V.N. Furazhnaya zernosmes', obogashhennaya azotom mochevinno-formal'degidnogo soedineniya v racione krupnogo rogatogo skota. // Zootexniya. 2008. № 11. S. 12.

УДК 636.085/0.87

КУРГУЗКИН В.Н., САРАНЧИНА Е.Ф., КРАСНОСЛОБОДЦЕВА А.С.

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОРМОВ В ЗИМНЕ-СТОЙЛОВЫЙ ПЕРИОД

Кургузкин Владимир Николаевич,
доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник, Всероссийский науч-

но-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, г. Тамбов, E-mail: tniij@yandex.ru

Саранчина Екатерина Федоровна,
кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, г. Тамбов, E-mail: tniij@yandex.ru

Краснослободцева Ангелина Сафроновна,
кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве.

Реферат. *В статье показаны основные правила кормления сельскохозяйственных животных в стойловый период в хозяйствах разной формы собственности с использованием собственных кормов. Интенсификация производства продуктов животноводства, а, следовательно, и повышение продуктивности, снижение затрат кормов и средств на единицу продукции неразрывно связаны с повышением урожайности кормовых культур и рациональной организацией кормовой базы. Важным резервом решения проблемы высокоэффективного кормопроизводства является заготовка и хранение традиционных кормов, таких как силос, сенаж, сено, соблюдение технологических параметров для снижения потерь и повышения использования их питательных веществ. Несмотря на это, многие хозяйства допускают большие потери питательных веществ в процессе уборки, заготовки и хранения выращенного урожая. Неоправданно высокие потери питательных веществ, до 35-50%, и низкое качество кормов имеют место в тех хозяйствах, где специалисты не соблюдают технологии заготовки и хранения кормов. Для обеспечения животных необходимыми питательными веществами в их рационах следует использовать макро- и микроэлементы, синтетические азотсодержащие добавки последнего поколения и другие компоненты наиболее приемлемые для их продуктивности и воспроизводительных функций. Так, стабилизированный карбамид, может быть успешно использован в качестве восполнителя недостающего протеина в рационах крупного рогатого скота, который обеспечивает замедленный распад карбамида в рубце жвачных до аммиака, гарантирует безопасность применения мочевины в рационах животных. При этом продуктивность молодняка крупного рогатого скота на откорме повышается от 8 до 15%. Цель настоящей работы - показать основные приемы рационального использования кормов в зимний период, что является одним из главных факторов увеличения продуктивности сельскохозяйственных животных.*

Ключевые слова*: корма, силос, смеси, минеральные добавки, САВ.*

KURGUZKIN V.N., SARANCHINA E.F., KRASNOSLOBODTSEVA A.S.

RATIONAL USE OF FORAGES DURING THE WINTER-STALL PERIOD

Kurguzkin Vladimir Nikolaevich,
Full Doctor of Agricultural Sciences, associate professor, Senior Research Fellow, All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture. E-mail: tniij@yandex.ru

Saranchina Ekaterina Fyodorovna,
candidate of biological sciences, leading Researcher, All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture.
E-mail: tniij@yandex.ru

Krasnoslobodtseva Angelina Safronovna,
candidate of biological sciences, Senior Researcher All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture, Tambov.

Abstract. *Basic rules of feeding farm animals in the stall period in farms of different ownership forms using their own feed are shown in the article. Intensification of livestock production, and, consequently, increase productivity, reduction in the cost of feed and money per unit of output is inextricably linked with an increase in yield of fodder crops and rational organization of the fodder base. An important reserve solution to the problem of high-performance forage production is preparation and storage of traditional feed such as silage, haylage, hay, observance of technological parameters to reduce of losses and increase using their nutrients.*

Despite this, many farms allow large nutrient losses during harvesting, preparation and storage of harvest. There are unreasonably high nutrient losses, up to 35-50%, and the low quality of forages in those households, where experts specialists do not observe the technology of harvesting and storage of feed. To provide animals with necessary nutrients in their rations should be used macro- and microelements, synthetic nitrogen-containing additives of the latest generation, and other components most appropriate for their productive and reproductive functions. Thus stabilized carbamide can be successfully used as a replenishment of the missing protein in rations of cattle, which provides the slow decomposition of carbamide in the rumen of ruminant animals to ammonia, ensures safety of urea in rations of animals. In this case, the productivity of young cattle during fattening is increased from 8 to 15 %. The purpose of this work - to show the basic techniques of rational use of feed in the winter, which is one of the main factors increasing the productivity of farm animals.

Keywords: *forage, silage, mixtures, mineral supplements, SAV.*

Введение. По результатам ряда научных учреждений, энергетическая питательность корма должна быть не менее 10 МДж ОЭ в 1 кг сухого вещества, а содержание сырого протеина - 14-15 % [1]. Уровень протеина – один из основных показателей полноценности рационов сельскохозяйственных животных. При его недостатке замедляется рост молодняка, снижается продуктивность взрослых животных, повышается себестоимость единицы продукции. При нехватке в рационе 20-25 % белка расход кормов увеличивается в 1,5 раза. Дефицит белка ослабляет иммунитет, нарушает процесс усвоения жиров, углеводов, минеральных и других веществ [2, 3].

Результаты и обсуждение. Данные лаборатории зооанализов и биохимических исследований ФГБНУ ВНИИТиН показывают, что в 1 кг хорошего кукурузного силоса должно содержаться 0,18-0,20 кормовых единиц, 12-14 г перевариваемого протеина, 20-30 мг каротина и 67-98 ИЕ витамина Д, при этом соотношение молочной и уксусной кислот должно составлять 70:30%.

В плохом силосе содержание питательных веществ и витаминов значительно ниже, а при нарушении техники силосования, особенно при силосовании зелёной массы высокой влажности и при длительном хранении, силос перекисает. Количество свободных органических кислот в нём значительно увеличивается.

Если в рационе имеется достаточное количество легкопереваримых углеводов, то органические кислоты, поступившие с кормом, подвергаются окислительному распаду. В противном случае нарушается процесс окисления летучих жирных кислот, что приводит к накоплению продуктов окисления, снижению резервной щёлочности в крови и накоплению ацетоновых тел.

Поэтому в зимнее-стойловый период в рационах животных важно следить за сахаро-протеиновым отношением, создавать в рубце животных необходимые условия для жизнедеятельности микроорганизмов, обеспечивающих превращение сложных органических соединений в более простые. В связи с этим в рацион следует включать кормовые корнеплоды или патоку из расчёта на 1 кормовую единицу 80-100 г сахара и 1000-1200 г переваримого протеина.

Одновременно в хозяйствах, имеющих силос с высоким содержанием органических кислот (pH 3,6-3,8), необходимо проводить его раскисление. Для этого можно использовать мел, кальцинированную соду, бикарбонат натрия и др.[4].

Раскисление проводится различными методами:

- силос посыпается размолотым в муку мелом из расчёта 3-5 г на 1 кг корма, хорошо перемешивается и выдерживается 1-2 часа;

- силос поливается 2-3 процентным раствором кальцинированной соды из расчёта 100-150 г на 1 кг корма, в зависимости от кислотности;

- силос поливается 1-2-процентным раствором каустической соды (едкий натрий) из расчёта 100-150 мл раствора на 1 кг силоса.

Эффективным средством для раскисления и обогащения силоса протеином является аммиачная вода. На 1 тонну силоса расходуется 15 л 20%-ной аммиачной воды или 10-12 л – 25-%-ной. Для равномерного распределения аммиачной воды в корме необходимо её растворять в обычной воде в пропорции 1:4 и уже потом смешивать с кормом. Наиболее полное впитывание раствора достигается при дополнительном измельчении силоса. Для лучшей поедаемости растительного силоса необходимо добавлять мелкую соль 2-3г на 1 кг корма или поливать солёной водой.

В значительной степени восполнить недостаток протеина в рационах жвачных животных можно за счёт использования синтетических азотосодержащих добавок (карбамид, диаммоний фосфат и др.). Установлено, что при добавлении к кормам 1 кг карбамида дойные коровы дают дополнительно около 10 кг молока, молодняк на выращивании – от 1 до 2,5 кг привеса, овцы – 90 - 150 г чистой шерсти [5].

Особый интерес представляет стабилизированный карбамид. Тамбовский филиал ВИЖа в течение ряда лет изучал препарат МФС (мочевино-формальдегидная смола) в качестве восполнителя недостающего протеина в рационах крупного рогатого скота. МФС обеспечивает замедленный распад карбамида в рубце до аммиака и гарантирует безопасность ее применения. Использование МФС в составе зерносмеси положительно сказалось на переваримости питательных веществ рациона телочек при выращивании и бычков при откорме. Прирост животных увеличивался на 15 – 20 % в первом случае, а во втором – на 7 – 10 % [6,7]. С хорошим эффектом МФС была испытана в качестве консерванта и обогатителя азотом кукурузного силоса. При дозе 0,4% к массе закладываемой на хранение кукурузы в фазе молочно-восковой спелости зерна потери сухого вещества в готовом корме сократились в 2,9 раза, углеводов - на 9,7%, а содержание сырого протеина увеличилось почти на 22%, тогда как в силосе без консерванта его потери составили 23,2%. Среднесуточный прирост телочек, получавших в составе рациона силос, приготовленный с МФС, был на 126 г выше, чем у животных контрольной группы.

При всех способах скармливания азотистых добавок (САВ) необходимо соблюдать следующие правила: добавки тщательно перемешивать с кормом, животных к ним приучать постепенно в течение 10-15 дней, начиная с 5-10 %-ной суточной нормы, добавки не скармли-

вать в чистом виде (в порошке). Карбамид и другие САВ следует давать животным регулярно, без перерывов. В случае перерыва более 3-4 дней их следует снова начинать скармливать с минимальных доз [6]. В рационах с САВ должны входить корма, богатые легкоперевариваемыми углеводами – крахмалом, сахарами.

Крупному рогатому скоту МФС, как и карбамид, можно скармливать с 6-месячного возраста. Проще вести расчёт исходя из дозы 0,25 - 0,30 г на 1 кг живой массы. При этом нормы скармливания в процентах от потребности в перевариваемом протеине составляют для стельных коров – 15 - 20 г (но не более 100 г на одну голову), для молодняка крупного рогатого скота при выращивании – 20 – 25 г и откорме – 30 – 35 г.

Карбамид в чистом виде хорошо скармливать с патокой. Для этого берут 10 кг карбамида, растворяют в 90 кг разбавленной водой патоки (лучше тёплой), а потом раствором смачивают грубые корма перед раздачей. В мировой практике перспективным и практичным считается использование карбамида в комбикормах [5, 6].

Как правило, во многих хозяйствах рационы для крупного рогатого скота несбалансированны по минеральному составу. Нарушения минерального обмена отрицательно сказываются на продуктивности животных, состоянии их здоровья и на качестве продукции, особенно молоке.

Для молочного животноводства с высоким генетическим потенциалом продуктивности большое практическое значение приобретает улучшение минерального питания за счет использования кормовых добавок нового поколения - биоплексов микроэлементов (органические соединения микоэлементов). Для полного обеспечения животных необходимыми микро- и макроэлементами в рационах используют премиксы.

Сотрудниками лаборатории разработаны премиксы с применением органических соединений микроэлементов, которые обладают рядом преимуществ по сравнению неорганическими [8 - 12]. Их использование рекомендуется при кормлении коров в предродовой и в послеродовый периоды. Премиксы, в составе которых содержатся органические йод и селен, повышают воспроизводительную функцию животных, сокращают сроки от отёла до плодотворного осеменения на 20 – 30 суток, увеличивают молочную продуктивность на 4,75 %, содержание жира и белка в молоке - на 4,5 %. Экономический эффект от реализации молока за 120 суток составляет около 98 рублей на 1 животное.

Использование биоплексов микроэлементов в комбикормах-стартерах для телят повышает их резистентность, увеличивает среднесуточные приросты. Важно при этом на фермах и комплексах организовать приготовление полнорационных кормосмесей [8].

Использование многокомпонентных кормосмесей по сравнению с раздельным скармливанием кормов имеет ряд преимуществ. Во-первых, кормосмеси лучше раздаются механическими средствами, во-вторых – в условиях крупных ферм и комплексов – легче нормировать кормление животных. И самое главное – этот приём не только улучшает поедаемость всех кормов рациона, но и реализует принцип их взаимодополнения по составу питательных веществ.

В результате кормосмесь оказывается на 10-15 % питательнее, чем простая сумма всех входящих в неё кормов, а скармливание её животным улучшает их физиологическое состояние и продуктивность. Кормосмесь для высокоудойных коров должна включать по питательности (%): сена - 10-12, сенажа - 30-32, силоса - 10-12, концентрированных кормов - 40, патоки - 7-8.

Нашими исследованиями установлено, что кормосмесь должна иметь влажность около

50%, тогда она быстрее поедается животными и её легче раздавать. Скармливание такой кормосмеси повышает удои коров на 130 кг, улучшает использование кормов на 7,5%.

Выводы. Главной задачей зооветеринарных специалистов в зимне-стойловый период является контроль за полноценностью кормления животных, включающий реализацию возможностей хозяйств по подготовке и рациональному использованию имеющихся кормов с учётом данных биохимического анализа кормов и физиологического состояния животных.

Список литература

1. Бондарев В.А., Анисимов А.А. Сохранение энергетической питательности зеленой массы многолетних бобовых трав при силосовании//Зоотехния.- №6.- 2006.- С.10 - 13.

2. .Ерошко Н. Фелутехнология: как найти "золотую" формулу высоких приростов и здоровья//Молочное и мясное скотоводство.-№ 1.-2008.- С.29 -30.

3. Рекомендации по использованию синтетических азотистых веществ (САВ) в кормлении животных/ рекомендации разработаны ВНИИЖ.- М.: Колос, 1984.- 34 с.

4. Зазуля А.Н. Инновационный технологии силосования зеленых кормов: методические рекомендации/ ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии/ А.Н. Зазуля, Е.Ф. Саранчина, В.Н. Кургузкин, А.Н.Фролов, Р.В. Балобаев.- Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2013. - 70 с.

5. Солнцев К.М. Рекомендации по использованию синтетических азотистых веществ (САВ) в кормлении жвачных животных/ К.М. Солнцев, Н.И. Клейменов, М.П. Кирилов, А.В. Модянов, А.Я. Антонов, А.В. Самохин.-М.: Колос, 1984.- 33 с.

6. Саранчина Е.Ф. Способы использования мочевино-формальдегидной смолы (МФС) в кормлении жвачных животных/ Е.Ф. Саранчина, О.Б. Филиппова, В.Н. Кургузкин.- Тамбов: Изд-во ИП Чеснокова А.В., 2010.- 32 с.

7. Саранчина Е.Ф. Экономическая эффективность использования МФС в рационе крупного рогатого скота на откорме/Е.Ф.Саранчина, В.Н. Кургузкин//Вестник АПК Верхневолжья.- №1(13).- 2011.- С.73 - 76.

8. Фролов А.И. Биоплексы микроэлементов, новые ферментные и антибактериальные препараты в комбикорме-стартере для телят/А.И. Фролов, Р.К. Милушев, О.Б. Филиппова, В.Ю. Лобков// Материалы международной практической конференции «Проблемы ветеринарной медицины и зооэкологии Российского и Тихоокеанского региона».- Благовещенск.- 2012.- С. 256-257.

9. Краснослободцева А.С. Апробация системы кормления высокопродуктивных коров с использованием селен- и йодсодержащих препаратов органической формы / А.С.Краснослободцева // Вестник ТГУ им. Г.Р. Державина.- Вып. 1.- 2010.- С.135 - 138.

10. Краснослободцева А.С. Эффективность применения селеносодержащих препаратов в рационах нетелей/А.С. Краснослободцева // Вестник ТГУ им. Г.Р. Державина.- Вып. 1.- 2010.- С.140 - 142.

11. Краснослободцева А.С. Роль селена и его влияние на организм животных/ А.С.Краснослободцева // Сельский консультант.- №3 (сентябрь).- 2012. – С.25 - 26.

12. Краснослободцева А.С. ДАФС-25: большие удои, выше экономический эффект/ А.С. Краснослободцева // Агрорынок, № 9, 2012.- С. 36 - 37.

13. Саранчина Е.Ф., Кургузкин В.Н. Инновационная технология использования биологических препаратов для консервирования кормов. // Наука в центральной Россиии.- 2013.- № 4.- С. 49 – 51.

References

1. Bondarev V.A., Anisimov A.A. Soxranenie e'nergeticheskoj pita-tel'nosti zelenoj massy

mnogoletnix bobovyx trav pri silosova-nii//Zootexniya.- №6.- 2006.- S.10 - 13.

2. .Eroshko N. Felutexnologiya: kak najti "zolotuyu" formulu vysokix prirostov i zdorov'ya//Molochnoe i myasnoe skotovodstvo.-№ 1.-2008.- S.29 -30.

3. Rekomendacii po ispol'zovaniyu sinteticheskix azotistyx veshhestv (SAV) v kormlenii zhivotnyx/ rekomendacii razrabotany VNIIZh.- M.: Kolos, 1984.- 34 s.

4. Zazulya A.N. Innovacionnyj texnologii silosovaniya zelenyx kor-mov: metodicheskie rekomendacii/ GNU VNIITiN Rossel'xozakademii/ A.N. Zazulya, E.F. Saranchina, V.N. Kurguzkin, A.N.Frolov, R.V. Balobaev.- Tambov: Izd-vo Pershina R.V., 2013. - 70 s.

5. Solncev K.M. Rekomendacii po ispol'zovaniyu sinteticheskix azotistyx veshhestv (SAV) v kormlenii zhvachnyx zhivotnyx/ K.M. Solncev, N.I. Klejmenov, M.P. Kirilov, A.V. Modyanov, A.Ya. Antonov, A.V. Samoxin.-M.: Kolos, 1984.- 33 s.

6. Saranchina E.F. Sposoby ispol'zovaniya mochevino-formal'degidnoj smoly (MFS) v kormlenii zhvachnyx zhivotnyx/ E.F. Saranchina, O.B. Filippova, V.N. Kurguzkin.- Tambov: Izd-vo IP Chesnokova A.V., 2010.- 32 s.

7. Saranchina E.F. E'konomicheskaya e'ffektivnost' ispol'zovaniya MFS v racione krupnogo rogatogo skota na otkorme/E.F.Saranchina, V.N. Kurguzkin//Vestnik APK Verxnevolzh'ya.- №1(13).- 2011.- S.73 - 76.

8. Frolov A.I. Biopleksy mikroe'lementov, novye fermentnye i antibakterial'nye preparaty v kombikorme-startere dlya telyat/A.I. Frolov, R.K. Milushev, O.B. Filippova, V.Yu. Lobkov// Materialy mezhdunarodnoj prakticheskoj konferencii «Problemy veterinarnoj mediciny i zooe'kologii Rossijskogo i Tixookeanskogo regiona».- Blagoveshhensk.-2012.- S. 256-257.

9. Krasnoslobodceva A.S. Aprobaciya sistemy kormleniya vysokopro-duktivnyx korov s ispol'zovaniem selen- i jodsoderzhashhix preparatov organicheskoj formy / A.S.Krasnoslobodceva // Vestnik TGU im. G.R. Derzhavina.- Vyp. 1.- 2010.- S.135 - 138.

10. Krasnoslobodceva A.S. E'ffektivnost' primeneniya selenosoder-zhashhix preparatov v racionax netelej/A.S. Krasnoslobodceva // Vestnik TGU im. G.R. Derzhavina.- Vyp. 1.- 2010.- S.140 - 142.

11. Krasnoslobodceva A.S. Rol' selena i ego vliyanie na organizm zhivotnyx/ A.S.Krasnoslobodceva // Sel'skij konsul'tant.- №3 (sentyabr').- 2012. – S.25 - 26.

12. Krasnoslobodceva A.S. DAFS-25: bol'shie udoi, vyshe e'konomicheskij e'ffekt/ A.S. Krasnoslobodceva // Agrorynok, № 9, 2012.- S. 36 - 37.

13. Saranchina E.F., Kurguzkin V.N. Innovacionnaya texnologiya is-pol'zovaniya biologicheskix preparatov dlya konservirovaniya kormov. // Nauka v central'noj Rossiii.- 2013.- № 4.- S. 49 – 51.

УДК 631.354

БАЛАШОВ А.В., СИНЕЛЬНИКОВ А.А.

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ САМОХОДНЫХ СВЕКЛОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Балашов Александр Владимирович
Кандидат технических наук, доцент, исполняющий
обязанности заведующего лабораторией использования
машинно-тракторных агрегатов ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский ин-

ститут использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», г. Тамбов,
e-mail:vniiti @mail.ru.

Синельников Александр Алексеевич

Кандидат технических наук, научный сотрудник лаборатории использования машинно-тракторных агрегатов ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», г. Тамбов,
e-mail:vniiti @mail.ru.

Реферат: *С целью определения факторов влияющих на производительность свеклоуборочных комбайнов нами проведены хронометражные наблюдения за их работой, с учетом применяемых в хозяйствах видов технического обслуживания.*

Уровень эксплуатационной надёжности свеклоуборочных комбайнов обеспечивается за счет повышения наработки при сокращении времени простоев по техническим причинам, что приводит к сокращению затрат на эксплуатацию и снижению себестоимости уборочных работ.

Экспериментальными исследованиями установлено, что эксплуатационная производительность комбайнов, обслуживаемых персоналом хозяйства, за 1 час работы варьирует от 0,51 до 1,0 га, а обслуживаемых сервисной службой – от 1,0 до 2,0 га.

Коэффициент использования эксплуатационного времени смены при работе комбайнов, обслуживаемых персоналом хозяйства, находится в интервале 0,5-0,55, а сервисной службой – 0,60-0,70. Это объясняется низкой квалификацией персонала и недостатком специализированного инструмента, приборов и т.д. За счет своевременного и качественного обслуживания комбайнов сервисной службой увеличивается на 10-15% коэффициент готовности комбайнов.

Обслуживание комбайнов сервисными службами приводит к большей наработке на отказ при росте эксплуатационной производительности за счет уменьшения их простоев из-за своевременного и качественного устранения последствий отказов.

Ключевые слова: *свеклоуборочный комбайн, производительность, коэффициент, наработка, отказ.*

BALASHOV A.V., SINELNIKOV A.A.

PRODUCTIVITY OF SELF-PROPELLED BEET-HARVESTING COMBINES AT DIFFERENT TYPES OF MAINTENANCE

Balashov Alexander Vladimirovich

Candidate of Technical Sciences, the associate professor,
the acting as the head of the laboratory of use of the FGBNU
machine and tractor units "The All-Russian research institute of use
of equipment and oil products in agriculture", Tambov,
E-mail:vniiti @mail.ru.

Sinelnikov Alexander Alekseevich

Candidate of Technical Sciences, the research associate
of laboratory of use of the FGBNU machine and tractor units
"The All-Russian research institute of use of equipment and
oil products in agriculture", Tambov,
E-mail:vniiti @mail.ru.

Abstract: *For the purpose of definition of factors of the beet-harvesting combines influencing*

productivity we made time observations over their work taking into account the categories of maintenance applied in farms.

Level of operational reliability of beet-harvesting combines is provided due to increase of an operating time at reduction of time of idle times for technical reasons that leads to reduction of costs of operation and decrease in cost of harvest works.

By pilot studies it is established that the operational productivity of the combines served by the personnel of economy for 1 hour of work varies from 0,51 to 1,0 hectares, and served by customer service – from 1,0 to 2,0 hectares.

The efficiency of operational time of change during the operation of the combines served by the personnel of economy is in an interval 0,5-0,55, and customer service – 0,60-0,70. It is explained by low qualification of the personnel and a lack of the specialized tool, devices, etc. Due to timely and high-quality service of combines by customer service the availability quotient of combines increases by 10-15%.

Service of combines by customer services leads to a bigger time between failures with a growth of operational productivity due to reduction of their idle times because of timely and high-quality elimination of consequences of refusals.

Keywords: *beet-harvesting combine, productivity, coefficient, operating time, refusa.*

Введение. В Тамбовской области самоходных бункерных свеклоуборочных комбайнов различных иностранных фирм (Holmer, Ropa, Franz Kleine, Agrifac) насчитывается более 80 единиц, что составляет 15% от всего комбайнового парка. Из общей численности иностранных комбайнов на долю комбайнов германских фирм Holmer и Ropa приходится более 50%. Кроме того, комбайны этих фирм используются в свеклосеющих хозяйствах Центрального и Южного федеральных округов, Башкортостане и в Алтайском крае.

Сервисное обслуживание свеклоуборочных комбайнов, осуществляемое сервисными службами дилеров, включает: предпродажную подготовку (запуск в работу), все виды технического обслуживания, поиск и устранение последствий отказов в период уборочных работ и ремонт.

Опыт использования и обслуживания этих комбайнов и наши исследования свидетельствуют о том, что их потенциальные возможности реализуются недостаточно полно по различным причинам [1,2].

Нами исследовалось влияние видов обслуживания комбайнов на показатели их использования: персоналом хозяйства и сервисной службой.

Результаты и обсуждение. На новые комбайны распространяется гарантия, в течение которой в обязательном порядке его обслуживает и устраняет возникшие отказы сервисная служба организации, продавшая комбайн хозяйству. В последующие годы хозяйства могут заключать договоры на дальнейшее обслуживание или обходиться своими силами. На практике выявлена такая тенденция, что при отказах I и II группы сложности, хозяйства пытаются устранить персоналом своей инженерно-технической службы. Но если при отказах I группы сложности хозяйства справляются сами, то при II группе и III группе сложности им приходится обращаться к услугам сервисной службы, так как для устранения отказов нужно дополнительное диагностирующее оборудование и квалифицированные специалисты [3,4].

Экспериментальными исследованиями установлено, что эксплуатационная производительность комбайнов, обслуживаемых персоналом хозяйства, за 1 час работы варьирует от 0,51 до 1,0 га, а обслуживаемых сервисной службой – от 1,0 до 2,0 га, рисунок 1.

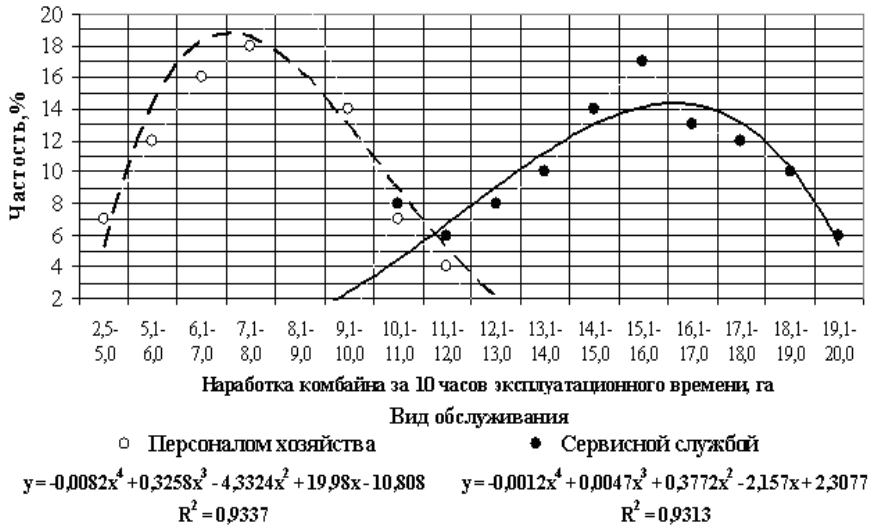


Рисунок 1 – Наработка самоходных свеклоуборочных комбайнов Holmer за 10 часов эксплуатационного времени в зависимости от вида технического обслуживания.

