«НАУКА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ» **«SCIENCE IN THE CENTRAL RUSSIA»** **12+**

Научно-производственный периодический журнал The research-production periodic magazine
Включен в международную базу данных Agris
№4 (22), 2016 г.

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

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

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

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

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

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

ЕРОХИН Михаил Никитьевич — академик РАН, заслуженный деятель науки 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

Журнал «Наука в Центральной России Science in the central Russia»
Учредитель: ФГБНУ ВНИИТИН
Главный редактор: Зазуля А.Н.
№ 4 (22) 22.08.2016, Тираж - 100 экз. Свободная цена
Адрес редакции и издателя: **392022, г. Тамбов, пер. Ново-Рубежный, 28, к. 21,** тел. 8(4752)440-241; e-mail: naukacr@yandex.ru
Отпечатано в типографии ООО «Максимал информационные технологии» 398017, г. Липецк, ул. Ушинского, 8
СМИ зарегистрировано в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) ПИ № ФС77-51695 от 07.12.2012 г.
Технический редактор: Левина Эмма Владимировна**, тел. +7 (920) 246-20-64**
Зав. отделом по развитию: Левин Максим Юрьевич**, тел. +7 (920) 240-71-96**

© «Наука в центральной России», 2016

«НАУКА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ» **«SCIENCE IN THE CENTRAL RUSSIA»**
Научно-производственный периодический журнал The research-and-production periodic magazine
№4 (22), 2016 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:
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве
(ФГБНУ ВНИИТИН)

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

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 работе ФГБОУ 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», 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

СТРЫГИН СЕРГЕЙ ПЕТРОВИЧ, ЗАВРАЖНОВ АНАТОЛИЙ ИВАНОВИЧ, БАЛАШОВ АЛЕКСАНДР ВЛАДИМИРОВИЧ, ХАЙРУЛИНА САБИНА ГУМАРОВНА
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНСТРУКТИВНО-РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ АППАРАТА ДЛЯ ВЫСЕВА КАПСУЛИРОВАННЫХ СЕМЯН 5
STRYGIN SERGEY PETROVICH, ZAVRAZHNOV ANATOLY IVANOVICH, BALASHOV ALEXANDER VLADIMIROVICH, KHAYRULLINA SABINA GUMAROVNA
LABORATORY RESEARCH SOWING APPARATUS FOR SOWING ENCAPSULATED SEEDS 5
КОВАЛЕВА ОЛЬГА АЛЕКСАНДРОВНА, ЛАЗАРЕВ СЕРГЕЙ ИВАНОВИЧ
РАЗДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАСТВОРОВ КРАХМАЛО-ПАТОЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВ БИОУЛЬТРАФИЛЬТРАЦИОННЫМ МЕТОДОМ 10
KOVALEVA OLGA ALEKSANDROVNA, LAZAREV SERGEY IVANOVICH
CLEANING TECHNOLOGICAL SOLUTIONS STARCH AND TREACLE PRODUCTION OF BIOULTRAFILTRATION METHOD 11
КОРНЕВ АЛЕКСЕЙ ЮРЬЕВИЧ, БЕКТИЛЕВОВ АЛДАБЕРГЕН ЮСУПОВИЧ, АЛИБАЕВ БАТЫРБЕК ТУЛЕГЕНОВИЧ
ПРИЧИНЫ СНИЖЕНИЯ КАЧЕСТВА СВЕТЛЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ 15
KORNEV ALEXEY YUR’EVICH, ALIBAEV BATYRBEK TULEGENOVICH, BEKTELEUOV ALDABERGEN YUSUPOVICH
CAUSES OF REDUCING THE QUALITY OF LIGHT PETROLEUM PRODUCTS, USED IN AGRICULTURE 16
КОРНЕВ АЛЕКСЕЙ ЮРЬЕВИЧ, НАГОРНОВ СТАНИСЛАВ АЛЕКСАНДРОВИЧ, АЛИБАЕВ БАТЫРБЕК ТУЛЕГЕНОВИЧ
СВЯЗЬ КАЧЕСТВА МОТОРНОГО ТОПЛИВА С СОВРЕМЕННЫМ СОСТОЯНИЕМ НЕФТЕСКЛАДОВ 26
KORNEV ALEXEY YUREVICH, NAGORNOV STANISLAV ALEXANDROVICH
THE CONNECTION BETWEEN THE QUALITY OF MOTOR FUELS AND PRESENT STATE OF OIL DEPOTS 27
КРУГОВ ВИКТОР ФЁДОРОВИЧ, ОСТРИКОВ ВАЛЕРИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ
ПРОМЫВОЧНОЕ МАСЛО ДЛЯ ДВС 35
KRUGOV VIKTOR FEDOROVICH, OSTRIKOV VALERY VASILYEVICH
FLUSHING OIL FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINES 36
МАЧНЕВ АЛЕКСЕЙ ВАЛЕНТИНОВИЧ, КАБЛУКОВ ВАСИЛИЙ СЕРГЕЕВИЧ, МАЧНЕВА ОКСАНА ЮРЬЕВНА
ИССЛЕДОВАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СЕМЕНИ С НАПРАВИТЕЛЕМ ДВУХДИСКОВОГО РАСПРЕДЕЛЯЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ПРОТРАВЛИВАТЕЛЯ СЕМЯН 40
MACHNEV ALEKSEY VALENTINOVICH, KABLUKOV VASILY SERGEYEVICH, MACHNEVA OKSANA UREVNA
RESEARCHES OF INTERACTION OF THE SEED WITH GUIDER OF THE TWO-DISK DISTRIBUTING DEVICE SEED PROTECTANT 41
ЗЕМЛЯНОЙ АНДРЕЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ, ЗАВРАЖНОВ АНАТОЛИЙ ИВАНОВИЧ, ЗАВРАЖНОВ АНДРЕЙ АНАТОЛЬЕВИЧ, ЛАНЦЕВ ВЛАДИМИР ЮРЬЕВИЧ
НОВЫЙ РЕЖУЩИЙ АППАРАТ ДЛЯ КОНТУРНОЙ ОБРЕЗКИ ПЛОДОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ. 51
ZEMLYANOY ANDREY ALEKSANDROVICH, ZAVRAZHNOV ANATOLY IVANOVICH, ZAVRAZHNOV ANDREY ANATOL'EVICH, LANTSEV VLADIMIR YURIEVICH
NEW CUTTING MACHINE FOR CONTOUR CUTTING FRUIT TREES 52

ЗВЕНИГОРОДСКИЙ ИГОРЬ ИВАНОВИЧ, КУЛЕШ ДЕНИС ЮРЬЕВИЧ, ТЕКУТЬЕВ МИХАИЛ ВИКТОРОВИЧ
ПОЛУЧЕНИЕ ПЕРЕДАТОЧНЫХ ФУНКЦИЙ В РЕКУПЕРАТИВНОМ ТЕПЛООБМЕННИКЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО КОНДИЦИОНЕРА ПРИ ПРЯМОТОЧНОЙ СХЕМЕ ПОДАЧЕ ХОЛОДОНОСИТЕЛЯ.....59
ZVENIGORODSKII IGOR' IVANOVICH, KULESH DENIS YUR'EVICH, TEKUT'EV MIKHAIL VIKTOROVICH
RECEIVING OF TRANSFER FUNCTIONS IN THE OF CENTRAL AIR CONDITIONER RECUPERATIVE HEAT EXCHANGER WITH CO-CURRENT REFRIGERANT FEEDING....60
КНЯЗЕВ АЛЕКСАНДР НИКОЛАЕВИЧ, ПОНОМАРЕВА ЮЛИЯ ПАВЛОВНА
ОЦЕНКА ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ УЧАСТИЯ СЕЛЬХОЗТОВАРОПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ В ТЕНДЕРАХ.....65
ALEXANDER KNYAZEV, PONOMAREVA YULIA
ASSESSMENT OF EXPEDIENCY FOR PARTICIPATION TO AGRICULTURAL PRODUCERS IN THE TENDER 66
СНЕЖКО АНДРЕЙ ВЛАДИМИРОВИЧ, СНЕЖКО ВЛАДИМИР АНДРЕЕВИЧ
ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРА ДВИЖЕНИЯ ЖИДКОСТИ, ИСТЕКАЮЩЕЙ ИЗ СОПЕЛ ЦЕНТРИФУГ С РЕАКТИВНЫМ ГИДРОПРИВОДОМ 72
SNEZHKO ANDREY VLADIMIROVICH, SNEZHKO VLADIMIR ANDREEVICH
RESEARCH OF FLUID MOVEMENT, EXPIRING FROM NOZZLES OF CENTRIFUGES WITH REACTIVE HYDRAULIC ACTUATOR 73
СКОРЛЯКОВ ВИКТОР ИОСИФОВИЧ, НАЗАРОВ АНДРЕЙ НИКОЛАЕВИЧ
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА ОЦЕНКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МАШИН И ОРУДИЙ ДЛЯ ПОЛЕВЫХ РАБОТ 81
SKORLYAKOV VICTOR IOSIFOVICH, NAZAROV ANDREY NIKOLAEVICH
IMPROVEMENT OF METHOD FOR ASSESSMENT OF OPERATING INDICATORS OF MACHINES AND IMPLEMENTS FOR FIELD WORK…….. 81
ТИШАНИНОВ НИКОЛАЙ ПЕТРОВИЧ, АНАШКИН АЛЕКСАНДР ВИТАЛЬЕВИЧ, АЛЬШИНАЙИИН ХАЙДЕР ДЖАМИЛ ДЖАБЕР
ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СТЕНДА ЦИКЛИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ЯЧЕИСТЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ 90
TISHANINOV NIKOLAY PETROVICH, ANASHKIN ALEXANDER VITALYEVICH, ALSHINAYIIN HAIDER JAMIL JABER
RATIONALE FOR THE PARAMETERS STAND CYCLIC OPERATION FOR RESEARCH OF CELLULAR SURFACES.....91

УДК 633.63: 631.331

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНСТРУКТИВНО-РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ АППАРАТА ДЛЯ ВЫСЕВА КАПСУЛИРОВАННЫХ СЕМЯН

Стрыгин Сергей Петрович
младший научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве,
E-mail: vitin@mail.ru
Завражнов Анатолий Иванович,
доктор технических наук, профессор, академик Российской академии наук, гл. научный сотрудник ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ. г. Мичуринск
E-mail: president@mgau.ru
Балашов Александр Владимирович
кандидат технических наук, доцент, Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве
E-mail: vitin@mail.ru
Хайрулина Сабина Гумаровна
преподаватель, Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана
E-mail: vitin@mail.ru

Реферат. *Известно, что одним из перспективных направлений ресурсосбережения при возделывании пропашных культур является применение капсулированных семян. Предложено использовать запатентованный высевающий аппарат для капсулированных семян, разработанный в лаборатории использования машинно-тракторных агрегатов ФГБНУ ВНИИТиН. Изучены конструктивно-режимные параметры и качественные показатели работы разработанного высевающего аппарата с использованием специально изготовленного стенда. Использовали метод планирования многофакторного эксперимента. За критерий оптимизации был принят коэффициент вариации временных интервалов выпадения капсулированных семян из ячеек высевающего диска. Установлены управляющие факторы: частота вращения высевающего диска, количество ворошителей, радиус канавки на боковой поверхности высевающего диска, угол скоса односторонней фаски ячейки. Получено уравнение регрессии, адекватно описывающее исследуемый процесс с 95%-ной вероятностью. Адекватность полученной модели проверена по критерию Фишера. Определены пределы варьирования значений конструктивно - режимных параметров высевающего аппарата: частота вращения высевающего диска 10-14 мин$^{-1}$; количество ворошителей 2-4 шт., радиус канавки высевающего диска 23-27 мм, угол скоса фаски ячейки высевающего диска 18-25 град. Критерий оптимизации варьировал в пределах 0,18 - 0,2. Установлено, что высевающий аппарат обеспечивает заполняемость ячеек на 95-97% при частоте вращения диска с ворошителями 10,5 мин$^{-1}$, а без ворошителей - 85-90 %.*

Ключевые слова: *высевающий аппарат, капсулированные семена, пропашные культуры, планирование эксперимента*

LABORATORY RESEARCH SOWING APPARATUS FOR SOWING ENCAPSULATED SEEDS

Strygin Sergey Petrovich,
Junior Researcher, FGBNU "All-Russian Scientific Research Institute of technology and the use of oil in agriculture", Tambov, e-mail: vitin@mail.ru
Zavrazhnov Anatoly Ivanovich,
Doctor of Engineering, professor, academician of the Russian Academy of Sciences, hl. research associate FGBOOU WAUGH Michurinsk GAU. Michurinsk
e-mail: president@mgau.ru
Balashov Alexander Vladimirovich,
Ph.D., Associate Professor, FGBNU "All-Russian Scientific Research Institute of technology and the use of oil in agriculture", Tambov, e-mail: vitin@mail.ru
Khayrullina Sabina Gumarovna
teacher, The West Kazakhstan agrarian and technical university of Zhangir of the khan e-mail: vitin@mail.ru

Abstract. *It is known that one of the promising areas of resource conservation in the cultivation of row crops is the use of capsulated seeds. It is proposed to use a patented sowing machine for capsulated seeds developed in the laboratory of utilization of the machine-tractor units in FGBNU VNIITiN. Structural and operational parameters and qualitative performance indicators developed by the seed unit using a specially made stand are studied. Method for planning of multivariate experiment was used. The coefficient of variation of time intervals for loss of capsulated seed from cells of the seed disc was adopted as a criterion for optimization. Control factors: the speed of the seed disc, the number of tedders, the radius of the groove on the side surface of the seed disc, the angle of the bevel of the cell-sided chamfer are installed. The regression equation adequately describing the process under study, with 95% probability, is obtained. The adequacy of the resulting model is checked by the Fisher test. Limits of variation values of constructive - regime parameters of seed machine: rotation frequency of seed disk 10-14 min-1; the number of tedders 2-4 pcs., the radius of the grooves of the seed disc 23-27 mm, bevel angle of chamfer at cell of the seed disc 18-25 degrees. are determined. The optimization criterion varied between 0.18 - 0.2. It was found that the seed unit provides occupancy of cells on 95-97% when the frequency of rotation of disk with tedder 10.5 min-1, and without tedders - 85-90 %.*

Keywords: *sowing element, encapsulated seeds, experiment planning*

Введение. Одним из перспективных направлений ресурсосбережения при возделывании пропашных культур является применение нового посевного материала в виде капсулированных семян. Использование таких семян сокращает потребности в удобрениях и химических средствах защиты и исключает технологические операции по их внесению в начальный период роста и развития растений. Использование семян пропашных культур в семенных капсулах находит все большее применение в сельскохозяйственном производстве [1], но обусловливает проблему их высева в почву. В России и за рубежом накопленного практического опыта и результатов научных исследований в этой области знаний недостаточно, поэтому разработка оборудования для их посева семенных капсул чрезвычайно актуальна. Работа посвящена повышению качества посева капсулированных семян за счет разработки и применения высевающего аппарата сеялки.

Материалы и методы. Нами разработан и изготовлен высевающий аппарат, который отвечает агротехническим требованиям, предъявляемым к посеву капсулированных семян

пропашных культур. Новизна разработанной конструкции высевающего аппарата подтверждена патентом на изобретение РФ № 2475012 [2].

Исследования проводились в лаборатории использования машинно-тракторных агрегатов в ФГБНУ ВНИИТиН на специально изготовленном стенде [3]. Конструктивно-режимные параметры экспериментального высевающего аппарата определены с применением теории планирования многофакторного эксперимента. В качестве параметра оптимизации был выбран коэффициент вариации интервалов времени между выбросами капсулированных семян из ячеек высевающего диска.

Результаты и обсуждение. В работе использовали многофакторный эксперимент. На основе априорного ранжирования факторов и отсеивающего эксперимента были отобраны четыре фактора в большей степени, влияющие на равномерность интервалов времени между выбросами капсулированных семян из ячеек: частота вращения высевающего диска (X_1, мин$^{-1}$), количество ворошителей (X_2, шт.), радиус канавки на боковой поверхности высевающего диска (X_3, мм), угол скоса односторонней фаски ячейки (X_4, град). С учетом требований, предъявляемых к факторам при планировании многофакторного эксперимента [4], были определены уровни и интервалы варьирования этих факторов, которые представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Интервалы и уровни варьирования факторов

Факторы	Обозначение и размерность фактора	Уровни варьирования			Интервал варьирования
		-1	0	+1	
Частота вращения высевающего диска, ω	X_1, мин$^{-1}$	10	15	20	5
Количество ворошителей, N	X_2, шт	0	2	4	2
Радиус канавки на боковой поверхности высевающего диска, R	X_3, мм	20	25	30	5
Угол скоса односторонней фаски ячейки,α	X_4, град	10	20	30	10

После компьютерной обработки результатов многофакторного эксперимента с использованием прикладной программы MathCAD получили математическую модель второго порядка, описывающую зависимость $v=f(\omega,N,R,\alpha)$ в закодированном виде:

$$\begin{aligned} Y = {} & 0{,}2 + 0{,}135X_1 - 0{,}145X_2 - 0{,}017X_3 - 0{,}014X_4 + 0{,}058X_1X_2 + \\ & + 0{,}006X_1X_3 - 0{,}006X_1X_4 + 0{,}01X_2X_3 - 0{,}004X_2X_4 + \\ & + 0{,}0005X_3X_4 + 0{,}222X_1^2 + 0{,}153X_2^2 - 0{,}068X_3^2 - 0{,}033X_4^2 \end{aligned} \quad (1)$$

Адекватность полученной модели проверена по F-критерию Фишера. Расчетное значение (2,1) оказалось меньше табличного (2,3) при 5% -уровне значимости, т.е. полученная модель адекватно описывает исследуемый процесс с 95%-ной вероятностью.

Влияние управляющих факторов на изменение критерия оптимизации изучено с помощью двумерных сечений, рисунки 1, 2. Анализируя рисунок 1, можно отметить, что коэффициент вариации интервалов времени между выбросами капсулированных семян из ячеек высевающего диска варьировал в пределах 0,18-0,2 при значениях рассматриваемых факторов: частоты вращения высевающего диска ω= 10,5-16 мин$^{-1}$, количества ворошителей

N = 2 - 4.

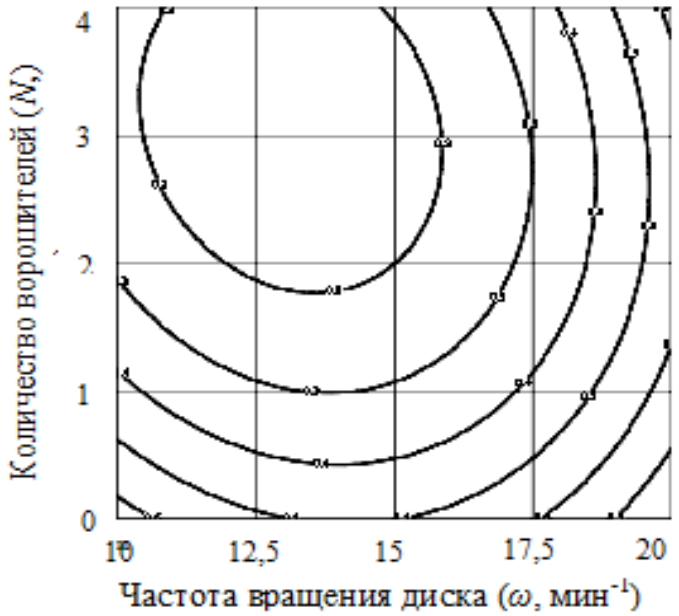


Рисунок 1 – Двумерное сечение поверхности отклика, характеризующее зависимость коэффициента вариации интервалов времени между выбросами капсулированных семян из ячеек высевающего диска ν от частоты вращения высевающего диска(ω) и количества ворошителей(*N*)

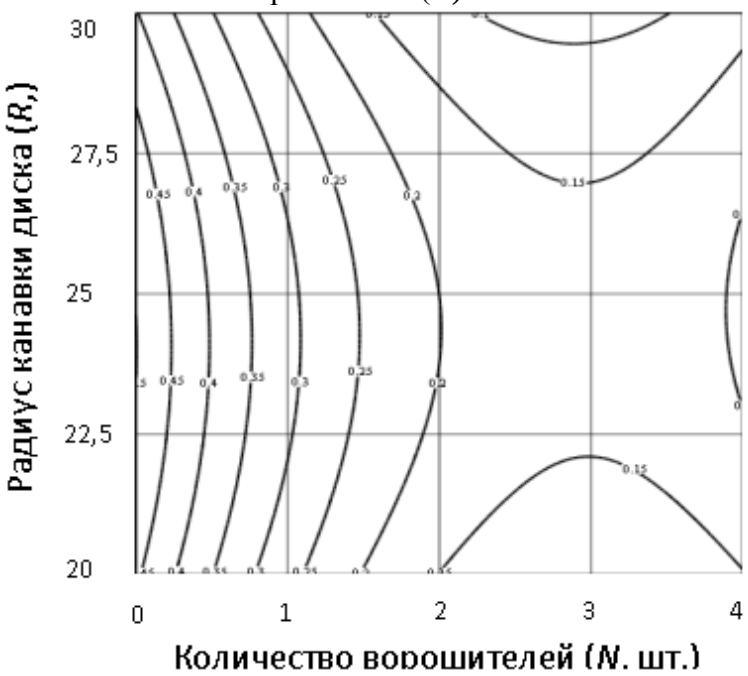


Рисунок 2 – Двумерное сечение поверхности отклика, характеризующее зависимость коэффициента вариации интервалов времени между выбросами капсулированных семян из ячеек высевающего диска ν от количества ворошителей высевающего диска(*N*) и радиуса канавки (*R*).

Анализируя рисунок 2, можно отметить, что коэффициент вариации интервалов времени между выбросами капсулированных семян из ячеек высевающего диска варьировал в пределах 0,18-0,2 при значениях рассматриваемых факторов: количества ворошителей - 2-4 шт., радиуса канавки на боковой поверхности высевающего диска - 23-27 мм.

Выводы. Лабораторно-стендовые исследования позволили определить оптимальные

конструктивные и режимные параметры высевающего аппарата для капсулированных семян, обеспечивающие максимально возможную равномерность интервалов времени между выбросами капсулированных семян из ячеек высевающего диска. Частота вращения высевающего диска - 13,75 мин$^{-1}$, количество ворошителей - 3 шт., радиус канавки высевающего диска - 25 мм, угол скоса односторонней фаски ячейки высевающего диска - 21,5 град, коэффициент вариации интервалов времени между выбросами капсулированных семян из ячеек высевающего диска - 0,19.