При этом коэффициент использования эксплуатационного времени смены при работе комбайнов, обслуживаемых персоналом хозяйства, находится в интервале 0,5...0,55, рисунок 2. Эти обстоятельства вызваны в основном низкой квалификацией исполнителей и недостатком специализированного инструмента, приборов и т.д. Коэффициент использования эксплуатационного времени смены при обслуживании комбайнов сервисной службой составляет 0,60…0,70. При этом за счет своевременного и качественного обслуживания увеличивается на 10-15% коэффициент готовности комбайнов [2,5].

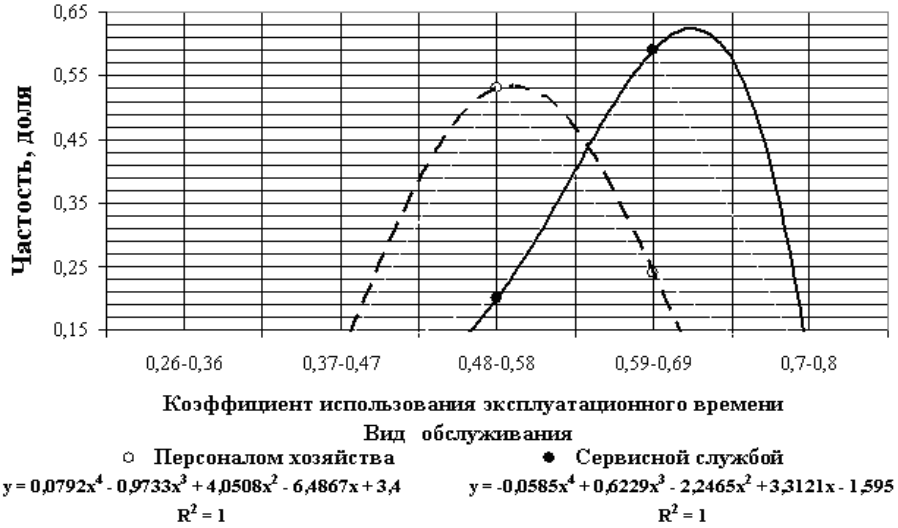


Рисунок 2 – Коэффициент использования эксплуатационного времени смены свеклоуборочными комбайнами Holmer в хозяйствах ЦФО при обслуживании персоналом хозяйств и сервисной службы.

Наработка на отказ свеклоуборочных комбайнов, установленная по результатам наших экспериментальных исследований, существенно снижается с увеличением сроков их службы, рисунок 3 [2,5,6].

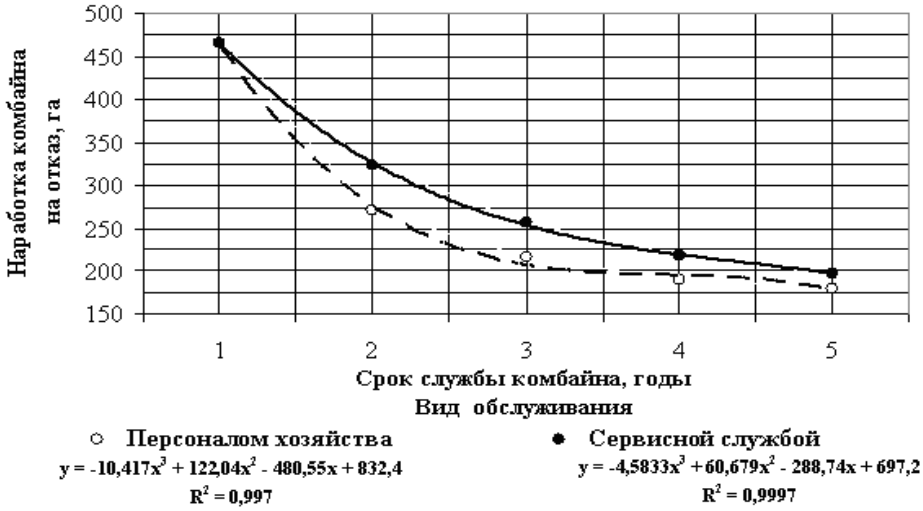


Рисунок 3 – Средняя наработка на отказ свеклоуборочных комбайнов Holmer с учетом сроков службы и вида технического обслуживания.

Анализ зависимостей (рисунки 2 и 3) показывает, что обслуживание комбайнов сервисными службами приводит к большей наработке на отказ при росте эксплуатационной производительности за счет уменьшения их простоев из-за своевременного и качественного устранения последствий отказов. При обслуживании персоналом хозяйства простои комбайнов составляют в среднем 20-25 % рабочего времени. С увеличением срока службы комбайнов наработка на отказ снижается.

Выводы. Техническая готовность комбайнов в напряженные периоды уборки сахарной свеклы в результате своевременного обслуживания и ремонта сервисной службой достигает 80%. Их наработка по сравнению с комбайнами, которые обслуживаются персоналом хозяйства, увеличивается на 10-16%, а затраты на обслуживание и текущий ремонт сокращаются на 15-20%.

Список литературы

1. Балашов, А.В., Гущин Д.А. Характеристика сервисного обслуживания свеклоуборочных комбайнов HOLMER/ А.В. Балашов, Д.А. Гущин // Техника в сельском хозяйстве. – 2012. – №6. – С. 13-14.

2. Балашов, А.В. Обеспечение ресурсами ремонта и технического обслуживания свеклоуборочных комбайнов HOLMER / А.В. Балашов // Механизация и Электрификация сельского хозяйства. – 2012. – № 4. – С.17-18.

3. Синельников, А.А. Анализ показателей надежности свеклоуборочных комбайнов HOLMER в хозяйствах ЦФО / А.А. Синельников // Наука в центральной России. – 2014. – №2 (8). – С.74-78.

4. Синельников, А.А. Теоретический анализ нагружения свеклоуборочных комбайнов HOLMER и их взаимосвязь с показателями надежности / А.А. Синельников // Наука в центральной России. – 2014. – №2 (8). – С.78-81.

5. Тырнов, Ю.А. Аналитические аспекты адаптации технологий и машинных агрегатов для производства сахарной свеклы / Ю.А. Тырнов, А.В. Балашов // Наука в центральной России. – 2014. – №2 (8). – С.5-9.

6. Тырнов, Ю.А. Оценка работы свеклоуборочных комбайнов. / Ю.А. Тырнов, А.В.Балашов, А.А. Синельников // Механизация и Электрификация сельского хозяйства. – 2012. – № 4. – С. 35-36.

References

1. Balashov, A.V., Guthin D.A. Kharakteristika servisnogo obsluzhivaniya sveklouborochnihkh kombayjnov HOLMER / A.V. Balashov, D.A. Guthin // Tekhnika v seljskom khozyayjstve. – 2012. – №6. – S.13-14.
2. Balashov, A.V. Obespechenie resursami remonta i tekhnicheskogo obsluzhivaniya sveklouborochnihkh kombayjnov HOLMER / A.V. Balashov // Mekhanizaciya i Ehlektrifikaciya seljskogo k hozyayjstva. – 2012. – № 4. – S.17-18.
3. Sineljnikov, A.A. Analiz pokazateleyj nadezhnosti sveklouborochnihkh kombayjnov HOLMER v khozyayjstvakh CFO / A.A. Sineljnikov//Nauka v centraljnoyj Rossii. – 2014. – №2 (8). – S.74-78.
4. Sineljnikov, A.A. Teoreticheskiyj analiz nagruzheniya sveklouborochnihkh kombayjnov HOLMER i ikh vzaimosvyazj s pokazatelyami nadezhnosti/ A.A. Sineljnikov // Nauka v centraljnoyj Rossii. – 2014. – №2 (8). – S.78-81.
5. Tihrnov, Yu.A. Analiticheskie aspektih adaptacii tekhnologiyj i mashinnihkh agregatov dlya proizvodstva sakharnoyj sveklih / Yu.A. Tihrnov, A.V. Balashov // Nauka v centraljnoyj Rossii. – 2014. – №2 (8). – S.5-9.
6. Tihrnov, Yu.A., Ocenka rabotih sveklouborochnihkh kombayjnov / Yu.A. Tihrnov, A.V. Balashov, A.A. Sineljnikov // Mekhanizaciya i Ehlektrifikaciya seljskogo khozyayjstva. – 2012. – № 4. – S. 35-36.

УДК 620.95

ЛЕВИНА Е.Ю., ЛЕВИН М.Ю., НАГОРНОВ С.А.

ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА ВОДНО-БИО-ТОПЛИВНОЙ ЭМУЛЬСИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Левина Екатерина Юрьевна,
аспирант Федерального государственного бюджетного научного учреждения Всероссийского научно-исследовательского института использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве.
Левин Максим Юрьевич,
кандидат технических наук.
Нагорнов Станислав Александрович,
доктор техничеких наук, профессор,
зам. директора Федерального государственного бюджетного научного учреждения Всероссийского научно-исследовательского института использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве.

Реферат. *Целью настоящей работы является определение оптимального состава водно-био-топливной эмульсии с применением нейронной сети как классификатора показателей качества эмульгированного топлива и его экологических показателей в зависимости от состава смеси. Для выполнения задачи был сформирован массив данных, содержащий 10 000 значений, включающий в себя экспериментально полученные зависимости показателей качества и экологичности эмульгированного топлива от процентных соотношений содержания в топливной смеси воды, дизеля и биодизеля. В качестве показателей эффективности были приняты и исследовались теплотворность топлива и его удельный расход на максимальной*

мощности, в качестве экологических показателей – интегральные удельные выбросы оксида углерода, углеводородов и оксидов азота на режимах 13-ступенчатого цикла Правил 49 ЕЭК ООН. Обучение нейронной сети на массиве входных данных позволило получить нейросетевой классификатор, определенный на всем пространстве составов эмульсии и для каждой точки этого пространства вычисляющий вероятность принадлежности полученной эмульсии к классу качественной или некачественной продукции при условии реализации данного состава. Было выделено 6 кластеров или классов. Использовался иерархический агломеративный метод кластерного анализа – метод Уорда. Первый класс с высоким качеством смеси, к последующим номерам классов – качество снижалось. Для классификации использовалась сеть с 7 нейронами в скрытом слое, и одним выходом. Анализ полученных данных показал, что оптимальным составом эмульсии является содержание нефтяного топлива не менее 45% и не более 48%, биодизеля до 40%, воды - 15%.

***Ключевые слова**: оптимизация, нейронная сеть, эмульгированое топливо, водно-биотопливные эмульсии.*

LEVINA E.YU., LEVIN M. YU., NAGORNOV S.A.

OPTIMIZATION COMPOSITION OF WATER-BIO-FUEL EMULSIONS EMULSION USING NEURAL NETWORKS

Levina E.YU

Postgraduate of Federal State Scientific Institution All-Russian Research Institute for use of machinery and petroleum products in agriculture

Levin M. YU.

Ph.D. in Engineering (Russian Scientific Degree "Candidate of Technical Sciences")

Nagornov S.A.

D. Sc. (Eng.), professor, deputy director of Federal State Scientific Institution All-Russian Research Institute for use of machinery and petroleum products in agriculture

***Abstract**. The aim of this study is to determine the optimal composition of water-bio-fuel emulsion using a neural network as a classifier of emulsified fuel quality indicators and its environmental performance, depending on the composition of the mixture. In order to perform the task a data set containing 10000 recordings was generated, the data consisted of emulsified fuel quality and environmental indicators dependencies on various compositions of water, diesel and biodiesel in the fuel. Fuel efficiency and consumption at maximum power capacity have been taken and examined as performance measures, also integrated specific emissions of carbon monoxide, hydrocarbons and nitrogen oxides on13-step cycle mode of UNECE Regulation environmental indicators - 49 was used as environmental efficiency indicators. Neural networking on the array of input data allowed us to obtain the neural network classifier, defined on the whole spectrum of the emulsion and with ability to calculate probability of the resulting emulsion being either of good or poor quality on each point of this spectrum, provided that the resulting fuel to be realized. Six clusters or classes have been identified using Ward's agglomerative hierarchical method of cluster analysis. First class is a high quality mixture and the each subsequent classes has lower quality. Seven neuron's in hidden layer were used for classification with one output. Analysis of the data identified that the optimal composition of the emulsion has fuel oil component not less than 45% and not higher than 48%, biodiesel accounts for 40% and water for 15% of the final product structure.*

***Keywords**: optimization, neural network, emulsified fuel, water-bio-fuel emulsions.*

Введение. При внедрении новой технологии в промышленную эксплуатацию необходи-

мо провести ряд экспериментов для оценки ее эффективности. При применении водно-биотопливной эмульсии (ВБТЭ) стоит задача определения оптимального состава топливной смеси при котором удельный расход топлива при пересчете на углеводороды и объем токсичных компонентов в выхлопных газов, загрязняющих атмосферу, будут минимальны, а теплотворность смеси будет максимальна. Такой состав с достаточной точностью и доверительным интервалом возможно классифицировать из большого массива экспериментальных данных.

Данная задача может быть решена с применением нейронной сети (НС). С использованием НС мы можем спрогнозировать недостающие значения для выборки экспериментальных данных [1-3]. Полученную выборку необходимо разбить на классы, и провести классификацию данных с применением нейронной сети. Что позволит определить оптимальный состав ВБТЭ исходя из исходных параметров (таблица 1.)

Таблица 1. Параметры массива данных исследования свойств ВБТЭ

№ п/п	Параметр	Ед. измерения	Показатель
1	Вода	%	состав
2	Биодизель	%	состав
3	Дизель	%	состав
4	Теплотворность	кДж/кг	эффективность
5	Оксид углерода (интегральные удельные выбросы на режимах 13-ступенчатого цикла)	г/(кВт×ч)	выбросы
6	Углеводороды (интегральные удельные выбросы на режимах 13-ступенчатого цикла)	г/(кВт×ч)	выбросы
7	Оксиды азота (интегральные удельные выбросы на режимах 13-ступенчатого цикла)	г/(кВт×ч)	выбросы
8	Удельный расход топлива на максимальной мощности	г/(кВт×ч)	эффективность

В задачах классификации выходной элемент должен выдавать сильный сигнал в случае, если данное наблюдение принадлежит к интересующему нас классу, и слабый - в противоположном случае. Иначе говоря, этот элемент должен стремиться смоделировать функцию, равную единице в той области пространства объектов, где располагаются объекты из нужного класса, и равную нулю вне этой области. Такая конструкция известна как дискриминантная функция в задачах распознавания. "Идеальная" дискриминантная функция должна иметь плоскую структуру, так чтобы точки соответствующей поверхности располагались либо на нулевом уровне, либо на высоте единица.

Если сеть не содержит скрытых элементов, то на выходе она может моделировать только одинарный "сигмоидный склон": точки, находящиеся по одну его сторону, располагаются низко, по другую - высоко. При этом всегда будет существовать область между ними (на склоне), где высота принимает промежуточные значения, но по мере увеличения весов эта область будет сужаться.

Такой сигмоидный склон фактически работает как линейная дискриминантная функция. Точки, лежащие по одну сторону склона, классифицируются как принадлежащие нужному классу, а лежащие по другую сторону - как не принадлежащие. Следовательно, сеть без скрытых слоев может служить классификатором только в линейно-отделимых задачах (когда

можно провести линию - или, в случае более высоких размерностей, - гиперплоскость, разделяющую точки в пространстве признаков).

Сеть, содержащая один промежуточный слой, строит несколько сигмоидных склонов - по одному для каждого скрытого элемента, - и затем выходной элемент комбинирует из них "возвышенность". Эта возвышенность получается выпуклой, т.е. не содержащей впадин. При этом в некоторых направлениях она может уходить на бесконечность (как длинный полуостров). Такая сеть может моделировать большинство реальных задач классификации.

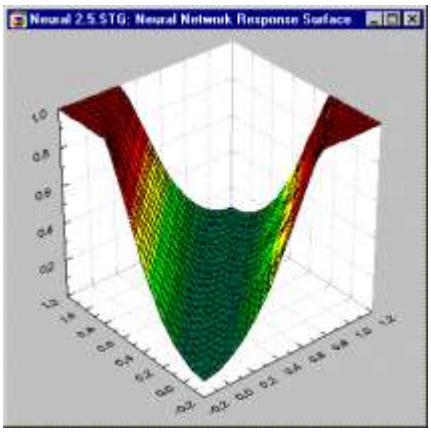


Рис. 1. Поверхность отклика

На рис. 1 показана поверхность отклика, полученная многослойным персептроном для решения задачи «исключающего или»: хорошо видно, что она выделяет область пространства, расположенную вдоль диагонали.

Сеть с двумя промежуточными слоями строит комбинацию из нескольких таких возвышенностей. Их будет столько же, сколько элементов во втором слое, и у каждой из них будет столько сторон, сколько элементов было в первом скрытом слое. Исходя из этого можно прийти к выводу, что, используя достаточное число таких возвышенностей, можно воспроизвести поверхность любой формы - в том числе с впадинами и вогнутостями.

Как следствие наших рассмотрений мы получаем, что, теоретически, для моделирования любой задачи достаточно многослойного персептрона с двумя промежуточными слоями (в точной формулировке этот результат известен как теорема Колмогорова). При этом может оказаться и так, что для решения некоторой конкретной задачи более простой и удобной будет сеть с еще большим числом слоев. Однако, для решения большинства практических задач достаточно всего одного промежуточного слоя, два слоя применяются как резерв в особых случаях, а сети с тремя слоями практически не применяются.

Материалы и методы исследования. В задачах классификации очень важно понять, как следует интерпретировать те точки, которые попали на склон или лежат близко от него. Стандартный выход здесь состоит в том, чтобы для пороговых значений установить некоторые доверительные пределы (принятия или отвержения), которые должны быть достигнуты, чтобы данных элемент считался «принявшим решение». Например, если установлены пороги принятия/отвержения 0.95/0.05, то при уровне выходного сигнала, превосходящем 0.95 элемент считается активным, при уровне ниже 0.05 - неактивным, а в промежутке – «неопределенным».

Создание нейросетевого классификатора осуществляется на основе массива накопленной экспериментальной информации о ВБТЭ W. Каждая j -ая запись такого массива включает набор значений состава топливной смеси $X_j = \{x_{1,j},...,x_{n,j}\}$, описывающих эффектив-

ность и набор значений экологических показателей $Y_j = \{y_{1,j},...,y_{m,j}\}$, характеризующих топливо, полученную в результате реализации состава X_j. Вектор X_j можно назвать образом состава, а вектор Y_j - образом продукции (показатель «выбросы» и «эффективность» из табл. 1), т.к. эти вектора полностью описывают состав и продукцию соответственно. Обозначим количество пар образов $\{X_j, Y_j\}$ в массиве W буквой P.

Все множество образов продукции Y_j, $j = 1...P$ можно разделить на два класса: образы качественной продукции – класс Q^+ (для таких образов выполняется условие $y_i' \le y_{ij} \le y_i'', i = 1...m$) и образы некачественной продукции – класс Q^-. Принадлежность образа Y_j одному из этих классов четкая. Задача построения классификатора образов продукции на два класса является традиционной задачей классификации и с успехом решается на основе двухслойной нейронной сети с m входами, на которые подаются составляющие вектора Y и одним выходом, значение которого будет либо 1 (для класса качественной продукции), либо 0 (для класса некачественной продукции). Т.к. принадлежность образов продукции одному из классов однозначная, то такая задача классификации является дискретной задачей классификации. Функция-классификатор будет выдавать номер класса, к которому принадлежит классифицируемый образ продукции. В [4] приведены примеры использования нейронных сетей для решения подобных задач классификации. Таким образом, можно создать нейронную сеть, которая будет разделять образы продукции на два класса. Однако больший интерес представляет задача классификации образов технологии.

Очевидно, что свойства полученной продукции в значительной степени зависят от реализованного состава. Следовательно, образ состава хранит некоторую информацию об образе продукции, которая будет получена с использованием данной технологии. Т.е. можно провести разбиение образов продукции на классы качественной и некачественной продукции, используя наборы образов состава как информацию о соответствующих им образах продукции. Из-за некоторой стохастичности состава и невозможности принять во внимание все факторы, влияющие на него, соответствие между образом состава и образом продукции не всегда однозначное. При использовании некоторого состава (обычно это состав, находящийся в окрестности границы между допустимыми и недопустимыми составами) можно получить как качественную, так и некачественную продукцию. Поэтому принадлежность образа X_j одному из двух классов описывается некоторыми числами $0 \le p_j^+, p_j^- \le 1$, где $p_j^+ + p_j^- = 1$, которые характеризуют вероятность принадлежности образа состава классу качественной продукции (p_j^+) и классу некачественной продукции (p_j^-). Задача разбиения образов технологии на классы является непрерывной задачей классификации. В этом случае функция-классификатор будет выдавать вероятность принадлежности классифицируемого образа классу Q^+ (нет необходимости параллельно вычислять вероятность принадлежности образа к классу Q^-, т.к. ее можно вычислить на основе вероятности p_j^+).

Для имеющихся экспериментальных точек можно вычислить эмпирическое значение вероятности p_j^+:

$$p_j^+ = \frac{n_j^+}{n_j}, \qquad (1)$$

где $n_j \geq 1$ - общее количество случаев реализации состава X_j, а $0 \leq n_j^+ \leq n_j$ - количество случаев, в которых была получена качественная продукция.

Введенная переменная p_j^+ описывает вероятность или степень принадлежности вектора X_j к классу Q^+. Если во всех случаях реализации состава X_j была получена качественная продукция, то $p_j^+ = 1$, а если во всех случаях была получена некачественная продукция, то $p_j^+ = 0$. Если набор экспериментальных данных невелик, и значение X_j встречается в нем лишь однажды, то величина p_j^+ принимает значение 1 либо 0, в зависимости от того, качественная продукция была получена или нет.

Набор вычисленных величин $\{p_j^+\}$ это значения некоторой дискретной функции $F(X)$, которая является функцией принадлежности образа X_j к классу Q^+ и определена в точках $X_j, j = 1...P$. Имеется ряд значений этой дискретной функции принадлежности $F(X)$ и соответствующие им значения аргументов этой функции.

Задача классификации состоит в нахождении такой непрерывной функции $\widetilde{F}(X)$, которая бы наиболее точно аппроксимировала имеющуюся дискретную функцию принадлежности $F(X)$, $X = \{X_1, X_2, ..., X_n\}$, т.е. выполнялось бы условие

$$\left|\widetilde{F}(X_j) - p_j^+\right| \leq \varepsilon, \forall j = 1...P, \qquad (2)$$

и была бы определена на всем пространстве составов X. Такая функция для каждой точки X_j из пространства составов X будет выдавать вероятность получения качественной продукции, при условии, что будет реализована состава X_j:

$$P(Y_j \in Q^+ \mid X_j) = \widetilde{F}(X_j), \qquad (3)$$

т.е. осуществлять классификацию (разбиение) векторов X_j по двум нечетким классам (множествам): класс составов, приводящих к получению качественной продукции, и класс составов, приводящих к получению некачественной продукции.

Результаты и их обсуждение. Для аппроксимации функции многих переменных, как уже отмечалось ранее, эффективно использовать двухслойные нейронные сети. Необходимая нейронная сеть должна иметь один нейрон в выходном слое и n входов, соответствующих измеряемым составам эмульсии.

Различные составы эмульгированного топлива имеют различные порядки и диапазоны их возможных значений $[x_i^{\min}; x_i^{\max}], i = 1,...,n$. Поэтому производится масштабирование значений всех вариантов состава в диапазон [0;1]. Такое масштабирование является линейным преобразованием и не влияет на информационное содержание образа состава, и в то же время позволяет уровнять все имеющиеся величины состава.

Настроечными параметрами нейронной сети являются коэффициенты синаптических связей $w_{i,j,k}$, соответствующие соединению j-го нейрона i-го слоя с k-ым нейроном $(i-1)$-го слоя (или k-ым входом сети), пороговые значения $t_{i,j}$ и параметры функций активации $a_{i,j}$ (i - номер слоя, в котором находится нейрон, а j - номер нейрона в этом слое). Обучение построенной сети ведется на основе информации о фактических значениях входов сети X и

соответствующих им значениях выхода сети p_j^+, $j = 1...P$. Цель обучения состоит том, чтобы подобрать такие параметры нейронной сети, при которых, при подаче на вход сети вектора значений X_j, она на выходе выдавала значение максимально близкое к значению p_j^+.

Для обучения нейросетевого классификатора используется метод, в ходе которого осуществляется подбор оптимального количества нейронов в скрытом слое. После обучения нейронной сети получаем нейросетевой классификатор, определенный на всем пространстве возможных вариантов составов и для каждой точки пространства вычисляющий вероятность принадлежности этой точки к классу качественной продукции или иначе – вероятность получения качественной продукции при условии реализации данного состава.

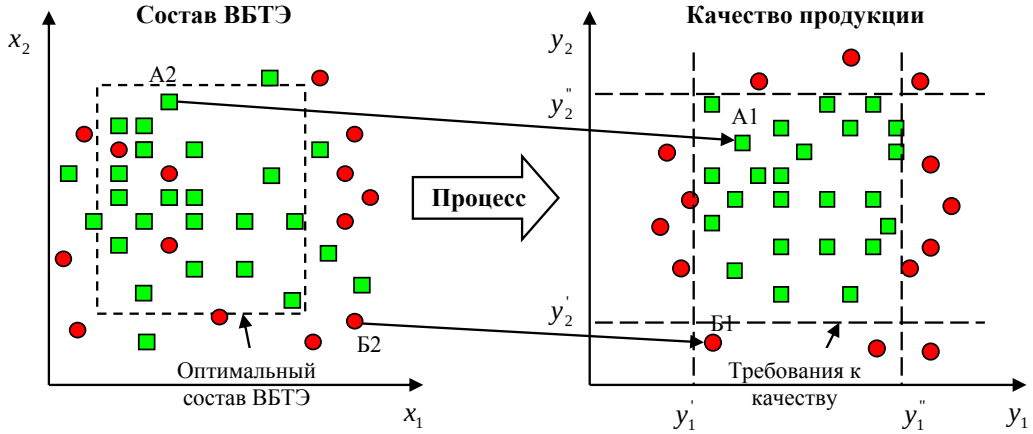


Рис. 2. Модель поиска технологии

Применение информационного метода позволяет определить пространство X^+ в виде n-мерного параллелепипеда $[X'; X'']$. Найденные диапазоны составов $[x_i'; x_i''], i = 1...n$, гарантируют с высокой вероятностью получение качественной продукции (рис. 2). Особенностью данного метода является предположение о независимости вариантов составов между собой. Поэтому для эффективного применения информационного метода требуется проводить предварительную обработку данных с целью выявления наиболее значимых вариантов состава. Кроме того, с помощью информационного метода можно выделять только области, имеющие форму n-мерного параллелепипеда.

Задача нахождения минимально необходимого количества нейронов в скрытом слое сводится к задаче определения количества классов (кластеров), на которые можно разбить P образов продукции. Каждый образ продукции характеризуется точкой в m-мерном геометрическом пространстве, координаты которой совпадают со значениями соответствующих свойств продукции.

Для решения этой задачи можно использовать иерархические агломеративные методы кластерного анализа. Эти методы основаны на последовательном объединении наиболее схожих объектов. Существует множество иерархических методов кластерного анализа, различающихся используемыми мерами сходства и алгоритмами классификации. В данной работе использовался метод Уорда, однако все выкладки верны и для других методов.

Первоначально каждый образ продукции рассматривается как отдельный кластер, т.е. на нулевой итерации имеется P кластеров. На каждой итерации вычисляется среднее значение каждого признака и вычисляется сумма квадратов отклонений:

$$V_k = \sum_{i=1}^{n_k} \sum_{j=1}^{m} (y_{ij} - \bar{y}_{jk})^2 , \quad (4)$$

$$\bar{y}_{jk} = \frac{1}{n_k} \sum_{i=1}^{n_k} y_{ij}, \; j = 1,...,m , \quad (5)$$

где k - номер кластера, n_k-количество образов продукции в k-ом кластере, y_{ij} - значение j-го свойства i-го образа продукции, входящего в k -ый кластер, а $\bar{y}_{jk}$ - среднее значение j-го свойства продукции по k-му кластеру.

Объединяются между собой те кластеры, которые дают наименьшее приращение величины V_k. Через P итераций все образы продукции будут объединены в один кластер.

В ходе исследования массива данных, содержащего 10 000 значений, по вышеописанной методике было выделено 6 кластеров или классов. Первый класс с высоким качеством смеси, к последующим номерам классов – качество снижалось. Для классификации использовалась сеть с 7 нейронами в скрытом слое, и одним выходом.

В результате работы сети был получен диапазон состава ВБТЭ, отвечающий заданным параметрам, в котором содержание нефтяного топлива – не менее 45% и не более 48%, биодизеля до 40%, воды - 15%. Количество эмульгатора в каждом наборе значений состава топливной смеси составлял 0,5%.

Выводы. Решение задачи оптимизации состава водно-био-топливной эмульсии с использованием нейронных сетей позволила установить следующий состав: для сохранения теплофизических характеристик топлива содержание нефтяного топлива – не менее 45%, а для сохранения экологических свойств – не более 48%. Добавка биодизеля до 40% способствует снижению в выбросах отработавших газов оксидов углерода, канцерогенных углеводородов. Добавка воды - 15% обусловлена улучшением экологических свойств топлива – снижению оксидов азота при сохранении теплофизических свойств топлива.

Список литературы

1. Оссовский С., Нейронные сети для обработки информации / Пер. с польского И.Д. Рудинского. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 344 с.

2. Левина Е. Ю. Влияние архитектуры многослойной персептронной сети на результаты прогноза параметров качества биодизеля / Е. Ю. Левина, М. Ю. Левин // Наука в центральной России – 2013. – №4. – С. 75–77

3. Нагорнов С. А. Прогнозирование параметров качества биодизеля с использованием нейронных сетей / С. А. Нагорнов, Е. Ю. Левина // Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. – 2013. – № 1(69). – С. 128–130.

4. http://www.basegroup.ru/library/analysis/neural/classification/

References

1. Ossovskij S., Nejronnye seti dlja obrabotki informacii / Per. s pol'skogo I.D. Rudinskogo. – M.: Finansy i statistika, 2004. – 344 s.

2. Levina E. Ju. Vlijanie arhitektury mnogoslojnoj perseptronnoj seti na rezul'taty prognoza parametrov kachestva biodizelja / E. Ju. Levina, M. Ju. Levin // Nauka v central'noj Rossii – 2013. – №4. – S. 75–77

3. Nagornov S. A. Prognozirovanie parametrov kachestva biodizelja s ispol'zovaniem nejronnyh setej / S. A. Nagornov, E. Ju. Levina // Visnik Kiïvs'kogo nacional'nogo universitetu tehnologij ta dizajnu. – 2013. – № 1(69). – S. 128–130.

4. http://www.basegroup.ru/library/analysis/neural/classification/

УДК 631.303

ТИШАНИНОВ Н. П., АНАШКИН А. В.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ЗЕРНОВОГО СЛОЯ В ТРИЕРНОМ ЦИЛИНДРЕ

Тишанинов Николай Петрович
доктор технических наук, профессор, руководитель отдела, Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве. Тамбов . E-mail: TishaninovKN@rambler.ru
Анашкин Александр Витальевич
кандидат технических наук, заведующий лабораторией, Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве. Тамбов

Реферат. *В ходе исследований процесса разделения компонентов зерносмесей ячеистыми поверхностями триерных цилиндров возникает необходимость контроля геометрических параметров слоя зерносмеси, формирующегося внутри цилиндра. Это необходимо при анализе динамики выделения коротких примесей в кукольном цилиндре, когда убывающий по толщине слой зерносмеси характеризует интенсивность выделения примесей по длине цилиндра. Кроме того, знать распределение зернового слоя по длине цилиндра при различных режимах работы триера необходимо для определения оптимальной подачи зерносмеси в овсюжный цилиндр, а также для анализа интенсивности выделения частиц основной культуры и определения величины опережения подачи в овсюжные цилиндры триерных блоков при их неполной загрузке. Поставленная задача ранее никем не решалась, поэтому подходящих средств для определения профиля зернового слоя внутри триерного цилиндра не существует. В связи с этим нами разработан прибор для определения толщины слоя сыпучих материалов в технологических емкостях ограниченного объема. Прибор позволяет с высокой точностью определять толщину слоя зерносмеси по всей длине стандартного триерного цилиндра с любым шагом замеров в осевом направлении цилиндра. Предложенный способ замеров толщины слоя с помощью нового прибора в семи точках поперечных сечений сформированного зернового слоя в радиальном направлении позволяет получить детальную характеристику геометрических параметров слоя зерносмеси в триерном цилиндре по всей его длине.*

Ключевые слова: *триер, ячеистая поверхность, зерносмесь, прибор, параметры, зерновой слой.*

TISHANINOV N. P., ANASHKIN A. V.

DISTRIBUTION OF THE GRAIN LAYER IN THE INDENTED CYLINDER

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: TishaninovKN@rambler.ru
Anashkin Alexander Vitalyevich
PhD (Technical), head of the laboratory, All-Russian Research Institute for Use of Machinery

and Petroleum Products in Agriculture, Tambov

Summary. *During research of the process of separation of the components of grain mixtures by cellular surfaces of indented cylinder is necessary to control the geometric parameters of grain mixture layer, which is formed inside the cylinder. This is necessary when analyzing the dynamics of allocation of short impurities in puppet cylinder when decreasing in the thickness of a layer of grain mixture characterizes the intensity of separation of impurities along the length of the cylinder. In addition, it is necessary to know the distribution of the grain layer along the length of the cylinder under different operating conditions of trier to determine the optimal feed of grain mixture in wild oats cylinder, as well as to analyze the particle emission rate of the main culture and determine the amount of outstripping of filing in wild oats cylinders of indented blocks when incomplete loading. The task set before anyone not solved so suitable means for determining the profile of the grain layer inside the indented cylinder does not exist. In this connection a device for determining the thickness of the layer of bulk material in the technological containers of limited volume was developed by us. The device allows to determine with high accuracy the thickness of the layer of grain mixture over the entire length of the standard indented cylinder with any step of measurements in the axial direction of the cylinder. The proposed method of measuring the thickness by means of the new device in seven points of the cross sections of the formed grain layer in the radial direction allows to obtain detailed description of the geometric parameters of the layer of grain mixture in indented cylinder along its entire length.*

Keywords: *indented cleaner, cellular surface, grain mixture, device, settings, cereal layer.*

Введение. Известно, что при триерной очистке зерна от коротких и длинных примесей решающее влияние на качество процесса очистки оказывает величина подачи материала. Вместе с тем, в результате исследований процесса разделения компонентов зерносмесей с помощью ячеистых поверхностей нами установлено, что в существующих триерных блоках величина оптимальной подачи зерна для кукольного (отделяющего короткие примеси) и овсюжного (отделяющего длинные примеси) цилиндров не совпадают [1]. Для кукольного цилиндра ее значение при очистке пшеницы составляет 2,5…3 т/ч, тогда как для овсюжного – около 5 т/ч. По этой причине невозможно обеспечить высокое качество процесса триерной сепарации при работе триерного блока по последовательной схеме, когда за один проход предполагается удаление и длинных, и коротких примесей.

Нами определено новое направление решения этого противоречия – опережение подачи зерносмеси на ячеистые поверхности овсюжных цилиндров триерных блоков[2, 3]. Для реализации этого резерва необходимо знать геометрические параметры формирующегося внутри цилиндра зернового слоя при разных режимах работы триера. Однако эффективных измерительных средств для этого не существует.

Цель исследования – создание средств контроля толщины слоя сыпучих материалов в технологических емкостях ограниченного объема.

Материалы и методы: результаты исследований процесса разделения компонентов зерносмесей ячеистыми поверхностями, результаты исследований физико-механических свойств компонентов зерносмесей, методы теоретической механики.

Результаты и обсуждение. Для обоснования величины опережения подачи зерносмеси в ячеистые цилиндры необходимо контролировать границы зернового монолита в них при частичных подачах зернового материала и различных кинематических режимах работы. Кроме того, необходимо контролировать распределение толщины слоя зерносмеси по длине ячеистой поверхности с тем, чтобы отслеживать динамику выделения компонентов зернос-

меси. В процессе работы триера этого сделать невозможно. Однако, после остановки триерного цилиндра, работавшего в установившемся режиме (стабильность подачи и отбора материала, частоты вращения цилиндра), внутри него формируется убывающий по длине слой зерносмеси. Геометрические параметры этого слоя характеризуют динамику выделения частиц, захваченных ячеистой поверхностью. Определение указанных параметров для различных материалов и режимов работы позволит решить задачу определения величины опережения подачи зерносмеси на поверхность овсюжного цилиндра триерного блока.

Существующие средства измерений [4…6] не могут быть использованы для контроля толщины слоя сыпучих материалов в замкнутых технологических емкостях, в частности в триерном цилиндре, по причинам: недоступности объекта измерений; высокой трудоемкости измерительных операций; низкой точности контроля.

Для измерения толщины слоя сыпучих материалов в технологических емкостях нами разработан и изготовлен специальный прибор, схема которого показана на рисунках 1-3.

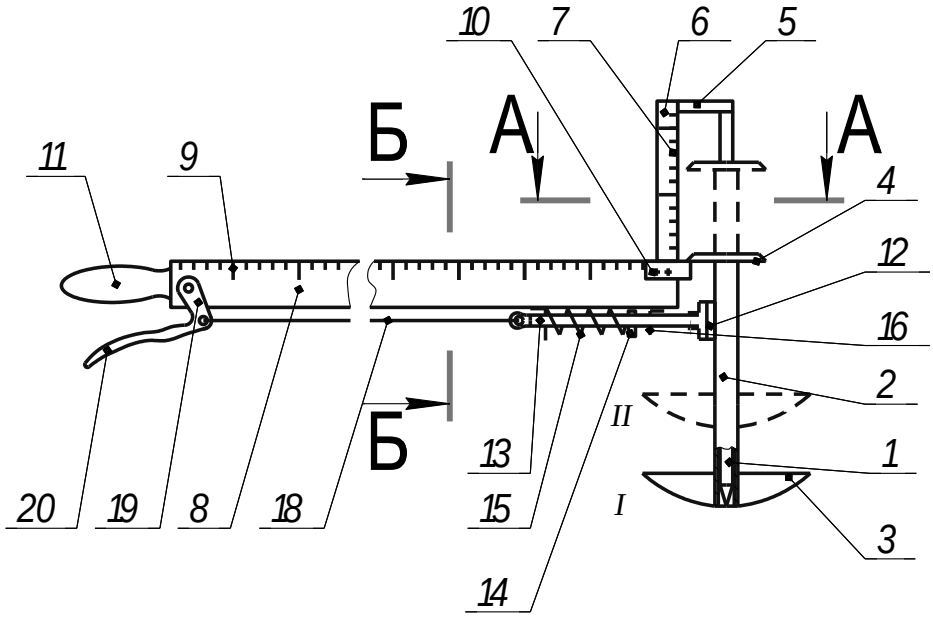


Рисунок 1 – Конструктивно-технологическая схема прибора для измерения толщины слоя сыпучих материалов в технологических емкостях

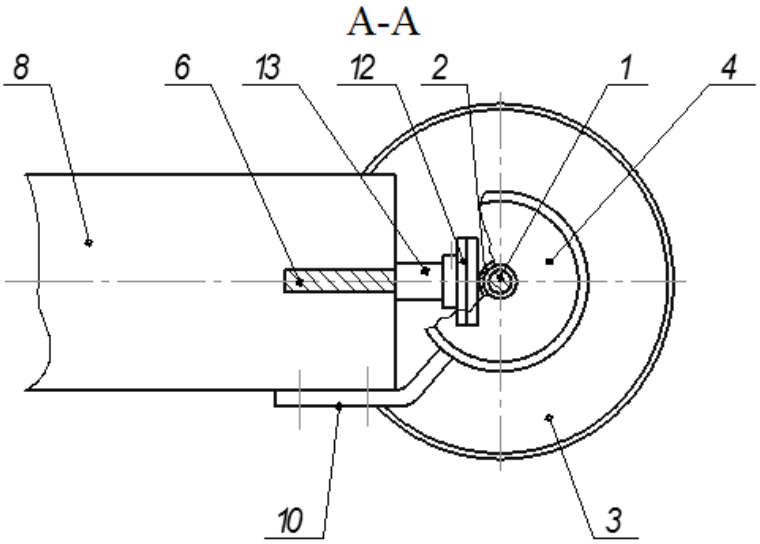


Рисунок 2 – Разрез А-А (к рисунку 1)

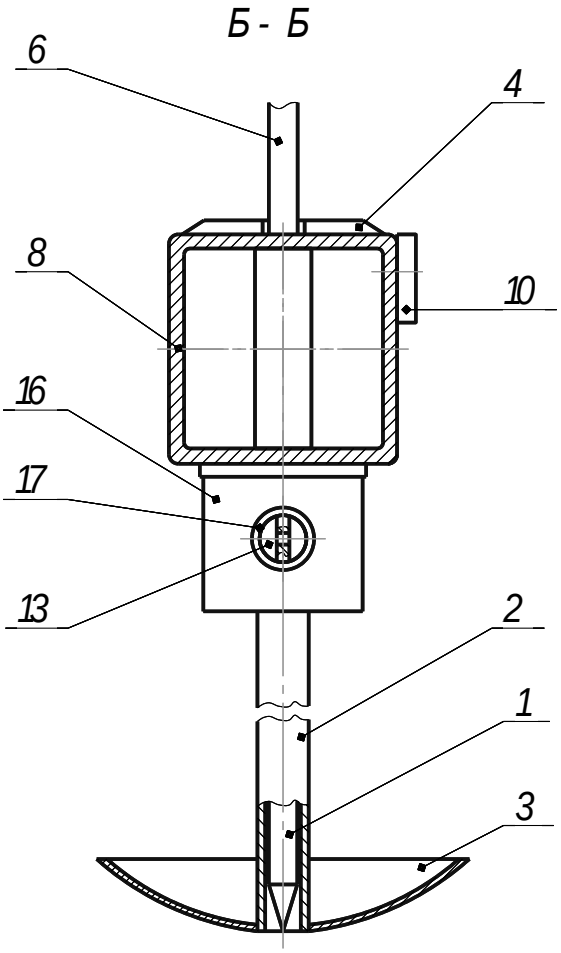


Рисунок 3 – Разрез Б – Б (к рисунку 1)

Прибор для измерения толщины слоя сыпучих материалов в технологических емкостях содержит штангу 1, траверсу 2 с тарельчатой опорой 3 и опорной шайбой 4, кронштейн 5, стойку 6 с вертикальной шкалой 7, рейку 8 с горизонтальной шкалой 9, съемным ограничителем 10 и рукояткой 11, подпружиненный зажим 12, размещенный на штоке 13 с упорной шайбой 14, пружину 15, кронштейны 16 с отверстиями 17, тягу 18, поворотный кронштейн 19 с лапкой 20.

Измерения толщины слоя сыпучего материала с помощью указанного прибора производятся следующим образом.

В исходном положении I нижняя часть траверсы 2 совмещена с нижней частью штанги 1 в горизонтальной плоскости, а подпружиненный зажим 12 фиксирует их положение относительно друг друга. Далее прибор для измерения толщины слоя сыпучих материалов в технологических емкостях вводят в емкость на необходимую величину, которая контролируется по горизонтальной шкале 9. После этого, сжимаются рукоятка 11 и лапка 20. Посредством поворотного кронштейна 19 и тяги 18 шток 13 с упорной шайбой 14 преодолевает усилие пружины 15, перемещаясь в отверстиях 17 кронштейнов 16, и отводит подпружиненный зажим 12 от траверсы 2. При этом становится возможным перемещение траверсы 2 относительно штанги 1. Удерживая снизу рукоятку 11 с лапкой 20 и надавливая на рейку 8 рукой, штангу 1 погружают в сыпучий материал до упора в технологическую емкость. Траверса 2 за счет тарельчатой опоры 3 удерживается на поверхности сыпучего материала. В момент контакта штанги 1 с внутренней поверхностью технологической емкости отпускают лапку 20 и подпружиненный зажим 12 фиксирует положение II траверсы 2 относительно штанги 1. Рей-

ку 8 поднимают вверх, выглубляя штангу 1 из сыпучего материала, и прибор выводят из емкости. Нижняя поверхность опорной шайбы 4 указывает на вертикальной шкале 7 толщину слоя сыпучего материала в точке замера. Удаление точки замера от торца технологической емкости определяют по шкале 9 на рейке 8 в момент замера. Далее лапкой 20 посредством поворотного кронштейна 19, тяги 18 и штока 13 отводят подпружиненный зажим 12, освобождая перемещение траверсы 2 относительно штанги 1. Траверса 2 под собственным весом опускается в исходное положение, когда опорная шайба 4 доходит до съемного ограничителя 10. Затем траверсу 2 фиксируют на штанге 1 подпружиненным зажимом 12 и замеры толщины слоя сыпучего материала в технологических емкостях повторяют в указанной выше последовательности.

Крепление штанги 1 посредством кронштейна 5 к стойке 6 параллельно ей обеспечивает свободное перемещение траверсы 2 и позволяет определять результаты замеров толщины слоя сыпучих материалов в технологических емкостях по вертикальной шкале 7, размещенной на стойке 6. Рейка 8 с горизонтальной шкалой 9 обеспечивает координатную привязку результатов замеров и позволяет определять профиль сечения сыпучего материала в технологических емкостях. Тарельчатая опора 3 траверсы 2 частично копирует поперечный профиль сыпучего материала в технологических емкостях цилиндрической формы, исключая дополнительную погрешность измерений. Опорная шайба 4 гарантирует ее контакт со съемным ограничителем 10 не зависимо от поворота траверсы 2 относительно оси штанги 1, а возможность отсоединения съемного ограничителя 10 от рейки 8 обеспечивает сборку и разборку прибора для измерения толщины слоя сыпучих материалов в технологических емкостях.

На рисунке 4а представлен общий вид прибора для определения толщины слоя сыпучего материала в технологических емкостях, имеющих ограниченные габариты.

а) общий вид б) процесс измерения

Рисунок 4 – Прибор для измерения толщины слоя сыпучих материалов в технологических емкостях

В ходе исследований определение толщины слоя зерносмеси в триерном цилиндре проводили с помощью стенда для исследований ячеистых поверхностей [7…9] и описанного выше прибора. На рисунке 4б показан процесс определения профиля зерносмеси в триерном цилиндре при исследовании динамики выделения коротких примесей из пшеницы. Подача (W) зерносмеси в цилиндр в этом случае составляла 1421 кг/ч, частота вращения (n) цилин-

дра – 40 об/мин.

Измерения проводились после остановки цилиндра, извлечения из него выдвижного многосекционного отборника с выделенными за время опыта короткими примесями и демонтажа опорных направляющих. Указанные мероприятия необходимы для обеспечения достаточного пространства внутри цилиндра для возможности перемещения прибора. Интервал измерения толщины слоя зерносмеси в ячеистом цилиндре по его длине составлял 0,15 м. Измерения проводились в разовой (однократной) повторности после каждого опыта по выделению компонентов зерносмеси. Это связано с тем, что профиль зернового монолита в ячеистом цилиндре после измерений нарушается – не сохраняются условия для повторных замеров. При повторных опытах с сохранением условий эксперимента измерения возобновляли с их координатной привязкой в осевом направлении.

В каждом сечении измерение толщины слоя проводили в 7 точках, рисунок 5.

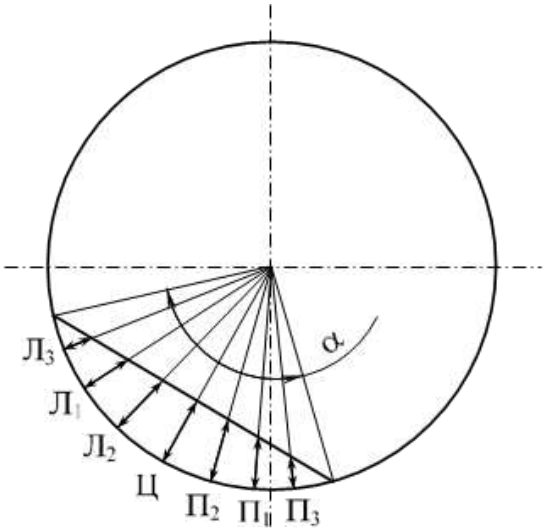


Рисунок 5 − Схема замеров толщины слоя зерносмеси в триерном цилиндре.

В выбранном сечении хорда, образованная поверхностью слоя зерносмеси условно разделялась пополам, в радиальном направлении производился замер толщины слоя зерносмеси (точка Ц). Далее правая половина хорды условно делилась еще на две части, определялось положение точки $П_1$, проводился замер толщины. Образованные части хорды между точками Ц и $П_1$, а также между $П_1$ и правой границей слоя сыпучего материала делились пополам, определялось положение точек $П_2$ и $П_3$, проводились замеры. Аналогичным образом проводились замеры толщины слоя в точках $Л_1$, $Л_2$, $Л_3$.

В таблице 1 приведены результаты контроля профиля зернового слоя, после одного из опытов.

Таблица 1 − Параметры слоя пшеницы после остановки цилиндра при W = 1421 кг/ч, n = 40 об/мин.

№ п/п	Удаленность сечения (со стороны подачи), м	Толщина слоя в точке замера, мм							Длина дуги сечения, мм	Длина хорды сечения L, мм	Угловой размер сечения α, град
		$Л_3$	$Л_1$	$Л_2$	Ц	$П_2$	$П_1$	$П_3$			
1	0,15	23	45	55	63	59	52	27	380	358	73,3
2	0,3	28	48	60	66	63	59	33	380	358	73,3
3	0,45	24	45	58	66	65	57	34	380	358	73,3
4	0,6	25	49	63	67	64	58	29	380	358	73,3
5	0,75	28	59	61	64	63	52	30	377	353	72,1

6	0,9	25	54	57	58	60	46	28	374	349	71,1
7	1,05	31	49	58	60	58	45	27	370	345	70,2
8	1,2	24	50	54	64	55	46	29	363	340	69,0
9	1,35	25	46	54	57	50	43	24	358	335	67,9
10	1,5	31	41	49	54	50	39	25	355	331	67,0
11	1,65	25	40	47	47	45	37	24	344	323	65,1
12	1,8	20	35	40	42	40	30	17	325	307	61,6
13	1,95	—	33	—	33	—	28	—	287	273	54,1

Кроме толщины слоя зерносмеси определялись такие параметры, как длина дуги и длина хорды, ограничивающих сечение слоя зерносмеси. С помощью замеренных значений длины (L) хорды определяются значения углового размера (α на рисунке 5) для каждого рассматриваемого сечения:

$$\alpha = 2\arcsin\frac{L}{2r}, \qquad (1)$$

где L длина хорды сечения, м;

r – радиус триерного цилиндра, м.

Выводы. Разработанный нами прибор для измерения толщины слоя сыпучих материалов в технологических емкостях позволяет с высокой точностью определять геометрические параметры слоя, особенно в емкостях, имеющих ограниченные габаритные размеры. Эти данные необходимы при исследовании многих процессов и закономерностей: динамики выделения из зерносмеси коротких примесей с помощью ячеистых поверхностей кукольных триерных цилиндров; динамики выделения частиц основной культуры из зерносмеси ячеистыми поверхностями овсюжных цилиндров; зависимости длины задействованной ячеистой поверхности овсюжного цилиндра от величины подачи зерносмеси; определении параметров опережения подачи зерносмеси на ячеистые поверхности овсюжных цилиндров триерных блоков при последовательной схеме их использования.

Описанный способ замеров толщины слоя в радиальном направлении с помощью нового прибора позволяет обеспечить детальность, достоверность и воспроизводимость условий контроля профиля зерносмеси в ячеистом цилиндре.

Список литературы

1. Тишанинов Н.П. Результаты исследований процесса триерной сепарации зерносмесей / Н.П. Тишанинов, А.В. Анашкин // Наука в центральной России. – 2013. – № 6. – С. 37 - 45.

2. Тишанинов Н.П. Теоретические предпосылки поиска резервов управления процессами триерной очистки зерносмесей / Н.П. Тишанинов, А.В. Анашкин // Наука в центральной России. – 2014. – № 6. – С. 28 - 38.

3. Патент на Полезную модель № 138333. Питатель для триеров / Тишанинов Н.П., Анашкин А.В. Опубл. 10.03.2014.

4. А. с. СССР № 397740. Прибор для замера глубины культивации / Чусов А.В. Опубл. 17.09.1973.

5. А. с. СССР № 1670325. Устройство для измерения глубины обработки почвы / Тишанинов Н.П., Цебоев З.А., Волобоев А.Ф., Диденко А.И., Мальмин Н.Г. Опубл. 15.08.1991.

6. Иванов А.И. Технические измерения / А.И. Иванов. – М.: Колос, 1970. – С. 80 - 82.

7. Патент РФ №2492940. Стенд для испытаний ячеистых поверхностей / Н.П. Тишанинов, А.В. Анашкин, А.Г. Амельянц, М.А. Тишанинов, К.А. Растюшевский. Опубл. 20.09.2013, Бюл. № 26.

8. Патент РФ №2492941. Стенд для испытаний ячеистых поверхностей / Н.П. Тишанинов, А.Г. Амельянц, А.В. Анашкин, К.Н. Тишанинов, К.А. Растюшевский. Опубл. 20.09.2013, Бюл. №26.

9. Тишанинов Н.П. Обоснование параметров стенда для исследования ячеистых поверхностей / Н.П. Тишанинов, А.В. Анашкин, К.А. Растюшевский // Техника в сельском хозяйстве. – 2013. – № 2. – С. 18 - 21.

References

1. Tishaninov N.P. Rezul'taty issledovanij processa triernoj separacii zernosmesej / N.P. Tishaninov, A.V. Anashkin // Nauka v central'noj Rossii. – 2013. – № 6. – S. 37 - 45.

2. Tishaninov N.P. Teoreticheskie predposylki poiska rezervov upravleniya processami triernoj ochistki zernosmesej / N.P. Tishaninov, A.V. Anashkin // Nauka v central'noj Rossii. – 2014. – № 6. – S. 28 - 38.

3. Patent na Poleznuyu model' № 138333. Pitatel' dlya trierov / Tishaninov N.P., Anashkin A.V. Opubl. 10.03.2014.

4. A. s. SSSR № 397740. Pribor dlya zamera glubiny kul'tivacii / Chusov A.V. Opubl. 17.09.1973.

5. A. s. SSSR № 1670325. Ustrojstvo dlya izmereniya glubiny obrabotki pochvy / Tishaninov N.P., Ceboev Z.A., Voloboev A.F., Didenko A.I., Mal'min N.G. Opubl. 15.08.1991.

6. Ivanov A.I. Texnicheskie izmereniya / A.I. Ivanov. – M.: Kolos, 1970. – S. 80 - 82.

7. Patent RF №2492940. Stend dlya ispytanij yacheistyx poverxnostej / N.P. Tishaninov, A.V. Anashkin, A.G. Amel'yanc, M.A. Tishaninov, K.A. Rastyushevskij. Opubl. 20.09.2013, Byul. № 26.