Высевающий аппарат обеспечивает заполняемость ячеек на 95-97% при частоте вращения диска с ворошителями 10,5 мин$^{-1}$, а без ворошителей – на 85-90 %. Коэффициент вариации интервалов времени между выбросами капсулированных семян из ячеек высевающего диска без ворошителей при варьировании частоты его вращения от 10,5 до 25,8 мин$^{-1}$ изменялся от 0,46 до 0,58, а при наличии ворошителей - изменялся в пределах 0,18 - 0,2.

Список литературы

1. Тырнов, Ю.А. Использование капсулированных семян при посеве пропашных культур /Ю.А. Тырнов, А.В. Балашов, А.А. Сухов // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. науч.-техн. конф. (Минск, 16-17 октября 2013 г.). В 3 т. Т.1. / РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства» - Минск : НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2014. – 368 с. – с. 161 – 166.

2. Патент 2475012 Российская Федерация, МПК^{7} A01C7/04. Устройство для посадки семян в капсулах / Ю.А. Тырнов, А.В. Балашов, В.П. Белогорский, С.П. Стрыгин, А.А. Сухов. - № 2011132723/13, заявл. 03.08.2011; опубл. 20.02.2013, Бюл. № 5. -7 с. : ил.

3. Балашов, А.В. Результаты лабораторно- стендовых исследований высевающего аппарата для капсулированных семян пропашных культур / А.В. Балашов, С.П. Стрыгин // Наука в центральной России, 2015 - №6. – с. 78 – 84.

4. Мельников, С.В. Планирование эксперимента в исследованиях сельскохозяйственных процессов / С.В. Мельников, В.Р. Алешкин, П.М. Рощин. – Л.: Колос, 1980. – 168 с.

References

1. Tyrnov, Yu.A. Ispol'zovanie kapsulirovannyx semyan pri poseve propashnyx kul'tur / Yu.A. Tyrnov, A.V. Balashov, A.A. Suxov // Nauchno-texnicheskij progress v sel'skoxozyajstvennom proizvodstve: materialy Mezhdunar. nauch.-texn. konf. (Minsk, 16-17 oktyabrya 2013 g.). V 3 t. T.1. / RUP «Nauchno-prakticheskij centr Nacional'noj akademii nauk Belarusi po mexanizacii sel'skogo xozyajstva» - Minsk : NPC NAN Belarusi po mexanizacii sel'skogo xozyajstva, 2014. – 368 s. – s. 161 – 166.

2. Pat. 2475012 Rossijskaya Federaciya, MPK7 A01C7/04. Ustrojstvo dlya posadki semyan v kapsulax / Yu.A. Tyrnov, A.V. Balashov, V.P. Belogorskij, S.P. Strygin, A.A. Suxov. - № 2011132723/13, zayavl. 03.08.2011; opubl. 20.02.2013, Byul. № 5. -7 s. : il.

3. Balashov, A.V. Rezul'taty laboratorno- stendovyx issledovanij vysevayushhego apparata dlya kapsulirovannyx semyan propashnyx kul'tur / A.V. Balashov, S.P. Strygin // Nauka v central'noj Rossii, 2015 - №6. – s. 78 – 84.

4. Mel'nikov, S.V. Planirovanie e'ksperimenta v issledovaniyax sel'skoxozyajstvennyx processov / S.V. Mel'nikov, V.R. Aleshkin, P.M. Roshhin. – L.: Kolos, 1980. – 168 s.

УДК 66.081.63

РАЗДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РАСТВОРОВ КРАХМАЛО-ПАТОЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВ БИОУЛЬТРАФИЛЬТРАЦИОННЫМ МЕТОДОМ

Ковалева Ольга Александровна
кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, e-mail: solomina-oa@yandex.ru
Лазарев Сергей Иванович
доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, e-mail: geometry@mail.nnn.tstu.ru

Реферат. *Исследовали гидродинамическую проницаемость и коэффициент задержания пористых мембран серии УПМ-К, УАМ-150, УАМ-200 при разделении технологических растворов крахмало-паточных производств биоультрафильтрационным и ультрафильтрационным методом на ОАО Хоботовское предприятие «КРАХМАЛОПРОДУКТ». Получены и проанализированы зависимости коэффициента гидродинамической проницаемости и задержания ультрафильтрационных мембран исследованных серий от концентрации растворенного вещества. При ультрафильтрационном разделении технологических растворов крахмало-паточных производств постоянными величинами являлись: постоянная скорость раствора над поверхностью пористой перегородки 0,25 м/с, рабочая площадь мембран 0,0078 м^2, время проведения эксперимента 3600 с., рабочее давление 0,4 МПа. Исследования показали, что наибольшей гидродинамической проницаемостью обладает мембрана типа УПМ-К по сравнению с мембранами УАМ-200 и УАМ-150. Для технологических растворов крахмало-паточных производств предложена технологическая схема очистки основными разделительными элементами которой являлись фильтр предварительной очистки, биофильтр, мембранный каскад ультрафильтрационных аппаратов, центробежные и плунжерный насосы, а также адсорбционная колонна. Отмечено, что коэффициент гидродинамической проницаемости ультрафильтрационных мембран с ростом исходной концентрации растворенного вещества уменьшается, так как возрастает осмотическое давление раствора, а снижение селективности различных мембран зависит от пористой структуры и от распределения пор по активному слою мембран.*

Ключевые слова: *гидродинамическая проницаемость; мембрана; ультрафильтрация; биоультрафильтрация, процесс, разделение.*

SEPARATION OF PROCESS SOLUTIONS OF STARCH AND SYRUP PRODUCTION BY BIOULTRA FILTRATION METHOD

Kovaleva Olga Aleksandrovna
Candidate of Technical sciences, associate professor, FGBOU VO Tambov state technical University, Tambov, e-mail: solomina-oa@yandex.ru
Lazarev Sergey Ivanovich
Full Doctor of Technical Sciences, professor, FGBOU VO Tambov state technical University, Tambov, e-mail: geometry@mail.nnn.tstu.ru

Abstract. *Hydrodynamic permeability coefficient and retention of porous membranes series UPM-K, UAM-150, UAM-200 in the process of separation of starch and treacle production technological solutions bioultrafiltration and ultrafiltration method at OAO Hobotovskoe enterprise «KRAKHMALOPRODUKT» are studied. The dependence of the hydrodynamic permeability and retention of ultrafiltration membranes from the solute concentration are received and analyzed. In the process of ultrafiltration separation technological solutions starch and treacle production constants were: constant speed of solution over the surface of the porous partition walls 0.25 m/s, the working area of the membrane 0.0078 m2, the time of experiment 3600 s., the operating*

pressure 0.4 MPa. Research have shown that highest hydrodynamic permeability has the membrane of type UPM-K compared with membranes UAM-150 and UAM-200. For technological solutions starch and treacle production proposed technological scheme cleaning main separative element is a pre-filter, a biofilter, membrane ultrafiltration cascade apparatus, centrifugal and plunger pumps and adsorption column. It is noted that the coefficient of the hydrodynamic permeability of ultrafiltration membranes is reduced with growth initial concentration solute because growing the osmotic pressure of the solutions and the reduction selectivity of different membranes depends of the porous structure and pore distribution of the active membrane layer.

Key words: *hydrodynamic permeability; membrane; ultrafiltration; bioultrafiltration, process, separation.*

Введение. В процессе производства крахмала образуются технологические растворы, характеризующиеся высоким содержанием взвешенных веществ, БПК и ХПК. Любое предприятие, выпускающее крахмал, обязано помнить о необходимости переработки таких сточных вод.

Основной составляющей технологических растворов крахмало-паточных предприятий являются органические загрязнения. По сравнению с хозяйственно-бытовыми сточными водами, концентрация белков и углеводов у них значительно выше. Данные сточные воды малопрозрачные, реакция среды (в свежем состоянии) слабо-щелочная, а иногда кислая. При разложении белков выделяется сероводород. В процессе масляно-кислого и молочного брожения pH может снижаться.

В отличие от сточных вод картофеле-крахмального производства, состав технологических вод производства кукурузного крахмала характеризуется, более высокой концентрацией органических веществ и натриевых солей, реакцией среды (менее кислой).

На кукурузно-крахмальных предприятиях в процессе производства 1 т крахмала с использованием прямоточных систем водоснабжения расходуется 17,0 м^3 сточных вод в год, в том числе 4,0 м3 производственных, хозяйственно-бытовых 1,4 м^3, остальных условно чистых вод 11,6 м^3. а при повторном использовании сточных вод в процессе производства глюкозы с 1 т глюкозы общее количество стоков составляет 260 м^3, из них 0,5 м^3 хозяйственно-бытовые, 5,5 м^3 производственные и 254 м^3 условно чистые.

Экспериментальная часть. Нами были проведены исследования по очистке технологических вод крахмало-паточного производства в ОАО ХОБОТОВСКОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «КРАХМАЛОПРОДУКТ». Готовой продукцией завода являются крахмальная патока и сухой кукурузный крахмал, сухой кукурузный глютен и кукурузный зародыш.

Технологические растворы предприятия являются многокомпонентными, состоят из веществ, значительно отличающихся между собой по физико-химическим свойствам. Поэтому для разделения таких водных систем использование напрямую микрофильтрации, обратного осмоса, ультрафильтрации нецелесообразно.

В связи с этим возникает необходимость в предварительной, специальной обработке (доводке) сточной воды. Также, с помощью предварительной обработки возможно существенно увеличить поток воды, очищаемой через баромембрану. Биологические фильтры применяют для искусственной (биологической) очистки сточных вод, окисляя кислородом загрязненные сточные воды при помощи микроорганизмов, которые образуют биологическую пленку вдоль поверхности фильтра.

Очистка технологических растворов проводилась с применением биобаромембранной технологии (биофильтрация + баромембранный процесс). Биофильтрация проводилась на

пятисекционном каскадно-дисковом биофильтре, в котором вращалась биопленка.

Исследования баромембранного процесса разделения осуществлялись на ультрофильтрационной установке с мембранами УАМ-150, УАМ-200, УПМ-К представленной в работе [1, 2].

Экспериментальные данные по биоультрафильтрационному и ультрафильтрационному разделению технологических растворов крахмально - паточного производства приведены в таблице.

Таблица 1 - Экспериментальные данные биоультрафильтрационного и ультрафильтрационного разделения технологических растворов крахмало-паточных производств

Тип мембраны	$C_{исх}$ кг/м^3	Биоультрафильтрация		Ультрафильтрация	
		$C_{пер,}$ кг/м^3	V*10^3, м^3	$C_{пер,}$ кг/м^3	V*10^3, м^3
УПМ-К	2,2	0,049	0,543	1,16	0,442
	2,71	0,064	0,535	1,46	0,437
	2,84	0,088	0,523	1,56	0,432
	2,98	0,121	0,520	1,68	0,429
УАМ-150	2,2	0,025	0,236	1,00	0,165
	2,71	0,049	0,232	1,29	0,159
	2,84	0,065	0,229	1,38	0,155
	2,98	0,098	0,225	1,45	0,152
УАМ-200	2,2	0,034	0,267	1,19	0,199
	2,71	0,059	0,265	1,57	0,195
	2,84	0,064	0,259	1,63	0,193
	2,98	0,091	0,251	1,77	0,188

В экспериментах скорость раствора составляла 0,25 м/с, рабочая площадь мембран 0,0078 м^2, время 3600 с., давление 0,4 МПа. В процессе проведения экспериментов отбирали пробы пермеата и ретентата на анализ, измеряли производительность, контролировали давление и температуру. Содержание растворенных веществ в технологических растворах оценивали по ХПК [3].

Гидродинамическая проницаемость мембран определялась по [2]:

$$\alpha = \frac{V}{P \cdot F_м \cdot \tau}; \quad (1)$$

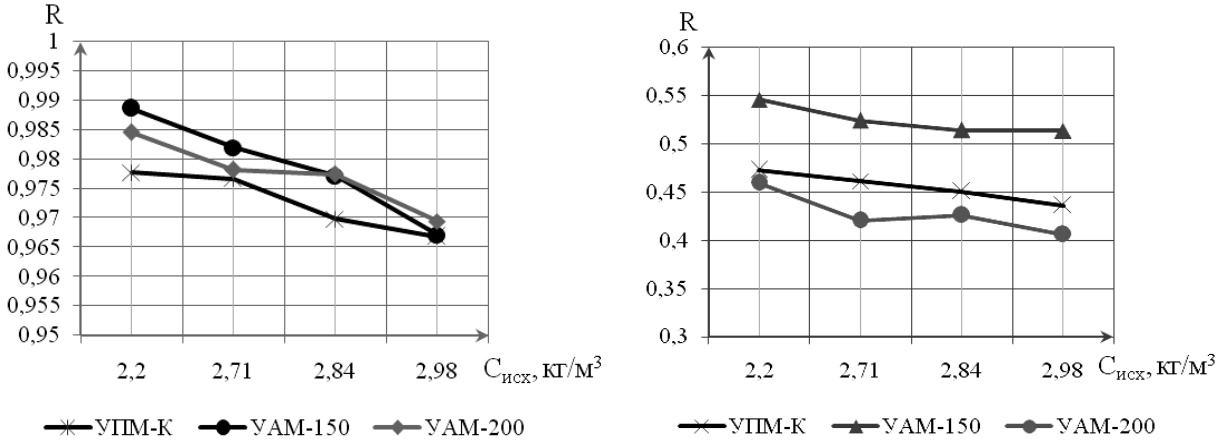
где V – объем пермеата, м^3; τ – время проведения эксперимента, с; $F_м$ – рабочая площадь мембраны, м; P – рабочее давление, МПа.

Значения коэффициентов задержания определяли по формуле:

$$R = 1 - \frac{C_{пер}}{C_{исх}}, \quad (2)$$

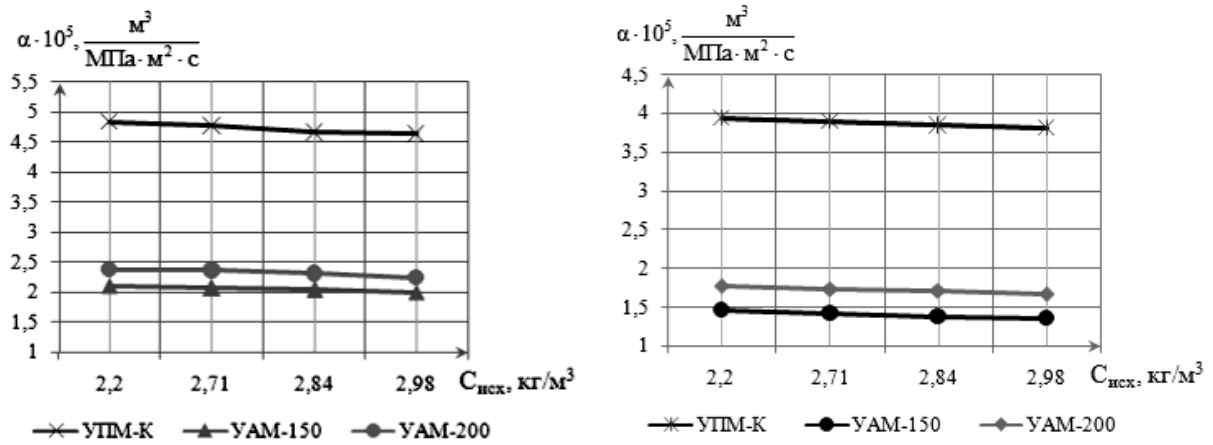
где C_0, C_{per} – концентрация растворенного вещества в исходном растворе и пермеате, кг/м^3.

Результаты и их обсуждение. На рисунке 1 и 2 представлены зависимости коэффициента задержания и гидродинамической проницаемости от концентрации растворенных веществ в разделяемом растворе в случае биоультрафильтрации и ультрафильтрации.



а) б)

Рисунок 1 -Зависимость задерживающей способности мембран от концентрации растворенных веществ в разделяемом растворе:
а) биоультрафильтрация, б) ультрафильтрация



а) б)

Рисунок 2 - Зависимость коэффициента гидродинамической проницаемости мембран от концентрации растворенных веществ в разделяемом растворе: а) биоультрафильтрация, б) ультрафильтрация

Уменьшение коэффициента задержания по мере роста концентрации растворенных веществ в разделяемом растворе (рисунок 1) связано, скорее всего, с уменьшением количества воды в пограничных слоях мембраны [4-7].

Из рисунка 2 видно, что наибольшей гидродинамической проницаемостью обладают мембраны типа УПМ-К в отличие от мембран УАМ-200 и УАМ-150. Определяющим фактором в этом случае, скорее всего, являются толщина рабочего слоя мембраны, размер пор и особенности их распределения по активной поверхности мембраны, а также их производительность при одинаковом давлении. С ростом концентрации растворенных веществ в разделяемом растворе уменьшается коэффициент гидродинамической проницаемости, что объясняется возрастанием осмотического давления раствора при его концентрировании.

Согласно представленным данным коэффициент задержания и гидродинамическая проницаемость значительно выше в случае биоультрафильтрации в отличие от ультрафильтрации.

На рисунке 3 представлена технологическая схема, на основе которой были проведены

исследования по биобаромембранной очистке технологических вод крахмало - паточного производства. Составными элементами схемы являются: емкость с исходным раствором, фильтр для предварительной очистки сточных вод, насос, каскадно-дисковый биофильтр, емкость с раствором после биофильтрования, установка для баромембранного разделения раствора, адсорбционная колонна, а также линия рециркуляции ретентата.

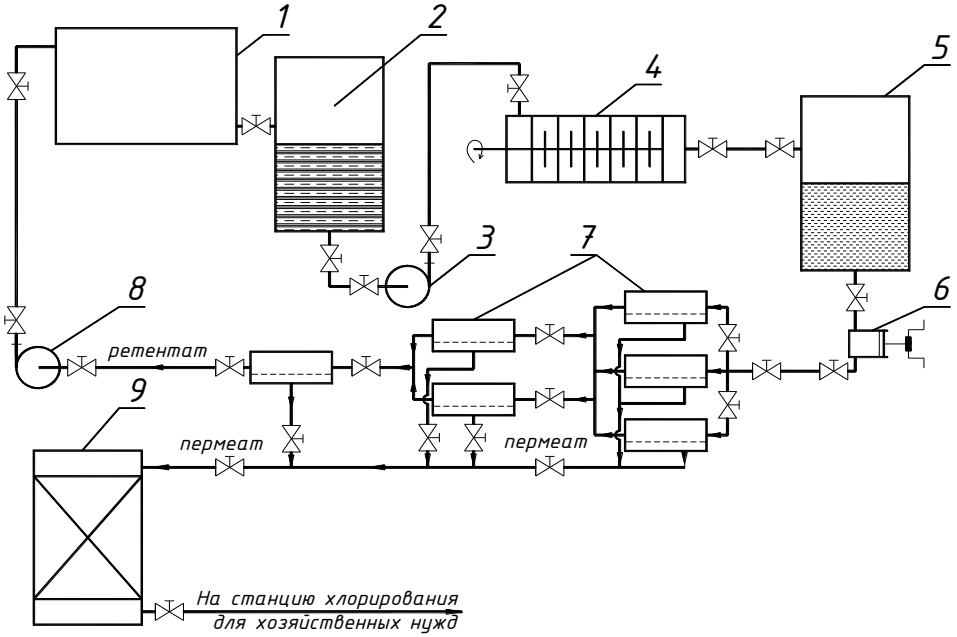


Рисунок 3 - Технологическая схема очистки технологических растворов крахмало-паточных производств биобаромембранными методами

Основным элементом схемы очистки являются разделительные плоскокамерные ультрафильтрационные аппараты, в которых размещены мембраны. Простота самой технологии изготовления плоскокамерных аппаратов является неоспоримым достоинством. Кроме того, уникальность таких аппаратов заключается в том, что потребитель может самостоятельно выбрать оптимальный тип мембран, так как в такой установке можно использовать мембраны разных типов и в процессе экспериментов установить, насколько они соответствуют наиболее важным технологическим параметрам процесса (производительность, коэффициент задержания, устойчивость к загрязнениям и т.д.)

Технологическая схема очистки технологических растворов крахмало-паточных производств работает следующим образом. Из емкости с исходным раствором 1 технологическая вода попадает в фильтр 2, осуществляющий предварительную очистку. С помощью насоса 3 раствор подается в биофильтр 4, в котором вода очищается частично, а затем поступает в промежуточную емкость 5. Далее насосом 3 раствор подается в баромембранную установку, где делится на ретентат (сконцентрированный раствор) и пермеат (очищенный раствор). Пермеат попадает в адсорбционную колонну 7 и после хлорирования может использоваться для хозяйственных нужд. Адсорбционная колонна используется для доочистки технологических вод, в случае если в пермеате содержатся органические вещества, которые не были задержаны биобаромембранной системой. Ретентат поступает в емкость с исходным раствором по линии рециркуляции и вновь проходит процесс разделения.

Выводы. Таким образом, преимуществами биоультрафильтрационной технологии являются: высокий удельный поток и коэффициент задерживания мембраны; микроорганизмы в биофильтре хорошо усваивают органические вещества, которые не

задерживаются мембранами; решается вопрос утилизации ретентата в процессе баромембранного разделения. Кроме того, зарождается потенциал формирования замкнутых технологических схем процесса очистки технологических вод крахмально-паточных производств от органических веществ. Стоит также отметить, что применение мембран, которые характеризуются большим потоком пермеата, позволит сократить размер всей очистительной системы, а это является неоспоримым преимуществом биобаромембранной технологии.

Список литературы

1. Лавренченко А.А., Лазарев С.И. Исследование кинетических характеристик динамических мембран в процессе ультрафильтрационной очистки промышленных растворов биохимических производств // Вопросы совр. науки и практ. Университет им. В.И. Вернадского. 2015. № 3. С. 28-33.

2. Лазарев К.С., Ковалев С.В., Арзамасцев А.А. Исследования кинетических коэффициентов обратноосмотического разделения растворов на мембранах МГА-95, МГА-100 и ОПМ-К // Вестн. Тамб. гос. техн. ун-та. 2011. Т. 17. № 3. С. 726-732.

3. Лурье Ю.Ю., Рыбаков А.И. Химический анализ производственных сточных вод. М.: Химия, 1974. 336 с.

4. Дытнерский Ю.И. Обратный осмос и ультрафильтрация. М.: Химия, 1978. 352 с.

5. Брык М.Т., Цапюк Е.А. Ультрафильтрация. Киев: Наукова думка, 1989. 288 с.