8. Patent RF №2492941. Stend dlya ispytanij yacheistyx poverxnostej / N.P. Tishaninov, A.G. Amel'yanc, A.V. Anashkin, K.N. Tishaninov, K.A. Rastyushevskij. Opubl. 20.09.2013, Byul. №26.

9. Tishaninov N.P. Obosnovanie parametrov stenda dlya issledovaniya yacheistyx poverxnostej / N.P. Tishaninov, A.V. Anashkin, K.A. Rastyushevskij // Texnika v sel'skom xozyajstve. – 2013. – № 2. – S. 18 - 21.

УДК 621.899

БУСИН И. В., ОСТРИКОВ В. В., КОРНЕВ А. Ю.

ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ РАБОТАЮЩЕГО МОТОРНОГО МАСЛА ОТ ПРОДУКТОВ СТАРЕНИЯ

Бусин Игорь Вячеславович,
кандидат технических наук, научный сотрудник лаборатории организации нефтехозяйств и экономного расходования нефтепродуктов ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», г. Тамбов, e-mail viitinlab7@yandex.ru

Остриков Валерий Васильевич,
доктор технических наук, заведующий лабораторией использования смазочных материалов и отработанных нефтепродуктов ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», г. Тамбов, e-mail: viitinlab8@bk.ru

Корнев Алексей Юрьевич,
кандидат технических наук, заведующий лабораторией организации нефтехозяйств и экономного расходования нефтепродуктов ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», г. Тамбов, e-mail viitinlab7@yandex.ru

Реферат. *В процессе работы в двигателе внутреннего сгорания моторное масло подвергается воздействиям различных факторов, в результате которых претерпевает значительные изменения. В нем накапливаются механические примеси, продукты сгорания и термического разложения топлива и присадок, которые изменяют состав масла, интенсифицируют процесс его «старения», что в конечном итоге влияет на эффективность эксплуатации техники. Существующие способы очистки работающего моторного позволяют удалить механические примеси из масла, но не решают главной проблемы – удаления продуктов старения. В статье представлено описание технологического процесса, позволяющего проводить удаление не только механических примесей, но и продуктов старения из работающего моторного масла без слива его из картера двигателя. В предварительно прогретое масло вводят водный раствор коагулянта и течении 5 – 10 минут в режиме «перемешивание» масло с раствором коагулянта циркулирует в системе смазки. При этом происходит взаимодействие продуктов старения масла с водным раствором коагулянта, идет укрупнение частиц загрязнений. Затем масло пропускают через реактивную центрифугу, проходя через которую масло освобождается от конгломератов асфальто-смолистых соединений, механических примесей и воды. Продолжительность очистки 20 – 30 литров масла составляет 30 – 40 минут. Полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности разработанной технологии, позволяющей продлить срок службы работающего масла на 50 – 100 мото-часов и снизить износ ЦПГ за счет периодического «углубленного» удаления механических примесей из масла совместно с продуктами «старения».*

Ключевые слова: *моторное масло, загрязненность, очистка, технология, продукты старения, физико-химические показатели.*

BUSIN I. V., OSTRIKOV V. V., KORNEV A.Y.

PURIFICATION PROCESS WORKING MOTOR OIL FROM AGING PRODUCTS

Busin Igor Vyacheslavovich
Ph.D., Researcher, Laboratory of oil industry organization and economical consumption of petroleum products Federal State Budget Scientific Institution «All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture», Tambov, e-mail: viitinlab7@yandex.ru

Ostrikov Valery Vasilevich,
Full Doctor of Technical Sciences, head of the laboratory use of lubricants and waste oil Federal State Budget Scientific Institution «All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture», Tambov, e-mail: viitinlab8@bk.ru

Kornev Alexey Yurevich,
Ph.D., Head of the Laboratory of oil industry organization and economical consumption of petroleum products Federal State Budget Scientific Institution «All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture», Tambov, e-mail: viitinlab7@yandex.ru

Summary. *Motor oil was exposed to various factors during operation of the internal combustion engine. It accumulates mechanical impurities, combustion and thermal decomposition of fuel and additives that alter the composition of the oil, intensifying the process of "aging", which ulti-*

mately affects the efficiency of operation of equipment. Existing methods of cleaning the working engine allows you to remove mechanical impurities from oil, but do not solve the main problem - the removal of products of aging. The article describes the process, allowing for the removal of not only solids, but also the products of aging from a running engine oil without draining it from the crankcase. In preheated oil coagulant, an aqueous solution and within 5 - 10 minutes of "mixing" oil coagulant solution circulates in the lubrication system. In this case, the interaction of oil aging products with an aqueous solution of coagulant, is enlargement of dirt particles. The oil is then passed through a jet centrifuge, passing through which the oil is released from the conglomerate asphalt-resinous compounds, mechanical impurities and water. Duration of treatment 20 – 30 liters of oil is 30 – 40 minutes. The results show the high efficiency of the developed technology, which allows to extend the life of working oil 50 - 100 operating hours and reduce wear CPG by periodically "in-depth" remove debris from the oil together with the products of "aging".

***Keywords**: motor oil, dirt, cleaning, technology, products, aging, physical and chemical indicators.*

Введение. Моторное масло в процессе работы в двигателе внутреннего сгорания претерпевает значительные изменения. Изменяется его состав, появляются механические примеси, продукты разложения и сгорания присадок и топлива. По мере наработки масла в двигателях тракторов и накопления смол, асфальтенов, карбенов и карбоидов оно начинает интенсивно стареть, что в значительной степени влияет на срок его службы, соответственно, отражается на технико-экономических показателях эффективной эксплуатации машин [1-4].

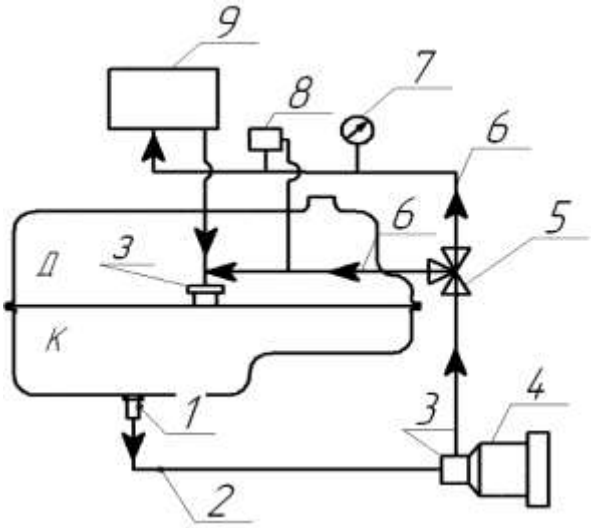
Существующие способы очистки масел различного рода центрифугами и фильтрами не позволяют удалять продукты окисления и смолы, которые снижают работоспособность моюще-диспергирующих, противоизностных и антиокислительных присадок, тем самым уменьшаются сроки эффективной работы смазочного материала [5, 6].

Удаление механических примесей из работающих масел позволяет лишь в незначительной степени продлить срок службы масла и в основном рассчитано на снижение износа деталей ЦПГ. Продукты окисления все равно остаются в работающем масле и интенсифицируют процесс старения, даже не смотря на долив свежего масла. Использование дополнительных ступеней очистки масел к уже существующим встроенным в систему смазки двигателя позволяет повысить эффективность удаления загрязнений, но не решает задачи «замедления процесса старения».

Результаты и обсуждение. Для очистки работающего моторного масла без слива его из двигателя в ФГБНУ ВНИИТиН разработана технология и переносное устройство, подключаемое к масляной системе. Забор масла осуществляется через сливную пробку картера двигателя посредством штуцера с маслопроводом, соединенного с входной магистралью масляного насоса с электроприводом. Выходной патрубок устройства опускают в заливную горловину двигателя. Туда же, в предварительно прогретое до 80 – 90 °С масло вводят водный раствор коагулянта. В течении 5 – 10 минут в режиме «перемешивание» масло с раствором коагулянта циркулирует из сливного отверстия через заливную горловину в картер двигателя. При этом происходит взаимодействие продуктов старения масла с водным раствором коагулянта, идет укрупнение частиц загрязнений до размеров, способных отделятся центрифугированием.

Затем масло пропускают через реактивную центрифугу, ротор которой вращается с частотой 7000 – 8000 об/мин. Проходя через ротор центрифуги масло освобождается от конгломератов асфальто-смолистых соединений, механических примесей и воды. Продолжительность очистки 20-30 литров масла составляет 30-40 минут [7 - 13]. Общая принципиаль-

ная схема устройства для удаления продуктов старения из работающего масла приведена на рисунке 1.



1 - штуцер; 2 - заборный маслопровод; 3 - насос; 4 -электродвигатель;
5 - кран; 6 - нагнетательные маслопровода; 7 -манометр; 8 - клапан;
9 - центрифуга; Д - двигатель; К - картер; 3 - заливная горловина

Рисунок 1. Принципиальная схема устройства для удаления продуктов старения из работающего масла

В ходе процесса очистки методом бумажной хроматографии, оценивалось качество коагуляции и степень очистки моторного масла (рисунок 2).

Рисунок 2. Изменение капельной пробы масла М–10 $Г_2$к в ходе коагуляции и удаления продуктов старения

Содержание механических примесей, определяемое по стандартной методике составляло не более 0,01 – 0,05 % в случае применения разработанной технологии очистки, по сравнению с 0,6 – 0,9 % в случае обычной работы двигателя.

Помимо этого, проводился контроль кислотного числа масла, по которому можно судить об изменении количества продуктов «старения» масла (таблица 1).

Таблица 1. Изменение кислотного числа (мг КОН/г) масла М–10$Г_2$к в процессе очистки по разработанной технологии

Наработка, мото-часов	0	100	200	300
До	1,5	1,7	1,45	1,1
После	–	1,3	0,95	0,85

Выводы. Полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности разработанной технологии, позволяющей продлить срок службы работающего масла на 50 – 100 мото-часов и снизить износ ЦПГ за счет периодического «углубленного» удаления механических примесей из масла совместно с продуктами «старения».

Важной особенностью разработанного технологического процесса являются возможность его совмещения с операциями технического обслуживания машин (100, 250 часов наработки). Все это в комплексе позволяет снизить возможность отказа машин и повысить эффективность их эксплуатации.

Список литературы

1. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости. Ассортимент и применение [Текст] : Справочник / И.Г Анисимов, К. М. Бадыштова, С. А. Бнатов, и др. под ред. В.М. Школьникова. – Изд 2-е перераб. и доп. - М.: «Техинформ», 1999 – 596 с.

2. Справочник фермера / В.Н. Кузьмин, В.Ф. Федоренко, С.Н. Сазонов.-М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. – 616 с.

3. Прохоренков В.Д., Князева л.Г., Петрашев А.И., Вигдорович В.И., Епифанцев С.С. Защита от атмосферной коррозии отработанными моторными маслами, ингибированными продуктами их очистки. Сообщение 1. Оценка физико-химических свойств остаточных продуктов очистки и регенерации.// Практика противокоррозионной защиты. 2005. № 4. С. 39 – 49.

4. Прохоренков В.Д., Вигдорович В.И., Князева Л.Г., Епифанцев С.С. Состав и противокоррозионные свойства остаточных продуктов очистки и осветления отработанных моторных масел // Практика противокоррозионной защиты. - 2003. - № 3.- С. 55 – 58.

5. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости [Текст] : учебное пособие / В.В. Остриков, А.П. Уханов, К.У. Сафаров, С.А. Нагорнов, О.А. Клейменов, В.Д. Прохоренков. - Ульяновск, 2009. — 575.с

6. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости [Текст] : учебное пособие / В.В. Остриков, С.А. Нагорнов, О.А. Клейменов, В.Д. Прохоренков, И.М. Курочкин, А.О. Хренников, Д.В. Доровских. - Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн ун-та, 2008. – 304 с.

7. Бусин, И.В. Очистка работающего моторного масла от продуктов старения [Текст] : дисс. канд. техн. наук. – Мичуринск – наукоград РФ, 2014 – 159 с.

8. Способ очистки моторного масла от продуктов старения и загрязнений [Текст] : пат 2476589 Рос. Федерация : МПК C10M175/02 / Бусин И. В., Остриков В. В.,Вязинкин В. С. Заявитель и патентообладатель Государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов Российской академии сельскохозяйственных наук (ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии). - 2011138661/04, заявл. 20.09.2011 ; опубл 27.02.2013

9. Остриков, В.В. Использование карбамида для очистки моторных масел [Текст] / Остриков В.В., Бусин И.В. // Техника в сельском хозяйстве. – 2011. - №5. - с. 23-24.

10. Остриков, В.В. Влияние карбамида на свойства работающего моторного масла [Текст] / Остриков В.В., Тупотилов Н.Н., Бусин И.В. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2011. - №10. - с. 23-24.

11. Остриков, В.В. Удаление продуктов старения из масел [Текст] / Остриков В.В., Бусин И.В. // Сельский механизатор - 2012. - №1. - с. 36-37.

12. Т III Часть 1 : Сб. науч. тр ГОСНИТИ / Продление срока службы работающих моторных масел за счет удаления продуктов старения [Текст] // Остриков В.В., Бусин И.В. – М.: 2013. - с 75-77.

13. Т 109, часть 1 : Сб. науч. тр ГОСНИТИ / Увеличение ресурса работающего моторного масла и повышение его противоизносных свойств [Текст] // Бусин И.В., Остриков В.В., Попов С.Ю. – М.: 2012г. - с. 81-84.

References

1. Topliva, smazochnye materialy, tehnicheskie zhidkosti. Assortiment i primenenie [Tekst] : Spravochnik / I.G Anisimov, K. M. Badyshtova, S. A. Bnatov, i dr. pod red. V.M. Shkol'nikova. – Izd 2-e pererab. i dop. - M.: «Tehinform», 1999 – 596 s.

2. Spravochnik fermera / V.N. Kuz'min, V.F. Fedorenko, S.N. Sazonov.-M.: FGBNU «Rosinformagroteh», 2013. – 616 s.

3. Prohorenkov V.D., Knjazeva l.G., Petrashev A.I., Vigdorovich V.I., Epifancev S.S. Zashhita ot atmosfernoj korrozii otrabotannymi motornymi maslami, ingibi¬rovannymi produktami ih ochistki. Soobshhenie 1. Ocenka fiziko-himicheskih svojstv ostatochnyh produktov ochistki i regeneracii.// Praktika protivokorrozionnoj zashhity. 2005. № 4. S. 39 – 49.

4. Prohorenkov V.D., Vigdorovich V.I., Knjazeva L.G., Epifancev S.S. Sostav i protivokorrozionnye svojstva ostatochnyh produktov ochistki i osvetlenija otrabotannyh motornyh masel // Praktika protivokorrozionnoj zashhity. - 2003. - № 3.- S. 55 – 58.

5. Toplivo, smazochnye materialy i tehnicheskie zhidkosti [Tekst] : uchebnoe posobie / V.V. Ostrikov, A.P. Uhanov, K.U. Safarov, S.A. Nagornov, O.A. Klejmenov, V.D. Prohorenkov. - Ul'janovsk, 2009. — 575.s

6. Toplivo, smazochnye materialy i tehnicheskie zhidkosti [Tekst] : uchebnoe posobie / V.V. Ostrikov, S.A. Nagornov, O.A. Klejmenov, V.D. Prohorenkov, I.M. Kurochkin, A.O. Hrennikov, D.V. Dorovskih. - Tambov: Izd-vo Tamb. gos. tehn un-ta, 2008. – 304 s.

7. Busin, I.V. Ochistka rabotajushhego motornogo masla ot produktov starenija [Tekst] : diss. kand. tehn. nauk. – Michurinsk – naukograd RF, 2014 – 159 s.

8. Sposob ochistki motornogo masla ot produktov starenija i zagrjaznenij [Tekst] : pat 2476589 Ros. Federacija : MPK C10M175/02 / Busin I. V., Ostrikov V. V.,Vjazinkin V. S. Zajavitel' i patentoobladatel' Gosudarstvennoe nauchnoe uchrezhdenie Vserossijskij nauchno-issledovatel'skij institut ispol'zovanija tehniki i nefteproduktov Rossijskoj akademii sel'skohozjajstvennyh nauk (GNU VNIITiN Rossel'hozakademii). - 2011138661/04, zajavl. 20.09.2011 ; opubl 27.02.2013

9. Ostrikov, V.V. Ispol'zovanie karbamida dlja ochistki motornyh masel [Tekst] / Ostrikov V.V., Busin I.V. // Tehnika v sel'skom hozjajstve. – 2011. - №5. - s. 23-24.

10. Ostrikov, V.V. Vlijanie karbamida na svojstva rabotajushhego motornogo masla [Tekst] / Ostrikov V.V., Tupotilov N.N., Busin I.V. // Mehanizacija i jelektrifikacija sel'skogo hozjajstva. – 2011. - №10. - s. 23-24.

11. Ostrikov, V.V. Udalenie produktov starenija iz masel [Tekst] / Ostrikov V.V., Busin I.V. // Sel'skij mehanizator - 2012. - №1. - s. 36-37.

12. T III Chast' 1 : Sb. nauch. tr GOSNITI / Prodlenie sroka sluzhby rabotajushhih motornyh masel za schet udalenija produktov starenija [Tekst] // Ostrikov V.V., Busin I.V. – M.: 2013. - s 75-77.

13. T 109, chast' 1 : Sb. nauch. tr GOSNITI / Uvelichenie resursa rabotajushhego motornogo masla i povyshenie ego protivoiznosnyh svojstv [Tekst] // Busin I.V., Ostrikov V.V., Popov S.Ju. – M.: 2012g. - s. 81-84.

УДК 637.116.2: 636.2

ДОРОВСКИХ В. И., ДОРОВСКИХ Д. В., АТКЕШОВ О. А.

ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОЦЕССА МАШИННОГО ДОЕНИЯ

Доровских Владимир Иванович
кандидат технических наук, доцент,
ведущий научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский
институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве,
E-mail: dorovskih50@mail.ru
Доровских Дмитрий Владимирович
кандидат технических наук, доцент,
научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский
институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве,
E-mail: dima.dorovskikh@yandex.
АТКЕШОВ ОСПАН АЙБОЛАТОВИЧ
аспирант, Всероссийский научно-исследовательский
институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйств,
E-mail: dorovskih50@mail.ru

Реферат. *Рассмотрено энергетическое обеспечение процесса молоковыведения на современных доильных установках, теоретически определены зависимости технологических последствий от значений режимных параметров доильного аппарата и функциональных характеристик вымени животных. На основе анализа результатов исследований формализована функция молоковыведения в зависимости от разового удоя и периода молокоотдачи. Определены количественные характеристики определяющие качество процесса доения: отсасывающая способность доильного аппарата; параметр молокоотдачи и параметр тугодойности животного. Установлены граничные условия соответствия отсасывающей способности доильного аппарата и параметра молокоотдачи, при которых доение происходит в оптимальном режиме, имеет место недодой или травмирование молочной железы. Определены границы эффективности использования доильных аппаратов по критерию соответствия параметра молокоотдачи номинальному режиму работы доильного аппарата. Установлена функциональная зависимость потерь продукции от недодоя при несоответствии отсасывающей способности доильного аппарата параметрам молокоотдачи.*

Ключевые слова*: доильный аппарат, выведение молока, функция молоковыведения, отсасывающая способность, метод измерения, режим доения, показатели молокоотдачи, потери продукции.*

DOROVSKIH V. I., DOROVSKIH D. V., AKESHOV O. A.

JUSTIFICATION METHODS TO QUANTIFY THE QUALITY OF PROCESSES MILKING MACHINE

Dorovskih Vladimir Ivanovich,
Ph.D., Associate Professor, Leading Reearcher, Russian Research Institute of technology and the use of oilin agriculture,E-mail: dorovskih50@mail.ru
Dorovskih Dmitry Vladimirovich,
Ph.D., Associate Professor,Researcher, Scientific ResearchInstitute of technology and the use of oil in agriculture,E-mail: dima.dorovskikh@yandex.

ATKESHOV OSPAN AYBOLATOVICH
graduate student, All-Russian Scientific Research Institute of technology and the use of oil in agriculture,E-mail: dorovskih50@mail.ru

Abstract. *Considered the energy supply of lactation on modern milking installations, theoretically determined depending on the values of technological implications of operating parameters of the milking machine and functional characteristics of the udder of animals. Based on the analysis of research results is formalized lactation function depending on a single milking and milk flow period. Quantitative characteristics determine the quality of the milking process: Exhaust of milking apparatus; parameter setting of milk and tugodoynosti animal. Set the boundary conditions matching the suction capacity of the milking machine and the parameter of milk for which milking takes place under optimal conditions takes place nedodoy or injury to the breast. The boundaries of the efficiency of milking machines on the criterion of the corresponding parameter of milk nominal operation of the milking machine. The functional dependence of the loss of production from non-compliance with the nedodoya suction capacity of the milking machine parameters of milk.*

Keywords: *milking machine, milk excretion, function lactation, suction capacity, measurement method, milking mode, the indicators of milk, loss of production.*

Введение. Известно, что энергетическое обеспечение процесса выведения молока на современных доильных установках [1 - 8] не в полной мере соответствует физиологии животных, в результате чего при недостатке энергии подводимого вакуума молоко не полностью выводится из организма животного, а при избытке происходит травмирование молочной железы.

Результаты и обсуждение. Энергия подводимого вакуума, приведенная к единице массы молока равна H/ρ, где H - величина вакуума в подсосковой камере доильного аппарата, Па; ρ - плотность молока, кг/м^3; кинетическая энергия потока молока – $V^2/2$, где V - скорость истечения молока из выводного канала соска, м/с. Уравнение Бернулли в этом случае имеет вид:

$$P_b + H = \frac{\rho V^2}{2}, \qquad (1)$$

где P_b - величина внутривыменного давления, Па;

H - величина вакуума в подсосковой камере доильного аппарата, Па.

Как показали исследования, внутривыменное давление, изменяющееся в пределах 3...5 кПа, не оказывает существенного влияния на процесс выведения молока и в дальнейшем не учитывается.

Теоретическая скорость истечения молока при постоянном отсосе определяется уравнением:

$$V_t = \sqrt{\frac{2H}{\rho}}\,. \qquad (2)$$

Для доильных аппаратов, работающих в режиме "отсасывание" -"разгрузка" средняя скорость определяется уравнением:

$$V_t = \tau\sqrt{\frac{2H}{\rho}}\,, \qquad (3)$$

где τ – относительная длительность такта «сосание», равная отношению периода сосания к периоду пульсации.

Фактическая скорость истечения ниже теоретической, это обусловлено конструктивными особенностями доильного аппарата.

Поэтому максимальное количество молока, выводимого доильным аппаратом из организма животного в единицу времени, будет:

$$G = \tau F \mu \sqrt{\frac{2H}{\rho}}\ , \qquad (4)$$

где G - средний расход молока из выводного канала соска, м^3/с;

F – эквивалентная площадь сечений выводных каналов сосков, м^2;

μ - коэффициент расхода.

Значение коэффициента расхода определяется по результатам стендовых испытаний доильного аппарата.

На основе анализа результатов исследований молоковыведения коров функцию молокоотдачи, определяющую режим истечения молока из альвеолярного отдела в цистерну вымени, можно представить в следующем виде:

$$V = k\left(t^2 + a \cdot t + b\right), \qquad (5)$$

где V – количество молока, выделяемое организмом животного в единицу времени, м^3/с;

t – текущее время, с.

Исходя из условия, что при $t = 0$ и $t = T$, $V = 0$, где T – период молокоотдачи, с. Тогда имеем $b = 0$; $a = -T$ и

$$V = k\left(t^2 + T \cdot t\right). \qquad (6)$$

Разовый удой определяется из выражения:

$$Q = \int_0^T V(t)dt = \int_0^T (t^2 - T \cdot t)dt = -\frac{k \cdot T^3}{6}\ , \qquad (7)$$

где Q – разовый удой, м^3; откуда $k = -\frac{6Q}{T^3}$.

Тогда уравнение (4.7) примет вид:

$$V = \frac{6Q}{T^3}\left(T \cdot t - t^2\right). \qquad (8)$$

В зависимости от значения параметра G и характера изменения функции молокоотдачи V процесс доения может быть реализован по трем вариантам:

1) энергии подводимого вакуума недостаточно для полного выведения молока из организма животного, поэтому на интервале времени $t_1...t_2$ наступает торможение реакции молокоотдачи и определенная порция молока не выводится и остается в альвеолярном отделе вымени;

2) значение параметра G доильного аппарата равно максимальной интенсивности молокоотдачи V_{max}, такой режим следует считать оптимальным, так как молоко полностью выводится из организма животного, а величина избыточного вакуума минимальная;

3) имеет место избыток подводимой энергии, в результате чего при достижении величины избыточного вакуума, превышающей допустимое значение, происходит травмирование молочной железы животного.

В случае, когда энергии подводимого вакуума недостаточно для полного выведения молока, величина потерь определяется разницей между количеством молока, которое может выделить организм животного за интервал времени $t_1...t_2$ и количеством молока, которое спо-

собен вывести доильный аппарат. Количество молока, которое может выделить организм животного:

$$Q' = \frac{6Q}{T^3}\int_{t_1}^{t_2}(T \cdot t - t^2)dt\,. \qquad (9)$$

Значения t_1 и t_2 определяются из условия V = G или

$$\frac{6Q}{T^3}\left(T \cdot t - t^2\right) = \tau F \mu \sqrt{\frac{2H}{\rho}}\,. \qquad (10)$$

После преобразования и решения этого уравнения относительно t получим:

$$t_1 = \frac{T}{2}\left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot \tau \cdot T \cdot F \cdot \mu}{3 \cdot Q}\sqrt{\frac{2H}{\rho}}}\right), \qquad (11)$$

$$\mathrm{t}_2 = \frac{T}{2}\left(1 + \sqrt{1 - \frac{2 \cdot \tau \cdot T \cdot F \cdot \mu}{3 \cdot Q}\sqrt{\frac{2H}{\rho}}}\right), \qquad (12)$$

Количество молока, которое способен вывести доильный аппарат за интервал времени $t_1 \ldots t_2$

$$Q'' = \tau F \mu \sqrt{\frac{2H}{\rho}}(t_2 - t_1)\,. \qquad (13)$$

Величина потерь продукции $Q_n = Q' - Q''$.

С учетом выражений (9…13) получим:

$$Q_{n_1} = Q\left(1 - \frac{2 \cdot \tau \cdot T \cdot F \cdot \mu}{3 \cdot Q}\sqrt{\frac{2H}{\rho}}\right)^{\frac{3}{2}}. \qquad (14)$$

Из анализа уравнения (14) видно, что $Q_n = 0$ при $V_{max} = G$.

Принимая во внимание уравнение (8), будем иметь:

$$V_{\max} = \frac{3Q}{2T}\,. \qquad (15)$$

Следовательно:

$$\frac{3Q}{2T} = \tau F \mu \sqrt{\frac{2H}{\rho}}\,. \qquad (16)$$

Правая часть уравнения (16), определяемая значениями параметров доильного аппарата H и τ, а также сечением выводного соска F характеризует функционирование системы "доильный аппарат - вымя животного" и является величиной случайной, определяемой анатомо-физиологическими особенностями организма животного.

Количественно отсасывающую способность доильного аппарата можно определить только по отношению к конкретному животному. Однако существующая система измерений не позволяет этого сделать, так как правая и левая части уравнения (16) - величины случайные.