6. Valiño V, San Román F., Ibañez R., Ortiz I. Improved separation of bovine serum albumin and lactoferrin mixtures using charged ultrafiltration membranes. Separation and Purification Technology, 2014, vol. 125, pp. 163–169.

7. Rohani M.M., Zydney A.L., Protein transport through zwitterionic ultrafiltration membranes. J. Membr. Sci, 2012, vol. 397–398, pp. 1–8.

References

1. Lavrenchenko A.A., Lazarev S.I. The study of kinetic characteristics of dynamic membranes during ultrafiltration treatment of industrial biochemical production solutions. Questions sovr. science and practice. University V.I. Vernadski, 2015. no. 3. pp. 28-33.

2. Lazarev K.S., Kovalev S.V., Arzamascev A.A. Studies of kinetic coefficients of reverse osmosis membranes, separation solutions to MGA-95 MGA-100 and OPM-K // Westn. Thumb. State. Tehn. Univ. 2011. T. 17. № 3. C. 726-732.

3. Lurie Yu.Yu. Chemical analysis of industrial wastewater. Moscow, Himiya, 1974, 336 p.

4. Dytnerskij Yu.I. Reverse osmosis and ultrafiltration. Moscow, Himiya, 1978. 352 p.

5. Bryk M.T., Tsapyuk E.A. Ultrafiltration. Kiev, Naukova Dumka,1989. 288 p.

6. Valiño V, San Román F., Ibañez R., Ortiz I. Improved separation of bovine serum albumin and lactoferrin mixtures using charged ultrafiltration membranes. Separation and Purification Technology, 2014, vol. 125, pp. 163–169.

7. Rohani M.M., Zydney A.L., Protein transport through zwitterionic ultrafiltration membranes. J. Membr. Sci, 2012, vol. 397–398, pp. 1–8.

УДК 662.75

ПРИЧИНЫ СНИЖЕНИЯ КАЧЕСТВА СВЕТЛЫХ НЕФТЕПРОДУКТОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Корнев Алексей Юрьевич

кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, Всероссийский научно-

исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, г. Тамбов, Российская Федерация. E-mail: vniitinlab7@ yandex.ru

Бектилевов Алдаберген Юсупович

преподаватель, Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана» (ЗКАТУ им. Жангир хана), г.Уральск, Казахстан. E-mail: vniitinlab7@ yandex.ru

Алибаев Батырбек Тулегенович

преподаватель, Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана» (ЗКАТУ им. Жангир хана), г.Уральск, Казахстан. E-mail: vniitinlab7@ yandex.ru

Реферат. *Проанализировано состояние отечественной нефтеперерабатывающей промышленности, а также рынков нефтепродуктов, позволившее вскрыть глобальные причины снижения качества светлых нефтепродуктов, попадающих в сельскохозяйственное производство. Установлено, что модернизация нефтеперерабатывающих заводов, нацелена на выпуск дорогих топлив Евро 4 и 5, большая часть которых (50 – 55 %) идет на экспорт. С 2011 года доля выработки таких топлив увеличивается за счет снижения суммарной выработки топлив класса Евро 2 и 3 – с 51 млн т до 27 млн т в год. Показано, что большинство сельскохозяйственных предприятий ориентируются в первую очередь на стоимость топлива, и лишь потом на его качество. Преобладание в структуре машинного парка устаревшей техники со сроком службы более 10 лет приводит к тому, что в сельскохозяйственной отрасли высоким остается спрос на дизельное топливо Евро 2, 3 и ниже, а также бензин АИ-80. Установлено, что большая часть спроса удовлетворяется за счет продукции мини-НПЗ или суррогатов, производимых на нефтебазах посреднических организаций и представляющих собой смеси на основе необлагаемых акцизами полуфабрикатов. Определено, что отсутствие в достаточном количестве необходимых мощностей для глубокой депарафинизации нефти приводит к недостатку качественных зимних сортов топлива. Показано, что в 2014 году производство зимнего дизельного топлива составило около 18 % от общего объема, при потребности в 40 %. Трудоемкость доказательства фактов продажи суррогатов, передача споров по данным вопросам из ведения госконтроля в арбитражные суды, введение наряду с ГОСТ специальных ТУ затрудняет окончательное решение обозначенных проблем.*

Ключевые слова*: качество, анализ, нефтепереработка, топливо, сельскохозяйственное производство.*

CAUSES OF REDUCING THE QUALITY OF LIGHT PETROLEUM PRODUCTS, USED IN AGRICULTURE

Kornev Alexey Yur'evich,

candidate of technical sciences, leading researcher, All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture, Tambov, Russian Federation. E-mail: vniitinlab7@ yandex.ru

Alibaev Batyrbek Tulegenovich,

lecturer, Zhangir khan West Kazakhstan agrarian-technical university, Uralsk, Kazakhstan. E-mail: vniitinlab7@ yandex.ru

Bekteleuov Aldabergen Yusupovich,

lecturer, Zhangir khan West Kazakhstan agrarian-technical university, Uralsk, Kazakhstan. E-

mail: vniitinlab7@ yandex.ru

Abstract. *Status of domestic refining industry, as well as petroleum products market to ensure open global causes reduction in quality of light oil products entering the agricultural production was analyzed. It was found that the modernization of refineries, is aimed on the issue of expensive fuel Euro 4 and 5, the greater part of which (50 - 55%) is exported. Since 2011, the share of production of such fuels is increased by reducing the total production of fuels of Euro 2 and 3 - from 51 million tons to 27 million tons per year. It is shown that most agricultural enterprises are oriented primarily to the cost of fuel, and only then on its quality. The predominance of obsolete equipment with a lifetime of over 10 years in structure of machine park leads to the fact that in the agricultural industry is a high demand for diesel Euro 2 and 3 below, and AI-80 gasoline. It was found that most of the demand is met by production mini-refineries or surrogates produced on tank farms of the intermediary organizations and representing the mixture on the basis of excise tax-free half-finished. It was determined that the lack of sufficient capacity requirements for deep dewaxing of oil leads to a lack of qualitative varieties of winter fuel. It is shown that in 2014 the production of winter diesel fuel was about 18% of the total volume, with 40% of the demand. The laboriousness of the evidence for facts of sales of surrogates, transfer dispute on these matters from the jurisdiction of the State Control in the arbitration courts, the introduction of special TU in conjunction with GOST make it difficult to final decision mentioned problems.*

Keywords: *quality, analysis, refining industry, fuel, agricultural production.*

Введение. Сельское хозяйство является одной из важнейших отраслей экономики, обеспечивая населения продовольствием и вырабатывая сырье для ряда отраслей промышленности. Совместное развитие АПК и топливно-энергетического комплекса направлено на удовлетворение потребностей сельского хозяйства во всех видах топлива и энергии при планомерном проведении целенаправленной энергосберегающей политики.

Рассматривая вопросы, связанные с понятием «качество» топлив, применяемых в сельскохозяйственном производстве, можно выделить два типа причин, влияющих на него. Глобальные причины связаны с общими тенденциями производства и потребления топлив в стране, локальные – с процессами хранения и использования непосредственно в сельскохозяйственных предприятиях. В этой статье мы постараемся заострить внимание на первых. От знания причин зависят методы, которые необходимо применить для решения вопроса обеспечения сельскохозяйственного производства достаточным количеством качественного топлива.

Аналитический обзор. По данным на 2013 год российская нефтеперерабатывающая промышленность состояла из 24 нефтеперерабатывающих предприятий вертикально интегрированных нефтяных компаний (ВИНК), 8 независимых нефтеперерабатывающих заводов (НПЗ) мощностью от 1 до 6,6 млн т в год и 211 мини-НПЗ (по другим данным [1, 2] – около 50), мощностью до 1 млн т сырья в год [3]. Причем эти 24 НПЗ ВИНК обеспечивают более 85 % годовой мощности первичной переработки нефти, из них на три ВИНК – «Роснефть», «Лукойл» и «Газпром нефть» – приходится почти 60 % объема российской нефтепереработки [4].

В Казахстане функционирует три нефтеперерабатывающих завода (Атырауский, Павлодарский, Шымкентский), суммарная мощность которых составляет 19,4 млн т нефти в год [5].

По мощностям и объемам переработки нефти РФ занимает третье место в мире после США и Китая, однако существенно отстает по уровню развития нефтепереработки. В России средняя глубина переработки составляет 72 %, тогда как в среднем по миру – 87 %. В США глубина переработки достигает 98 %, в странах ЕС – 85 %, В Казахстане глубина переработки по некоторым источникам составляет 83 %, однако по другим данным – это только планируемый показатель после завершения затянувшейся модернизации НПЗ [7, 30, 31].

По оценкам Минпромэнерго, средний выход светлых нефтепродуктов в РФ не превышает 55 – 57 %. При этом доля процессов, увеличивающих выход светлых нефтепродуктов, по России составляет 20,3 %, в то время как в США – 73,3 %, в Западной Европе – 42,9 % и 32,6% – в Японии. В результате российские НПЗ из тонны сырой нефти получают примерно 140 литров бензина, а США – свыше 450 литров [8 – 10].

По структуре производства нефтепродуктов и технической оснащенности заводов Россия также отстает от США и стран ЕС. Выход мазута в российской нефтепереработке в 2012 году составил 29 % объема переработанной нефти, автобензина – 14,3 %, дизельного топлива – 27,8 %. В США выход бензина составляет более 46 %, дизельного топлива – 27 %, мазута – 4 %. В странах ЕС выход бензина около 25 %, дизельного топлива – 44 %, мазута – 14 % [11].

В Казахстане лишь половина поступающей в переработку нефти используется по своему прямому назначению, остальная же часть сжигается в качестве котельного топлива [5, 30, 31]. Выход высокооктанового бензина в среднем составляет: на Павлодарском ПНХЗ – 21 %, Чимкентском ПКОП – 11 %, Атырауском НПЗ – 4 %. В целом процент выхода готовой продукции на заводах почти втрое ниже, чем на их современных зарубежных аналогах [7, 31].

Основным толчком к модернизации российских НПЗ стало принятие нового технического регламента «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту» [12], цель которого введение европейских стандартов на выпуск моторных топлив на территории РФ. В соответствии с четырехсторонней договоренностью производители топлива взяли на себя обязательства перейти на выпуск более качественных нефтепродуктов и завершить строительство и реконструкцию более 120 установок (на 2015 год удалось реконструировать только 47 штук) по переработке нефти до 2020 года [14]. В случае реализации программ модернизации к 2020 году выход светлых нефтепродуктов должен возрасти до 72 %, а глубина переработки – до 85 %, при этом выход дизельного топлива возрастет до 38,1 %, бензина – до 19,0 %. В результате должно произойти двукратное снижение выпуска мазута и увеличение выпуска светлых нефтепродуктов (рисунок 1) [4, 11, 13, 29].

По данным из различных источников, сельское хозяйство потребляет порядка 2 млн т бензина и около 5 млн т дизельного топлива ежегодно, что составляет примерно 6 % и 16 % от общего количества топлива, предназначенного для внутреннего рынка, соответственно [15 – 18]. Как известно, среди используемых в АПК машин преобладает доля устаревшей или выработавшей ресурс техники (рисунок 2) [19, 20].

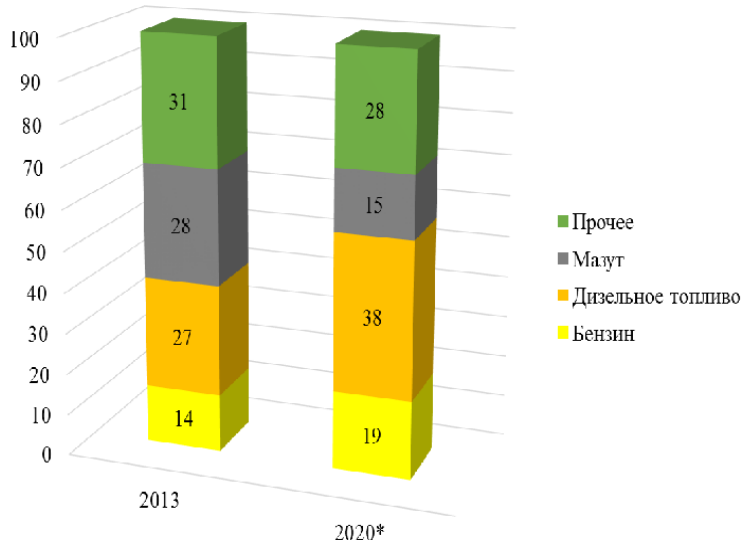


Рисунок 1 - Изменение структуры выхода нефтепродуктов с учетом планов модернизации НПЗ, % (* - Прогноз)

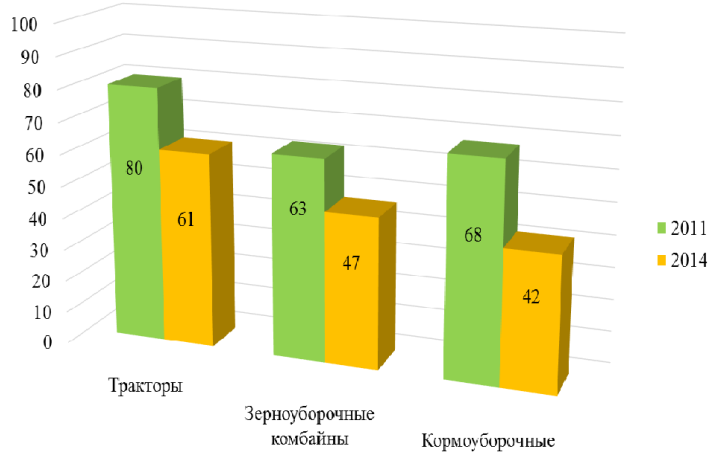


Рисунок 2 - Доля (%) основных видов техники в АПК России со сроком эксплуатации более 10 лет

Для ее работы требуется отнюдь не топливо Евро 5, а «солярка» Евро 2 или ниже. А в результате плановой модернизации НПЗ наращивают выпуск преимущественно дорогих топлив класса Евро 4 и 5, идущих на экспорт. По данным Минэнерго с 2011 года доля выработки таких топлив увеличивается, в том числе, и за счет снижения суммарной выработки топлив класса Евро 2 и 3 – с 51 млн т (73 % от общего) до 27 млн т (35 % от общего) в год (рисунок 3) [14, 26, 27, 28].

Сегодня спрос на топливо классов Евро 2 и 3 на внутреннем рынке удовлетворяется за счет суррогатов, получаемых вовлечением в оборот печного и легкого судового топлив [21]. Так как большая часть потребителей, в том числе и в АПК, при закупках топлива в первую очередь руководствуются ценой, на рынке широко распространилась практика предложения печного топлива взамен или под видом дизельного. В период с 2008 до 2013 года (пока не были введены акцизы на печное топливо наравне с дизельным) такие суррогаты успешно предлагались сельскохозяйственным предприятиям.

Напомним, что по техническому регламенту оборот топлива Евро 2 был разрешен до 2012 года, а с 2013 оно формально уже переходило в разряд печного, но фактически могло удовлетворять требованиям специалистов, эксплуатирующих сельскохозяйственную технику. После введения акциза на печное топливо, его экономическая привлекательность

упала, однако большинство производителей, особенно мелких НПЗ переориентировалось на выпуск маловязкого судового топлива, на которые акцизы отсутствуют [21].

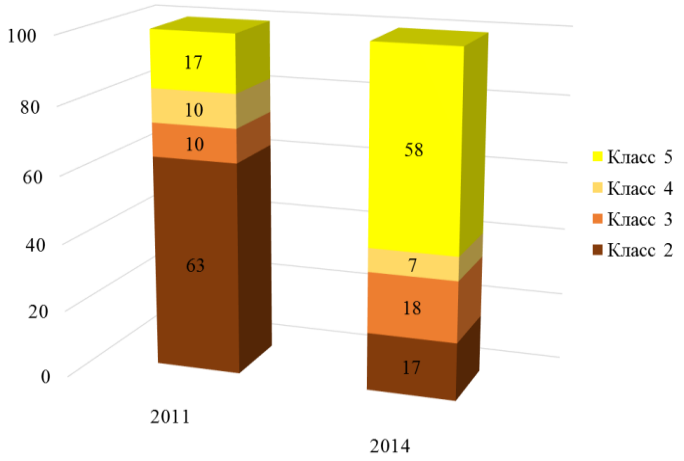


Рисунок 3 - Динамика производства дизельного топлива по классам

Таким образом, курс на развитие отечественной нефтепереработки вступил в противоречие с потребностями внутреннего рынка, в результате чего появилось большое количество посредников, стремящихся эти потребности удовлетворить за счет продаж суррогата.

Другой, более важной проблемой остается нехватка в стране зимнего и межсезонного дизельного топлива необходимого качества в нужных количествах, что так же сказывается на положении дел в сельскохозяйственном производстве. По данным Минэнерго и ВНИИ НП, из общего количества, выработанного в 2014 году дизельного топлива, 82 % пришлось на летнее, 15,2 % – на зимние и 2,2 % – на арктическое, в то время как потребность в зимних сортах существенно выше – до 40 % (рисунок 4) [14, 22, 26, 28].

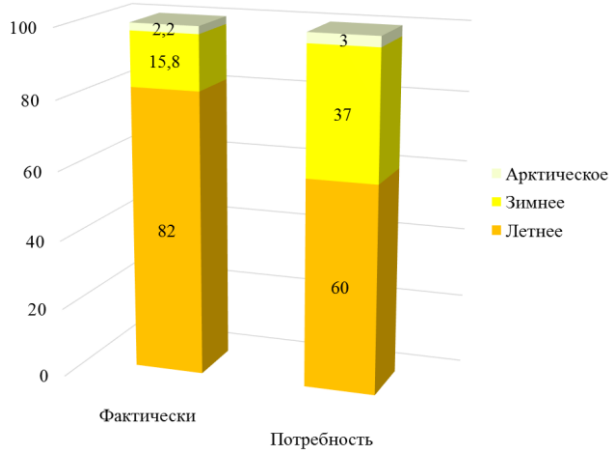


Рисунок 4 - Распределение (%) дизельного топлива по сортам в 2014 году

Причина – отсутствие достаточного количества мощностей по глубокой депарафинизации. В связи с кризисом процесс их строительства и введения в строй может растянуться на длительный срок, поэтому в ближайшее время останутся актуальными такие меры по получению зимних сортов, как использование депрессорно-диспергирующих присадок. Однако и здесь существует ряд проблем, главная из которых – малое количество отечественных разработок в этой области, по сравнению с зарубежными конкурентами [14, 23, 24].

В Казахстане до настоящего времени выпускалось дизельное топливо класса Евро 2, с

текущего года планируется переход на Евро 4 и 5, при этом 100 % продукта направляется на внутренний рынок, экспорт дизеля не осуществляется [25, 30 – 32].

Похожая ситуация складывается и на внутреннем рынке бензинов. Как показано в [21] наряду с общим снижением потребления АИ-80 в 2010 – 2013 годах, доля некондиционного продукта в предложении на рынке выросла с 6,1 % до 72,8 %. А эта марка бензина – одна из самых востребованных в сельском хозяйстве.

Важно отметить, что рост количества суррогатов происходит за счет смешения бензинов и дизельных топлив с полуфабрикатами вне крупных НПЗ – на территории нефтебаз или за счет вовлечения в оборот прямогонных бензинов с мини-НПЗ, однако сырье для этого зачастую приобретается все так же у крупных поставщиков. Сложно поверить, что крупные нефтеперерабатывающие предприятия не знают о том, кто и куда покупает у них полуфабрикаты, однако по всей-видимости они не хотят терять рынок сбыта безакцизной низкокачественной продукции внутри страны, поэтому официально утверждают, что не в курсе для каких целей приобретается подобное сырье. А пострадавшими опять остаются потребители.

Выводы. Таким образом, анализ состояния отечественной нефтеперерабатывающей промышленности, а также рынков нефтепродуктов позволяет вскрыть глобальные причины снижения качества светлых нефтепродуктов, попадающих в сельскохозяйственное производство.

1. Проводящаяся модернизация нефтеперерабатывающих заводов нацелена на выпуск дорогих топлив по последним европейским стандартам – Евро 4 и 5, большая часть которого идет на экспорт. Это связано с налоговой привлекательности экспортных поставок, что наряду с падением цен на нефть и очередным повышением акцизов грозит ростом цен на топливо внутри страны.

2. Большинство сельскохозяйственных предприятий ориентируются в первую очередь на стоимость топлива, и лишь потом на его качество. Сохраняющееся преобладание в парке сельскохозяйственных машин устаревшей техники со сроком службы 10 лет и более, приводит к высокому спросу на дизельное топливо классов Евро 2, 3 и ниже, а также бензин АИ-80.

3. Спрос удовлетворяется, в основном, за счет продукции мини-НПЗ или суррогатов, представляющих собой не отвечающие текущим нормативным требованиям полуфабрикаты (печное, судовое топливо, нафта, прямогонный бензин, непереработанный газовый конденсат) или их смеси с вполне качественными фракциями, производимых за пределами крупных НПЗ, например, на базах сбытовых организаций.

4) Отсутствие в достаточном количестве у НПЗ необходимых мощностей для глубокой депарафинизации нефти приводит к «хроническому» недостатку качественных зимних сортов, который частично устраняется за счет суррогатов.

5. Трудоемкость доказательства фактов продажи суррогатов, привлечения виновных к ответственности, передача всех споров по данным вопросам из ведения госконтроля в арбитражные суды, общее «ослабление» требований нормативной документации к качеству продукции, введение наряду с ГОСТ специальных ТУ затрудняет окончательное решение обозначенных проблем.

Список литературы

1. Соломонов А.П. Эволюция, структура и современные параметры развития российской нефтеперерабатывающей промышленности // Науковедение. № 6 (25). 2014. с.1 – 14.

2. Книжников А., Пусенкова Н., Солнцева Е. Социально-экологический взгляд на российскую нефтепереработку. М: Всемирный фонд дикой природы (WWF). 2008. С. 8.

3. Нефтеперерабатывающие заводы РФ: справочник. Группа компаний «ОМТ-Консалт». 2013. 178 с.

4. Галина Музлова. Нефтепереработка в преддверии качественного скачка // Морские порты. №7. 2014. [Электронный ресурс]: URL: http://www.morvesti.ru/tems/detail.php?ID=35589 (дата обращения 10.03.2016)

5. Современное состояние нефтеперерабатывающей промышленности и рынка нефтепродуктов в государствах – участниках СНГ (информационно-аналитический обзор). М.: Исполнительный комитет Содружества Независимых Государств. 2015. 31 с.

6. BP Statistical Review of World Energy, June 2013. [Электронный ресурс] URL: http://www.bp.com/content/dam/bp-country/fr_fr/Documents/ Rapportset publications/ statistical_review_of_world_energy_2013.pdf (дата обращения 10.03.2016).

7. Смирнов С. Модернизация нефтепереработки в России и Казахстане. [Электронный ресурс] URL: http://cc-sauran.kz/rubriki/economika/118-modernizaciya-npz.html (дата обращения 10.03.2016).

8. Нефтеперерабатывающую отрасль ожидает кризис // «Промышленные ведомости» 2006. № 4. [Электронный ресурс] URL: http://www.promved.ru/articles/article.phtml?id=760&nomer=28 (дата обращения 10.03.2016).

9. Дума В. За нефтепереработкой будущее // «Современная АЗС». № 06 (51). 2006. [Электронный ресурс] URL: http://www.vduma.ru/article.php?id=135 (дата обращения 11.03.2016).

10. Громов А., Куричев Н. «Витязь» на распутье // Нефть России. №1. 2012. С. 19 – 23.

11. Горбунов А. За нее больше не стыдно // Эксперт № 20 (851). 2013. [Электронный ресурс] URL: http://expert.ru/expert/2013/20/za-nee-bolshe-ne-styidno (дата обращения 11.03.2016).

12. Технический регламент «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту» (с изменениями, утвержденными Постановлением Правительства Российской Федерации от 11 октября 2012 г. N 1038) // Официальный Интернет-ресурс Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии: [Электронный ресурс] / Росстандарт. М. 2014.

13. Нефтепереработка в России: курс на модернизацию. Ernst & Young. 2014. 28 с. [Электронный ресурс] URL: http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-downstream-in-russia-course-to-modernization/%24File/EY-downstream-in-russia-course-to-modernization.pdf (дата обращения 14.03.2016).

14. Андрианов В. Рынки дизельного топлива. Все лучшее – на экспорт, себе – бодягу? // Нефтегазовая вертикаль. №9. 2015. С. 60 – 65.

15. Лачуга Ю.Ф., Измайлов А.Ю., Жалнин Э.В. Потенциал биоэнергетики в России // Вестник Орел ГАУ. № 6. 2007. С. 34 – 37.

16. Сорокин Н.Т. О законодательном обеспечении основ биоэнергетики // Достижения науки и техники АПК. № 6. 2007. С. 1–6.

17. Перспективы развития биоэнергетики в Российской Федерации на основе использования отходов АПК: анализ нормативно-правовой базы, механизмов национальной поддержки. М. 2014. [Электронный ресурс] URL: http://www.bio-prom.net/fileadmin/BIO-

PROM/ Projektunterlagen/Studien_Informationen/BIO-PROM_Study_Agricultural_Residues_RU_2014.pdf (дата обращения 14.03.2016)

18. Арутюнов А.Л. Производство и применение биотоплива в сельском хозяйстве России // Научные труды: Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН. 2009. №7. С.722 – 734.

19. Полухин А.А. Техническая модернизация сельского хозяйства России в условиях международной интеграции и экономических санкций // RJOAS: Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. № 6 (42). 2015. С. 41 – 51.

20. Программа обновления парка сельскохозяйственной техники. [Электронный ресурс] URL: https://www.rosagroleasing.ru/client /get.php%3FID%3D488222&rct =j&q=&esrc=s&sa=U&ved=0ahUKEwjKteK9s-rLAhViDZoKHZ_SDxgQFggTMAA&sig2=eZtwL3WQ9ah_lz82DIj2nw&usg=AFQjCNEH3e3nF3unLBApyZ_9fNDv1z_tsg (дата обращения 15.03.2016)

21. Коровина Ю.В. Причины и факторы сохранения производства и потребления низкокачественного топлива в РФ. [Электронный ресурс] URL: https://www.hse.ru/data/2014/05/22/1321853745/%25D0%2592%25D0%259A%25D0%25A0%2520%25D0%259A%25D0%25BE%25D1%2580%25D0%25BE%25D0%25B2%25D0%25B8%25D0%25BD%25D0%25B0%2520%25D0%25AE.%25D0%2592..docx (дата обращения 17.03.2016)

22. Митусова Т.Н., Хавкин В.А., Гуляева Л.А., Калинина М.В., Виноградова Н.Я. Современное состояние производства низкозастывающих дизельных топлив на заводах России // Мир нефтепродуктов. № 2. 2012. С. 6 – 8.

23. Данилов А.М. Применение присадок в топливах. 3-е изд., доп. СПб.: Химиздат. 2010. 368 с.

24. Данилов А.М. Присадки к топливам как решение химмотологических проблем // Химия и технология топлив и масел. № 5 (585). 2014. С. 31 – 35.

25. Пятая международная конференция «Дизель 2015». [Электронный ресурс] URL: http://www.creonenergy.ru/news/post_relizy/detailPost.php?ID=115045 (дата обращения 17.03. 2016).

26. Министерство экономического развития Российской Федерации. Сборник Экономика России в 2010 - 2014 годах. [Электронный ресурс] URL: http://economy.gov.ru/minec/about/collegium/2015042205 (дата обращения 24.03.2016).

27. Боровиков Ф. Страна просит хорошего топлива // Нефть и жизнь. № 2 (86). 2014. С 6-7.

28. Министерство энергетики Российской Федерации. Открытые данные. Производство первичных топливно-энергетических ресурсов. [Электронный ресурс] URL: http://minenergo.gov.ru/ opendata/7705847529-merf-000-05 (дата обращения 24.03.2016).

29. Левченко Л.В., Иванова Н.И. Перспективы развития российского нефтяного комплекса в контексте мировой экономики // Вопросы экономики и права. № 8. 2015. С. 57 – 62.

30. Жумагулов Р.Б. Нефтеперерабатывающая промышленность Казахстана: направления развития // Вестник Национальной академии наук Республики Казахстан. № 4. 2009. С. 53 – 56.

31. Рахматуллина Г.Г. Развитие рынка нефтепродуктов Казахстана в условиях Таможенного союза // Евразийская экономическая интеграция. №4 (9). 2010. С. 84 – 94.

32. Соловьев С.А., Горячев С.А. О программе модернизации инженерно-технической системы АПК России, Белоруссии и Казахстана // Проблемы прогнозирования. № 1. 2016. С. 149 – 154

References

1. Solomonov A.P. EHvolyuciya, struktura i sovremennye parametry razvitiya rossijskoj neftepererabatyvayushchej promyshlennosti // Naukovedenie. № 6 (25). 2014. s.1 – 14.

2. Knizhnikov A., Pusenkova N., Solnceva E. Social'no-ehkologicheskij vzglyad na rossijskuyu neftepererabotku. M: Vsemirnyj fond dikoj prirody (WWF). 2008. S. 8.

3. Neftepererabatyvayushchie zavody RF: spravochnik. Gruppa kompanij «OMT-Konsalt». 2013. 178 s.

4. Galina Muzlova. Neftepererabotka v preddverii kachestvennogo skachka // Morskie porty. №7. 2014. [EHlektronnyj resurs]: URL: http://www.morvesti.ru/tems/detail.php?ID=35589 (data obrashcheniya 10.03.2016)

5. Sovremennoe sostoyanie neftepererabatyvayushchej promyshlennosti i rynka nefteproduktov v gosudarstvah – uchastnikah SNG (informacionno-analiticheskij obzor). M.: Ispolnitel'nyj komitet Sodruzhestva Nezavisi-myh Gosudarstv. 2015. 31 s.

6. BP Statistical Review of World Energy, June 2013. [EHlektronnyj resurs] URL: http://www.bp.com/content/dam/bp-country/fr_fr/Documents/ Rapportsetpublications/statistical_review_of_world_energy_2013.pdf (data obrashcheniya 10.03.2016).

7. Smirnov S. Modernizaciya neftepererabotki v Rossii i Kazahstane. [EHlektronnyj resurs] URL: http://cc-sauran.kz/rubriki/economika/118-modernizaciya-npz.html (data obrashcheniya 10.03.2016).

8. Neftepererabatyvayushchuyu otrasl' ozhidaet krizis // «Promyshlennye vedomosti» 2006. № 4. [EHlektronnyj resurs] URL: http://www.promved.ru/ articles/article.phtml?id=760&nomer=28 (data obrashcheniya 10.03.2016).

9. Duma V. Za neftepererabotkoj budushchee // «Sovremennaya AZS». № 06 (51). 2006. [EHlektronnyj resurs] URL: http://www.vduma.ru/article.php?id=135 (data obrashcheniya 11.03.2016).

10. Gromov A., Kurichev N. «Vityaz'» na rasput'e // Neft' Rossii. №1. 2012. S. 19 – 23.

11. Gorbunov A. Za nee bol'she ne stydno // EHkspert № 20 (851). 2013. [EHlektronnyj resurs] URL: http://expert.ru/expert/2013/20/za-nee-bolshe-ne-styidno (data obrashcheniya 11.03.2016).

12. Tekhnicheskij reglament «O trebovaniyah k avtomobil'nomu i aviacionnomu benzinu, dizel'nomu i sudovomu toplivu, toplivu dlya reaktivnyh dvigatelej i topochnomu mazutu» (s izmeneniyami, utverzhdennymi Postanovleniem Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 11 oktyabrya 2012 g. N 1038) // Oficial'nyj Internet-resurs Federal'nogo agentstva po tekhnicheskomu regulirovaniyu i metrologii: [EHlektronnyj resurs] / Rosstandart. M. 2014.

13. Neftepererabotka v Rossii: kurs na modernizaciyu. Ernst & Young. 2014. 28 s. [EHlektronnyj resurs] URL: http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY-downstream-in-russia-course-to-modernization/%24File/EY-downstream-in-russia-course-to-modernization.pdf (data obrashcheniya 14.03.2016).

14. Andrianov V. Rynki dizel'nogo topliva. Vse luchshee – na ehksport, sebe – bodyagu? // Neftegazovaya vertikal'. №9. 2015. S. 60 – 65.

15. Lachuga YU.F., Izmajlov A.YU., ZHalnin EH.V. Potencial bioehnergetiki v Rossii // Vestnik Orel GAU. № 6. 2007. S. 34 – 37.

16. Sorokin N.T. O zakonodatel'nom obespechenii osnov bioehnergetiki // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. № 6. 2007. S. 1–6.

17. Perspektivy razvitiya bioehnergetiki v Rossijskoj Federacii na os-nove ispol'zovaniya othodov APK: analiz normativno-pravovoj bazy, mekha-nizmov nacional'noj podderzhki. M. 2014. [EHlektronnyj resurs] URL: http://www.bio-prom.net/fileadmin/BIO-PROM/Projektunterlagen/Studien_Informationen/BIO-PROM_Study_Agricultural_Residues_ RU_ 2014. pdf (data obrashcheniya 14.03.2016)

18. Arutyunov A.L. Proizvodstvo i primenenie biotopliva v sel'skom hozyajstve Rossii // Nauchnye trudy: Institut narodnohozyajstvennogo progno-zirovaniya RAN. 2009. №7. S.722 – 734.

19. Poluhin A.A. Tekhnicheskaya modernizaciya sel'skogo hozyajstva Rossii v usloviyah mezhdunarodnoj integracii i ehkonomicheskih sankcij // RJOAS: Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. № 6 (42). 2015. S. 41 – 51.

20. Programma obnovleniya parka sel'skohozyajstvennoj tekhniki. [EHlek-tronnyj resurs] URL: https://www.rosagroleasing.ru/client/get.php%3FID%3D488222&rct=j&q=&esrc=s&sa=U&ved=0ahUKEwjKteK9s-rLAhViDZoKHZ_SDxgQFggTMAA&sig2=eZtwL3WQ9ah_lz82DIj2nw&usg=AFQjCNEH3e3nF3unLBApyZ_9fNDv1z_tsg (data obrashcheniya 15.03.2016)

21. Korovina YU.V. Prichiny i faktory sohraneniya proizvodstva i po-trebleniya nizkokachestvennogo topliva v RF. [EHlektronnyj resurs] URL: https://www.hse.ru/data/2014/05/22/1321853745/%25D0%2592%25D0%259A%25D0%25A0%2520%25D0%259A%25D0%25BE%25D1%2580%25D0%25BE%25D0%25B2%25D0%25B8%25D0%25BD%25D0%25B0%2520%25D0%25AE.%25D0%2592..docx (data obrashcheniya 17.03.2016)

22. Mitusova T.N., Havkin V.A., Gulyaeva L.A., Kalinina M.V., Vinogra-dova N.YA. Sovremennoe sostoyanie proizvodstva nizkozastyvayushchih dizel'nyh topliv na zavodah Rossii // Mir nefteproduktov. № 2. 2012. S. 6 – 8.

23. Danilov A.M. Primenenie prisadok v toplivah. 3-e izd., dop. SPb.: Himizdat. 2010. 368 s.

24. Danilov A.M. Prisadki k toplivam kak reshenie himmotologicheskih problem // Himiya i tekhnologiya topliv i masel. № 5 (585). 2014. S. 31 – 35.

25. Pyataya mezhdunarodnaya konferenciya «Dizel' 2015». [EHlektronnyj re-surs] URL: http://www.creonenergy.ru/news/post_relizy/detailPost.php?ID=115045 (data obrashcheniya 17.03.2016).

26. Ministerstvo ehkonomicheskogo razvitiya Rossijskoj Federacii. Sbornik EHkonomika Rossii v 2010 - 2014 godah. [EHlektronnyj resurs] URL: http://economy.gov.ru/minec/about/collegium/ 2015042205 (data obrashcheniya 24.03.2016).

27. Borovikov F. Strana prosit horoshego topliva // Neft' i zhizn'. № 2 (86). 2014. S 6-7.

28. Ministerstvo ehnergetiki Rossijskoj Federacii. Otkrytye dannye. Proizvodstvo pervichnyh toplivno-ehnergeticheskih resursov. [EHlektronnyj resurs] URL: http://minenergo.gov.ru/opendata/7705847529-merf-000-05 (data ob-rashcheniya 24.03.2016).

29. Levchenko L.V., Ivanova N.I. Perspektivy razvitiya rossijskogo neftyanogo kompleksa v kontekste mirovoj ehkonomiki // Voprosy ehkonomiki i prava. № 8. 2015. S. 57 – 62.

30. Zhumagulov R.B. Neftepererabatyvayushchaya promyshlennost' Kazahstana: napravleniya razvitiya // Vestnik Nacional'noj akademii nauk Respubliki Kazahstan. № 4. 2009. S. 53 – 56.

31. Rahmatullina G.G. Razvitie rynka nefteproduktov Kazahstana v us-loviyah Tamozhennogo

soyuza // Evrazijskaya ehkonomicheskaya integraciya. №4 (9). 2010. S. 84 – 94.

32. Solov'ev S.A., Goryachev S.A. O programme modernizacii inzhenerno-tekhnicheskoj sistemy APK Rossii, Belorussii i Kazahstana // Problemy pro-gnozirovaniya. № 1. 2016. S. 149 – 154.

УДК 631.2: 665.7

СВЯЗЬ КАЧЕСТВА МОТОРНОГО ТОПЛИВА С СОВРЕМЕННЫМ СОСТОЯНИЕМ НЕФТЕСКЛАДОВ

Корнев Алексей Юрьевич
кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, г. Тамбов. e-mail: vniitinlab7@ yandex.ru

Нагорнов Станислав Александрович
доктор технических наук, профессор, заместитель директора по научной работе, всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, г. Тамбов,
E-mail: snagornov@yandex.ru

Алибаев Батырбек Тулегенович
преподаватель, Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана» (Зкату им. Жангир хана), г. Уральск, Казахстан.
E-mail: vniitinlab7@ yandex.ru

Реферат. *Проанализированы причины снижения качества моторных топлив, закупаемых и используемых в сельскохозяйственных предприятиях. Показано, что снижение качества обусловлено как состоянием нефтеперерабатывающей промышленности и рынка внутреннего потребления нефтепродуктов, так и медленной модернизацией автотракторного парка. Установлено, что спрос предприятий АПК на моторное топливо удовлетворяется в основном за счет продукции, производимой на мини НПЗ или суррогатов, получаемых смешиванием качественных топлив с полуфабрикатами. Наблюдения сотрудников ФГБНУ ВНИИТИН за качеством нефтепродуктов, поступающих в хозяйства тамбовской области в период с 2010 по 2015 г, показали, что от 7 до 25 % из отобранных проб бензинов и дизельных топлив имели несоответствия по одному или нескольким показателям качества. Установлено, что уже при закупке до четверти ГСМ, попадающих в АПК, не соответствует нормам качества и характеризуется измененным химическим составом (завышенное содержание серы, полициклических и ароматических соединений), сильно облегченным или утяжеленным фракционным составом, наличием большого количества парафиновых углеводородов и даже запрещенных к применению присадок. Результаты обследования нефтескладов хозяйств и условий заправки техники показывают, что основными факторами, влияющими на снижение качества нефтепродуктов после поступления в сельскохозяйственное предприятие, являются: внешние условия хранения и использования, конструкционные особенности и техническое состояние резервуарного парка и заправочного оборудования, не соблюдение установленных правил перевозки и хранения нефтепродуктов, правил эксплуатации оборудования и резервуаров.*

Ключевые слова*: сельскохозяйственное производство, светлые нефтепродукты,*

топливо, показатели качества, нефтесклад.

THE CONNECTION BETWEEN THE QUALITY OF MOTOR FUELS AND PRESENT STATE OF OIL DEPOTS

Kornev Alexey Yurevich,
Candidate of technical sciences, leading researcher, All-russian research institute for use of machinery and petroleum products in agriculture, Tambov, Russian Federation.
E-mail: vniitinlab7@ yandex.ru
Nagornov Stanislav Alexandrovich,
Full doctor of technical sciences, professor, deputy director for scientific work, All-russian research institute for use of machinery and petroleum products in agriculture, Tambov, Russian Federation. E-mail: snagornov@yandex.ru
Alibaev Batyrbek Ulegenovich,
Lecturer, Zhangir khan West Kazakhstan agrarian-technical university, Uralsk, Kazakhstan.
E-mail: vniitinlab7@ yandex.ru

Abstract*. The reasons for decline in the quality of motor fuels, purchased and used in agricultural enterprises are analyzed. It is shown that a decrease in quality caused as a state of the oil refining industry as well as the domestic market of oil products consumption and slow modernization of automobile and tractor park. It was found that the demand for agricultural enterprises on motor fuel is met mainly due to products manufactured on a mini refinery or substitutes, produced by the mixture of high-quality fuels with a semi. Observations of employees of FGBNU VNIITIN for quality of oil products entering the economy Tambov region in the period from 2010 to 2015 showed that between 7 and 25% of selected samples of gasoline and diesel fuels were inconsistencies in one or more indicators of quality. It was found that up to a quarter of petroleum products entering the apk, already at the purchase does not correspond to quality standards and is characterized by the chemical composition (high content of sulfur, polycyclic and aromatic compounds), greatly facilitated or weighted fractional composition, the presence of large amounts of paraffin hydrocarbons and even banned the use of additives. Results of the survey of oil depots of farms and conditions of charging machinery show that the main factors influencing the decline in the quality of oil products after admission to the agricultural enterprise, are the external conditions of storage and use, design features and technical condition of the tank farm and filling equipment, non-compliance with established transport regulations and storage of oil products, the rules of operation of the equipment and tanks.*

Keywords*: agriculture production, light oil products, fuel, quality indicators, the oil depot*

Введение. Уровень развития агропромышленного комплекса (АПК) во многом определяется его технической оснащенностью, зависящей от регулярного обновления и качества сельскохозяйственной техники и энергетических ресурсов. Сельское хозяйство является крупным потребителем нефтепродуктов и расходует значительное количество моторного топлива [1–4]. Вместе с тем с качеством горюче-смазочных материалов наблюдаются существенные проблемы, в конечном итоге сказывающиеся на работе техники и соблюдении сроков агротехнических операций. Они связаны как с доставкой, хранением и использованием нефтепродуктов в хозяйствах, так и с добычей, переработкой нефти и поставкой нефтепродуктов на внутренний рынок. Спрос АПК на дешевое топливо

удовлетворяется в основном за счет продукции, производимой на мини НПЗ или суррогатов, получаемых на нефтебазах смешиванием качественных топлив с полуфабрикатами, закупаемыми у крупных НПЗ [5 – 7].

Методика исследований включала обследование нефтебаз и сельскохозяйственных предприятий тамбовской области, а также технических средств, применяемых при заправке и доставке нефтепродуктов на соответствие требованиям нормативной документации. Отбор проб нефтепродуктов производился в соответствии с гост 2517 «нефть и нефтепродукты. Методы отбора проб», анализ проб проводился методами регламентируемыми государственными стандартами по показателям, используемым в техническом регламенте «о требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и топочному мазуту», гост 2084 «бензины автомобильные», ГОСТ р 51105 «топлива для двигателей внутреннего сгорания. Неэтилированный бензин», гост р 51866 «топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия», гост 305 «топливо дизельное», гост р 52368 «топливо дизельное евро. Технические условия», гост р 54283 «топливо моторное», гост 1667 «топливо моторное для среднеоборотных и малооборотных дизелей».