Перенеся параметр F из правой части уравнения (16) в левую, получим:

$$\frac{3Q}{2 \cdot T \cdot F} = \tau \mu \sqrt{\frac{2H}{\rho}}\,. \qquad (17)$$

Теперь правая часть, имеющая размерность скорости, однозначно характеризует способность конкретного доильного аппарата выводить молоко из организма животного и может служить оценкой процесса молоковыведения. левая часть уравнения, имеющая также размерность скорости, представляет собой комплекс случайных величин, характеризующих совокупность анатомо-физиологических особенностей организма конкретного животного.

Для упрощения преобразований введем следующие обозначения:

F – параметр тугодойности, м^2;

$E = \tau\mu\sqrt{\frac{2H}{\rho}}$ - отсасывающая способность доильного аппарата, м/с;

$J = \frac{Q}{T \cdot F}$ - параметр молокоотдачи, м/с.

Параметр молокоотдачи J - это средняя скорость истечения молока через выводной канал соска, при которой за период молокоотдачи происходит полное выведение молока из организма животного.

Отсасывающая способность E - это средняя скорость истечения молока, которую способен обеспечить доильный аппарат при заданных режимах его работы.

Уравнение (17) примет вид:

$$\frac{3}{2}J = E \text{ или } J = \frac{2}{3}E. \qquad (18)$$

Учитывая, что уравнение (16) справедливо только при $V_{max} = G$, а в большинстве случаев реального процесса доения левая часть уравнения не равна правой, проанализируем последствия (технологические потери) при различных соотношениях параметров J и E.

Оптимальному режиму доения соответствует условие $J_b = \frac{2}{3}E$.

Если $J_b > \frac{2}{3}E$, молоко не полностью выводится из организма животного, а величина недодоя с учетом выражения (14) равна:

$$Q_{n_1} = Q\left(1 - \frac{2E}{3J}\right)^{\frac{3}{2}}. \qquad (19)$$

Если $J_b < \frac{2}{3}E$, на вымя воздействует избыточный вакуум, величина которого при $V = V_{max}$ равна:

$$H_u = H - \frac{\rho \cdot V_{\max}^2}{2}. \qquad (20)$$

Если величина избыточного вакуума превышает некоторое допустимое значение H_g, происходит травмирование молочной железы животного. По данным Галаова К.К. [9] патологические изменения в вымени возникают в том случае, когда механические нагрузки на соски коровы достигают болевого порога. Установлено, что предельно-допустимое давление на соски коров находится в пределах 20...22 кПа.

Этому условию соответствует значение параметра молокоотдачи

$$J_h = \frac{2 \cdot \tau \cdot \mu}{3}\sqrt{\frac{2(H - H_g)}{\rho}}, \qquad (21)$$

где H_g – допустимое давление на сосок.

Значения J_b и J_h определяют границы эффективности использования доильных аппаратов.

При значении параметра молокоотдачи $J > J_b$ имеют место потери продукции в результате недодоя. Если выполняется условие $J_h \leq J \leq J_b$ молоко полностью выводится из организма животного, а величина избыточного вакуума не достигает предельного значения. При $J < J_h$ в организме животного возникают патологические изменения, приводящие к заболеванию маститом.

Выводы. Выявлено, что объективные закономерности процессов молоковыведения должны служить основой количественной оценки качества и эффективности использования доильных установок.

Сопоставление отсасывающей способности доильных аппаратов с показателями молокоотдачи позволяет результативно управлять процессом доения, осуществлять рациональный подбор стада и целенаправленную селекцию животных, оценивать перспективы совершенствования доильных установок.

Список литературы

1. Филиппова О.Б., Доровских В.И., Кийко Е.И. Физиологическая оценка доильного оборудования // Вестник ВИЭСХ . - 2014. - №3 (16). –С. 64 – 65.

2. Филиппова О.Б., Кийко Е.И., Доровских В.И., Аткешов О.А. Предпосылки для создания алгоритма управления доильным процессом // Международный научно-исследовательский журнал. – 2014. - №4 – 1 (23). – С. 101 – 102.

3. Филиппова О.Б., Доровских В.И., Кийко Е.И. К методике физиологической оценки доильного оборудования. // Наука в центральной России. – 2014. - №6 (12). – С. 53 – 60.

4. Доровских В.И., Доровских Д.В. Измерение отсасывающей способности доильных аппаратов // Наука в центральной России. – 2013. - №6 (12). – С. 21-27.

5. Доровских В.И., Доровских Д.В., Аткешов О.А. Пути повышения эффективности функционирования средств механизации на семейных молочных фермах // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2012. - №2 (6). –С. 47 – 51.

6. Доровских В.И., Дейнега А.П. Оптимизация процесса молоковыведения при доении коров в стойлах // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2008. – Т. 18. - №2. – С. 123 – 128.

7. Доровских В.И., Дейнега А.П. Повышение эффективности использования молокопроводных доильных установок путем их модернизации // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2008. – Т. 18. - №1. – С. 160 – 165.

8. Доровских В.И. Повышение эффективности использования доильных установок / автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Саратов. – 1996.

9. Галаов К.К. Исследование гидроаэродинамических и конструкторских параметров двухкамерных доильных стаканов с целью исключения патологических изменений вымени у коров / автореферат диссертации. - Орджоникидзе. – 1957. 238 с.

References

1. Filippova O.B., Dorovskikh V.I., Kiyjko E.I. Fiziologicheskaya ocenka doiljnogo oborudovaniya // Vestnik VIEhSKh . - 2014. - №3 (16). –S. 64 – 65.

2. Filippova O.B., Kiyjko E.I., Dorovskikh V.I., Atkeshov O.A. Predposihlki dlya sozdaniya algoritma upravleniya doiljnihm processom // Mezhdunarodnihyj nauchno-issledovateljskiyj zhurnal. – 2014. - №4 – 1 (23). – S. 101 – 102.

3. Filippova O.B., Dorovskikh V.I., Kiyjko E.I. K metodike fiziologiche-skoyj ocenki doiljnogo oborudovaniya. // Nauka v centraljnoyj Rossii. – 2014. - №6 (12). – S. 53 – 60.

4. Dorovskikh V.I., Dorovskikh D.V. Izmerenie otsasihvayutheyj sposobnosti doiljnihkh apparatov // Nauka v centraljnoyj Rossii. – 2013. - №6 (12). – S. 21-27.

5.Dorovskikh V.I., Dorovskikh D.V., Atkeshov O.A. Puti povihsheniya ehffektivnosti funkcionirovaniya sredstv mekhanizacii na semeyjnihkh molochnihkh fermakh // Vestnik Vserossiyjskogo nauchno-issledovateljskogo instituta mekhanizacii zhivotnovodstva. – 2012. - №2 (6). –S. 47 – 51.

6. Dorovskikh V.I., Deyjnega A.P. Optimizaciya processa molokovihvedeniya pri doenii korov v stoyjlakh // Vestnik Vserossiyjskogo nauchno-issledovateljskogo instituta mekhanizacii zhivotnovodstva. – 2008. – T. 18. - №2. – S. 123 – 128.

7. Dorovskikh V.I., Deyjnega A.P. Povihshenie ehffektivnosti ispoljzova-niya molokoprovodnihkh doiljnihkh ustanovok putem ikh modernizacii // Vestnik Vserossiyjskogo nauchno-issledovateljskogo instituta mekhani-zacii zhivotnovodstva. – 2008. – T. 18. - №1. – S. 160 – 165.

8. Dorovskikh V.I. Povihshenie ehffektivnosti ispoljzovaniya doiljnihkh ustanovok / avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoyj stepeni kan-didata tekhnicheskikh nauk. – Saratov. – 1996.

9. Galaov K.K. Issledovanie gidroaehrodinamicheskikh i konstruktorskikh parametrov dvukhkamernihkh doiljnihkh stakanov s celjyu isklyucheniya patologicheskikh izmeneniyj vihmeni u korov / avtoreferat dissertacii. - Ordzhonikidze. – 1957. 238 s.

УДК 620.197.7

ОСТРИКОВ В. В., ШИХАЛЕВ И. Н., ПОПОВ С. Ю., КНЯЗЕВА Л. Г., УРЯДНИКОВ А. А., МАНАЕНКОВ К. А.

ЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК НА ОСНОВЕ ОТРАБОТАННЫХ МАСЕЛ

Остриков Валерий Васильевич,
доктор технических наук,
заведующий лабораторией, Всероссийский научно – исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве,
E–mail: viitinlab8@bk.ru
Шихалев Илья Николаевич,
научный сотрудник, Всероссийский научно – исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве
E–mail: viitinlab8@bk.ru
Попов Сергей Юрьевич,
кандидат технических наук,
научный сотрудник, Всероссийский научно – исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве
Князева Лариса Геннадьевна
доктор химических наук,

ученый секретарь, Всероссийский научно – исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве,
E–mail: viitinlab8@bk.ru

Урядников Александр Алексеевич
кандидат химических наук,
старший преподаватель, ФГБОУ ВПО Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина
E-mail: chemisttambov@rambler.ru

Манаенков Константин Алексеевич
доктор технических наук, профессор, директор Инженерного института
Мичуринский государственный аграрный университет

Реферат: *В статье представлены материалы исследований по оценке защитных свойств пластичных смазок на основе отработанных масел. Защитные антикоррозионные свойства пластичных смазок используемых в узлах трения сельскохозяйственной техники является одними из важнейших, так как в условиях эксплуатации и хранения машин смазки подвержены перепадам температур, образованию конденсатов, воды и как следствие коррозии деталей. В отличии от смазок промышленного изготовления разрабатываемые аналоги пластичных смазок Солидол-Ж и Литол-24 имеют в своей основе дисперсионную среду содержащую остаточное незначительное количество антикоррозионных присадок. На основании чего в работе ставится задача оценки защитных смазок на основе очищенных отработанных моторных масел. В состав смазок входят широко известные загустители КОСЖК (кубовые остатки синтетических жирных кислот) и кальциевые и литиевые мыла, что также требует оценки защитных свойств в силу отсутствия объективных данных об эффективности работы смесей после их термической обработки. Процесс коррозии, сам по себе, протекает по электрохимическому, для которого характерна локализация на отдельных участках протекания двух процессов, а именно анодного и катодного. В результате исследований установлено, что все испытуемые образцы пластичных смазок тормозят анодное растворение железа, при этом наблюдается облегчение катодного процесса. Определенно, что величина Тафелевских наклонов анодных поляризационных кривых в присутствии разработанных образцов пластичных смазок близки между собой и к полученным для стального электрода без покрытия, что позволяет предположить в первом приближении механизм анодной ионизации железа. Скорость катодной реакции возрастает в присутствии всех исследуемых смазок. На основании проведенных иследований делается вывод об отнесении смазок к ингибиторам коррозии смешанного тока. Защитные свойства составов смазок обеспечиваются как за счет действия среды – самого масла, так и за счет действия антиокислительных, противокоррозионных присадок присутствующих в отработанном масле.*

Ключевые слова: *пластичная смазка, коррозия, отработанное масло, защитная эффективность, ингибитор.*

OSTRIKOV V. V., SHIKHALEV I. N., POPOV S. Y., KNYAZEV L. G., URYDNIKOV A.A., MANAENKOV K. A.

SAFETY FEATURES GREASES BASED ON WASTE OILS

Ostrikov Valery Vasilyevich,
Full Doctor of technical Sciences, laboratory chief, All - Russian Research Institute of Machin-

ery and Petroleumproducts in Agriculture,
E-mail: viitinlab8@bk.ru
Shikhalev Ilya Nikolayevich,
Researcher, All - Russian Research Institute of Machinery and Petroleumproducts in Agriculture,E-mail: viitinlab8@bk.ru
Popov Sergey Yurevich,
Candidate of technical Sciences,,
Researcher, All - Russian Research Institute of Machinery and Petroleumproducts in Agriculture,E-mail: viitinlab8@bk.ru
Knyazev Larisa Gennadevna
Full Doctor of Chemistry,
Scientific Secretary, All - Russian Research Institute of Machinery and Petroleumproducts in Agriculture,
E-mail: viitinlab8@bk.ru
Urydnikov Aleksandr Alekseevich
Ph.D.,
Senior Lecturer, VPO Tambov State University. GR Derzhavin
E-mail: chemisttambov@rambler.ru
Manaenkov Konstantin Alekseevich
Full Doctor of technical Sciences, Professor, Director of the Engineering Institute Michurinsky State Agrarian University.
E-mail: mikheyev@mgau.ru

Summary: *The article presents the studies evaluating the protective properties of greases based on waste oils. Protective anti-corrosion properties of greases used in friction units of agricultural machinery is one of the most important, since conditions of use and storage of machinery lubrication exposed to extremes of temperature, condensation of water and as a result of corrosion of parts. In contrast to the industrial production of lubricants developed counterparts greases Solidol-F and Litol-24 are based on a dispersion medium containing a small amount of residual anti-corrosion additives. Based on what is put in the task of assessing the safety of lubricants on the basis of purified used motor oil. The composition of lubricants include well-known thickeners RSFA (residues of synthetic fatty acids) and calcium and lithium soap, which also requires an assessment of the protective properties due to the lack of objective data on the effectiveness of the mixtures after heat treatment. The corrosion process itself, flows through electrochemical, which is characterized by localization of the flow in some areas of the two processes, namely, the anode and cathode. The studies found that all test samples greases inhibit the anodic dissolution of iron, while there is relief cathodic process. Specifically, that value Tafel slopes of the anodic polarization curves of the samples developed in the presence of greases are close to each other and to those obtained for uncoated steel electrode, which suggests that in a first approximation mechanism anode ionization of iron. Speed increases cathodic reaction in the presence of all tested lubricants. Based on the study researches concluded on referring to lubricants corrosion inhibitors mixed current. The protective properties of the compositions are provided as a lubricant due to the action of the medium - the oil itself, and by the action of antioxidant, anti-corrosion additives present in the waste oil.*

Keywords: *grease, corrosion, waste oil, the protective efficacy of an inhibitor.*

Введение. Состав дисперсионной среды и дисперсной фазы оказывают существенное влияние на защитные свойства смазок. Так в зависимости от природы используемых масел и

загустителей защитные, антикоррозионные свойства смазок могут быть выше или ниже, что является очень важным фактором для смазок, используемых в сельскохозяйственной технике.

Условия хранения и эксплуатации машин в сельскохозяйственном производстве можно считать жестким [1 - 6], так как техника подвержена перепадам температур, образованию конденсатов воды в узлах трения, а соответственно интенсификации процессов коррозии.

В большинство смазок типа Солидол, Литол выпускаемых по ТУ вводятся специальные антикоррозионные присадки, ингибиторы окисления.

Материалы и методы. Для наших условий использования в качестве дисперсионной среды отработанных моторных масел, остаточное содержание незначительного количества несработавших антикоррозионных присадок является положительным фактором способствующим повышению эксплуатационных свойств готовящихся смазок и снижающих затраты на их получение [7 - 9].

Процесс коррозии, сам по себе, протекает по электрохимическому механизму, для которого характерна возможность локализации на определенных участках поверхности двух одновременно протекающих электродных процессов: 1) анодного – образования гидратированных ионов металла в электролите и появления некомпенсированных электронов на анодных участках:

$$ne \leftarrow neMe^{n+} \xrightarrow{+mH_2O} Me^{n+} \cdot mH_2O \qquad (1)$$

2) катодного — ассимиляции электронов какими-либо ионами или молекулами раствора (D-деполяризаторами), способными к восстановлению на катодных участках.

Основным реагентом процесса коррозии является вода. Вода - участник анодной ионизации металла. В нейтральных и щелочных средах, обычных для атмосферной коррозии, в соответствии с механизмом Бокриса на железе и стали протекает следующий анодный процесс:

$$Fe + H_2O \leftrightarrow (FeOH)_{\text{адс}} + H^+ + e^- \qquad (2)$$

$$(FeOH)_{\text{алс}} \rightarrow (FeOH)^+_{\text{адс}} + e^- \qquad (3)$$

$$(FeOH)^+_{\text{адс}} \leftrightarrow Fe^{2+} + OH \qquad (4)$$

Катодные процессы также протекают с участием воды. При атмосферной коррозии возможно протекание реакций с водородной и кислородной деполяризацией, причем кислородная деполяризация более термодинамически вероятна, чем водородная. Для нее характерны следующие реакции в нейтральной и щелочной среде:

$$O_2 + 2H_2O + 4e \rightarrow 4OH^- \qquad (5)$$

В кислой среде восстановление растворенного кислорода протекает по уравнению:

$$O_2 + 4H^+ + 4e \rightarrow 2H_2O \qquad (6)$$

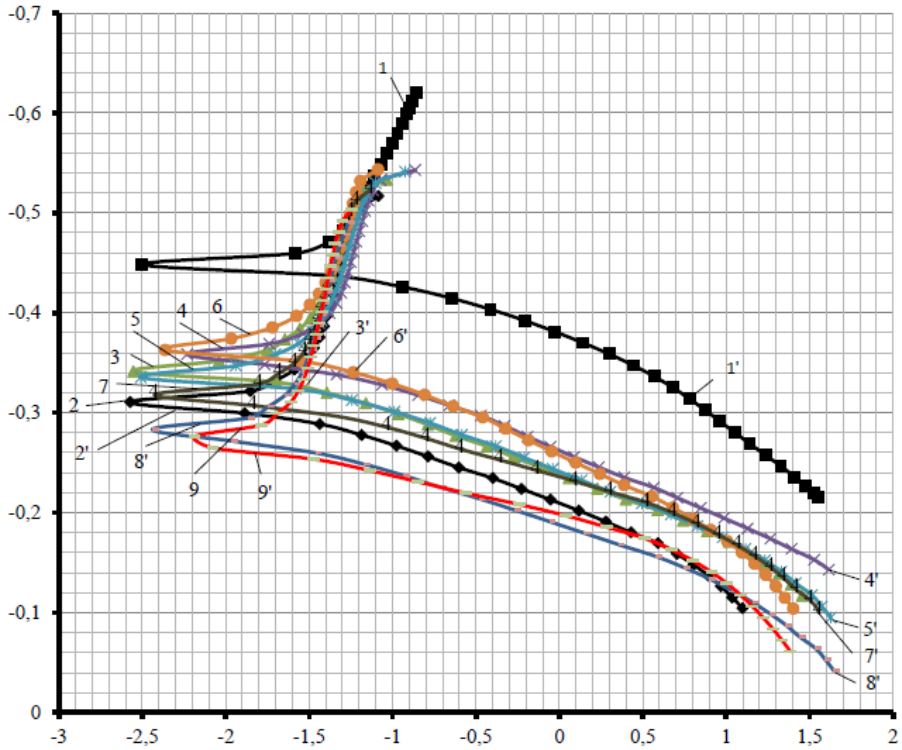
Суммарные процессы (5) и (6) являются многостадийными. Их кинетика и механизм зависят от скорости доставки кислорода к катоду и природы самого катода. Растворенный кислород является таким же обязательным участником процесса коррозии, как и вода.

Логично для изучения электрохимических процессов использовать современные электрохимические методы. В нашей работе для определения противокоррозионных свойств пластичных смазок был использован электрохимический метод поляризационных кривых [10].

Электрохимические исследования проводили в 0,5 М растворе NaCl. В такой, достаточно агрессивной среде, проводят ускоренные коррозионные испытания по ГОСТ 9.042-75.

Результаты. На катодной поляризационной кривой наблюдается линейный тафелевский участок с наклоном $tg\alpha_к$ ~ 140 мВ, переходящий в область предельного катодного тока с $i_{пред}$

~ 0,040 А/м^2. Стационарный потенциал коррозии стали без покрытия составляет –0,457 В, плотность тока коррозии, рассчитанная посредством экстраполяции линейных участков поляризационных кривых на потенциал коррозии, в фоновом растворе ($i_{кор}$) – 0,0316 А/м^2 (рис.1, кривая 1, таблица 1). На анодной поляризационной кривой также имеется линейный тафелевский участок с наклоном ≈ 53 мВ, близким к значению *2,3 RT/F* (где *R* – универсальная газовая постоянная; *T* – абсолютная температура; *F* – постоянная Фарадея), что характерно для анодной ионизации железа в хлоридных слабокислых средах в отсутствии пассивации (переход поверхности металла в неактивное, пассивное состояние, связанное с образованием тонких поверхностных слоёв соединений, препятствующих коррозии).



1 – фон; 2 – Литол-24; 3 – ds (ММОМ) + df (литиевое мыло (LM));
4 – ds (ММОМ) + df (LM) + карбамид; 5 – ds (ММОС) + df (LM);
6 – ds (ММОС) + df (LM) + карбамид; 7 – Солидол Ж; 8 – ds (ММОС) +
+ df (кальциевое мыло (КМ)); 9 - ds (ММОМ) + df (КМ);

Рисунок 1 – Поляризационные кривые: катодные (1-9), анодные (1’-9’)

Таблица 1 – Результаты электрохимических измерений на стали, покрытой пленками исследуемых смазок, в 0,5М NaCl при комнатной температуре

№ п/п	Природа защитного покрытия	- $E_{кор.}$, В	$tg\alpha_к$, В	$tg\alpha_а$, В	$i_{кор}$, А/м^2	$K_э \cdot 10^{-3}$, г/м^2·ч	Z, %
1	Отсутствует	-0,457	0,070	0,053	0,0316	0,0329	-
2	Литол (синт.осн)	-0,339	0,133	0,050	0,0159	0,0165	50
3	Литол (синт.осн +к)	-0,369	0,128	0,050	0,0188	0,0196	40
4	Литол (мин.осн)	-0,350	0,133	0,053	0,01479	0,0154	53
5	Литол (мин.осн +к)	-0,360	0,133	0,052	0,0234	0,0190	42
6	Литол-24	-0,320	0,133	0,054	0,0162	0,0168	49
7	Солидол	-0,341	0,125	0,048	0,0162	0,0168	49
8	Солидол(синт.осн)	-0,295	0,125	0,053	0,0138	0,0144	56
9	Солидол (мин.осн)	-0,271	0,125	0,042	0,0143	0,0148	55

После нанесения на электрод всех исследуемых пластичных смазок потенциал коррозии сдвигается в сторону положительных потенциалов, по сравнению с незащищенной сталью. Наиболее сильно облагораживают потенциал коррозии солидолы на синтетической (Δ E = 0,162 В) и минеральной основе (Δ E = 0,186 В), несколько хуже аналогов Литол-24 на синтетической основе с карбамидом (Δ E = 0,088 В).

Величины тафелевских наклонов анодных поляризационных кривых в присутствии пластичных смазок близки между собой и к полученным для стального электрода без покрытия. Это позволяет предположить, в первом приближении, что механизм анодной ионизации железа в присутствии пластичных смазок не изменяется, иной становится только кинетика процесса.

Величины тафелевских наклонов катодных поляризационных кривых близки между собой, но отличаются от полученных для стального электрода без покрытия. Скорость катодной реакции также возрастает в присутствии всех исследуемых пластичных смазок. Возможно изменение механизма катодного восстановления.

В соответствии с полученными результатами все исследуемые пластичные смазки тормозят анодное растворение железа, но при этом наблюдается некоторое облегчение катодного процесса, возможно обусловленное лучшим растворением O_2 в масле, чем в воде. Следовательно, исследуемые пластичные смазки можно отнести к ингибиторам коррозии смешанного типа.

Все исследуемые пластичные смазки обеспечивают защитную эффективность стальных поверхностей ~ 40 – 55 %. Солидолы на синтетической и минеральной основе имеют более высокую защитную эффективность (таблица 1) чем у Литола.

Выводы. В целом можно утверждать, что разработанные составы смеси дисперсионной среды и дисперсной фазы имеют защитную эффективность близкую к товарным продуктам «Солидол-Ж» и «Литол-24». Защитные свойства составов обеспечиваются как за счет действия среды, так и за счет эффектов от действия антиокислительных и антикоррозионных присадок присутствующих в отработанном моторном масле.

Проведение сравнительных исследований и детальный анализ действия остаточных элементов присадок в маслах не входили в задачи данных исследований ограничиваясь логичным выводом их присутствия и полученными положительными результатами подтверждающие известные закономерности. Данные факты позволяют утверждать о нецелесообразности введения в полученные составы противокоррозионных присадок.

Список литературы

1. Остриков, В.В. Сазонов, С.Н. Актуальные проблемы повышения эффективности использования нефтепродуктов в сельскохозяйственной технике // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2013. - №1. – С. 30-32.

2. Сазонов, С.Н., Остриков, В.В., Сазонова, Д.Д. Доступность и повышение эффективности использования нефтепродуктов в фермерских хозяйствах // Вестник ЧГАА. – 2014. – Т. 68. – С. 76-83.

3. Сазонов, С.Н., Остриков, В.В. Эффективность использования нефтепродуктов в фермерских хозяйствах // Сельский механизатор. – 2012. – № 10. – С. 32 – 33.

4. Остриков, В.В., Нагорнов, С.А., Гафуров И.Д. Топливо и смазочные материалы. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 110300 - "Агроинженерия" / М-во сельского хоз-ва Российской федерации, Башкирский государственный аграрный университет. Уфа, 2006.

5. Остриков, В.В., Тупотилов, Н.Н., Белогорский, В.В. Информативность и взаимосвязь показателей качества работающих моторных масел // Техника в сельском хозяйстве. – 2008. - №3. – С. 45-47.

6. Прохоренков В.Д., Клиот М.Б., Князева Л.Г., Вигдорович В.И., Болдырев А.В. Оценка воздействия на окружающую среду процессов хранения и противокоррозионной защиты сельскохозяйственной техники.2. Выбросы загрязняющих веществ в биосферу // Практика противокоррозионной защиты. - 2001.- № 2. – С. 28 – 34.

7. Петрашев, А.И., Прохоренков В.Д., Князева, Л.Г., Остриков В.В. Вигдарович, В.И. Защита от атмосферной коррозии отработанными маслами, ингибированными продуктами их очистки. сообщение 5. Технологии получения и применения продуктов очистки отработанных масел //Практика противокоррозионной защиты. – 2006. - №3. – С. 38-43.

8. Прохоренков, В.Д., Остриков, В.В., Князева, Л.Г., Чернышева, И.Ю. Противокоррозионные свойства отработанного моторного масла М10$Г_2$(К) //Практика противокоррозионной защиты. – 2003. - №2. – С. 7-11.

9. Корнев, А.Ю., Шихалев, И.Н., Остриков, В.В. Получение пластичных смазок на основе отработанных масел // Наука в центральной России. – 2013. – С. 227 - 228.

10. 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». Тамбов. 2012.

References

1. Ostrikov, V.V. Sazonov, S.N. Aktual'nye problemy povyshenija jeffektivnosti ispol'zovanija nefteproduktov v sel'skohozjajstvennoj tehnike // Mehanizacija i jelektrifikacija sel'skogo hozjajstva. – 2013. - №1. – S. 30-32.

2. Sazonov, S.N., Ostrikov, V.V., Sazonova, D.D. Dostupnost' i povyshenie jeffektivnosti ispol'zovanija nefteproduktov v fermerskih hozjajstvah // Vestnik ChGAA. – 2014. – T. 68. – S. 76-83.

3. Sazonov, S.N., Ostrikov, V.V. Jeffektivnost' ispol'zovanija nefteproduktov v fermerskih hozjajstvah // Sel'skij mehanizator. – 2012. – № 10. – S. 32 – 33.