Результаты исследований. Наблюдения сотрудников ФГБНУ ВНИИТИН за качеством нефтепродуктов, поступающих в хозяйства Тамбовской области в период с 2010 по 2015 г, показали, что от 7 до 25 % из отобранных проб бензинов и дизельных топлив имели несоответствия по одному или нескольким показателям качества. Причем если сопоставить эти данные с ситуацией на внутреннем рынке нефтепродуктов, то можно проследить тенденцию увеличения количества проб с отклонениями от нормы, со снижением выпуска топлив классов 2 и 3 и ростом вовлечения в оборот суррогатов. Примеры некондиционных проб представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Примеры недоброкачественных проб дизельного топлива, поставлявшихся в хозяйства тамбовской области

П о к а з а т е л и	№ образца						ГОСТ Р 52368 У / х	ГОСТ 305 Л / з	Тех. Рег.
	1	2	3	4	5	6			
Цетановое число, не менее	–	–	–	–	–	–	51 / 47…49	45	45…51
Цетановый индекс, не менее	42	41	41	45	43	42	46 / 43…46	–	–
Фракционный состав:									
До температуры 180 ºс, % (об.)	28	3	14	1	8	15	– / ≤10	– / –	–
При температуре 250 ºс, % (об.)	67	40	49	42	62	38	≤65 / –	– / –	–
До температуры 340 ºс, % (об.)	95	85	90	86	92	90	– / ≥95	– / –	–
При температуре 350 ºс, % (об.)	97	89	93	90	96	91	≥85 / –	– / –	–
50 % (об.) Перегоняется при темп., ºс	229	267	252	263	234	275	– / –	≤280 / 280	–
95 % (об.)	340	379	357	380	345	–	≤360 / –	– / –	360
	346	384	361	383	350	–	– / –	≥360 / 340	–

Перегоняется при темп., °с 96 % (об.) Перегоняется при темп., °с									
Кинематическая вязкость при 20 °с, мм^2/с	2,2	3,8	3,0	3,8	2,9	5,5	2,0…4,5 / 1,2…4,0**	3,0…6,0 / 1,8…5,0	–
Температура вспышки в закрытом тигле, °с	23	56	35	55	46	38	> 55	≥40…62 / 35…40	40
Температура помутнения, °с (не выше)	-11	+1	-2	-10	-12	-4	– / -10…–34	-5 / -25, -35*	–
Предельная температура фильтруемости, °с	-18	-10	-13	-17	-15	-11	+5…-20 / -20…–44	– / –	-20*
Температура застывания, °с	-35	-25	-35	-27	-35	-12	– / –	-10 / -35, -45*	–
Плотность при 15 °с, кг/м^3	810	830	815	840	807	849	820…845 / 800…845	≤860 / 840***	–
Кислотность, мг кон/100 см^3	1,0	1,5	2,1	3,6	1,7	2,4	– /–	≤5	
Общее загрязнение, мг/кг	82	56	25	48	30	250	≤24	Отсутствие	–
Содержание воды, мг/кг	200	100	200	300	500	400	≤200	Отсутствие	
Содержание серы, мг/кг	310	1987	321	192	463	5000	10…350	500…2000	10…500
Содержание меркаптановой серы, %	0,01	0,02	0,01	0,01	0,02	0,03	–	≤0,01	–
Содержание пау, %	8	5	7	3	11	4	11	– / –	11
Зольность, %	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,03	≤0,01	≤0,01	–
Смазывающая способность: скорректированный диаметр пятна износа при 60 °с, мкм	472	455	474	460	482	392	≤460	–/ –	460

* для холодной климатической зоны; ** при температуре 40 °с;*** при температуре 20 °с

Аналогичные результаты публикуют и другие исследователи. Например, по данным обследований, проведенных ФГБНУ «Алтайская МИС» в период с 2010 по 2012 г., количество проб бензинов и дизельных топлив, не соответствующих требованиям нормативной документации, составило в 2010 г. 7%, в 2011 г. – 9,6 %, в 2012 г. – 13,7 % [8]. В 2013 – 2014 г. ФГБНУ «Центрально-Черноземная МИС» отметила наличие несоответствия требованиям по октановому числу, фракционному составу, плотности, содержанию механических примесей и воды у 15 % исследованных проб светлых нефтепродуктов [9]. По данным мониторинга ГСМ, проведенного ФГБНУ «Владимирская МИС» в период с 2011 по

2013 г., около 30 % из всех отобранных проб дизельного топлива оказались недоброкачественными. При этом топливо, произведенное по гост 305, не соответствовало ему по показаниям кинематической вязкости и температуре застывания, а топливо евро (ГОСТ 52368) – по фракционному составу и плотности [10].

Таким образом, уже при закупке часть ГСМ попадающих в АПК не соответствует нормам качества и характеризуется измененным химическим составом (завышенное содержание серы, полициклических и ароматических соединений), сильно облегченным или утяжеленным фракционным составом, наличием большого количества парафиновых углеводородов и даже запрещенных к применению присадок.

Другие отклонения от требуемых показателей качества, обусловлены техническим состоянием средств доставки и хранения ГСМ в сельскохозяйственных предприятиях, в первую очередь нефтескладского оборудования. Обследования сотрудниками ФГБНУ ВНИИТИН средств доставки и заправки нефтепродуктов, резервуарных парков нефтескладов сельскохозяйственных предприятий тамбовской области показали, что срок службы резервуаров составляет 30 и более лет. До 90 % резервуаров, эксплуатируемых в настоящее время, находятся в аварийном состоянии.

По техническим регламентам содержания топлив в резервуарах, каждые 2 года положено проведение их обязательной зачистки от нефтешламов, однако, после 90-х гг. XX века такие операции проводятся очень редко и нерегулярно. Из структуры АПК практически исчезли подразделения, занимающиеся техническим обслуживанием и ремонтом оборудования нефтескладов. Практически полностью игнорируются методы борьбы с коррозией резервуаров, частично отсутствует внешняя окраска, до 7 % эксплуатируемых резервуаров имеют нарушения герметичности сварных швов корпуса, внутренняя поверхность корпусов эксплуатируемых резервуаров покрыта ржавчиной. Большинство резервуаров, находящихся в эксплуатации, не полностью укомплектованы необходимым оборудованием, конструкция соединения крышки с горловиной резервуара порой представляет простейшее плоское кольцевое уплотнение на 16 болтах. В эксплуатационных условиях крышка закреплена 3 - 4 болтами, прокладка иногда вообще отсутствует. Установленный на крышке горловины замерный люк в эксплуатационных условиях (до 13 %) разгерметизирован (рисунок 1). Дыхательный клапан в эксплуатационных условиях, если и отрегулирован правильно, то не работает из-за не герметичности крышки горловины, а более 50 % резервуаров вообще не имеют дыхательных клапанов (рисунок 1).

Рисунок 1 – примеры неисправностей в резервуарных парках нефтескладов

Сельскохозяйственных предприятий

В соединениях топливопроводов с раздаточными колонками, а также из-под сальников насосов для перекачивания топлива наблюдаются течи, на территории нефтескладов и в зонах заправок встречаются разливы топлива.

Большая часть потребляемого объема топлива доставляется в хозяйства автомобилями посредников, либо «самовывозом». Не всегда имеется возможность качественной подготовки транспортных средств для перевозки топлива в соответствии с «порядком подготовки автоцистерн к наливу нефтепродуктов» [11]. Вместе с тем, подавляющее большинство сельскохозяйственных нефтескладов не имеет хотя бы портативной лаборатории химических анализов, позволяющей осуществлять даже элементарный входной контроль качества поступающего на нефтесклад топлива.

Согласно проведенным обследованиям, сложившаяся в хозяйствах ситуация с заправочными операциями также приводит к дополнительному загрязнению дизельного топлива. Заправка сельскохозяйственной техники, зачастую, происходит с использованием внештатных средств, а заправочные операции производятся на полевых станах или непосредственно в поле, что ведет к попаданию влаги и механических примесей как в бак топливозаправщика, так и в баки заправляемой техники.

К сожалению, подобная ситуация характерна для большинства сельскохозяйственных предприятий России. Помимо того, что топливо уже при закупке может не соответствовать нормам, его свойства ухудшаются вследствие накопления большого количество загрязнений, механических примесей и воды.

Стандарт российской федерации гост р 52368 устанавливает содержание воды в топливе не более 200 мг/кг, однако, в реальных условиях содержание воды в пробах из топливных баков техники порой до 20 раз превышает содержание воды в топливе, поступаемом в резервуарный парк.

В дизельном топливе может содержится как растворенная вода, так и эмульсионная (мелкодисперсная эмульсия, частички которой равномерно распределены по объему) и отстойная (в виде сплошного слоя или крупных капель в нижнем слое продукта). Содержание воды непостоянно и зависит от многих факторов – вида топлива, количества и природы содержащихся в нем поверхностно-активных веществ, условий использования и климатических факторов (влажность и температура воздуха, давление, температура топлива) [12]. Кроме того, поверхность металла, покрытая продуктами коррозии или соединениями, обладающими свойствами пористых сорбентов, способна, вследствие капиллярной конденсации, поглощать из воздуха большое количество водяных паров при давлениях ниже давления насыщенного пара. Это особенно характерно для условий, когда практически «сухое» топливо заливается в емкости и топливные системы, длительное время находившиеся незаполненными.

Наличие 1 % воды в топливе увеличивает интенсивность изнашивания плунжерных пар примерно в 1,6 раза [13], способствует увеличению скорости коррозии, нарушению нормального процесса сгорания топлива, ухудшению его прокачиваемости и фильтруемости, что значительно повышает износ двигателя. Наличие воды ухудшает работоспособность элементов фильтра тонкой очистки, снижаются эффективность очистки топлива и ресурс работы фильтра [14]. При отрицательных температурах происходит кристаллизация микрокапель воды. Установлено, что до 18 % фильтрующих элементов набухают и

деформируются из-за наличия свободной воды в топливе, более 35 % фильтров тонкой очистки теряют свою работоспособность. Ресурс фильтра тонкой очистки часто снижается с 1500 до 200 часов. Кроме того, присутствие свободной воды приводит к неравномерному распыливанию топлива [15].

Стандарт российской федерации гост р 52368 устанавливает содержание загрязнений в топливе не более 24 мг/кг топлива, что соответствует 12 классу чистоты жидкости по гост 17216-2001. По современным требованиям к технике, топливо должно отвечать 6 классу чистоты жидкости по гост 17216, а для отдельных агрегатов – еще меньше. Однако в реальных условиях сельскохозяйственного производства, топлива не удовлетворяют этим требованиям. В процессе перевозки и хранения в топливе может накопиться от 150 до 600 г механических примесей на 1 т топлива. Для дизельных топлив концентрация загрязняющих веществ в баке сельскохозяйственной техники может достигать от 0,35 до 0,75 г/кг, при этом за год в топливный бак попадает вместе с дизельным топливом до 4,5 кг загрязнений.

Наиболее уязвимыми узлами топливной аппаратуры является насос высокого давления (ТНВД) и форсунки. Ресурс ТНВД на 80 % обусловлен износом деталей и в первую очередь износом плунжерных пар. Определяющим видом изнашивания является гидроабразивное. Топливо, перетекая из полостей низкого давления, увлекает за собой твердые механические частицы, которые снимают с поверхностей прецизионных деталей микростружку. Плунжерные пары и клапана тнвд в результате такого вида изнашивания имеют местный износ (рисунок 2).

а) б) в)

Рисунок 2 - Местный износ: а) плунжерная пара 445-16с-15, трактор дт-75; б) клапан нагнетательный тнвд утн-5 трактора МТЗ-80; в) игла распылителя 171, трактор МТЗ-1221

Рисунок 2. Примеры износа элементов топливной аппаратуры дизельной техники, вызванные влиянием воды и механических примесей в дизельном топливе

Анализируя влияние износа плунжерной пары на подачу топлива можно отметить, что в результате износа снижается цикловая подача, растет неравномерность топливоподачи секциями, уменьшается производительность

Насосной секции, а угол начала впрыска смещается в сторону запаздывания. Кроме того, изменяется продолжительность впрыска топлива. Изношенные пары подают значительно меньше топлива, чем новые. Изношенные плунжерные пары не обеспечивают подачу необходимого количества топлива на малых оборотах и при малых активных ходах плунжера. В

зависимости от загрязненности топлива срок службы ТНВД может уменьшаться в 5 – 6 раз.

Повышенное содержание загрязнений в дизельных топливах также приводит к забивке топливных фильтров, форсированному износу насосов, форсунок, потере герметичности и подтеканию топлива в цилиндры двигателя. Попадание загрязнений в распылители форсунок и засорение отверстий приводит не только к нарушению и прекращению работы, но нередко и к обрыву головки.

Стоимость ремонта двигателя и замены деталей топливной аппаратуры, а также время простоя техники при этом подчас приводят к значительным экономическим затратам, а порой дестабилизирует весь процесс производства сельскохозяйственной продукции.

Выводы. Таким образом, результаты обследования нефтескладов хозяйств и условий заправки техники показывают, что основными факторами, влияющими на снижение качества нефтепродуктов, в частности основных его эксплуатационных показателей – загрязненности и обводненности, после поступления в сельскохозяйственное предприятие, являются:

– внешние условия хранения и использования;

– конструкционные особенности и техническое состояние резервуарного парка и заправочного оборудования;

– не соблюдение установленных правил перевозки и хранения нефтепродуктов, правил эксплуатации оборудования и резервуаров.

Исходя из анализа причин ухудшения качества светлых нефтепродуктов, поступающих в сельскохозяйственные предприятия, влияния механических примесей, воды, повышенного содержания серы и парафинов на работу топливной аппаратуры двигателей, неудовлетворительного состояния нефтескладского оборудования сельскохозяйственных предприятий, следует, что для сохранения необходимого качества используемого дизельного топлива нужна его комплексная обработка, позволяющая как провести очистку от механических примесей, других загрязнений и воды (в том числе эмульсионной), так и затрагивающая химический состав топлива, снижающая по возможности содержание парафиновых углеводородов, серосодержащих соединений, а также тяжелых фракций, тем самым улучшая эксплуатационные характеристики топлива.

Список литературы

1. Лачуга Ю.Ф., Измайлов А.Ю., Жалнин Э.В. потенциал биоэнергетики в России // Вестник Орел ГАУ. № 6. 2007. С. 34 – 37.

2. Сорокин Н.Т. о законодательном обеспечении основ биоэнергетики // Достижения науки и техники АПК. № 6. 2007. С. 1–6.

3. Перспективы развития биоэнергетики в российской федерации на основе использования отходов АПК: анализ нормативно-правовой базы, механизмов национальной поддержки. М. 2014. [Электронный ресурс] URL: http://www.bio-prom.net/fileadmin/bio-prom/projektunterlagen/ studien_informationen/bio-prom_study_agricultural_residues_ru_2014.pdf (дата обращения 14.04.2016)

4. Арутюнов А.Л. производство и применение биотоплива в сельском хозяйстве России // научные труды: институт народнохозяйственного прогнозирования ран. 2009. №7. С.722 – 734.

5. Боровиков Ф. Страна просит хорошего топлива // нефть и жизнь. № 2. 2014. С 6-7.

6. Андрианов В. Рынки дизельного топлива. Все лучшее – на экспорт, себе – бодягу? // нефтегазовая вертикаль. №9. 2015. С. 60 – 65.

7. Коровина Ю.В. причины и факторы сохранения производства и потребления

низкокачественного топлива в рф. [электронный ресурс] url: https://www.hse.ru/data/2014/05/22/1321853745/%25d0%2592%25d0%259a%25d0%25a0%2520%25d0%259a%25d0%25be%25d1%2580%25d0%25be%25d0%25b2%25d0%25b8%25d0%25bd%25d0%25b0%2520%25d0%25ae.%25d0%2592..docx (дата обращения 17.04.2016)

8. Качество ГСМ, приобретаемых предприятиями АПК. [электронный ресурс] URL: http://altmis.ru/publ/kachestvo_gsm_priobretaemykh_predprijatijami_apk/1-1-0-21 (дата обращения 26.04.2016).

9. Мониторинг горюче-смазочных материалов в хозяйствах Курской области. [электронный ресурс] URL: http://chmis.ru/index.files/page63920.htm (дата обращения 26.04.2016).

10. Качество дизельного топлива, используемого сельхозпроизводителями Владимирской области. [электронный ресурс] URL: http://www.vladmis.ru /index.php/en/publikatsii-2014/330-kachestvo-dizelnogo-topliva-ispolzuemogo-selkhozproizvoditelyami-vladimirskoj-oblasti (дата обращения 26.04.2016)

11. Гост 1510-84. Нефть и нефтепродукты. Маркировка, упаковка, транспортирование и хранение.

12. Покровский Г.П. топливо, смазочные материалы и охлаждающие жидкости: учебник для студентов вузов. М.: машиностроение. 1985. 200 с.

13. Чистота дизельного топлива как основа работоспособности техники /аналитический отчет отдела механизации и электрификации в отраслях апк// [электронный ресурс] URL: https://agriculture.bashkortostan.ru/ (дата обращения 17.04.2016).

14. Нагорнов С.А., Романцова С.В., Матвеев О.В., Матвеев Д.О., Ликсутина А.П. Влияние механических примесей и воды на эффективность использования дизельного топлива // повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции. Сб. Научных докладов XIII международной научно-практической конференции «новые технологии и техника для ресурсосбережения и повышения производительности труда в сельскохозяйственном производстве». М.: «издательство ВИМ». 2005. С. 343 – 346.

15. Гуреев А.А., Азев В.С., Камфер Г.М. Топливо для дизелей. Свойство и применение. М.: Химия. 1993. 336 с.

References

1. Lachuga Ju.F., Izmajlov A.Ju., Zhalnin Je.V. potencial biojenergetiki v Rossii // Vestnik Orel GAU. № 6. 2007. S. 34 – 37.

2. Sorokin N.T. o zakonodatel'nom obespechenii osnov biojenergetiki // Dostizhenija nauki i tehniki APK. № 6. 2007. S. 1–6.

3. Perspektivy razvitija biojenergetiki v rossijskoj federacii na osnove ispol'zova-nija othodov APK: analiz normativno-pravovoj bazy, mehanizmov nacional'noj podderzhki. M. 2014. [jelektronnyj resurs] url: http://www.bio-prom.net/fileadmin/bio-prom/projektunterlagen/studien_informationen/bio-prom_study_agricultural_residues_ru_2014.pdf (data obrashhenija 14.04.2016)

4. Arutjunov A.L. proizvodstvo i primenenie biotopliva v sel'skom hozjajstve rossii // nauchnye trudy: institut narodnohozjajstvennogo prognozirovanija ran. 2009. №7. S.722 – 734.

5. Borovikov F. Strana prosit horoshego topliva // neft' i zhizn'. № 2. 2014. S 6-7.

6. Andrianov V. Rynki dizel'nogo topliva. Vse luchshee – na jeksport, sebe – bodjagu? // neftegazovaja vertikal'. №9. 2015. S. 60 – 65.

7. Korovina Ju.V. prichiny i faktory sohranenija proizvodstva i potreblenija nizkokachestvennogo topliva v rf. [jelektronnyj resurs] url: https://www.hse.ru/data/2014/05/22/1321853745/%25d0%2592%25d0%259a%25d0%25a0%2520%25d0%259a%25d0%25be%25d1%2580%25d0%25be%25d0%25b2%25d0%25b8%25d0%25bd%25d0%25b0%2520%25d0%25ae.%25d0%2592..docx (data obrashhenija 17.04.2016)

8. Kachestvo GSM, priobretaemyh predprijatijami APK. [jelektronnyj re-surs] URL: http://altmis.ru/publ/kachestvo_gsm_priobretaemykh_predprijatijami_apk/1-1-0-21 (data obrashhenija 26.04.2016).

9. Monitoring gorjuche-smazochnyh materialov v hozjajstvah Kurskoj oblasti. [jelektron-nyj resurs] URL: http://chmis.ru/index.files/page63920.htm (data obrashhenija 26.04.2016).

10. Kachestvo dizel'nogo topliva, ispol'zuemogo sel'hozproizvoditeljami vladimir-skoj oblasti. [jelektronnyj resurs] URL: http://www.vladmis.ru /index.php/en/publikatsii-2014/330-kachestvo-dizelnogo-topliva-ispolzuemogo-selkhozproizvoditelyami-vladimirskoj-oblasti (data obrashhenija 26.04.2016)

11. Gost 1510-84. Neft' i nefteprodukty. Markirovka, upakovka, transportirovanie i hranenie.

12. Pokrovskij G.P. toplivo, smazochnye materialy i ohlazhdajushhie zhidkosti: uchebnik dlja studentov vuzov. M.: mashinostroenie. 1985. 200 s.

13. Chistota dizel'nogo topliva kak osnova rabotosposobnosti tehniki /analiticheskij otchet otdela mehanizacii i jelektrifikacii v otrasljah apk// [jelektronnyj resurs] URL: https://agriculture.bashkortostan.ru/ (data obrashhenija 17.04.2016).

14. Nagornov S.A., Romancova S.V., Matveev O.V., Matveev D.O., Liksutina A.P. Vlijanie mehanicheskih primesej i vody na jeffektivnost' ispol'zovanija dizel'nogo topliva // povyshenie jeffektivnosti ispol'zovanija resursov pri proizvodstve sel'skohozjajstvennoj produkcii. Sb. Nauchnyh dokladov XIII mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «novye tehnologii i tehnika dlja resursosberezhenija i povyshenija proizvoditel'nosti truda v sel'skohozjajstvennom proizvodstve». M.: «izdatel'stvo vim». 2005. S. 343 – 346.

15. Gureev A.A., Azev V.S., Kamfer G.M. Toplivo dlja dizelej. Svojstvo i primenenie. M.: Himija. 1993. 336 s.

УДК 665.7038.2

ПРОМЫВОЧНОЕ МАСЛО ДЛЯ ДВС

Кругов Виктор Фёдорович,
инженер, Всероссийский научно – исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, E – mail: viitinlab8@bk.ru

Остриков Валерий Васильевич,
доктор технических наук, заведующий лабораторией, Всероссийский научно – исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, E – mail: viitinlab8@bk.ru

Реферат. *Известно, что операция промывки системы смазки после слива отработавшего масла имеет важное значение, так как, позволяет удалить 70 – 80% загрязнений из масляных каналов, что в конечном результате влияет на надёжность работы двигателя и затраты на его эксплуатацию. Промышленно выпускаемые промывочные масла обладают повышенными моющими свойствами, но их использование в сельскохозяйственной технике при проведении операций технического обслуживания*

двигателей внутреннего сгорания ограничивается высокими затратами на приобретение. Установили, что очищенное масло можно рассматривать в качестве основы простейшего состава промывочного масла. Разработали способ очистки отработанных масел в два этапа. На первом этапе очищаемое масло обрабатывается смесью моноэтаноламина и изопропилового спирта при температуре с последующим удалением скоагулировавших частиц загрязнений. На втором этапе масло обрабатывается смесью моноэтаноламина и реагента, состоящего из 80 % изопропилового спирта, 10 % метилэтилкетона и 10 % ортофосфорной кислоты с последующим перемешиванием, нагреванием и вторичным центрифугированием. Предложили новый состав промывочного масла, на основе очищенного отработанного минерального моторного масла с добавлением смеси изопропилового спирта с гидроксидом калия и дизельного топлива. Установили, что данный состав обеспечивает удаление высокотемпературных масляных отложений с загрязнённых поверхностей. Разработали технологический процесс получения промывочных масел нового состава.

Ключевые слова: *промывочное масло, очищенное отработанное моторное масло, окисление, двигатель, загрязнения, состав, анализ, свойства.*

FLUSHING OIL FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINES

Krugov Viktor Fedorovich
engineer, All – Russian Research Institute of Machinery and Petroleumproducts in Agriculture, E – mail: viitinlab8@bk.ru
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

Abstract. *It is known that the flushing operation of lubrication system after draining the used oil is important because removes 70 - 80% of contaminants from the oil channels, which ultimately affect the result of the reliability of the engine and the cost of its operation. Commercially available flushing oils have enhanced cleaning properties, but their use in agricultural machinery during maintenance operations of the internal combustion engine is limited by high acquisition costs. It was established that the purified oil can be regarded as the basis of a simple composition of flushing oil. A method for purifying used oil is designed in two stages. In a first step cleaning oil treated with a mixture of monoethanolamine and isopropyl alcohol at temperature followed by removal of coagulated particle of contamination. In the second stage the oil is treated with a mixture of monoethanolamine and the reagent, consisting of 80% isopropyl alcohol, 10% methyl ethyl ketone and 10% phosphoric acid, followed by stirring and heating and the secondary centrifugation. We proposed a new flushing oil composition based on purified mineral used motor oil with a mixture of isopropyl alcohol and potassium hydroxide and diesel fuel. We determined that this structure provides removal of a high oily deposits from contaminated surfaces. Technological process for obtaining of flushing oils of new structure is designed*

Keywords: *flushing oil, refined used motor oil, oxidation, engine pollution, composition analysis, properties.*

Введение. Промывочные масла используются для очистки системы смазки двигателя

без разборки при замене масла при регламентном ТО. [1]. Промывочные масла обладают повышенными моющими свойствами и замедляют процесс окисления масла, в тоже время промывочные масла нельзя применять для постоянной смазки деталей двигателя. Они поддерживают двигатель в рабочем состоянии лишь на период его промывки. [2].

Промывочное масло чаще всего состоит из недорогого базового масла, с низким показателем вязкости, добавлением моющих присадок и незначительного количества противоизносных. Для того, чтобы обеспечивать его хорошую циркуляцию внутри масляных магистралей вязкость промывочного обычно уменьшена по сравнению с вязкостью штатного масла. Промывочное масло с высокой вязкостью не будет так эффективно ни удалять, ни растворять отложения на рабочих поверхностях двигателя. [3]. К противоизносным присадкам относятся цинк и фосфор, в качестве моющих присадок чаще используется кальций. [4].

В Европе промывочные масла не востребованы поэтому встретить промывочные масла, представляющие брендовые фирмы — производители Mobil, Shell или Castrol практически невозможно. Эти компании утверждают, что при использовании качественных моторных масел и регулярном обслуживании промывка не требуется. [4]. Наиболее популярными в России являются масла для промывки компании Лукойл, хотя определенным спросом пользуются продукция таких фирм, как Spectrol, Felix, Новоуфимский НПЗ, Luxe, Волга ойл, Сибтэк, Unico, Роснефть, G-energyи т.д. [5].

Результаты и обсуждения. Принцип работы промывочных масел заключается в следующем. Двигатель запускается и работает 10-20 минут на холостом ходу. Сливается отработанное моторное масло, заливается промывочное масло в том же заправочном объеме, что требуется для моторного масла. Двигатель запускается и производится промывка на холостом ходу 10-20 минут. [6].

Кратко механизм действия промывочных масел заключается в разрыхлении отложений и их уносе из каналов системы смазки в картер двигателя. Таким образом создаётся шламовый раствор, который впоследствии сливается из двигателя полностью смывая старое масло и удаляя его из двигателя, препятствуя окислению свежего масла, залитого после окончания промывки.

Следует понимать, что промывочное масло имеет совершенно другие характеристики в плане создания на деталях масляной пленки, облегчающей скольжение. Хотя производители промывочных масел и заявляют, что в нем есть все компоненты, которые обеспечивают нормальную работу сопрягаемых деталей в процессе промывки. Однако, это совсем не так. Большая концентрация смывающих веществ не дает промывочному маслу работать во всех направлениях одинаково эффективно. Эти смывающие компоненты не могут выборочно работать, удаляя шлаки и другие твердые наслоения, но при этом не трогать масляную пленку. Масляная пленка смывается очень быстро. Вернее, она даже практически не успевает образовываться. И получается, что трущиеся компоненты начинают работать в режиме максимального истирания, пусть и короткое время. [3]. Поэтому необходимо соблюдать рациональное время и режим работы двигателя.

В лаборатории использования смазочных материалов и отработанных нефтепродуктов ФГБНУ «ВНИИТиН» предлагается использовать промывочное масло на основе очищенного отработанного моторного масла с добавлением смеси изопропилового спирта с гидроксидом калия и дизельного топлива. Предполагается что данное масло можно будет использовать несколько раз.

Применение в качестве основы очищенного моторного масла решает задачи эффективного использования и экономии материальных ресурсов. [7-15].

Масло очищается в два этапа на первом этапе очищаемое масло нагревается до 70 – 80˚С и обрабатывается смесью 1 % моноэтаноламина и 1 % изопропилового спирта. Далее масло нагревается до 100-110 ˚С, после чего центрифугированием удаляются скоагулировавшие частицы загрязнений и продукты «старения».

На следующей ступени очистки в масло при температуре 70-80˚С вносится смесь 1 % моноэтаноламина и 1 % реагента (вместо изопропилового спирта), имеющего следующий процентный состав: 80 % изопропилового спирта, 10 % метилэтилкетона и 10 % ортофосфорной кислоты с последующим перемешиванием. После чего масло греют до 100-120˚С, а затем его вторично центрифугируют.

В очищенном масле остаётся достаточно высокий запас присадок, что повышает качество и безопасность промывки, так как в товарном промывочном масле содержится меньшее количество противоизносных, противозадирных и других присадок чем в предложенной нами основе.

В таблице 1 представлены результаты лабораторных анализов отработанного моторного масла М10Г2к и очищенного масла. В состав разрабатываемого нами промывочного масла входят: 80% - очищенного минерального моторного масла М10Г2к, 10% - смеси состоящей из 93% - изопропилового спирта и 7% - гидроксида калия (изо-пропилат калия) и 10% - дизельного топлива. Входящий в состав изо-пропилат калия является поверхностно активным веществом, что улучшает моющие действие масел.

Таблица 1 – Результаты лабораторных анализов

Показатели	Отработанное масло (исходное)	Очищенное
Вязкость кинематическая при 100 ˚С, мм^2/с	10,22	9,0
Щелочное число, мг КОН/г	3,86	2,80
Кислотное число, мг КОН/г	2,36	0,05
Цвет, ед. ЦНТ	9	5

Выводы. Разработанный состав промывочного масла, как показывают результаты предварительных испытаний, обеспечивает удаление высокотемпературных масляных отложений с загрязнённых поверхностей.

Список литературы

1. Промывочное масло: зачем оно необходимо и как используется: [Электронный ресурс] // Autosteam. URL: http://autosteam.ru/helpful-info/130-promyvochnoe-maslo-zachem-ono-neobkhodimo-i-kak-ispolzuetsya (дата обращения: 15.Март.2016).

2. Промывочные масла CUPPER: чистый двигатель - надёжный двигатель: [Электронный ресурс] // Cupper Oil Systems. URL: http://cupper-os.ru/category/promyvochnye-masla-i-prisadki/ (дата обращения: 15.Март.2016).

3. Стоит ли применять промывочное масло для двигателя: [Электронный ресурс] // Avtowithyou. URL: http://avtowithyou.ru/avtoximiya/stoit-li-primenyat-promyvochnoe-maslo-dlya-dvigatelya (дата обращения: 15.Март.2016).

4. Для чего нужны промывочные масла: [Электронный ресурс] // Альянс-Авто. URL: http://vtauto.ru/dlya-chego-nuzhnyi-promyivochnyie-masla.html (дата обращения: 15.Март.2016).

5. Промывка двигателя перед заменой масла: [Электронный ресурс] // 308-club. URL:

http://www.308-club.ru/news/promyvka-dvigatelya-pered-zamenoj-masla (дата обращения: 15.Март.2016).

6. Буров, А.Л., Макашев, Т.К. Основы технического обслуживания автомобилей: учеб. пособие. 2-е изд. М.: МГИУ, 2009. 100 с.

7. Остриков, В.В., Тупотилов, Н.Н., Попов, С.Ю. Исследование очистки отработанных синтетических моторных масел специфическими растворителями // Наука в центральной России. 2013. № 5. С. 27-30.

8. Остриков, В.В., Корнев, А.Ю., Манаенков, К.А. Использование масел в двигателях зарубежной техники // Сельский механизатор. 2012. № 5, С. 32-33.

9. 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.

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

11. Остриков, В.В., Уханов, А.П., Сафаров, К.У., Нагорнов, С.А., Клеймёнов, О.А., Прохоренков, В.Д. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости: учеб. пособие. Ульяновск: Ульяновская ГСА, 2009. 575 с.

12. Прохоренков, В.Д., Остриков, В.В., Князева, Л.Г. Использование отработанных моторных масел как основы для консервационных материалов // Практика противокоррозионной защиты. 2002. № 2. С. 40-45.

13. Прохоренков, В.Д., Остриков, В.В., Князева, Л.Г., Чернышева И.Ю. Противокоррозионные свойства отработанного моторного масла М10Г2(К) // Практика противокоррозионной защиты. 2003. № 2. С. 7-11.

14. Остриков В.В., Сазонов С.Н., и д. Эффективность использования нефтепродуктов в фермерских хозяйствах // Сельский механизатор. 2012. № №10. С. 32-33.

15. Остриков В.В., Сазонов С.Н., Сазонова Д.Д., и д. Доступность и повышение эффективности использования нефтепродуктов в сельском хозяйстве // АПК России. 2014. № №68. С. 76-83.

References

1. The flushing oil: why it is needed and how to use: [Electronic resource] // Autosteam. URL: http://autosteam.ru/helpful-info/130-promyvochnoe-maslo-zachem-ono-neobkhodimo-i-kak-ispolzuetsya (reference date: 15.Mart.2016).

2. Flushing CUPPER oil: clean engine - reliable engine: [Electronic resource] // Cupper Oil Systems. URL: http://cupper-os.ru/category/promyvochnye-masla-i-prisadki/ (reference date: 15.Mart.2016).

3. Flush engine oil Deciding Whether to Use: [Electronic resource] // Avtowithyou. URL: http://avtowithyou.ru/avtoximiya/stoit-li-primenyat-promyvochnoe-maslo-dlya-dvigatelya (reference date: 15.Mart.2016).

4. What are the flushing oil: [Electronic resource] // Alliance Auto. URL: http://vtauto.ru/dlya-chego-nuzhnyi-promyivochnyie-masla.html (reference date: 15.Mart.2016).

5. Flush the engine before the oil change: [Electronic resource] // 308-club. URL: http://www.308-club.ru/news/promyvka-dvigatelya-pered-zamenoj-masla (reference date: 15.Mart.2016).

6. Burov, A.L.? Makashev, T.K. Fundamentals of vehicle maintenance: Proc. allowance. 2nd

ed. M .: MGIU, 2009. 100 p.

7. Ostrikov, V.V., Tupotilov, NN, Popov, S.YU. Research purification of waste synthetic motor oils specific solvents // Science in central Russia. 2013. № 5. Page 27-30.

8. Ostrikov, V.V., Korneev, A.Y., Minako, I.A. The use of oil in the engines of foreign equipment // Rural mechanic. 2012. № 5, Page 32-33.

9. Ostrikov, V.V., Tupotilov, N.N., Kornev, A.YU., Vlasov, S.V. The lubricant composition based on the spent engine oil // Chemistry and technology of fuels and oils. 2006. № 4. Page 35-37.

10. Ostrikov, V.V., Matytsin, G.D., Tupotilov, N.N., Kornev, A.YU. Installation for the purification of oils and preparations in terms of the consumer film-forming additives to lubricants // technique in agriculture. 2008. № 5. Page 44-46.

11. Ostrikov, V.V., Uhanov, A.P., Safonov, K.U., Nagornov, S.A., Kleimenov, O.A. Prohorenkovs, V.D. Fuel, lubricants and industrial fluids: Proc. allowance. Ulyanovsk: GAW Ulyanovsk, 2009. 575 s.

12. Prohorenkovs, V.D., Ostrikov, V.V., Knyazev, L.G. The use of used motor oil as a basis for conservation materials // Practice corrosion protection. 2002. № 2. Page 40-45.

13. Prohorenkovs, V.D. Ostrikov, V.V. Knyazev, L.G., Chernysheva, I.Y. Anticorrosive properties used motor oil M10G2 (K) // Practice corrosion protection. 2003. № 2. Page 7-11.

14. Ostrikov, V.V., Sazonov, S.N., and d. Effective use of oil in farms // Rural mechanic. 2012. № №10. Page 32-33.

15. Ostrikov, V.V., Sazonov, S.N., Sazonov, D.D., and d. The availability and efficient use of oil in agriculture, agribusiness // Russia. 2014. № №68. Page 76-83.

УДК 631.331.922:632

ИССЛЕДОВАНИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СЕМЕНИ С НАПРАВИТЕЛЕМ ДВУХДИСКОВОГО РАСПРЕДЕЛЯЮЩЕГО УСТРОЙСТВА ПРОТРАВЛИВАТЕЛЯ СЕМЯН

Мачнев Алексей Валентинович,
доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Пензенская государственная сельскохозяйственная академия», г. Пенза, E-mail: mav700@mail.ru
Каблуков Василий Сергеевич,
аспирант ФГБОУ ВО «Пензенская государственная сельскохозяйственная академия», г. Пенза,
Мачнева Оксана Юрьевна,
аспирант ФГБОУ ВО «Пензенская государственная сельскохозяйственная академия», г. Пенза,

Реферат. *Изучали движение семени по рабочей поверхности направителя дискового распределяющего устройства, влияющее на качество протравливания семян. Для снижения дробления семян и неравномерности их потока при протравливании предлагается использовать двухдисковое распределяющее устройство с верхним кольцевым и нижним сплошными дисками, оснащенных направителями с криволинейной рабочей поверхностью. Методика исследований базируется на представлении семени в виде материальной точки и применении законов классической механики при движении семени с учетом действующих сил, возникающих при его движении. Установлено, что на движущееся по кольцевому диску*

семя действуют нормальная реакция рабочей поверхности направителя, силы тяжести, трения и инерции семени, а сила давления зависит от угловой скорости вращения диска и положения семени на нем. Применив принцип Даламбера к полученной системе сил, и спроецировав выражение на оси естественной системы координат, получили уравнения для определения скорости и закона движения семени по криволинейной рабочей поверхности направителя, по которым можно определить скорость и перемещение семени в любой момент времени, а так же среднюю ее скорость на криволинейном участке. Установлено выражение, определяющее скорость семени, при которой начнет происходить его скольжение по рабочей поверхности направителя дискового распределяющего устройства.

Ключевые слова: *протравливание, протравливатель семян, двухдисковое распределяющее устройство, диск, направитель, рабочая поверхность, семена, скорость семени, закон движения семени.*

RESEARCHES OF INTERACTION OF THE SEED WITH GUIDER OF THE TWO-DISK DISTRIBUTING DEVICE SEED PROTECTANT

Machnev Aleksey Valentinovich,
doctor of technical sciences, associate professor, FSBEE HT «Penza State Agricultural Academy», Penza,
E-mail: mav700@mail.ru
Kablukov Vasily Sergeyevich,
graduate student FSBEE HT «Penza State Agricultural Academy», Penza,
Machneva Oksana Urevna,
graduate student FSBEE HT «Penza State Agricultural Academy», Penza,

Abstract. *The movement of the seed on the working surface of the guide disk of dispensing apparatus that affects the quality of the seed etching have studied. For decrease in crushing of seeds and unevenness of their stream at a grain treatment it is offered to use the two-disk distributing device with top ring and lower continuous disks, equipped with guider with a curvilinear working surface. The technique of researches is based on representation of a seed in the form of a material point and application of laws of classical mechanics at the movement of a seed taking into account the operating forces arising at his movement. It is established that affect the seed moving on a ring disk normal reaction of a working surface of a guider, gravity, friction and inertia of a seed, and pressure force depends on the angular speed of rotation of a disk and the provision of a seed on him. Having applied Dalamber's principle to the received system of forces, and having projected expression on an axis of natural system of coordinates, have received the equations for determination of speed and the law of the movement of a seed on a curvilinear working. Surface of a guider by which it is possible to determine the speed and movement of a seed of a seed at any moment, and her also average speed on a curvilinear site. The expression determining the seed speed at which his sliding on a working surface of a guider of the disk distributing device will begin to happen is established.*

Keywords: *grain treatment, seed protectant, the two-disk distributing device, disk, guider, working face, seed, seed speed, law of the movement of a seed.*

Введение. Протравливание семян является одним из эффективных мероприятий по их защите от болезней и вредителей. Оно выполняется с помощью стационарных или

мобильных протравливателей семян, шнекового, камерного и барабанного типа, периодического или непрерывного действия [1, 2, 3]. Практическое их использование показало, что наиболее эффективным является применение мобильных камерных протравливателей непрерывного действия. Особенностью конструкции камерных протравливателей заключается в установке в камере протравливания распределяющего устройства в виде пассивного или вращающегося диска, конуса или тарелки для создания равномерного кольцевого потока семян, то есть подготовки семян к нанесению рабочих жидкостей [4, 5, 6]. Следует отметить, что вращающийся диск позволяет по сравнению с другими улучшить посевные качества семян. Однако и им присущи такие недостатки как высокое дробление семян, неравномерность их потока, особенно при работе на номинальной и максимальной производительности. Все это приводит к снижению качества протравленных семян и урожайности сельскохозяйственных культур.

Для устранения вышеперечисленных недостатков нами предлагается двухдисковое распределяющее устройство семян, состоящее из двух вращающихся на валу 1 дисков различного диаметра (см. рисунок), одного нижнего сплошного 6 и второго верхнего кольцевого 4 дисков на торцовой поверхности каждого из которых установлен направитель 3 и 5с криволинейной рабочей поверхностью *AB* [7, 8, 9]. Применение дисков с направителями, позволит повысить качество протравливания семян, особенно при номинальной и максимальной загрузке протравливателя.

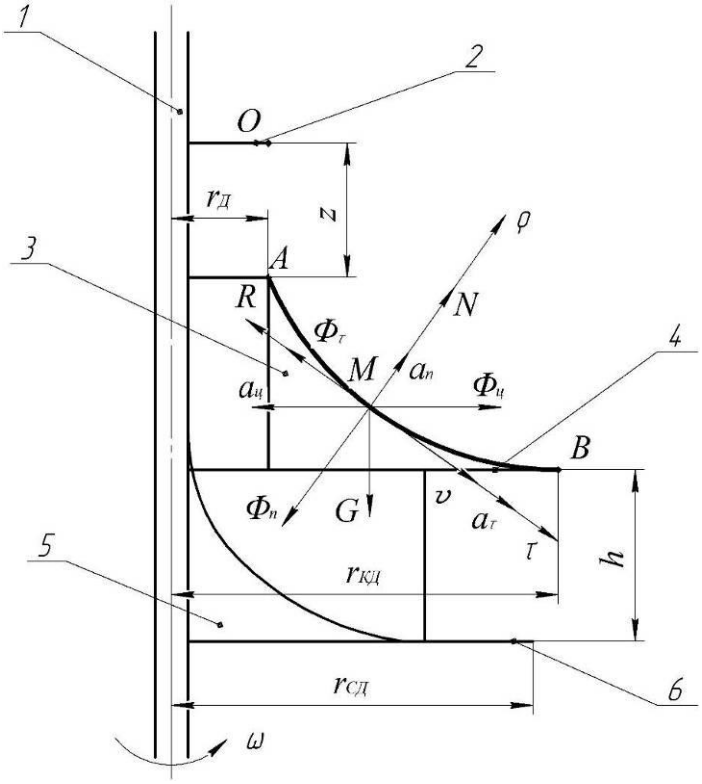


Рисунок – Схема сил, действующих на семя при его движении по рабочей поверхности двухдискового распределяющего устройства: $r_{Ä}$ – радиус дозатора; $r_{\tilde{N}Ä}$ – радиус сплошного диска; $r_{\hat{E}Ä}$ – радиус кольцевого диска; h – расстояние между дисками; z – высота установки дозатора

Следует отметить, что кольцевой диск 4 с направителем 3, имеющим криволинейную рабочую поверхность с радиусом кривизны $\rho = 0{,}5\grave{\imath}$ с дозатором 2 предлагается впервые,

поэтому особый интерес представляет изучение процесса взаимодействия семени с криволинейной рабочей поверхностью направителя вращающегося верхнего кольцевого диска с установлением скорости и закона движения семени по направителю.

Целью исследований является изучение движения семени по криволинейной рабочей поверхности направителя двухдискового распределяющего устройства, влияющее на снижение дробления семян и неравномерность их потока.

Методы исследований. Методика исследований двухдискового распределяющего устройства протравливателя семян основывается на представлении семени в виде материальной точки и применении законов классической механики при движении семени с учетом силы трения, возникающей при его движении.

Результаты и их обсуждение. Пусть протравливатель перемещается по участку тока или склада поступательно с постоянной скоростью $\upsilon_{\grave{i}} = 0{,}5\grave{i}\ /\tilde{n}$, нижний кольцевой диск с направителем распределяющего устройства равномерно вращаются вокруг вертикальной оси с угловой скоростью ω, а коэффициент трения семян о рабочую поверхность направителя для полипропилена $f = 0{,}26$.

Приняв семя за материальную точку M (см. рисунок), проведем вертикальную плоскость через криволинейную рабочую поверхность направителя так, чтобы она проходила через материальную точку M. Затем выбираем естественную систему координат, направляя ось n по нормали, а ось τ – по касательной в сторону движения семени (т. M) вниз. Обозначим через α угол между касательной и вертикалью. Естественная система характеризуется тем, что ее начало постоянно движется вместе с семенем в т. M, то есть эта система подвижная в отличие от декартовой системы координат, которая неподвижна относительно земли.

Для нашего случая имеем в данной системе две системы координат. Одну подвижную жестко связанную с протравливателем семян, который может двигаться по участку тока поступательно, прямолинейно и равномерно с переносной скоростью $\upsilon_e = \upsilon_{\grave{i}} = 0{,}5\grave{i}\ /\tilde{n}$, которая не изменяется со временем и имеющая постоянное при работе значение. Вторая система отсчета естественная, движется вместе с семенем. Таким образом, необходимо изучить движение семени (т. M) относительно вращающегося кольцевого диска – подвижной системы отсчета.

Так как первая подвижная система координат имеет поступательное, прямолинейное и равномерное движение, то сила инерции Φ_K Кориолиса, и переносная сила инерции Φ_e равны нулю, а относительное ускорение семени равно ее абсолютному ускорению, то есть $\overline{a}_r = \overline{a}$ [10].