4. Ostrikov, V.V., Nagornov, S.A., Gafurov I.D. Toplivo i smazochnye materialy. Uchebnoe posobie dlja studentov vysshih uchebnyh zavedenij, obuchajushhihsja po napravleniju 110300 - "Agroinzhenerija" / M-vo sel'skogo hoz-va Rossijskoj federacii, Bashkirskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet. Ufa, 2006.

5. Ostrikov, V.V., Tupotilov, N.N., Belogorskij, V.V. Informativnost' i vzaimosvjaz' pokazatelej kachestva rabotajushhih motornyh masel // Tehnika v sel'skom hozjajstve. – 2008. - №3. – S. 45-47.

6. Prohorenkov V.D., Kliot M.B., Knjazeva L.G., Vigdorovich V.I., Boldyrev A.V. Ocenka vozdejstvija na okruzhajushhuju sredu processov hranenija i protivokorrozionnoj zashhity sel'skohozjajstvennoj tehniki.2. Vybrosy zagrjaznjajushhih veshhestv v biosferu // Praktika protivokorrozionnoj zashhity. - 2001.- № 2. – S. 28 – 34.

7. Petrashev, A.I., Prohorenkov V.D., Knjazeva, L.G., Ostrikov V.V. Vigdarovich, V.I. Zashhita ot atmosfernoj korrozii otrabotannymi maslami, ingibirovannymi produktami ih ochistki. soobshhenie 5. Tehnologii poluchenija i primenenija produktov ochistki otrabotannyh masel //Praktika protivokorrozionnoj zashhity. – 2006. - №3. – S. 38-43.

8. Prohorenkov, V.D., Ostrikov, V.V., Knjazeva, L.G., Chernysheva, I.Ju. Protivokorrozionnye svojstva otrabotannogo motornogo masla M10G2(K) //Praktika protivokorrozionnoj zashhity. – 2003. - №2. – S. 7-11.

9. Kornev, A.Ju., Shihalev, I.N., Ostrikov, V.V. Poluchenie plastichnyh smazok na osnove otrabotannyh masel // Nauka v central'noj Rossii. – 2013. – S. 227 - 228.

10. Knyazeva L.G. Nauchnye osnovy sozdanija antikorrozionnyh konservacionnyh materialov na baze otrabotavshih neftjanyh masel i rastitel'nogo syr'ja: dissertacija na soiskanie uchenoj stepeni doktora himicheskih nauk/ GOUVPO «Tambovskij gosudarstvennyj tehnicheskij universitet». Tambov. 2012.

УДК 621.892.5

ОСТРИКОВ В. В., ШИХАЛЕВ И. Н., ПОПОВ С. Ю., МАНАЕНКОВ К. А., ДИВИН А. Г.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ДИСПЕРСИОННОЙ СРЕДЫ И ДИСПЕРСНОЙ ФАЗЫ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК

Остриков Валерий Васильевич,
доктор технических наук,
заведующий лабораторией, Всероссийский научно – исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве,
E–mail: viitinlab8@bk.ru
Шихалев Илья Николаевич,
научный сотрудник, Всероссийский научно – исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве
E–mail: viitinlab8@bk.ru
Попов Сергей Юрьевич,
кандидат технических наук,
научный сотрудник, Всероссийский научно – исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве
E–mail: viitinlab8@bk.ru
Манаенков Константин Алексеевич
доктор технических наук, профессор, директор Инженерного института
Мичуринский государственный аграрный университет
E–mail: mikheyev@mgau.ru
Дивин Александр Георгиевич
доктор технических наук
заведующий кафедрой
Тамбовский государственный технический университет

Реферат. *Пластичная смазка является важнейшей составляющей большинства узлов трения сельскохозяйственной техники. От природы и свойств дисперсионной среды и дисперсной фазы во многом зависят эксплуатационные характеристики пластичных смазок. Для условий смешения дисперсионной среды и дисперсной фазы очень важно определить оптимальные характеристики смешивания – концентрацию, температуру и время. В работе рассматриваются результаты исследований по определению оптимальных параметров процесса смешивания очищенного отработанного масла как дисперсионной среды с различ-*

ного вида мылами как загустители. Установлено что оптимальной концентрацией смешивания минеральных отработанных масел с кальциевым мылом является значение 50:50, а для масел на синтетической основе 80 % очищенного отработанного масла и 20% литиевого мыла. Установлено, что с увеличением количества загустителя температура каплепадения смазки увеличивается как в случае использования синтетического масла в качестве дисперсионной среды так и при смешивании с очищенным минеральным моторным маслом. Также определено, что увеличение концентрации дисперсной фазы к дисперсионной среды выше оптимальных значений приводит к структурным изменениям смазок, изменению её пластичности. Важнейшей технологической характеристикой процесса приготовления смазки является температура её предварительной обработки. В процессе анализа результатов исследования определено, что температура каплепадения смазки после их термической обработки в течении двух часов выросла по сравнению с обработкой в течении часа значительно. Увеличение времени обработки к положительным результатам не приводит, а соответственно не является целесообразным, так как увеличивает затраты на получение конечного продукта. Полученные составы смазок по основным физико - химическим характеристикам аналогичны товарным смазкам типа Солидол – Ж и Литол – 24 применяемых в подшипниковых узлах трения сельскохозяйственной техники.

Ключевые слова: *пластичная смазка, компоненты, дисперсная фаза, дисперсионная среда, концентрация, омыление, перемешивание, каплепадение, температура обработки.*

OSTRIKOV V. V., SHIKHALEV I. N., POPOV S. Y., MANAENKOV K. A., DIVIN A. G.

DETERMINATION OF OPTIMUM COMPONENT COMPOSITION OF THE DISPERSION MEDIUM AND DISPERSE PHASE GREASES

Ostrikov Valery Vasilyevich,
Full Doctor of technical Sciences, laboratory chief, All - Russian Research Institute of Machinery and Petroleumproducts in Agriculture,
E-mail: viitinlab8@bk.ru
Shikhalev Ilya Nikolayevich,
Researcher, All - Russian Research Institute of Machinery and Petroleumproducts in Agriculture,E-mail: viitinlab8@bk.ru
Popov Sergey Yurevich,
Candidate of technical Sciences,,
Researcher, All - Russian Research Institute of Machinery and Petroleumproducts in Agriculture,E-mail: viitinlab8@bk.ru
Manaenkov Konstantin Alekseevich
Full Doctor of technical Sciences, Professor, Director of the Engineering Institute Michurinsky State Agrarian University. E-mail: mikheyev@mgau.ru
Divin Aleksandr Georgievich
Full Doctor of technical Sciences, Head of the Department
Tambov State Technical University
E-mail: agdv@yandex.ru

Abstract. *Grease is an essential component of most friction units of agricultural machinery. The nature and properties of the dispersion medium and the dispersed phase is largely dependent on the operating characteristics of greases. For the conditions of mixing a dispersion medium and the dispersed phase is very important to determine the optimal characteristics of the mixer - the*

concentration, temperature and time. The paper deals with the results of studies to determine the optimal parameters of the process of mixing the purified waste oil as a dispersion medium with various soaps as thickeners. It is established that the optimum concentration of the mineral mix used oil with a calcium soap is a value of 50:50, while a synthetic base oil 80% refined waste oil and 20% lithium soap. It has been established that an increase in the amount of thickener dropping point grease increases as in the case of using a synthetic oil as a dispersion medium and by mixing with refined mineral engine oil. It is also determined that increasing the concentration of the dispersed phase of the dispersion medium to the above optimum values leads to structural changes greases change its ductility. The most important characteristic of the process of cooking grease is the temperature of its pretreatment. In analyzing the results of the study determined that the dropping point of grease after heat treatment for two hours increased as compared with the treatment for an hour considerably. Image processing time positive results not shown, and accordingly is not desirable, as it increases the cost of obtaining the final product. The resulting formulations of lubricants on the main physical - chemical characteristics similar to the trademark grease type Solidol - F and lithologic - 24 used in the bearing friction of agricultural machinery.

Keywords: *grease components, the dispersed phase, the dispersing medium, concentration, saponification stirring dropping point temperature processing.*

Введение. Объёмы потребления пластичных смазок в сельскохозяйственном производстве на порядок ниже, чем смазочных масел [1, 2, 3]. При этом пластичные смазки применяются практически во всех сельхозмашинах [4]. А от их качества и эффективности работы в целом зависят надежность работы всего автотракторного парка [5, 6, 7].

Пластичные смазки состоят из дисперсионной среды, дисперсной фазы и присадок.

В отличие от промышленно используемых дисперсионных сред – разного рода масел, очищенные отработанные масла содержат в своем составе около 30 % не сработавших антиокислительных, противоизносных, антикоррозионных присадок [8, 9, 10, 11, 12], что является положительным аргументом в пользу использования очищенных масел в качестве дисперсионной среды.

Дисперсная фаза или загустители должны хорошо растворяться в дисперсионной среде. Элементы смеси дисперсионной среды и дисперсной фазы должны быть «восприимчивы» друг к другу, не вызывать химических реакций меняющих физическую сущность, кроме той которая необходима для получения искомых результатов.

В смазке Солидол Ж в качестве загустителя используют кубовые остатки СЖК, кальциевое мыло. В смазках Литол-24 в качестве дисперсной фазы используется литиевое мыло [13].

Материалы и методы. Для проведения исследования по определению оптимального состава смеси, в качестве компонента мыла использовались кубовые остатки синтетических жирных кислот КОСЖК имеющие кислотное число 70 мг КОН/г. В качестве агента обеспечивающего процесс омыления применялся водный раствор извести (пушонки) в соотношении 3:1.

Данная концентрация принята на основании известного технологического процесса омыления и позволяет в результате химического взаимодействия элементов кислот КОСЖК и щелочи (извести) образовывать мыла (соли). Загуститель или дисперсная фаза имели состав состоящий из КОСЖК и водного раствора щелочи в соотношении 50:50.

Результаты Для определение оптимальной концентрации смешивания дисперсионной среды и дисперсной фазы принимались следующие соотношения: 50:50 дисперсионной сре-

ды (ds) и дисперсной фазы (df); 60:40 (ds:df); 70:30 (ds:df); 80:20 (ds:df); 40:60 (ds:df); 30:70 (ds:df), 20:80 (ds:df). На рисунке 1 представлена зависимость изменения температуры каплепадения смазки от её состава.

Смазка готовилась при определенных условиях: время перемешивания смеси составляло 10 минут t_n , температура дисперсионной среды $t'_{дс} = 70\ °C$, с последующим увеличением температуры до $t'_с = 90\ °C$ после внесения дисперсионной фазы до 90°С и термической обработки $t'_{ТО} = 110\ °C$ в течении $t'_T = 10$ мин.

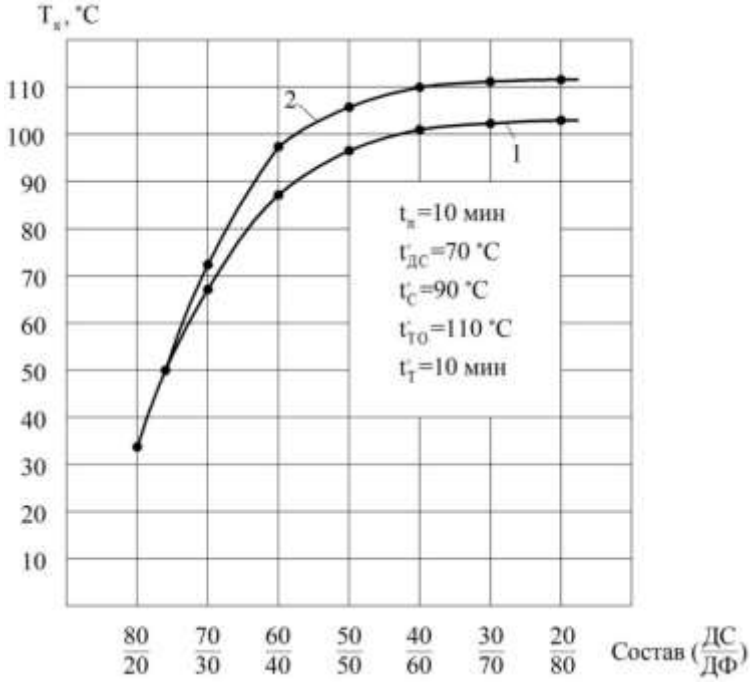


Рисунок 1 Зависимость изменения температуры каплепадения смазки от состава дисперсионной среды (ds) и дисперсной фазы (df)

Анализируя представленные на рисунке 1 данные следует отметить, что состав смазки состоящий из пропорции 60 на 40 и 50 на 50 (линия 1) позволяет увеличить температуру каплепадения практически до 110 °С, что является приемлемым значением для смазок типа Солидол. Изменения концентрации в ту или другую сторону не приводит к положительному результату.

Использование в качестве дисперсионной среды очищенного отработанного синтетического моторного масла позволяет получать смазку даже с более высокой характеристикой каплепадения (линия 2).

Характеризуя структуру смазки следует отметить, что в изменение состава 70:30 и 80:20 дисперсионной среды к дисперсной фазе приводит к её текучести и расслаиванию, а при соотношении 30:70 и 20:80 к растрескиванию смазки.

В исследованиях по получения смазок аналога Литол-24 в качестве df используется литиевое мыло. Одним из компонентов мыла является 12 - оксистеариновая кислота (44,5 % масс) а в качестве агента способствующего омылению применялся водный раствор гидроксида лития (9,3% гидроксида лития, 27,7 % воды) от массы.

Смазка готовилась соблюдая следующие условия: дисперсионную среду и дисперсную фазу смешивают при температуре 20 $°C$, дальше при постоянном перемешивании поднимают температуру до точки плавления мыла $t'_{пм} = 230\ °C$ и проводят окончательную обработку при этой температуре в течении $t'_T = 10$ мин. Данные условия приняты исходя из требований технологического процесса приготовления смазок.

В таблице 1 представлен характер изменения температуры каплепадения при смешивании дисперсионной среды и дисперсной фазы.

Таблица 1 Характер изменения температуры каплепадения состава смазки состоящего из дисперсионной среды и дисперсной фазы

Показаттель	Соотношение дисперсионной среды (ds) к дисперсной фазе (df)						
	90/10	88/12	86/14	84/16	82/18	80/20	78/22
Температура каплепадения	ds (очищенное моторное синтетическое масло) + df (литиевое мыло)						
	94	115	123	134	147	161	178
	ds (очищенное моторное минеральное масло) + df (литиевое мыло)						
	85	99	118	126	138	142	159

Анализируя данные таблицы 1 в первом приближении можно сделать вывод о том, что с увеличением количества загустителя температура каплепадения исследуемых составов увеличивается как в случае использования синтетического масла, так и в случае смешивания с моторным минеральным очищенным маслом.

Сравнивая полученные значения температуры каплепадения экспериментальных составов с температурой каплепадения смазки Литол-24 установлено, что при концентрации 82/18, 80/20 и 78/22 она приближается к ориентированным значениям. При этом также установлено что увеличение содержания (df) выше значения 80/20 приводит к изменению структуры смазки (рисунок 2).

а) б)

а) соотношение 82/18, б) соотношение 78/22

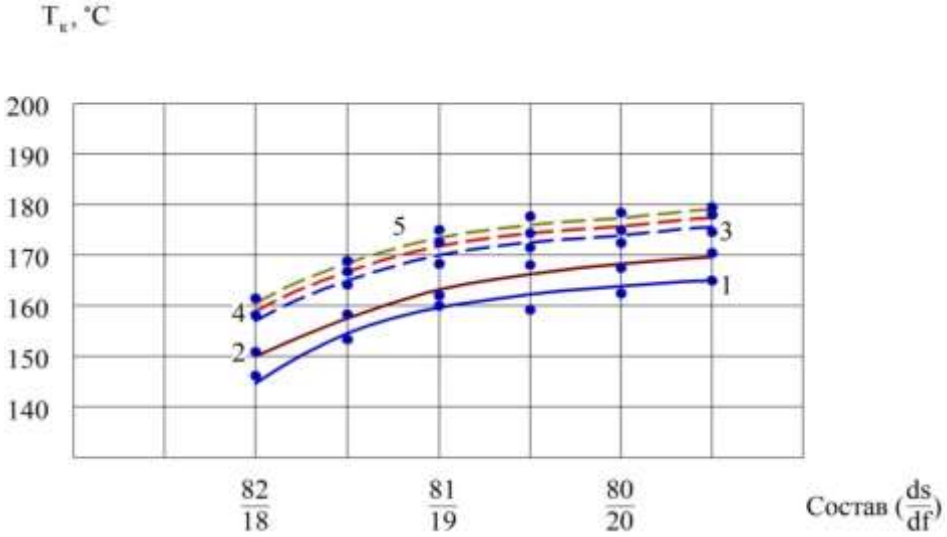
Рисунок 2 Структура состава при смешивании дисперсионной среды и дисперсной фазы

Соответственно на данном этапе исследования можно считать, что оптимальной концентрацией смешивания ds с df является значение от 82/18 до 80/20.

Рассматривая известные технологические процессы приготовления смазок определено, что помимо концентрации смешивания ds с df следующей важнейшей характеристикой является температура предварительной обработки смазки, которая может влиять на температуру каплепадения получаемого продукта.

На основании данных положений установлено что увеличение температуры предварительной обработки смеси от 50 до 200 °С при тех же концентрациях смешивания позволяет повысить температуру каплепадения образцов смазок рисунок 3. Процесс приготовления заключался в том что ds и df смешивают при температуре 20 $°C$, далее температуру поднимается для каждого образца в диапазоне от 50 до 200 $°C$, то есть для первого образца составляет

50 °С, для второго 100 °С , для третьего 150 °С , для четвертого 200 °С, после чего для каждого образца при постоянном перемешивании температуру поднимали до точки плавления мыла $t'_{пм} = 230\,°C$ и проводят окончательную обработку при этой температуре в течении $t'_T = 10$ мин.



1 – показатели без предварительной обработки; 2 - $t_{1\ ст.}$= 50 °С;
3 - $t_{1\ ст.}$= 100 °С; 4 - $t_{1\ ст.}$= 150 °С; 5 - $t_{1\ ст.}$= 200 °С;

Рисунок 3 Зависимость изменения температуры КП от предварительной температуры обработки

Согласно полученным данным (рисунок 3) по определению предварительной температуры обработки ds и df, наблюдается наиболее заметное повышение ТК при 100, 150 и 200°С, но принимая во внимание что при 150 и 200 °С рост ТК изменяется незначительно по сравнению со 100°С, можно условно считать эту температуру оптимальной. При этом соотношение ds к df (81/19) является наиболее приемлемым значением при изготовлении смазок аналога Литол-24.

Дальнейшее исследование направленно на определение оптимального времени обработки смазки при температуре 100 °С при соотношении дисперсионной среды и дисперсной фазы 81/19. Алгоритм реализации состоит из: ds и df смешивают при температуре 20 $°C$, далее температуру поднимают до 100 $°C$ и выдерживают от 1 – 3 часов для каждой смазки отдельно, после чего температуру поднимали до точки плавления мыла $t'_{пм} = 230\,°C$ и проводят окончательную обработку при этой температуре в течении $t'_T = 10$ мин. Динамика изменения температуры каплепадения смазки от времени предварительной обработки представлена в таблице 2

Таблица 2 Изменение температуры каплепадения смеси от времени обработки

Показаттель	Соотношение дисперсионной среды (ds) к дисперсной фазе (df)	
	ds (очищенное моторное синтетическое масло) + df (литиевое мыло)	ds (очищенное моторное минеральное масло) +df (литиевое мыло)
ТК/время предварительной обработки	169/1 180/2 185/3	161/1 178/2 182/3

В процессе анализа результатов исследований представленных в таблице 2 установлено, что температура каплепадения смазки после их термообработки в течении 2 часов выросла по сравнению с обработкой в течении 1 часа на 11 и 17 °С. Дополнительная обработка и увеличение времени до 3 часов не приводит к существенному увеличению температуры каплепадения смазки.

Выводы. Обобщая результаты исследований по определению оптимального состава и параметров процесса смешивания дисперсионной среды и дисперсной фазы при приготовлении смазок можно сделать вывод, что оптимальной концентрацией смешивания дисперсионной среды и дисперсной фазы являются пропорции 81/19 и 80/20, предварительную температуру обработки следует принимать равной 100 ± 5 °С, оптимальное время обработки смеси 2 часа, окончательная обработка проводится при температуре 230 °С с последующим отключением нагрева и остыванием смазки.

Список литературы

1. Остриков, В.В. Сазонов, С.Н. Актуальные проблемы повышения эффективности использования нефтепродуктов в сельскохозяйственной технике // Механизация и электрофикация сельского хозяйства. – 2013. - №1. – С. 30-32.

2. Сазонов, С.Н., Остриков, В.В., Сазонова, Д.Д. Доступность и повышение эффективности использования нефтепродуктов в фермерских хозяйствах // Вестник ЧГАА. – 2014. – Т. 68. – С. 76-83.

3. Сазонов, С.Н., Остриков, В.В. Эффективность использования нефтепродуктов в фермерских хозяйствах // Сельский механизатор. – 2012. – № 10. – С. 32 – 33.

4. Остриков, В.В., Нагорнов, С.А., Гафуров И.Д. Топливо и смазочные материалы. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 110300 - "Агроинженерия" / М-во сельского хоз-ва Российской федерации, Башкирский государственный аграрный университет. Уфа, 2006.

5. Остриков, В.В., Тупотилов, Н.Н., Белогорский, В.В. Информативность и взаимосвязь показателей качества работающих моторных масел // Техника в сельском хозяйстве. – 2008. - №3. – С. 45-47.

6. Остриков, В.В., Зимин, А.Г., Попов, С.Ю., Сафонов В.В., Сафонов, К.В. Расширение функциональных возможностей добавок к моторным маслам //Техника в сельском хозяйстве. – 2012. - №6. – С. 32-33.

7. Остриков, В.В., Тупотилов, Н.Н., Корнев, А.Ю., Власов, С.В. Смазочная композиция на основе отработавшего моторного масла // Химия и технология топлив и масел. – 2006. - №4. – С. 35-37.

8. Петрашев, А.И., Прохоренков В.Д., Князева, Л.Г., Остриков В.В. Вигдарович, В.И. Защита от атмосферной коррозии отработанными маслами, ингибированными продуктами их очистки. Сообщение 5. Технологии получения и применения продуктов очистки отработанных масел //Практика противокоррозионной защиты. – 2006. - №3. – С. 38-43.

9. Прохоренков, В.Д., Остриков, В.В., Князева, Л.Г., Чернышева, И.Ю. Противокоррозионные свойства отработанного моторного масла М10$Г_2$(К) //Практика противокоррозионной защиты. – 2003. - №2. – С. 7-11.

10. Остриков, В.В., Бусин, И.В. Удаление продуктов стрения из масел //Сельский механизатор. – 2012. - №1. - С. 36-37.

11. Остриков, В.В., Матыцин, Г.Д., Тупотилов, Н.Н., Корнев, А.Ю. Установка для очистки масел и приготовления в условиях потребителя пленкообразующих добавок к смазочным материалам // Техника в сельском хозяйстве. – 2008. - №5. – С. 44-46.

12. 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.

13. Корнев, А.Ю., Шихалев, И.Н., Остриков, В.В. Получение пластичных смазок на основе отработанных масел // Наука в центральной России. – 2013. – С. 227-228.

References

1. Ostrikov, V. V. Sazonov, S. N. Actual problems of increase of efficiency of use of oil products in agricultural machinery//Mechanization and electrification of agriculture. – 2013. - No. 1. – Page 30-32.

2. Sazonov, S.N., Ostrikov, V.V., Sazonova, D. D. Dostupnost and increase of efficiency of use of oil products in farms//the ChGAA Bulletin. – 2014. – T. 68. – Page 76-83.

3. Sazonov, S.N., Ostrikov, V.V. The effectiveness of the use of petroleum products in farms // Rural machine operator. - 2012. - № 10. - P. 32 - 33.

4. Ostrikov, V.V., Nagornov, S. A., Gafurov of I.D. Toplivo and lubricants. The manual for students of the higher educational institutions which are trained in the direction 110300 - "Agroinzheneriya" / M-in a rural hoz-v of the Russian Federation, the Bashkir state agricultural university. Ufa, 2006.

5. Ostrikov, V.V., Tupotilov, N.N., Belogorsky, V. V. Informativnost and interrelation of indicators of quality of the working engine oils//Equipment in agriculture. – 2008. - No. 3. – Page 45-47.

6. Ostrikov, V.V., Zimin, A.G., Popov, S.YU., Safonov V. V., Safonov, K.V. Expansion of functionality of additives to engine oils//Equipment in agriculture. – 2012. - No. 6. – Page 32-33.

7. Ostrikov, V.V., Tupotilov, N.N., Kornev, A.Y., Vlasov, S. V. Lubricant composition on the basis of the fulfilled engine oil//Chemistry and technology of fuels and oils. – 2006. - No. 4. – Page 35-37.

8. Petrashev, A.I., Prokhorenkov V.D., Knyazeva, L.G., Ostrikov V. V. Vigdarovich, V. I. Protection against atmospheric corrosion by the fulfilled oils, inhibited products of their cleaning. message 5. Technologies of receiving and application of products of purification of the fulfilled oils//Practice of anticorrosive protection. – 2006. - No. 3. – Page 38-43.

9. Prokhorenkov, V.D., Ostrikov, V.V., Knyazeva, L.G., Chernysheva, I.YU. Anticorrosive properties of the fulfilled M10G2(K) engine oil//Practice of anticorrosive protection. – 2003. - No. 2. – Page 7-11.

10. Ostrikov, V.V., Beads, I.V. Removal of products of a streniye from oils//the Rural machine operator. – 2012. - No. 1. - Page 36-37.

11. Ostrikov, V.V., Matytsin, G.D., Tupotilov, N.N., Kornev, A.YU. Installation for purification of oils and preparation in the conditions of the consumer of film-forming additives to lubricants//Equipment in agriculture. – 2008. - No. 5. – Page 44-46.

12. Ostrikov, V.V., Tupotilov, N.N., Popov, SY Study of purification of waste synthetic motor oils specific solvents // Science in central Russia. - 2013. - №5. - S. 27-30.

13. Kornev, A.Y., Shikhalev, I.N., Ostrikov, V.V. Getting greases based on waste oils // Science in central Russia. - 2013. - S. 227-228.

УДК 532.542.004

ПЕТРАШЕВ А. И., КЛЕПИКОВ В. В., ТАХА Ф. Д.