С учетом изложенного запишем в общем виде дифференцированное уравнение движения семени по направителю для заданной нам системы в векторной форме [11, 12].

$$m\overline{\grave{a}} = \overline{F} + \overline{N}, \qquad (1)$$

где m – масса семени, кг; $\overline{a}$ – абсолютное ускорение семени, равное относительному ускорению, м/с^2; $\overline{F}$ – равнодействующая активных сил, Н; $\overline{N}$ – равнодействующая реакций связи, Н.

К рассматриваемому семени приложены следующие силы: $\overline{N}$ – нормальная реакция рабочей поверхности направителя кольцевого диска; активная сила $G = m \cdot g$ – сила тяжести

семени и сила трения $R = f \cdot N$.

Силу трения $\overline{R}$ найдем из выражения [13]

$$R = f \cdot N = 0{,}26N, \quad (2)$$

где f – коэффициент трения семян о рабочую поверхность направителя, для полипропилена равный $f = 0{,}26$.

Направим силу R против скорости υ, вверх, силу $\overline{N}$ – по нормали к центру кривизны траектории движения семени, по оси ρ.

Приложим силу инерции $\overline{\Phi}$ к движущемуся семени в т. M, разложив её на три составляющие, направленные по осям естественной системы координат

$$\overline{\Phi} = \overline{\Phi_n} + \overline{\Phi_\tau} + \overline{\Phi_ö}, \quad (3)$$

где $\overline{\Phi_n}$ – сила инерции семени, направленная по нормали, Н; $\overline{\Phi_\tau}$ – сила инерции семени, направленная по касательной, Н; $\overline{\Phi_ö}$ – центробежная сила, Н.

Определим величины составляющих по формулам:

$$\overline{\Phi_n} = -m\overline{a_n};$$

$$\overline{\Phi_\tau} = -m\overline{a_\tau};$$

$$\overline{\Phi_ö} = -m\overline{a_ö}.$$

где $\overline{a_n}$ – нормальное ускорение семени, м/с^2; $\overline{a_\tau}$ – касательное ускорение семени, м/с^2; $\overline{a_ö}$ – центростремительное ускорение семени, м/с^2.

Заметим, что до попадания на участок траектории *AB* криволинейной рабочей поверхности направителя семя двигалось от дозатора 2 вертикально вниз и конечная скорость семени на вертикальном участке *OA* представляет собой с другой стороны его начальную скорость на участке *AB*, то есть $\upsilon_0 = 0{,}1ì\ /\tilde{n}$ или $\upsilon_A = \upsilon_0 = 0{,}1ì\ /\tilde{n}$.

Начальные условия движения семени $t = 0$; $s_0 = 0$; $\upsilon_0 = 0{,}1ì\ /\tilde{n}$.

Для движущегося семени по криволинейной рабочей поверхности направителя применим принцип Даламбера в векторной форме, согласно которому при движении семени в любой момент времени главные векторы активных сил, реакций связи и сил инерции взаимно уравновешены [11, 14]

$$\overline{F} + \overline{N} + \overline{\Phi} = 0,$$

где $\overline{F}$ – главный вектор (равнодействующая) задаваемых активных сил, действующих на семя, Н; $\overline{N}$ – главный вектор реакций связи, Н; $\overline{\Phi}$ – главный вектор сил инерции, Н;

Применим принцип Даламбера для нашей конкретной системы сил приложенной к семени в векторной форме.

$$\overline{G} + \overline{R} + \overline{N} + \overline{\Phi} = 0. \quad (4)$$

Заменим в выражении (4) $\overline{\Phi} = -m\overline{a}$ и перенесем его в левую часть уравнения.

$$m\overline{a} = \overline{G} + \overline{R} + \overline{N}, \quad (5)$$

где m – масса семени, кг; a – ускорение семени, м/с^2; G – сила тяжести семени, Н; R – сила трения семени о направитель кольцевого диска, Н.

Спроецируем выражение (5) на касательную и нормаль естественной системы отсчета. За начало отсчета возьмем точку A, расположенную на проекции движения семени в начале рабочей поверхности направителя кольцевого диска

на касательную τ:

$$ma_{\tau} - ma_{\ddot{o}}\, sin\alpha = mg\, cos\,\alpha - 0{,}26mg; \qquad (6)$$

на нормаль n:

$$ma_n - ma_{\ddot{o}}\, cos\,\alpha = N - mg\, sin\,\alpha. \qquad (7)$$

Уравнения (6) и (7) разделим на массу семени m. Тогда получим

$$a_{\tau} - a_{\ddot{o}}\, sin\alpha = g\, cos\,\alpha - 0{,}26g. \qquad (8)$$

$$a_n - a_{\ddot{o}}\, cos\,\alpha = \frac{N}{m} - g\, sin\,\alpha. \qquad (9)$$

Преобразовав, будем иметь:

$$\frac{d\upsilon}{dt} - \omega^2 r\, sin\,\alpha = g\, cos\,\alpha - 0{,}26g. \qquad (10)$$

$$\frac{\upsilon^2}{\rho} - \omega^2 r\, cos\,\alpha = \frac{N}{m} - g\, sin\,\alpha, \qquad (11)$$

где υ – скорость семени на участке *AB*, м/с.

Составляющие $\omega^2 r$ уравнений (10) и (11) перенесем в правую часть уравнений:

$$\frac{d\upsilon}{dt} = g\, cos\,\alpha - 0{,}26g + \omega^2 r\, sin\,\alpha. \qquad (12)$$

$$\frac{\upsilon^2}{\rho} = \frac{N}{m} - g\, sin\,\alpha + \omega^2 r\, cos\,\alpha. \qquad (13)$$

Уравнения (12) и (13) представляют собой дифференциальные уравнения движения семени в естественных координатах.

Дифференциальное уравнение (12) характеризует движение семени по касательной. Умножим его на dt.

$$d\upsilon = g\, cos\,\alpha \cdot dt - 0{,}26\, gdt + \omega^2 r\, sin\,\alpha \cdot dt.$$

Проинтегрировав это выражение, получим

$$\upsilon = gt\, cos\,\alpha - 0{,}26\, gt + \omega^2 r\, sin\,\alpha \cdot t + \tilde{N}_1,$$

где $\tilde{N}_1$ – постоянная интегрирования, которая не является произвольной, а определяется из начальных условий движения семени – $t = 0$; $\upsilon_0 = 0{,}1ì\ /\tilde{n}$; $\alpha = 30^0$.

После подстановки начальных значений определим, что постоянная интегрирования $\tilde{N}_1 = \upsilon_0 = 0{,}1ì\ /\tilde{n}$.

Подставив эти значения в последнее уравнение получим:

$$\upsilon = 0{,}1 + gt\, cos\,\alpha - 0{,}26\, gt + \omega^2 r\, sin\,\alpha \cdot t. \qquad (14)$$

Уравнение (14) представляет собой уравнение скорости и как видно из него скорость семени зависит от времени и угловой скорости. Масса семени на закон скорости влияния не оказывает.

Приняв в последнем уравнении $g = 9{,}81\grave{\imath}\ /\tilde{n}^2$, $r = 0{,}13\grave{\imath}$ (текущий радиус вращения вокруг оси вращения диска) и $\alpha = 30^0$ можно прийти к выражению в виде:

$$\upsilon = 0{,}1 + 5{,}95t + 0{,}07\omega^2 t. \qquad (15)$$

Как видно из выражения (15), которое отражает закон движения семени на него также как и у скорости влияет только время движения.

Определим закон движения семени, для чего подставим в уравнение (14) $\upsilon = \frac{ds}{dt}$, где s – расстояние от точки A до точки M.

$$\frac{ds}{dt} = 0{,}1 + gt\cos\alpha - 0{,}26\,gt + \omega^2 r\sin\alpha \cdot t.$$

Умножив его на dt получим:

$$ds = 0{,}1dt + gt\cos\alpha \cdot dt - 0{,}26\,gt \cdot dt + \omega^2 r\sin\alpha \cdot t \cdot dt.$$

Проинтегрировав получим:

$$s = 0{,}1t + \frac{1}{2}gt^2\cos\alpha - 0{,}13gt^2 + \frac{1}{2}\omega^2 r\sin\alpha \cdot t^2 + C_2,$$

где C_2 – постоянная интегрирования, которую найдем, подставляя в последнее уравнение начальные условия $t = 0$, $s_0 = 0$, $\upsilon_0 = 0{,}1\grave{\imath}\ /\tilde{n}$.

Тогда получаем, что $\tilde{N}_2 = s_0 = 0$, а закон движения семени примет вид:

$$s = 0{,}1t + \frac{1}{2}gt^2\cos\alpha - 0{,}13gt^2 + \frac{1}{2}\omega^2 rt^2\sin\alpha. \qquad (16)$$

Из кинематики известно, что уравнение (16) отражает равнопеременное движение, при котором касательное ускорение есть постоянная величина, то есть $\grave{a}_\tau = const$. Оно является законом движения семени в естественных координатах.

Подставляя в него постоянную величину $g = 9{,}81\grave{\imath}\ /\tilde{n}^2$, $\rho = 0{,}5\grave{\imath}$, $\alpha = 30^0$ и $r = 0{,}13\grave{\imath}$, получим:

$$s = 0{,}1t + 2{,}97t^2 + 0{,}03\omega^2 t^2. \qquad (17)$$

Подставив в последнее уравнение длину боковой поверхности равную 0,13 метра, получим из него значение времени $t = 0{,}02\tilde{n}$ за которое семя переместится из точки A в точку B по рабочей поверхности направителя. Если в уравнение (17) подставить время, можем определить расстояние от точки A до точки M в любое время.

Скорость семени υ_B на участке AB найдем, подставив в уравнение скорости (14) время движения $t = 0{,}02\tilde{n}$. Тогда будем иметь:

$$\upsilon_B = 0{,}1 + 9{,}81 \cdot 0{,}02 \cdot \cos 30^0 - 0{,}26 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}02 + \omega^2 \cdot 0{,}13 \cdot \sin 30^0 \cdot 0{,}02,$$

$$\upsilon_B = 0{,}22 + 0{,}001\omega^2$$

При равнопеременном движении модуль касательного ускорения можно определить по выражению:

$$a_\tau = \frac{\upsilon - \upsilon_0}{t},$$

где a_τ – касательное ускорение семени, м/с^2; υ_0 – начальная скорость движения семени, м/с; υ – конечная скорость движения семени, м/с; t – время движения семени, с.

В условиях нашей задачи имеем начальную скорость в т. A, $\upsilon_A = 0{,}1ì\ /\tilde{n}$, в т. B – $\upsilon_B = 0{,}22 + 0{,}001\omega^2$ и время движения составляет $t = 0{,}02c$.

Подставив эти значения в предыдущую формулу, получим:

$$a_\tau = \frac{0{,}22 + 0{,}001\omega^2 - 0{,}1}{0{,}02} = 6 + 0{,}05\omega^2. \qquad (18)$$

Необходимо иметь также среднюю скорость $\upsilon_{\tilde{n}\eth}$ на участке AB, поскольку по ней будут определяться другие параметры движения семени и действующие на семя силы. Скорость $\upsilon_{\tilde{n}\eth}$ определяется по выражению:

$$\upsilon_{ср} = \frac{\upsilon_A + \upsilon_B}{2} = \frac{0{,}1 + (0{,}22 + 0{,}001\omega^2)}{2} = 0{,}16 + 0{,}0005\omega^2.$$

Между семенами и рабочей поверхностью направителя кольцевого диска имеется сила трения. Это минимальная сила трения по поверхности, которая называется предельной силой трения. Предельная сила трения $R_{ï\eth}$ по величине равна произведению коэффициента трения на нормальное давление [14, 15]:

$$R_{пр} = f \cdot N.$$

С увеличением скорости движения семени реакция N со стороны направителя кольцевого диска уменьшается. Определим максимальную скорость, при которой семя станет скользить по рабочей поверхности направителя. Для этого составим дифференциальное уравнение вида (5), добавив к нему силу трения $\overline{R}$ со знаком минус, чем обеспечим отсутствие силы трения, то есть $(\overline{R} - \overline{R}) = 0$. Тогда

$$m\overline{a} = \overline{G} + \overline{R} + \overline{N} - \overline{R}. \qquad (19)$$

Спроецируем это уравнение на нормаль n:

$$ma_n - ma_ц \cos\alpha = N - mg\sin\alpha,$$

где a_n – нормальное ускорение семени, м/с^2; $a_ö$ – центростремительное ускорение, м/с^2.

Откуда $N = ma_n - ma_ö \cos\alpha + mg\sin\alpha$. Подставим в это выражение значения

$$a_n = \frac{\upsilon^2}{\rho} \text{ и } a_ц = \omega^2 r,$$

где υ – скорость движения семени, м/с; ω – угловая скорость кольцевого диска, с$^{-1}$, получим формулу для определения нормальной реакции в следующем виде

$$N = \frac{m\upsilon^2}{\rho} - m\omega^2 r \cdot \cos\alpha + mg\sin\alpha.$$

С учетом конструктивных особенностей предлагаемого протравливателя семян, у которого $\rho = 0{,}5ì$, $r = 0{,}13ì$ и $\alpha = 30^0$ в упрощенном виде будем иметь:

$$N = 2m\upsilon^2 - 0{,}11m\omega^2 + 4{,}9m.$$

Таким образом, установили, что реакция N пропорциональна квадрату скорости ее движения и квадрату угловой скорости вращения кольцевого диска.

Теперь спроецируем уравнение (19) на касательную τ.

$$ma_\tau - ma_{\ddot{o}}\sin\alpha = mg\cos\alpha - 0{,}2mg + 0{,}2mg.$$

После сокращения на m имеем

$$a_\tau - a_{\ddot{o}}\sin\alpha = g\cos\alpha$$

или

$$a_{\ddot{o}}\sin\alpha = a_\tau - g\cos\alpha.$$

Разделив на $\sin\alpha$ получим

$$a_{\ddot{o}} = \frac{a_\tau}{\sin\alpha} - \frac{g\cos\alpha}{\sin\alpha} = 0{,}1\omega^2 - 5 \qquad (20)$$

Подставив $a_\tau = 6 + 0{,}05\omega^2$, $g = 9{,}81\grave{\imath}\ /\tilde{n}^2$ и $\alpha = 30^0$ будем иметь:

$$a_{\ddot{o}} = \omega^2 \cdot r = \frac{\upsilon^2}{r}. \qquad (21)$$

Подставляя его правую часть в выражение (20) имеем

$$\frac{\upsilon^2}{r} = \omega^2 \cdot r = \frac{a_\tau}{\sin\alpha} - g \cdot ctg\alpha = 0{,}1\omega^2 - 5.$$

Умножая левую и правую части на радиус r получим выражение для определения скорости в окончательном виде:

$$\upsilon^2 = \frac{a_\tau \cdot r}{\sin\alpha} - gr \cdot ctg\alpha.$$

После подстановки числовых значений будем иметь:

$$\upsilon^2 = \frac{(6 + 0{,}05\omega^2)\cdot 0{,}13}{0{,}5} - 9{,}81 \cdot 0{,}13 \cdot ctg30 = 0{,}013\omega^2 - 0{,}65,$$

а, следовательно

$$\upsilon = \sqrt{0{,}013\omega^2 - 0{,}65}.$$

При этой скорости происходит отделение семени от рабочей поверхности направителя кольцевого диска. Таким образом, получили линейную скорость, выше которой семя будет отрываться от рабочей поверхности.

Заключение. Исследования движения семени по криволинейной рабочей поверхности направителя двухдискового распределяющего устройства протравливателя семян, позволили установить силы, действующие на семя, уравнения для определения скорости и закона движения семени по криволинейной рабочей поверхности направителя, а также скорости, при которой начинает происходить скольжение семени по рабочей поверхности направителя. Применение двухдискового распределяющего устройства позволит снизить дробление семян до 6% и неравномерность распределения семян дисками до 10%.

Список литературы

1. Киреев И.М. Разработка средств управления дисперсионными системами для совершенствования технологий протравливания, посева семян и опрыскивания растений:

Автореф. дис. д-ра техн. наук: 05.20.01. Москва, 2011. 40 с.

2. Кухарев О.Н., Семов И.Н. Техническое решение для шлифования семян сельскохозяйственных культур // Инновационная техника и технология. 2016. № 1 (06). С. 36-40.

3. Мачнев А.В., Комаров В.А., Мачнев В.А., Рыблов М.В., Кадеркаев Р.Р. Влияние смазки на амплитуду вибрационных сигналов коробок передач тракторов // Нива Поволжья. 2016. № 2 (39). С. 82-88.

4. Каблуков В.С., Мачнев А.В. Обзор машин применяемых при протравливании семян сельскохозяйственных культур // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Пенза: РИО ПГСХА, 2014. С. 160-162.

5. Мачнев В.А., Мачнев А.В., Комаров В.А., Салмин В.В. Формирование вибрационных сигналов в коробке передач трактора // Нива Поволжья. 2015. № 1 (34). С. 50-55.

6. Ларюшин Н.П., Мачнев А.В. Результаты лабораторных исследований сошника с подпружиненным распределителем и копирующим устройством дна борозды // Научное обозрение. 2015. № 17. С. 33-39.

7. Каблуков В.С., Малинин А.Н., Мачнев А.В. Модуль дозированного смешивания протравливателя семян с двухдисковым распределяющим устройством // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Пенза: РИО ПГСХА, 2014. С. 156-158.

8. Каблуков В.С., Мачнев А.В. Повышение качества предпосевной обработки семян сельскохозяйственных культур протравливателем с разработкой модуля дозированного смешивания // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. – Пенза: РИО ПГСХА, 2013. С. 222-224.

9. Каблуков В.С., Мачнев А.В. Протравители, применяемые для защиты растений при предпосевной обработке семян // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России: Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции. – Пенза: РИО ПГСХА, 2013. С. 232-233.

10. Мачнев А.В., Данилов А.М., Мачнев В.А., Хорев П.Н., Хорев А.Н. Исследования движения семени по поверхности равноходового червяка катушечного высевающего аппарата // Нива Поволжья. 2013. № 4 (29). С. 48-53.

11. Цывильский В.Л. Теоретическая механика. М.: Высшая школа, 2004. 343 с.

12. Мачнев А.В., Мачнев В.А., Ларин М.А., Каблуков В.С. Взаимодействие семян с направителем-распределителем // Ресурсосберегающие технологии и технические средства для производства продукции растениеводства и животноводства: сборник статей Международной научно-практической конференции. – Пенза: РИО ПГСХА, 2014. С. 141-145.

13. Ларюшин Н.П., Мачнев В.А., Мачнев А.В., Шумаев В.В., Ларин М.А. Теоретические исследования сошника с направителем-распределителем семян пневматической сеялки-культиватора // Нива Поволжья. 2012. № 4. С. 57-64.

14. Мачнев В.А. Теоретическая механика. Пенза: РИО ПГСХА, 2001. 140 с.

15. Ларюшин Н.П., Мачнев А.В. Исследование кулисно-рычажного механизма

распределителя семян // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2011. № 2. С. 2.

References

1. Kireev I.M. Development of control facilities dispersive systems for improvement of technologies of a protravlivaniye, crops of seeds and spraying of plants: Abstract of the thesis of the Doctor of Engineering: 05.20.01. Moscow, 2011. 40 p.

2. Kuharev O.N., Syomov I.N. Technical solution for grinding of seeds of crops // Innovative equipment and technology. 2016. № 1 (06). P. 36-40.

3. Machnev A.V., Комarov V.A., Machnev V.A., Ryblov M.V., Kaderkaev R.R. Influence of greasing on amplitude of vibration signals of transmissions of tractors // Niva Povolzhya. 2016. № 2 (39). P. 82-88.

4. Kablukov V.S., Machnev A.V. The review of cars of the seeds of crops applied at a protravlivaniye // Innovative ideas of young researchers for agro-industrial complex of Russia: collection of materials of the All-Russian scientific and practical conference of students, graduate students and young scientists. – Penza: EPD PSAA, 2014. P. 160-162.

5. Machnev V.A., Machnev A.V., Комarov V.A., Salmin V.V. Formation of vibration signals in the tractor transmission // Niva Povolzhya. 2015. № 1 (34). P. 50-55.

6. Laryushin N.P., Machnev A.V. Results of laboratory studies of a coulter with a spring-loaded dispenser and copying device for the furrow bottom // Science review. 2015. № 17. P. 33-39.

7. Kablukov V.S., Malinin A.N., Machnev A.V. The module of the dosed mixing of a protravlivatel of seeds with the two-disk distributing device // Innovative ideas of young researchers for agro-industrial complex of Russia: collection of materials of the All-Russian scientific and practical conference of students, graduate students and young scientists. – Penza: EPD PSAA, 2014. P. 156-158.

8. Kablukov V.S., Machnev A.V. Improvement of quality of preseeding processing of seeds of crops a protravlivatel with development of the module of the dosed mixing // Contribution of young scientists to innovative development of agrarian and industrial complex of Russia: collection of materials of the All-Russian scientific and practical conference. – Penza: EPD PSAA, 2013. P. 222-224.

9. Kablukov V.S., Machnev A.V. Protraviteli applied to protection of plants at preseeding processing of seeds // Contribution of young scientists to innovative development of agrarian and industrial complex of Russia: collection of materials of the All-Russian scientific and practical conference. – Penza: EPD PSAA, 2013. P. 232-233.

10. Machnev A.V., Danilov A.M., Machnev V.A., Hore P.N., Horev A.N. The study of the movement of seed on the surface of the coil groove sowing // Niva Povolzhya. 2013. № 4 (29). P. 48-53.

11. Tsyvilsky V.L. Theoretical mechanics. M.: Higher school, 2004. 343 p.

12. Machnev A.V., Machnev V.A., Larin M.A., Kablukov V.S. Interaction of seeds with the napravitelem-distributor // Resource-saving technologies and technical means for production of plant growing and animal husbandry: collection of articles of the International scientific and practical conference. – Penza: EPD PSAA, 2014. P. 141-145.

13. Laryushin N.P., Machnev V.A., Machnev A.V., Shumaev V.V., Larin M.A. Theoretical researches of a soshnik with the napravitelem-distributor of seeds of a pneumatic seeder cultivator // Niva Povolzhya. 2012. № 4. P. 57-64.

14. Machnev V.A. Theoretical mechanics. Penza: EPD PSAA, 2001. – 140 p.

15. Laryushin N.P., Machnev A.V. Research of the kulisno-lever mechanism of the distributor of seeds // Mechanization and electrification of agriculture. 2011. № 2. P. 2.