ОЦЕНКА ПНЕВМАТИЧЕСКИХ РАСПЫЛИТЕЛЕЙ ДЛЯ КОНСЕРВАЦИИ АГРАРНОЙ ТЕХНИКИ

Петрашев Александр Иванович,
доктор технических наук, старший научный сотрудник,
заведующий лабораторией, Всероссийский научно-исследовательский
институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве
E-mail: vitin-10.pet@mail.ru
Клепиков Виктор Валерьевич,
младший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский
институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве
Таха Фирас Джума,
аспирант, Всероссийский научно-исследовательский
институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве

Реферат. *Технические средства для нанесения консервационных смазок на поверхности сельхозмашин комплектуются пневматическими пистолетами-распылителями, отличающимися параметрами распылительной головки и потерями на туманообразование. При сравнительных испытаниях распылителей установлено, что максимальный коэффициент туманообразования имел распылитель СО-71А, показавший высокую диспергирующую способность распылительной головки. Минимальные потери на туманообразование допускал распылитель КРП-11, что свидетельствовало о его экономичности и соответствии конструктивных параметров головки вязкости распыливаемой смазки. Исследование влияния технологических факторов на коэффициент туманообразования позволило получить адекватную математическую модель, согласно которой потери на туманообразование возрастают при увеличении длины факела распыла, при уменьшении подачи и вязкости распыливаемой смазки. Потери на туманообразование можно уменьшить, если при снижении вязкости консервационной смазки понизить давление распыла. Изучено влияние вязкости смазки на коэффициент расхода сопла. При обработке результатов исследования получена эмпирическая формула, устанавливающая связь коэффициента расхода сопла с числом Рейнольдса в интервале от 10 до 125. Проведены экспериментальные исследования качества распыла загущенной смазки в условиях пониженной температуры. Показано, что пистолетами-распылителями типа КРП-11 следует пользоваться при нанесении жидких консервационных материалов вязкостью до 100 с ВЗ-4, их потери на туманообразование не превышают 9%. Для нанесения загущенных консервационных смазок вязкостью 180-200 с ВЗ-4 подходят распылители модели СО-71. При пневматическом нанесении смазок в условиях пониженной температуры возникает необходимость в их разбавлении дизельным топливом для обеспечения работоспособности оборудования. По результатам проведенных экспериментов построены вязкостно-температурные кривые, позволяющее оперативно определять концентрацию дизельного топлива в смазке. Благодаря этому упрощен расчет количества дизельного топлива, необходимого для разжижения смазки до требуемой вязкости. На основании выполненных исследований создан надежный в работе переносной распылитель ПРК-1-2, который успешно используется специалистами КПЗ им. Ленина для нанесения загущенных смазок на поверхности рабочих органов сельхозмашин при подготовке к длительному хране-*

нию. При этом отмечено улучшение качества противокоррозионной защиты техники и повышение производительности консервации в 5 раз.

***Ключевые слова**: пневматический распылитель, потери на туманообразование, коэффициент расхода, консервационная смазка.*

PETRASHEV A. I., KLEPIKOV V. V., TAXA F. J.

EVALUATION PNEUMATIC SPRAYERS FOR THE PRESERVATION OF AGRICULTURAL MACHINERY

Petrashev Alexandr Ivanovich,
Full Doctor of Technical Sciences, associate professor,
laboratory chief, All-Russian Research Institute for Use of Machinery
and Petroleum Products in Agriculture. E-mail: vitin-10.pet@mail.ru
Klepikov Viktor Valer'evich,
junior researcher fellow, All-Russian Research Institute for Use of Machinery
and Petroleum Products in Agriculture
Taxa Firas Jumaah
graduate, All-Russian Research Institute for Use of Machinery
and Petroleum Products in Agriculture

***Summary.** Technical equipment for applying conservation grease on the surface of agricultural machines are completed with air nozzle, which differ by parameters of the spray head and losses on the misting. In comparison tests of nebulizers it has been found that the nebulizer SB-71A had a maximum coefficient of misting, which showed a high dispersing ability of spray head. Minimal losses on the misting the nebulizer allowed PKK-11, which indicated to its y economic efficiency and conformity of the design parameters of the head to viscosity of the spray lubricant. Investigation of the effect of technological factors on coefficient of misting allowed to obtain an adequate mathematical model in which misting losses on the increase with the length of factor of spraying with a decrease of filing and viscosity of spray lubricant.*

Losses on the misting can be reduced when to lower the pressure of spraying with decreasing viscosity of conserving lubricant. Effect of lubricant viscosity on coefficient of flow through the nozzle was studied. Empirical formula that establishes a connection between and the flow coefficient of the nozzle and Reynolds number in the range from 10 to 125, are obtained by treating of results of the study. Experimental studies of the quality of spraying thickened lubricant at low temperatures were conducted. It is shown that the spray guns such as KRP-11 should be used during application of liquid conservation materials with a viscosity up to 100 from VZ-4, their losses on the misting does not exceed 9 %. For applying thickened conservation lubricant with a viscosity of 180-200 from VZ-4 sprayers of model CO-71 are approached. When the pneumatic application of lubricants at low temperatures there is a need for dilution of their with diesel fuel to ensure of the operability of equipment.

On the results of fulfilled experiments, the viscosity-temperature curves that would quickly determine the concentration of the lubricant in the diesel fuel were constructed. Calculation of the amount of diesel needed to liquefy the lubricant to the desired viscosity, are simplified because of this. On the basis of the research is reliable portable the nebulizer PRK-1-2, which has been successfully used by specialists of KPZ under the name Lenin to apply thickened lubricant on the surface of the working bodies of agricultural machines in preparation for long-term storage has been created. Improving the quality of corrosion protection technology and productivity conservation 5

times marking thus.

Keywords: *pneumatic nebulizer, losses on the misting, coefficient of flow, conserving lubricant*

Введение. В процессе подготовки почвообрабатывающей и посевной техники к длительному хранению поверхности рабочих органов, взаимодействующих с почвой, необходимо покрывать консервационными смазками (КС). Техническое средство, используемое для нанесения консервационных покрытий, оснащается компрессором и напорным баком, из которого КС по материальному шлангу под давлением сжатого воздуха нагнетается в пистолет-распылитель. По воздушному шлангу в пистолет-распылитель от компрессора подается распыливающий воздух. При включении пистолета-распылителя в работу КС поступает в распылительную головку, где диспергируется воздухом на мелкие капли, и в виде аэрозоля переносится к защищаемой поверхности. Дисперсность распыла КС влияет на сплошность, толщину и защитные свойства нанесенного покрытия. Дисперсность зависит от конструктивных параметров распылительной головки, давления воздуха, расхода КС и вязкости.

Результаты и обсуждение. Технические средства для нанесения КС при подготовке техники к хранению комплектуются, как правило, известными пневматическими пистолетами-распылителями КРП-6…11, СО-71, 03-18053 [1, 2]. Для получения покрытий требуемой толщины $\delta_с$ распылители должны работать в рациональном режиме с учетом расхода q КС и производительности $B_н$ нанесения:

$$q = \frac{B_н\,\delta_с}{1-k_т},$$

где $k_т$ - коэффициент потерь на туманообразование.

При этом величина расхода q зависит от потерь КС на туманообразование $k_т$, сопутствующих его распылению. Потери на туманообразование определяли на масле И20, условная вязкость которого по вискозиметру ВЗ-4 равна 28 с и соответствует паспортным данным пистолетов-распылителей. Давление распыливающего воздуха - 0,4 МПа; масло в распылитель поступало из верхнего стакана; его распыливали на уловитель и взвешивали. Рассчитывали коэффициент туманообразования:

$$k_т = \left(1-\frac{m_{ос}}{m_{др}}\right)\cdot 100\% \ ,$$

где $m_{др}$ и $m_{ос}$ - масса масла до распыления и осевшего на уловителе, г.

Для разных моделей распылителей получены коэффициенты туманообразования в зависимости от длины факела распыла (таблица 1).

Таблица 1 - Коэффициенты туманообразования пневматических распылителей

Длина факела распыла, м	Значение $k_т$ для распылителей, %		
	СО-71А	ОЗ-18053	КРП-11
0,1	9	6	2
0,25	21	17	6
0,3	22	19	9

Максимальный коэффициент туманообразования имеет распылитель СО-71А, что характеризует его высокую диспергирующую способность. Однотипную с распылителем СО-71А распылительную головку имеют модели СО-71Б и СО-71В. Минимальные потери на туманообразование допускает распылитель КРП-11, что свидетельствует о его экономичности

и соответствии конструктивных параметров головки вязкости распыливаемого материала.

Исследование влияния технологических факторов на коэффициент $k_т$ проводили методом планирования эксперимента на экономичном пистолете-распылителе КРП-11. Использовали модельную КС, состоящую из масла И20 и пушечной смазки ПВК. КС заливали в верхний стакан пистолета-распылителя, распыливали на уловитель и взвешивали. В таблице 2 приведены интервалы варьирования технологических факторов.

Таблица 2 - Уровни факторов и интервалы варьирования

Факторы	Уровни			Интервал	Размерность
	-1	0	+1		
Длина факела, X_1	0,1	0,15	0,2	0,05	м
Давление распыла, X_2	0,1	0,3	0,5	0,2	МПа
Вязкость КС, X_3	28	35	42	7	с ВЗ-4
Ход запорной иглы, X_4	4	6	8	2	мм

После обработки результатов эксперимента получена математическая модель [3], адекватно описывающая влияние технологических факторов на относительные потери $k_т$ (%) КС при распылении:

$$k_т = 5{,}96 + 2{,}34X_1 - 0{,}41X_3 - 2{,}05X_4 - 0{,}73X_2X_3 .$$

Анализ полученной модели показывает, что потери $k_т$ на туманообразование в большей степени зависят от длины факела распыла: с увеличением длины факела от уровня (X_1 = -1) до (X_1 = +1) они возрастают на 4,7%. Это объясняется тем, что скорость струи распыленного материала снижается при удалении от распылительной головки, и увеличивается количество частиц, не достигших покрываемой поверхности.

Изменение хода X_4 запорный иглы тоже значительно влияет на коэффициент туманообразования. При уменьшении отвода иглы ($X_4 \to$ -1) подача КС сокращается, что приводит к изменению оптимального соотношения расходов воздуха и КС и повышению степени туманообразования на 4,1%. Коэффициент регрессии при факторе X_3 по модулю был меньше других и имел отрицательный знак. Из этого следовало, что с увеличением вязкости потери распыливаемой КС снижаются на небольшую величину.

Расчеты показывают, что в рамках данных исследований изменение давления распыла существенно не влияет на туманообразование, так как коэффициент регрессии (-0,32) при X_2 оказался незначимым. Дело в том, что с увеличением давления распыла от 0,1 до 0,5 МПа воздух, выходящий из распылительной головки, усиливал разрежение перед соплом от 0,004 до 0,017 МПа и тем самым повышал расход КС на распыление от 0,076 до 0,318 л/мин.

Однако коэффициент регрессии для парного взаимодействия факторов X_2X_3 оказался значимым. Это говорит о том, что потери на туманообразование можно уменьшить, если при снижении вязкости КС понизить давление распыла. Проведенное исследование указывает на необходимость оснащения распылителя ограничителем расхода воздуха для оперативной настройки на работу в экономичном режиме нанесения КС.

Высокая производительность пневматического нанесения покрытий достигается при использовании напорного бака и нагнетании КС под давлением сжатого воздуха. Давление воздуха в баке тратится на преодоление гидравлического сопротивления при движении КС по шлангу, соединяющему бак с распылителем, по каналам распылителя и при истечении из его сопла [4].

Для того, чтобы КС истекал из сопла распылителя с требуемым расходом q, необходимо затратить давление P:

$$q = \mu \sqrt{\frac{P}{8\rho}}\, \pi d^2,$$

где μ - коэффициент расхода; d - диаметр сопла; ρ - плотность КС.

Отсюда находим затраты давления на истечение КС из сопла:

$$P = \frac{8q^2\rho}{\mu^2\pi^2 d^4}.$$

Выразим через число Рейнольдса отношение:

$$\frac{q}{\pi d} = \frac{\mathrm{Re}\,\nu}{4},$$

где Re - число Рейнольдса для сопла; ν - кинематическая вязкость КС, м^2/с.

С учетом числа Рейнольдса затраты давления P на истечение КС из сопла распылителя:

$$P = \frac{2q\,\mathrm{Re}\,\nu\,\rho}{\mu^2\pi d^3}.$$

Как видим, на затраты давления P существенно влияет коэффициент расхода μ, выраженный параметром $1/\mu^2$ и диаметр сопла.

Ниже даны размеры сопел пневматических пистолетов-распылителей:

Распылитель	Длина сопла - L, мм	Диаметр сопла - d, мм
СО-71	3,0	1,8; 2,1
КРП-11	3,0	1,8
03-18053	5,0	3,0

Эксперименты по истечению консервационных смазок проводили на соплах диаметром: d_1 = 2,1 мм (L_1/d_1 = 1,43) и d_2 = 3,5 мм (L_2/d_2 = 0,46). Исследовали истечение отработанного масла, имеющего кинематическую вязкость 127 мм^2/с и КС (90% отработанного масла + 10% присадки Эмульгин) с условной вязкостью 63 с по вискозиметру ВЗ-4.

Коэффициент расхода μ определяли по формуле:

$$\mu = \frac{q}{\pi d^2}\sqrt{\frac{8\rho}{P}}.$$

Установлено, что отношение размеров сопла (L/d) и вязкость КС слабо влияют на коэффициент расхода при числе Рейнольдса $10 \le \mathrm{Re} \le 100$. Разброс экспериментальных точек от средней величины коэффициента μ не превышает ± 6 %, что для расчета сопел считается допустимым [5, 6]. По данным исследований установлена эмпирическая связь параметра $1/\mu^2$ с числом Re (рисунок 1).

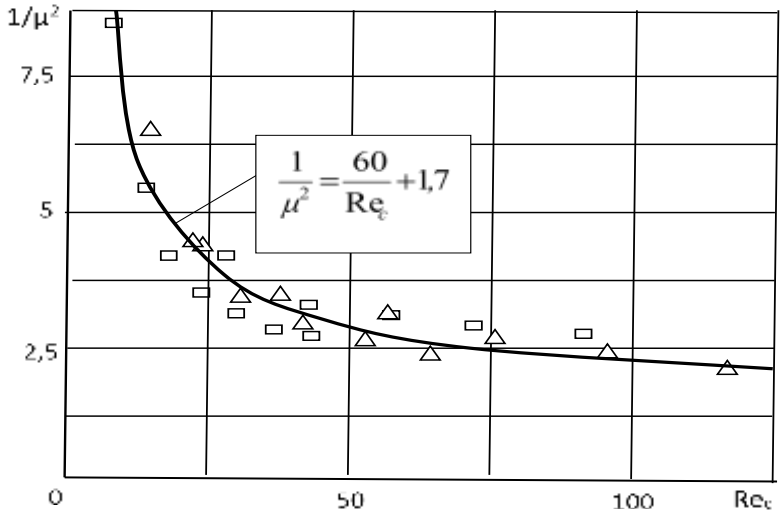
Параметр $1/\mu^2$ находится в обратной зависимости от числа Re и апроксимируется эмпирической функцией:

$$\frac{1}{\mu^2} = \frac{60}{\mathrm{Re}} + 1{,}7.$$

Эта функция может быть использована при определении затрат давления в сопле при истечении КС:

$$P = \frac{120q\,\rho\,\nu}{\pi d^3} + \frac{13{,}6\,q^2\rho}{\pi d^4}.$$

Первое слагаемое полученного выражения учитывает давление, затрачиваемое на преодоление гидравлического трения в сопле [7], второе – на приращение кинетической энергии струи КС в узком сечении сопла.



Диаметр сопла: Δ – 2,1 мм; □ – 3,5 мм

Рисунок 1 - Зависимость параметра $1/\mu^2$ коэффициента расхода от числа Рейнольдса Re при истечении КС из сопел пистолетов-распылителей

Для каждой модели распылителя существует определенная величина вязкости КС, выше которой качество распыления становится неудовлетворительным, что приводит к ухудшению защитные свойства наносимого покрытия.

Экспериментальные исследования качества распыления КС проводились при пониженной температуре +8…+10 °С на указанных выше серийных пневматических пистолетах-распылителях СО-71А, КРП-11 и 03-18053. Исследовалось распыление КС, содержащей 25% КО-СЖК в отработанном моторном масле. С помощью введения дизельного топлива вязкость КС устанавливали на уровне 94, 176 и 300 с ВЗ-4. КС подавали к распылителям из нагнетательного бака и при давлении воздуха 0,4 МПа производили ее распыление на бумажную подложку, расстояние от головки распылителя до подложки – 0,3 м.

Качество распыления оценивали, как «хорошее» - при получении равномерного сплошного отпечатка из мелкодисперсных капель; как «удовлетворительное» - при получении сплошного отпечатка из грубодисперсных капель; как «неудовлетворительное» - при получении размытого с пропусками отпечатка из крупных капель. В таблице 3 приводится качественная оценка распыления КС пневматическими распылителями.

Хорошее качество распыления КС вязкостью 180 с ВЗ-4 при расходе 0,35 л/мин обеспечивал только распылитель СО-71А. Максимальная вязкость КС которая распыливалась им удовлетворительно, достигала 300 с. Этот результат хорошо согласуется с приведенными выше данными исследований потерь КС на туманообразование, свидетельствующими о высокой диспергирующей способности распылительной головки СО-71А.

Таблица 3 - Качество распыления КС пневматическими распылителями

Вязкость КС, с (ВЗ-4)	Модель распылителя	Расход КС, л/мин			
		0,2	0,25	0,3	0,35
94	СО-71А КРП-11 ОЗ-18053	х. х. уд.	х. х. уд.	х. х. уд.	х. х. уд.
176	СО-71А КРП-11 ОЗ-18053	х. уд. н.	х. уд. н.	х. уд. н.	х. уд. н.

300	СО-71А КРП-11 ОЗ-18053	х. н. н.	уд. н. н.	уд. н. н.	уд. н. н.

Примечание: х. – хорошее распыление; уд. – удовлетворительное; н. – неудовлетворительное

В сравнении с СО-71А распылитель КРП-11 распыливал вязкую КС несколько хуже. С его помощью можно наносить КС до 180 с ВЗ-4 при удовлетворительном распыливании. Аппарат ОЗ-18053 оказался практически непригодным для нанесения при пониженной температуре, так как при вязкости 94 с он обеспечивал только удовлетворительное распыление [8].

При пневматическом нанесении КС в условиях пониженной температуры возникает необходимость в их разбавлении растворителями для обеспечения работоспособности оборудования. На площадках хранения аграрной техники для этой цели используют дизельное топливо (ДТ). Так как при излишнем введении растворителя защитные свойства нанесенного покрытия могут понизиться, то КС следует разбавлять минимально допустимым количеством ДТ, достаточным для осуществления рабочего процесса консервационного оборудования. Исследования влияния концентрации ДТ на вязкость КС при различной температуре позволили построить семейство изовязкостных линий в координатах: температура T – концентрация γ % мас. ДТ, которые отражены на рисунке 2.

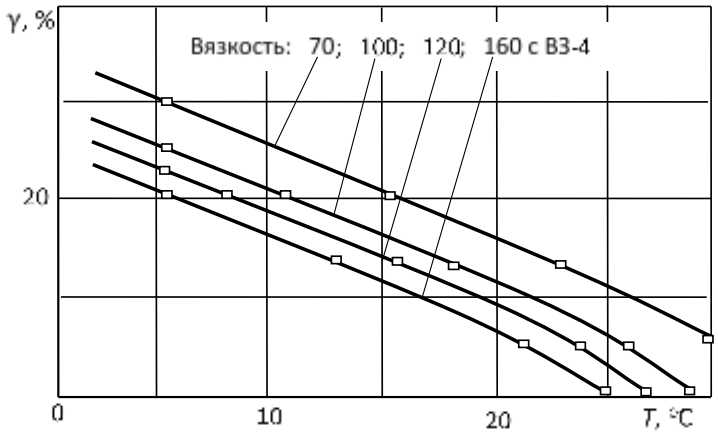


Рисунок 2 – Изовязкостные линии для КС (25% КО-СЖК + ММО) с растворителем (**γ** % ДТ)

Изовязкостными линиями удобно пользоваться при расчете массы ДТ, необходимой для разбавления загущенной КС до рабочей вязкости в зависимости от температурных условий работы.

Расчет массы $m_{\text{рас.}}$ (кг) ДТ ведется по формуле:

$$m_{\text{рас.}} = \frac{m_{\text{КС}} \cdot \gamma}{(100 - \gamma)},$$

где $m_{\text{КС}}$ – масса разбавляемой КС, кг.

Смешиванием КС с расчетным количеством ДТ разбавляют ее до вязкости, достаточной для работы консервационного оборудования на площадках хранения при пониженной температуре воздуха. Таким способом специалисты КПЗ им. Ленина Тамбовского района корректируют вязкость загущенной КС, которую наносят на рабочие поверхности машин при постановке на длительное хранение в условиях октября-ноября при температуре 0-5 ^{o}С.

Для работы они используют разработанный в ВНИИТиН переносной консервационный распылитель ПРК-1-2 с пистолетом СО-71Б (рисунок 3). В качестве напорного бака использован баллон от хладоагента. Сжатый воздух в напорный бак и в распылитель СО71Б подают от компрессора У43102, смонтированного на списанном тракторе МТЗ-80. Заправочная вместимость бака 12 л; потребность в воздухе 4-12 $м^3$/ч; производительность нанесения покрытия: техническая 120 $м^2$/ч, эксплуатационная 20 $м^2$/ч; масса 11 кг. По данным 3-х летней эксплуатации в секторах хранения техники распылитель ПРК-1-2 показывает высокий уровень безотказности и технологической надежности, с его применением производительность работ по консервации техники возросла в 5 раз.

Переносной распылитель ПРК-1-2 Трактор МТЗ-80 с компрессором

Рисунок 3 – Консервация техники в СПК им. Ленина

Выводы. Выполненные исследования позволили оценить пригодность серийных пневматических пистолетов-распылителей для нанесения консервационных материалов. Пистолетами-распылителями типа КРП-11 следует пользоваться при нанесении жидких консервационных материалов вязкостью до 100 с ВЗ-4, их потери на туманообразование не превышают 9%. Для нанесения загущенных КС вязкостью 180-200 с ВЗ-4 подходят распылители модели СО-71.

Для оптимального разбавления загущенных КС дизельным топливом в условиях пониженной температуры построено семейство изовязкостных линий, позволяющее оперативно определять концентрацию разбавителя в зависимости от температуры нанесения КС. При этом упрощается расчет количества дизельного топлива, необходимого для разжижения КС до требуемой вязкости.

Создан надежный в работе переносной распылитель ПРК-1-2 для нанесения загущенных КС на поверхности рабочих органов сельхозмашин при подготовке к длительному хранению. Применение переносного распылителя позволило улучшить качество противокоррозионной защиты техники и повысить производительности консервации в 5 раз.

Список литературы

1. Петрашев, А.И. Условия применения технических средств при консервации сельхозмашин / А.И. Петрашев // Техника в сельском хозяйстве. - 2003. - №1. - С.27-29.

2. Петрашев, А.И. Научно-технические основы механизации процессов консервации аграрной техники / А.И. Петрашев, С.Н. Сазонов, В.В. Клепиков // Вестник МичГАУ. - 2014. - №4. - С.61-67.

3. Петрашев, А.И. Совершенствование технологических процессов и ресурсосберегаю-

щих 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.

4. Петрашев, А.И. Пневматическая установка для нагрева и распыления вязких красок и мастик в условиях АПК / А.И. Петрашев // Практика противокоррозионной защиты. – 2001. - №4. - С.23-26.

5. Альтшуль, А.Д. Гидравлические сопротивления /А.Д. Альтшуль - М.: Недра. - 1982. - 224с.

6. Штеренлихт, Д.В. Гидравлика / Д.В. Штеренлихт - М.: Энергоатомиздат. - 1984. - 640с.

7. Петрашев, А.И. Гидравлическое сопротивление движению консервационных жидкостей по шлангу / А.И. Петрашев //Техника в сельском хозяйстве. - 2006. - №1. - С.25-27.

8. Петрашев, А.И. Нанесение консервационных составов распылением при пониженной температуре / А.И. Петрашев, И.В. Ложкин // Труды ГОСНИТИ. - 1995. - Т. 95. - С.79-82.

References

1. Petrashev, A.I. Uslovija primenenija tehnicheskih sredstv pri konservacii sel'hozmashin / A.I. Petrashev // Tehnika v sel'skom hozjajstve. - 2003. - №1. - S.27-29.

2. Petrashev, A.I. Nauchno-tehnicheskie osnovy mehanizacii processov konservacii agrarnoj tehniki / A.I. Petrashev, S.N. Sazonov, V.V. Klepikov // Vestnik MichGAU. - 2014. - № 4. - S.61-67.

3. Petrashev, A.I. Sovershenstvovanie tehnologicheskih processov i resursosberegajushhih sredstv konservacii sel'skohozjajstvennoj tehniki pri hranenii: avtoreferat dissertacii na soiskanie uchenoj stepeni doktora tehnicheskih nauk: 05.20.03. / A.I. Petrashev - Saratov: Saratovskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet im. N.I.Vavilova. - 2007. - 48s.

4. Petrashev, A.I. Pnevmaticheskaja ustanovka dlja nagreva i raspylenija vjazkih krasok i mastik v uslovijah APK / A.I. Petrashev // Praktika protivokorrozionnoj zashhity. – 2001. - № 4. - S.23-26.

5. Al'tshul', A.D. Gidravlicheskie soprotivlenija /A.D.Al'tshul' - M.: Nedra. - 1982. - 224s.

6. Shterenliht, D.V. Gidravlika / D.V.Shterenliht - M.: Jenergoatomizdat. - 1984. - 640s.

7. Petrashev, A.I. Gidravlicheskoe soprotivlenie dvizheniju konservacionnyh zhidkostej po shlangu / A.I. Petrashev //Tehnika v sel'skom hozjajstve. - 2006. - №1. - S.25-27.

8. Petrashev, A.I. Nanesenie konservacionnyh sostavov raspyleniem pri ponizhennoj temperature / A.I. Petrashev, I.V. Lozhkin // Trudy GOSNITI. - 1995. - T. 95. - S.79-82.

УДК 631.3:633/635

ЗАЗУЛЯ А.Н., БАЛАШОВ А.В., БЕЛОГОРСКИЙ В.П.

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

Зазуля Александр Николаевич,
доктор технических наук, профессор, врио директора, Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве
E-mail: viitin-adm@mail.ru

Балашов Александр Владимирович,
кандидат технических наук, доцент, исполняющий обязанности заведующего лабораторией, Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве
E-mail: viitin-adm@mail.ru
Белогорский Василий Петрович,
научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве
E-mail: viitin-adm@mail.ru

Реферат. *Перспективным направлением совершенствования технологии возделывания сахарной свеклы наряду с широким применением высокоурожайных гибридов и сортов, удобрений и гербицидов является применение энергосберегающей технологии, предусматривающей совмещение совпадающих по агротехническим срокам технологических операций.*

Применение поворотных плугов для гладкой вспашки с переменной шириной захвата, защищенным патентами Российской Федерации на изобретения №2490844 и №2506732 позволяет производить вспашку челночным способом и приводит к повышению производительности пахотного агрегата в среднем на 20% при снижении погектарного расхода топлива на 5,5%.

Для качественной предпосевной подготовке почвы целесообразно совместить технологические операции в одном комбинированном агрегате, составленном из различных рабочих органов от однооперационных машин. Предпосевная обработка почвы агрегатом АКШ-6Г способствует увеличению интенсивности крошения почвы до 97-98 %, плотности почвы до 1,28-1,3 г/см^3, повышению производительности посевных агрегатов на 17,5-22,5 % в сравнении с КРШ-8,1Г и увеличению тягово-мощностных показателей трактора на 8-12 % при сокращении погектарного расхода топлива на 5-8 %

Для осуществления точного высева необходимо использовать модернизированные механические сеялки с системой контроля высева дражированных семян, восемнадцати- и двадцати четырех рядные пневматические сеялки, которые позволяют повысить качество посева при коэффициенте вариации отклонения распределения всходов в рядке в пределах 41,7-54,6 %, отклонении фактической нормы высева семян не более 5,4 %, густоте насаждения растений – 5,2-5,7 шт./м.

Использование восемнадцати рядного агрегата на предпосевной обработке и посеве сахарной свеклы на базе универсально-пропашного трактора с интегральной схемой позволяет уменьшить суммарные затраты времени в 1,3-1,5 раза в расчёте на 1 га посевов по сравнению с однооперационными машинно-тракторными агрегатами аналогичного назначения и расход топлива на 20-30% .

Как показали результаты сравнительных испытаний загрузка двигателя трактора ЛТЗ-155 в составе комбинированного агрегата для предпосевной обработки почвы и посева повышается до 51-67 % в зависимости от рабочей скорости, а в составе отдельных культиваторных и посевных агрегатов с названными машинами загрузка двигателя не превышает 24-38 %.

Ключевые слова: *сахарная свекла, основная и предпосевная обработка почвы, гладкая вспашка, плуг, культиватор, сеялка, комбинированный агрегат, качественные показатели.*

ZAZULYA A.N., BALASHOV A.V., BELOGORSKY V.P.

ENERGY SAVING TECHNOLOGY SUGAR BEET

Zazulya Alexander Nikolaevich,
Doctor of Technical Sciences, Professor, Acting Director, All-Russian Scientific Research Institute of the use of machinery and petroleum products in agriculture
E-mail: viitin-adm@mail.ru
Balashov Alexander Vladimirovich,
Ph.D., Associate Professor, Acting Head of Laboratory, National Research Institute for the use of machinery and petroleum products in agriculture
E-mail: viitin-adm@mail.ru
Belogorsky Vasily Petrovich,
Researcher, National Research Institute for the use of machinery and petroleum products in agriculture
E-mail: viitin-adm@mail.ru

Summary. *A promising way to improve the technology of cultivation of sugar beet in addition to the extensive use of high-yielding hybrids and varieties, fertilizers and herbicides is the use of energy-efficient technology provides a combination of matching on agrotechnical terms of technological operations.*

The use of rotary plows for smooth plowing with variable widths, protected by patents of the Russian Federation for the invention №2490844 and №2506732 allows plowing shuttle method and leads to increased productivity arable unit on average by 20% while reducing fuel consumption per a hectare to 5.5%.

For quality seedbed preparation is advisable to combine the technological operations in one combined unit, made up of various working bodies of single-purpose machines. Seedbed unit CABG-6G helps to increase the intensity of crumbling soil to 97-98%, the density of the soil to 1,28-1,3 g / cm3, increasing productivity seeders on 17,5-22,5% compared to KRSH- 8,1G and increased towing tractor cardinality indicators by 8-12% while reducing fuel consumption per a hectare to 8.5%

To carry out precision seed should be used modernized mechanical planter control system sowing pelleted seeds, and vosemnadtsati- dvadtsatichetyrehryadnye pneumatic drills that will improve the quality of the crop with a coefficient of variation of deviation of the distribution of seedlings in a row within the 41, 7-54,6%, the actual rate of deviation seed no more than 5.4%, the density planting plants - 5,2-5,7 pcs. / M.

Using vosemnadtsatiryadnogo unit for pre-processing and sowing of sugar beet on the basis of universal tractors with integrated circuit can reduce the total time spent in the 1.3-1.5-fold in terms of 1 ha of crops compared with the single-purpose tractor units and similar purposes fuel consumption by 20-30%.

As the results of comparative tests loading tractor engine LTZ-155 as part of a combined unit for seedbed preparation and seeding increased to 51-67%, depending on the operating speed, and as a part of the individual cultivating and sowing units with said machine loading the engine does not exceed 24 to 38%.

Keywords: *sugar beet, main and pre-treatment of soil, smooth plowing, plow, cultivator, seeder, kombi, quality indicators.*

Введение. Сахарную свеклу в большинстве хозяйств России возделывают по интенсивной технологии, основными элементами которой является применение научно обоснованно-

го севооборота, улучшенной основной обработки почвы, оптимальной системы удобрений, интегрированной системы защиты растений свеклы от сорняков, болезней и вредителей при строгой технологической дисциплине при выполнении всех работ.

Научно-исследовательскими институтами разработаны технологии позволяющие сократить затраты при возделывании сахарной свеклы. Учитывая высокую стоимость гербицидов, закупаемых за рубежом, предложена технология их полосного внесения, позволяющая экономить 60-70% препаратов. Дороговизна материально-технических ресурсов вынуждает хозяйства применять энергосберегающие технологии. Повысить урожайность сахарной свеклы без дополнительных затрат можно за счет более равномерного высева семян.

Междурядные обработки посевов свеклы оказывают неоднозначное влияние на условия ее роста и развития. С одной стороны, они уничтожают всходы сорных растений и улучшают аэрацию взрыхленного слоя почвы, но с другой стороны, способствуют испарению влаги из него, хотя и препятствуют ее испарению из нижележащих слоев.

Применяемая в большинстве хозяйств технология возделывания и уборки сахарной свеклы с использованием однооперационных машинно-тракторных агрегатов включает 26…30 операций, для выполнения каждой из них необходим отдельный проход агрегата по полю.

Цель исследования – разработка совмещенных технологических операций энергосберегающей технологии возделывания сахарной свеклы.

Результаты и обсуждение. Суть энергосберегающей технологии заключается в замене энергозатратных почвообрабатывающих операций многократным (дробным) применением гербицидов во время вегетации, что способствует уничтожению сорняков. Повысить урожайность сахарной свеклы без дополнительных затрат можно за счет более равномерного высева семян осуществляемого сеялками точного высева с нормой 6-8 семян на 1 м рядка и лабораторной всхожестью не менее 93-95%. Точный высев требует уменьшенный на 20-40% расход семян и исключает прореживание всходов, так как растения в рядках располагаются равномерно. Поэтому затраты топлива при уходе за посевами уменьшаются почти в 1,5-2 раза.[1,2]

При возделывании сахарной свеклы межотраслевые технологические операции (лущение стерни, глубокая вспашка, внесение органических и минеральных удобрений, ранневесенняя подготовка почвы) выполняются в хозяйствах с применением прогрессивных технологий и машин отечественного и зарубежного производства.

Глубокая вспашка проводится примерно через 10 дней после лущения. Лучшее структурно-агрегатное состояние пахотного слоя почвы обеспечивает вспашка оборотным плугом на глубину 28–30 см [3]. Кроме того, применение оборотного плуга для основной обработки почвы обеспечивает большее накопление влаги в метровом слое почвы, что положительно сказывается на урожайности сахарной свеклы.

Поэтому перспективным направлением совершенствования глубокой обработки почвы является применение плугов для гладкой вспашки с переменной шириной захвата, защищенным патентами Российской Федерации на изобретения №2490844 и №2506732 [4,5]. Этот плуг менее металлоёмок (на 25-30%) по сравнению с используемыми оборотными плугами как отечественного, так и зарубежного производства.

В разработанном поворотном плуге использован принцип одновременного поворота в горизонтальной плоскости рамы и корпусов относительно вертикальной оси выполненных с лево- и правооборачивающими поверхностями. Данная конструкция плуга позволяет прово-

дить гладкую вспашку челночным способом и изменять ширину захвата с учетом удельного сопротивления почвы и тяговой мощности трактора.

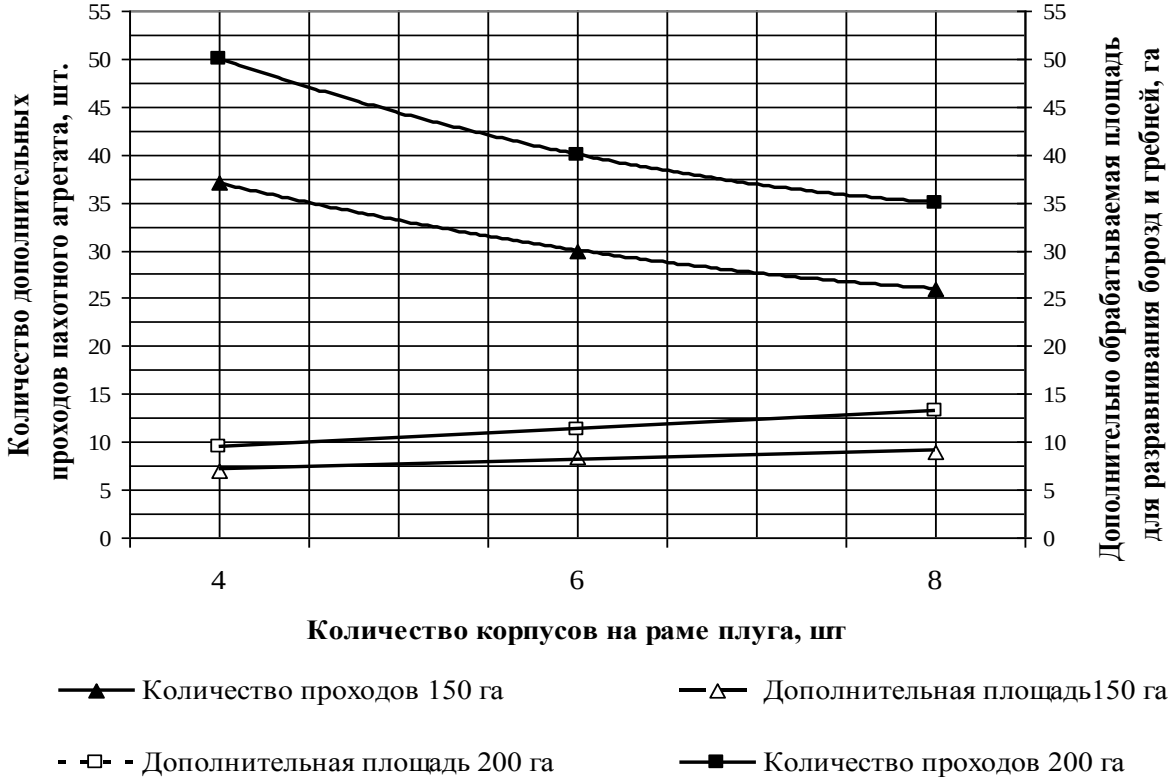
Гладкая вспашка устраняет значительные не рациональные затраты:

- на разбивку поля на загонки;
- на проведение дополнительных проходов пахотного агрегата при разравнивании свальных гребней и развальных борозд;
- на холостые проходы агрегата при разворотах.

Использование поворотного плуга приводит к повышению производительности пахотного агрегата в среднем на 20% при снижении погектарного расхода топлива на 5,5% [6,7].

На рисунке 1 представлены размеры дополнительно обрабатываемых при разравнивании свальных гребней и развальных борозд земельных участков типичных по площади для хозяйств Тамбовской области при средней длине гона 1350 м в зависимости от использования пахотных агрегатов с различным количеством корпусов на раме классического плуга.

Суммарная площадь, на которой сказывается отрицательное влияние развальных борозд и свальных гребней на урожайность возделываемых сельскохозяйственных культур по нашим расчетам составляет от 9 до 27% общей поверхности поля.



$$y = a + bx + cx^2$$

Значения показателей

Показатели	Количество дополнительных проходов, шт.		Дополнительная обрабатываемая площадь, га	
	Площадь обрабатываемого участка, га			
	150	200	150	200

a	60	85	1,06	5,67
b	-7,25	-11,25	1,968	0,945
c	0,375	0,625	-0,121	-1,066e-014

Рисунок 1 – Количество дополнительных проходов и площадей при разравнивании свальных гребней и развальных борозд при обработке участков площадью 150 и 200 га при длине гона 1350 м.

При работе агрегата трактор и опорные колеса поворотного плуга перемещаются по необработанной поверхности поля, что исключает дополнительное уплотнение вспаханного поля, которое отрицательно влияет на урожайность возделываемых культур, размещенных на уплотненных участках.

В целях снижения тягового сопротивления плуга и обеспечения устойчивости хода в горизонтальной плоскости мгновенный центр вращения размещается на линии продольной оси трактора и совпадает с направлением движения [8].

При возделывании сахарной свеклы большое внимание уделяется предпосевной обработке почвы. Основным требованием к этой технологической операции является рыхление почвы по всей площади поля на одинаковую глубину и сохранение её структуры ниже глубины заделки семян. Это является предпосылкой одинаковой глубины заделки семян сеялкой точного высева, благодаря чему по всей площади поля для семян создаются равные условия, обеспечивающие прохождение фаз набухания, прорастания и появления всходов в одинаковые промежутки времени.

В свеклосеющих хозяйствах предпосевную обработку почвы в основном выполняют культиваторами КРШ-8,1Г-01, КРШ-8,1Г в агрегате с тракторами Т-70С, МТЗ-80/82 РТ-М-160. Культиваторы комплектуют спаренными односторонними плоскорежущими лапами, двухбарабанными спиральными роторами, уголками-выравнивателями. Поочередное выполнение технологических операций обеспечивает требуемые условия по одному или группе качественных показателей (комковатость, выравненность поверхностного слоя почвы и т.д.) и приводит одновременно в силу многократного воздействия на почву рабочих органов и ходовых систем машин, к ухудшению условий по другим показателям (влажность, плотность почвы и др.).

Для качественной предпосевной подготовке почвы целесообразно совместить выполняемые операции в одном комбинированном агрегате, составленном из различных рабочих органов от однооперационных машин. Наибольшее распространение получили комбинированные агрегаты отечественного производства КППШ-6 и АКШ-6Г, а также Европак.

Рисунок 2- Комбинированный агрегат АКШ-6Г с трактором ВТ- 100 на предпосевной обработке почвы

Нашими исследованиями подтвержденными результатами государственных испытаний агрегатов АКШ-6,0Г (рисунок 2) и культиватора КРШ-8,1 проведенных Центрально-Черноземной МИС при участии сотрудников лаборатории при предпосевной обработке почвы под посев сахарной свеклы выявлены качественные показатели сравниваемых агрегатов. Так, предпосевная обработка почвы агрегатом АКШ-6Г способствует увеличению интенсивности крошения почвы в сравнении с культиватором КРШ-8,1 на 11%, достигая 97-98 %, плотности почвы на 19,5% до 1,28-1,3 г/см^3 в соответствии с агротехническим требованиям и уменьшению гребнистости поверхностного слоя почвы до 10 мм. Также было выявлено снижение коэффициента вариации неравномерности глубины дна борозды после прохода АКШ-6,0Г до 10-14% против 13,5-20% у КРШ-8,1, что привело впоследствии к равномерному распределению (95-98 %) семян сахарной свеклы на установленной глубине [2,3].

Предпосевная подготовка почвы агрегатом АКШ-6Г способствует повышению производительности посевных агрегатов на 17,5-22,5 % в сравнении с КРШ-8,1Г и увеличению тягово-мощностных показателей трактора на 8-12 % при сокращении погектарного расхода топлива на 5...8 % за счёт повышения прочности несущей базовой поверхности, которая образуется при предпосевной обработке почвы [2,3].

Основной технологической операцией при возделывании сахарной свеклы без затрат ручного труда является посев на конечную густоту насаждений. При этом свеклосеющие хозяйства используют импортные и отечественные дражированные семена. Посев осуществляют импортными пневматическими сеялками точного высева или отечественными аналогами.

Одним из направлений повышения точности высева дражированных семян различных размерных фракций наиболее распространенными сеялками ССТ-12Б (В) является их модернизация, в процессе которой производится замена механического высевающего аппарата на пневматический (изготовитель - ОАО «Азовский оптико-механический завод», г. Азов, Ростовской области); устанавливается вентилятор с приводом от ВОМ трактора; изменяется конструкция механизмов подвески посевных секций, рамок высевающих аппаратов, привод высевающих аппаратов и устанавливается система контроля высева семян.

В период с 2005 по 2013 годы было модернизировано более 80 сеялок ССТ-12М, хозяйственными испытаниями которых в ряде хозяйств Тамбовской области доказана эффективность модернизации. Аналогичным образом была проведена модернизация более 70 сеялок для точного высева семян подсолнечника и кукурузы.

Модернизированные сеялки позволяют повысить качество посева сахарной свеклы (коэффициент вариации отклонения распределения всходов в рядке находился в пределах 41,7-54,6 %, отклонение фактической нормы высева семян не превышало 5,4 %, густота насаждения – 5,2-5,7 шт./м) [3].

Система контроля высева семян состоит из контроллера, устанавливаемого в кабине трактора, датчиков высева семян, монтируемых в сошниках высевающих аппаратов, датчика пути и кабельной разводки. Эта система во время работы посевного агрегата позволяет контролировать установленные в заданных пределах норму высева семян и скорость движения. Кроме того, на контроллере накапливается и сохраняется информация о посеве на участке пути установленной длины. Система позволяет обнаружить прекращение высева по отдельным или по всем высевающим аппаратам сеялки.

На посеве сахарной свеклы использовалась 18-ти рядная сеялка точного высева СТВС-18, которая по конструктивно-режимным параметрам рабочих органов аналогична сеялке

«Мультикорн». Использование этой сеялки на посеве сахарной свеклы позволяет повысить сменную производительность агрегатов в 1,64-1,91 раза при одновременном снижении погектарного расхода топлива с 15,3 до 7,9 кг/га за счёт увеличенной ширины захвата (8,1 м) и повышенной скорости движения (до 2,0 м/с) по сравнению с 12-ти рядными механическими сеялками [2,3].

На посеве сахарной свеклы нами исследована работа 24-х рядного посевного агрегата, производительность которого за 1 час сменного времени составила 3,5 га при коэффициенте использования времени смены равным 0,45-0,48. Низкое значение этого коэффициента объясняется не производительными затратами времени: на отключение аппаратов, ручную загрузку сеялок минеральными удобрениями и дражированными семенами, повороты агрегата и очистку рабочих органов. Поэтому эффективное использование 24-х рядных посевных агрегатов возможно в хозяйствах на хорошо подготовленных полях с длиной гона не менее 1000 м и механизированной загрузки сеялок удобрениями.

На протяжении ряда лет лаборатория проводит производственную апробацию энергосберегающей технологии производства сахарной свеклы с использованием широкозахватных комбинированных агрегатов на базе универсально-пропашного трактора тягового класса 2 с интегральной схемой РТ-М-160 (ЛТЗ-155) [2].

Рисунок 3 – Комбинированный агрегат для предпосевной обработке почвы и посева сахарной свеклы

Совмещение в одном агрегате предпосевной обработки почвы и посев сахарной свеклы (рисунок 3), согласно нашим исследованиям, способствует уменьшению доли уплотняемой колёсами площади с 27 до 6 % и практическому исключению разрыва во времени их проведения. Как показали наши исследования, использование 18-ти рядного агрегата на предпосевной обработке и посеве сахарной свеклы позволяет уменьшить суммарные затраты времени в 1,3-1,5 раза в расчёте на 1 га посевов по сравнению с однооперационными машинно-тракторными агрегатами аналогичного назначения на базе тракторов Т-70С и МТЗ-80/82, для обработки 1 га посевов свеклы требуется на 20-30% меньше топлива [2].

Одним из направлений совмещения технологических операций при посеве сахарной свеклы является применение капсулированных семян. Оболочка капсулы содержит неорганические и органические питательные вещества, биологически активные вещества и другие компоненты, способствующие росту и развитию растений. Тем самым исключаются технологические операции по внесению отдельных компонентов, входящих в состав капсул [1,9,10,11].

Выводы. Трёхлетний опыт использования предлагаемой энергосберегающей технологии и комплекса машин для её осуществления в ОАО «Голицино» Никифоровского района и других свеклосеющих хозяйствах Тамбовской области по сравнению с традиционными технологиями позволил снизить общие затраты труда на 45-53 %, расход дизельного топлива на 23-36% в расчете на 1 га и добиться урожайности сахарной свеклы более 50 т/га.

Список литературы

1. Тырнов, Ю.А. Аналитические аспекты адаптации технологий и машинных агрегатов для производства сахарной свеклы/ Ю. А. Тырнов, А. В. Балашов//Наука в Центральной России. - 2014. - №2 (8).- С.5 - 9.

2. Тырнов Ю.А. Высокоадаптированные машинные технологии и технические средства нового поколения для низкозатратного и устойчивого производства сельскохозяйственных культур (на примере сахарной свеклы и зерновых культур)/ Ю.А. Тырнов, А.Н. Агапов, А.В. Балашов, В.П. Белогорский, А.А. Ногтиков, А.Г. Рамазанов.- Воронеж: Истоки, 2005.- 174 с.

3. Тырнов Ю.А. Машинные агрегаты и агротехнологии конкурентоспособного производства сахарной свеклы (рекомендации по практическому применению)/ Ю.А. Тырнов, А.Н. Агапов, А.В. Балашов, А.Ю. Бешнихин, В.П. Белогорский, И.В. Крюков, А.А. Ногтиков, С.А. Хапров, А.Г. Рамазанов - Воронеж: Истоки, 2006.- 200 с.

4. Патент №2490844 Российская Федерация, МПК A01B 15/00 A01B 3/28. Плужный корпус. /Тырнов Ю.А., Балашов А.В., Белогорский В.П., Марнов С.В.; заявитель и патентообладатель ГНУ ВНИИТиН Росссельхозакадемии.- № 2012125297/13, заяв.18.06.2012; опубл. 27.08. 2013, Бюл. №24.- 7 с.:ил.

5. Патент №2506732 Российская Федерация, МПК A01B 3/30 Плуг поворотный с переменной шириной захвата /Тырнов Ю.А., Балашов А.В., Белогорский В.П., Марнов С.В.; заявитель и патентообладатель ГНУ ВНИИТиН Росссельхозакадемии.-№ 2012138513/13, заяв.07.09.2012; опубл. 20.02. 2014, Бюл. №5.- 8 с.:ил.

6. Зазуля, А.Н. Исследование показателей работы поворотного плуга для гладкой вспашки почвы/ А.Н.Зазуля, Ю.А. Тырнов, А.В. Балашов, В.П. Белогорский //Техника в сельском хозяйстве.- 2013, №1.- с. 23-24

7. Зазуля, А.Н. Эффективность использования поворотных плугов для гладкой вспашки почвы / А.Н. Зазуля, А.В. Балашов, В.П. Белогорский, С.В. Марнов,

Н.В. Михеев //Вестник Мичуринского государственного аграрного университета.- 2013, №1.- с. 48-53

8. Зазуля, А.Н. Действие сил на рабочие органы поворотного плуга с переменной шириной захвата и его тяговое сопротивление / А.Н. Зазуля, А.В. Балашов, В.П. Белогорский, С.В. Марнов, Н.В. Михеев //Вестник Мичуринского государственного аграрного университета.- 2013, №1.- с. 56-62

9. Тырнов, Ю.А. Теоретическое обоснование давлений и усилий при прессовании компонентов смеси семенной капсулы в закрытых пресс-формах/ Ю. А. Тырнов, А. В. Балашов, В.П. Белогорский, А.А.Сухов//Наука в Центральной России. - 2013. - №2.- С.4 - 6.

10. Тырнов, Ю.А. Прочностные свойства семенных капсул и удельная работа сжатия исходной смеси / Ю. А. Тырнов, А. В. Балашов, В.П. Белогорский, А.А.Сухов, Ж.Ж. Зайнушев //Наука в Центральной России. - 2013. - №2.- С.7-9. 11. Тырнов, Ю.А. Эксплуатационно-технологические показатели работы агрегатов на посеве капсулированных семян/ Ю. А. Тырнов, А. В. Балашов, В.П. Белогорский, А.А.Сухов //Наука в Центральной России. - 2013.- №2.- С.32 - 35.

References

1. Tyrnov, Yu.A. Analiticheskie aspekty adaptacii texnologij i mashinnyx agregatov dlya proizvodstva saxarnoj svekly/ Yu. A. Tyrnov, A. V. Balashov//Nauka v Central'noj Rossii. - 2014. - №2 (8).- S.5 - 9.

2. Tyrnov Yu.A. Vysokoadaptirovannye mashinnye texnologii i texnicheskie sredstva novogo pokoleniya dlya nizkozatratnogo i ustojchivogo proizvodstva sel'skoxozyajstvennyx kul'tur (na primere saxarnoj svekly i zernovyx kul'tur)/ Yu.A. Tyrnov, A.N. Agapov, A.V. Balashov, V.P. Belogorskij, A.A. Nogtikov, A.G. Ramazanov.- Voronezh: Istoki, 2005.- 174 c.

3. Tyrnov Yu.A. Mashinnye agregaty i agrotexnologii konkurentosposobnogo proizvodstva saxarnoj svekly (rekomendacii po prakticheskomu primeneniyu)/ Yu.A. Tyrnov, A.N. Agapov, A.V. Balashov, A.Yu. Beshnixin, V.P. Belogorskij, I.V. Kryukov, A.A. Nogtikov, S.A. Xaprov, A.G. Ramazanov - Voronezh: Istoki, 2006.- 200 s.

4. Patent №2490844 Rossijskaya Federaciya, MPK A01V 15/00 A01V 3/28. Pluzhnyj korpus. /Tyrnov Yu.A., Balashov A.V., Belogorskij V.P., Marnov S.V.; zayavitel' i patentoobladatel' GNU VNIITiN Rosssel'xozakademii.- № 2012125297/13, zayav.18.06.2012; opubl. 27.08. 2013, Byul. №24.- 7 s.:il.

5. Patent №2506732 Rossijskaya Federaciya, MPK A01V 3/30 Plug povorotnyj s peremennoj shirinoj zaxvata /Tyrnov Yu.A., Balashov A.V., Belogorskij V.P., Marnov S.V.; zayavitel' i patentoobladatel' GNU VNIITiN Rosssel'xozakademii.-№ 2012138513/13, zayav.07.09.2012; opubl. 20.02. 2014, Byul. №5.- 8 s.:il.

6. Zazulya, A.N. Issledovanie pokazatelej raboty povorotnogo pluga dlya gladkoj vspashki pochvy/ A.N.Zazulya, Yu.A. Tyrnov, A.V. Balashov, V.P. Belogorskij //Texnika v sel'skom xozyajstve.- 2013, №1.- s. 23-24

7. Zazulya, A.N. E'ffektivnost' ispol'zovaniya povorotnyx plugov dlya gladkoj vspashki pochvy / A.N. Zazulya, A.V. Balashov, V.P. Belogorskij, S.V. Marnov,

N.V. Mixeev //Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.- 2013, №1.- s. 48-53

8. Zazulya, A.N. Dejstvie sil na rabochie organy povorotnogo pluga s peremennoj shirinoj zaxvata i ego tyagovoe soprotivlenie / A.N. Zazulya, A.V. Balashov, V.P. Belogorskij, S.V. Marnov, N.V. Mixeev //Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta.- 2013, №1.- s. 56-62

9. Tyrnov, Yu.A. Teoreticheskoe obosnovanie davlenij i usilij pri pressovanii komponentov smesi semennoj kapsuly v zakrytyx press-formax/ Yu. A. Tyrnov, A. V. Balashov, V.P. Belogorskij, A.A.Suxov//Nauka v Central'noj Rossii. - 2013. - №2.- S.4 - 6.

10. Tyrnov, Yu.A. Prochnostnye svojstva semennyx kapsul i udel'naya rabota szhatiya isxodnoj smesi / Yu. A. Tyrnov, A. V. Balashov, V.P. Belogorskij, A.A.Suxov, Zh.Zh. Zajnushev //Nauka v Central'noj Rossii. - 2013. - №2.- S.7-9. 11. Tyrnov, Yu.A. E'kspluatacionno-texnologicheskie pokazateli raboty agregatov na poseve kapsulirovannyx semyan/ Yu. A. Tyrnov, A. V. Balashov, V.P. Belogorskij, A.A.Suxov //Nauka v Central'noj Rossii. - 2013.- №2.- S.32 - 35.

Отпечатано ООО «Максимал информационные технологии»
398017, г. Липецк, ул. Крупской, 4
Email: naukacr@yandex.ru. Тел. +7 (920) 246-20-64:
Подписано в печать 30.06.2015 Заказ № 60513-01
Формат 60x84/8. Бумага офсетная. Печать электрографическая.
Гарнитура Times. Объем – 11,08 усл. печ. л. Тираж 100 экз.