УДК 630.245

НОВЫЙ РЕЖУЩИЙ АППАРАТ ДЛЯ КОНТУРНОЙ ОБРЕЗКИ ПЛОДОВЫХ ДЕРЕВЬЕВ

Земляной Андрей Александрович,
соискатель, сотрудник. Общество с ограниченной ответственностью «Научно-производственное предприятие «ПитомникМаш», Мичуринск.
E – mail: noc-inteh@yandex.ru
Завражнов Анатолий Иванович,
академик Российской академии наук, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБОУ ВО Мичуринского ГАУ, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Мичуринский государственный аграрный университет», Мичуринск. E – mail: aiz@mgau.ru.
Завражнов Андрей Анатольевич,
кандидат технических наук, начальник Инженерного центра ФГБНУ ВНИИС им. И.В. Мичурина, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт садоводства имени И.В. Мичурина, Мичуринск. E – mail: noc-inteh@yandex.ru.
Ланцев Владимир Юрьевич,
кандидат технических наук, старший научный сотрудник ФГБНУ ВНИИС им. И.В. Мичурина, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт садоводства имени И.В. Мичурина, Мичуринск.
E – mail: noc-inteh@yandex.ru.

Реферат. *Известно, что одной из наиболее важных операций в садоводстве является проведение обрезки. Агротехническими требованиями на обрезку плодовых деревьев при выполнении ее вручную секаторами или ножовками предусмотрено высокое качество среза и исключение каких-либо повреждений древесины ниже поверхности среза. Установлено, что при механизированной обрезке в силу несовершенства существующих конструкции машин и их режущих аппаратов получаются срезы низкого качества, возможны повреждения коры и древесины. Поэтому агротехнические требования на машину для контурной обрезки допускают таких срезов до 20% от их общего количества. Проведен анализ существующих машин для обрезки деревьев. Выявлено, что указанные требования не могут быть выполнены существующими режущими аппаратами из-за влияния множества факторов, которые нужно учитывать для обеспечения качественного среза ветвей. На основе анализа режущих аппаратов, применяемых на практике, выделены следующие типы: дисковые для среза ветвей диаметром от 2 до 8 см., некоторые машины могут выполнять обрезку ветвей диаметром до 15 см; сегментные для среза ветвей до 2-3 см; ножевые (чеканочные) для среза ветвей до 2-3 см., для проведения летней обрезки. Для ограничения габаритов кроны по высоте используется дисковый режущий аппарат, так как в процессе обрезки встречаются ветви с диаметром более 60 мм. Исследованиями ВНИИС им. Мичурина установлено, что при обрезке плодовых деревьев дисковым режущим аппаратом*

встречаются разнообразные повреждения ветвей в месте среза. Разработан новый режущий аппарат для обеспечения качественной обрезки плодовых деревьев. Режущий аппарат в виде ленточной пилы имеет качественные преимущества и является менее энергоемким. Приведены особенности этого аппарата и показатели его работы.

Ключевые слова: *механизированная обрезка деревьев, режущий аппарат, ленточная пила, срез, качество поверхности, шероховатость.*

NEW CUTTING MACHINE FOR CONTOUR CUTTING FRUIT TREES

Zemlyanoy Andrey Aleksandrovich,
applicant, employee. The limited liability company «Scientific-production enterprise «PitomnikMahc", Michurinsk. E – mail: noc-inteh@yandex.ru.

Zavrazhnov Anatoly Ivanovich,
academician of the Russian Academy of Sciences, doctor of technical Sciences, Professor, chief researcher, doctor of Michurinskiy state agricultural university, Federal state budgetary educational institution of higher professional education "Michurinsk state agrarian University, Michurinsk. E – mail: aiz@mgau.ru

Zavrazhnov Andrey Anatol'evich,
candidate of technical Sciences, head of Engineering center rams, VNIIS named after. I. V. Michurina, Federal state budgetary scientific institution all-Russian research Institute of horticulture named after I. V. Michurin, Michurinsk. E – mail: noc-inteh@yandex.ru

Lantsev Vladimir Yurievich,
candidate of technical Sciences, senior researcher, federal state scientific institution VNIIS named after I. V. Michurina, Federal state budgetary scientific institution all-Russian research Institute of horticulture named after I. V. Michurin, Michurinsk. E – mail: noc-inteh@yandex.ru

Abstract. *It is shown that one of the most important operations in gardening is to conduct trimming. Agrotechnical requirements on pruning fruit trees when done manually with pruning shears or hand saws contained high quality cutting and excluding any damage Dre-vasini below the surface of the slice. It is established that when mechanized-cutting due to the imperfections of existing designs of machines and their cutting machines out slices of low quality, possible damage to the bark and wood. Therefore, the agronomic requirements on the machine for contour pruning permit cuts up to 20% of the total. The analysis of existing machines for trimming trees. It is revealed that these requirements cannot be fulfilled by existing cutting devices due to the influence of many factors that must be considered to ensure the quality of the cut branches. Based on the analysis of the cutting apparatuses used in practice the following types: disc apparatus for cutting branches with diameters from 2 to 8 cm, some cutting machines may perform branch diameter of 15 cm. segment to cut branches up to 2-3 cm; cutlery (Embossing) to cut branches up to 2-3 cm., for a summer pruning. To limit the size of crown adjustment disc cutting apparatus is used, as a branch with a diameter of 60 mm in the are encountered trimming. It was found that when pruning fruit trees disc cutter apparatus damage various branches at the place of cut are encountered through research VNIIS Michurin. The new cutting system to ensure high-quality pruning fruit trees is developed. Cutting apparatus as the bandsaw has qualitative advantages and is less energy-consuming. Features of this device and the performance of his work are given.*

Keywords: *mechanized pruning of trees, cutting machine, band saw, shear, surface quality, roughness.*

Одной из немаловажных операций в садоводстве является проведение обрезки. С середины 20 века исследователи пытаются механизировать данную технологическую операцию, так как существует необходимость выполнять качественную обрезку квалифицированными специалистами в тяжелых погодных условиях и в короткие сроки на огромных площадях это стало причиной активного развития машин для обрезки деревьев.

Под механизированной обрезкой следует понимать обрезку периферийной части кроны — ветвей и побегов в верхней части и с боковых сторон плодового дерева, проведенную машинами с различными режущими аппаратами по заранее определенному контуру [1].

Агротехническими требованиями на обрезку плодовых деревьев при выполнении ее вручную секаторами, ножовками предусмотрено высокое качество среза. Исключаются какие-либо повреждения древесины ниже поверхности среза. При механизированной обрезке в силу несовершенства конструкции машин и их режущих аппаратов срезы низкого качества, а также неизбежны повреждения коры и древесины. Поэтому агротехнические требования на машину для контурной обрезки допускают таких срезов до 20% от их общего количества [2].

Проведя анализ существующих машин для обрезки деревьев, можно сделать вывод, что данные требования не могут быть выполнены существующими режущими аппаратами, так как влияет множество факторов, которые нужно учитывать для обеспечения качественного среза ветвей. На основе анализа режущих аппаратов, применяемых на практике, можно выделить следующие типы:

1. Дисковые для среза ветвей диаметром от 2 до 8 см., некоторые машины могут выполнять обрезку ветвей диаметром до 15 см;
2. Сегментные для среза ветвей до 2-3 см;
3. Ножевые (чеканочные) для среза ветвей до 2-3 см.; используются для проведения летней обрезки;

Разнообразие режущих аппаратов обусловлено тем, что каждый из них может выполнять качественный срез ветвей на всем диапазоне диаметров.

Для ограничения габаритов кроны по высоте используется дисковый режущий аппарат, так как в процессе обрезки встречаются ветви с диаметром более 60 мм.

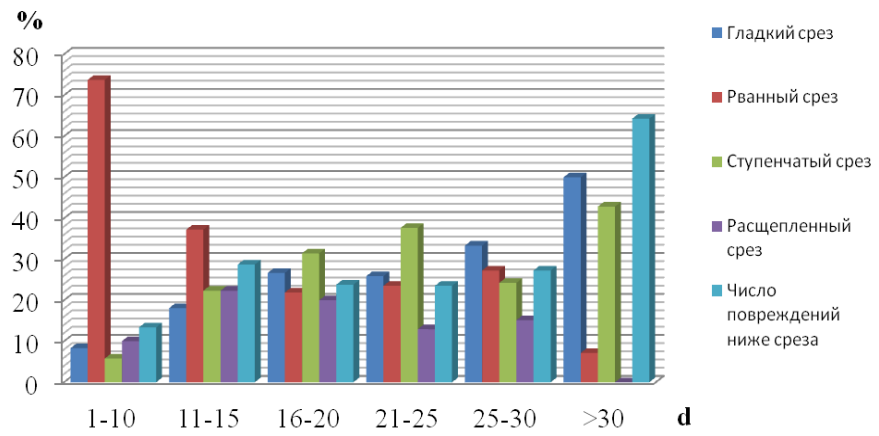


Рисунок 1 – Процентное соотношение видов срезов после механизированной обрезки дисковым режущим аппаратом

Исследователи ВНИИС им. Мичурина установили, что при обрезке плодовых деревьев дисковым режущим аппаратом встречаются разнообразные повреждения ветвей в месте среза. На рисунке 1 представлены фотографии возможных видов срезов дисковой пилой при

механизированной обрезке и распределение их в кроне дерева в зависимости от диаметра среза [3].

Из анализа данных можно судить о качестве срезов после механизированной обрезки дисковыми пилами. Из графика видно, что дисковые пилы выполняют качественный срез ветвей диаметром выше 20 мм. Ветви с диаметром меньше 20 мм имеют срезы с расщеплением, задирами коры, также встречаются обломленные ветви с рваными срезами.

На данный момент существует необходимость повысить качество технологической операции, исключить повреждение ветвей диаметром меньше 20 мм, так как на зарастание поврежденных срезов тратится больше времени, что существенно увеличивает нагрузку на дерево при восстановлении.

Нами разработан ленточный режущий аппарат (патент № 159386), который позволит снизить повреждение ветвей при обрезке плодовых деревьев до минимума [4].

Ленточные пилы предназначены для прямолинейной и криволинейной, продольной и поперечной распиловки пиломатериалов. Они имеют ряд преимуществ по сравнению с другими режущими аппаратами: простота конструкции; возможность осуществления реза под любым углом не зависимо от направления волокон; небольшая толщина пропила; высокая чистота поверхности после среза.

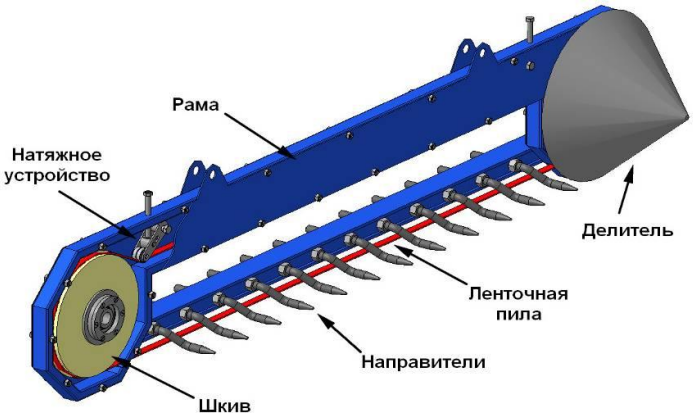


Рисунок 2 – Общий вид режущего аппарата с режущим элементом в виде ленточной пилы

Режущий аппарат представлен на рисунке 2. Он состоит из рамы с установленными на ней шкивами, на которую натянут режущий элемент в виде гибкой ленточной пилы. Для обеспечения равномерной подачи и увеличения качества среза на раму установлены направители. Они разделяют поток ветвей и ограничивают их перемещение за счет криволинейной формы. Делители, установленные напротив шкивов, направляют ветви в зону резания, тем самым увеличивая плотность срезанных ветвей до максимума.

Для экспериментальных исследований взаимодействия режущего элемента с ветвями плодовых деревьев была разработана лабораторная установка [5], показанная на рисунке 3. Она состоит из основной рамы 9, на которую установлены режущий аппарат, и стойки 8, с закрепленными на ней ветвями 10. Режущий аппарат в свою очередь состоит из рамы 4, на которую через подшипниковые узлы установлены шкивы 1. Нижний – приводной, верхний – натяжной. Привод осуществляется через электродвигатель 5. Натяжение ленточной пилы 2 осуществляется через натяжной винт 6. Для обеспечения безопасной работы пассивная сторона пилы протянута через защитный кожух 7. Со стороны резания на раму режущего аппарата 4 установлена стойка с направителями 3.

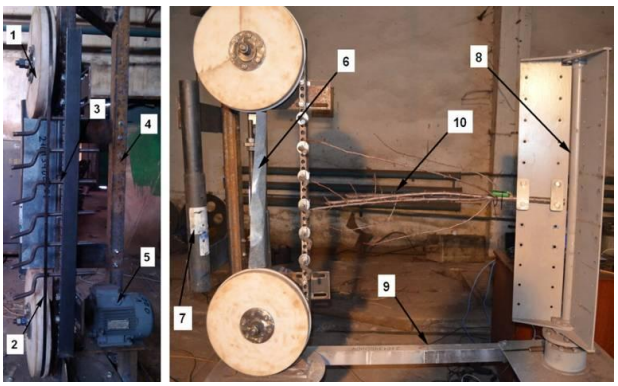


Рисунок 3 – Лабораторная установка для экспериментальных исследований

Известно, что основным требованием к обрезке плодовых деревьев, предъявляемых агротехникой, является высокая чистота поверхности срезов [6].

Параметры шероховатости древесины и древесных материалов регламентированы ГОСТ 7016—13 [7]. Для оценки качества обработанной поверхности древесины используется показатель— *Rm max* — среднее арифметическое высот отдельных наибольших неровностей на поверхности [8]:

$$Rm_{\max} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} H\max_i$$

где *n* — число наибольших неровностей (не менее 5); H max — расстояние от высшей до низшей точки i наибольшей неровности.

Данный параметр шероховатости характеризует поверхности, образованные при грубой обработке, такой как пиление, при котором поверхности распила имеют неровности высотой более 50 мкм.

Для исследования параметров шероховатости был собран прибор, на котором производили оценку шероховатости поверхности методом фотографирования участков исследования. Прибор схематично показан на рисунке 4. Он состоит из штатива 1, на котором установлен окулярный микроскоп МБП-2 с 24-х кратным увеличением 3 и камера 2 с высоким разрешением. На столе 5 под отверстием в подставке окулярного микроскопа 3 устанавливается образец 4, далее с помощью установочного кольца настраивается четкость изображения и производится фотографирование рассматриваемого участка.

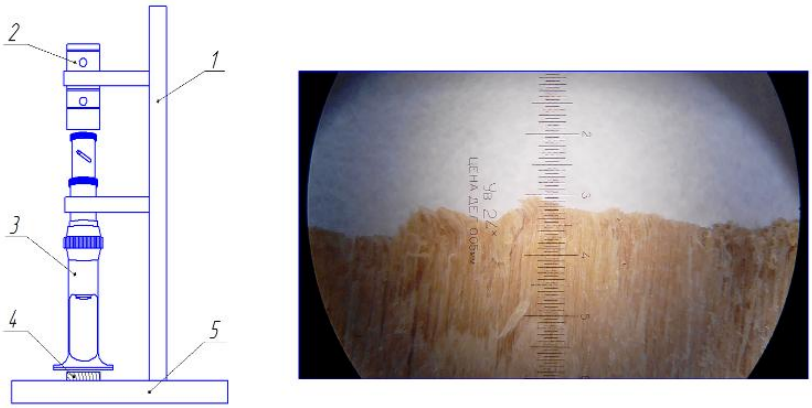


Рисунок 4 – Прибор для определения качества поверхности

Для получения профиля из образца выбирали участки с наибольшими неровностями и вырезали участок полученного среза в двух перпендикулярных плоскостях относительно направления движения режущего аппарата. После чего образец помещали в отверстие

подставки и выравнивали шкалу, далее получали максимальную резкость, поворотом установочного кольца изменяя расстояние от линзы до объекта. С помощью камеры высокого разрешения делали снимки увеличенного профиля.

Для снятия профилограммы мы используем цифровую обработку с помощью редактора изображений на ПК, через программу КОМПАС-3D V13, которая позволяет увеличить и масштабировать изображение, получить более точную профилограмму поверхности.

После отработки методики определения шероховатости поверхности было проведено экспериментальное определение режимов резания ветвей плодовых деревьев с помощью ленточной пилы.

На рисунке 5 показана диаграмма распределения шероховатости поверхности в зависимости от скорости резания.

Для объективной оценки нами произведен замер шероховатости поверхностей, полученные различными режущими аппаратами, после чего произведено сравнение с полученными результатами В.К. Кутейникова [6], который определил, что с доверительным уровнем вероятности 0,950 допустимая средняя высота максимальных неровностей равна 200 микронам.

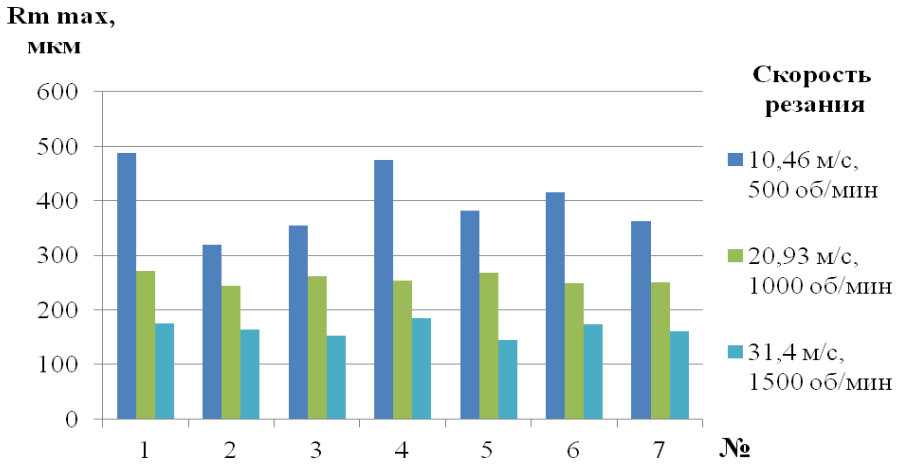


Рисунок 5 – Диаграмма распределения шероховатости поверхности в зависимости от скорости резания ленточной пилой

На рисунке 6 показаны сравнительные результаты исследования шероховатости поверхности после среза ветвей различными режущими аппаратами, в процессе нашего исследования и исследователями ВНИИС им. И.В. Мичурина.

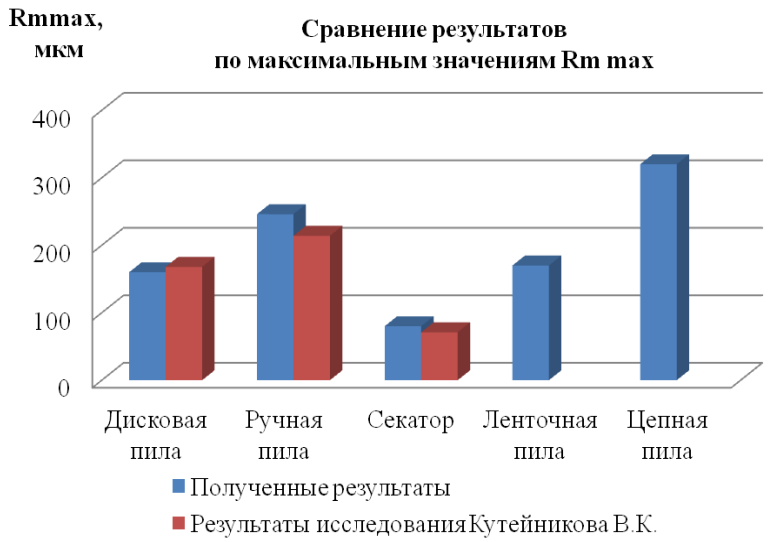


Рисунок 6 – Сравнение результатов исследования

Данные результаты позволяют говорить о возможности применения разработанной методике для определения качества поверхности после среза режущими аппаратами. Приведенные результаты исследования показывают, что режущий аппарат в виде ленточной пилы может быть использован, для проведения обрезки плодовых деревьев не нанося повреждений ветвям плодовых деревьев.

В таблице 1 представлены результаты сравнительных расчетов энергетических показателей, проведенных по стандартной методике, используемой в деревообрабатывающей промышленности [9-11].

Проведенные исследования говорят о том, что режущий аппарат в виде ленточной пилы имеет не только качественные преимущества по сравнению с дисковой пилой, но и является менее энергоемким. Это говорит о перспективности использования режущего аппарата для создания опытного образца машины для обрезки плодовых деревьев и проведения полевых испытаний для оценки качества выполнения технологической операции в реальных условиях.

Таблица 1 – Сравнительная таблица результатов расчета энергетический показателей при срезе ветви диаметром 60 мм при помощи дисковой и ленточной пилы.

Обозначение	Параметр		Ед. изм.	Значение	
				Дисковая пила	Ленточная пила
V_P	Скорость резания	$V_P = \frac{\pi Dn}{60 \cdot 1000}$	м/с	60	31,4
n	Обороты		об/мин	2300	1500
D	Диаметр пилы (шкива)		мм	500	400
S_Z	Подача на один зуб	$S_Z = \frac{V_S t_3}{60 V_P}$	мм	0,8	0,9
V_s	Скорость подачи		м/мин	29,3	29,3
t_3	Шаг зуба		мм	10	6
P	Сила резания	$P_P = \frac{KbHV_S}{60 V_P}$	Н	15,9	6,5

k	Удельное сопротивление резанию (Условно по данным В.К. Кутейникова)	МПа	10	10
b	Ширина пропила $b = s + 2s_0$	мм	3,1	0,7
s	Толщина пилы	мм	2,5	0,6
s0	Уширение пропила	мм	0,3	0,05
H	Высота пропила	мм	60	60
N	Мощность резания $N_P = \frac{P_P \cdot V_P}{1000}$	кВт	0,9	0,2
Rm max	Шероховатость поверхности (Экспериментальные данные)	мкм	50-165	45-170

Список литературы

1. Гельфандбейн П.С. Обрезка плодовых деревьев / П.С. Гельфандбейн. – М.: Колос, 1972. – 287 с.

2. Кудрявец Р. П. Формирование и обрезка плодовых деревьев. Альбом. / Р.П. Кудрявец. – М.: Колос, 1976. – 164 с.

3. Герасимов В.А. Состояние мест срезов после механизированной обрезки деревьев яблони / В.А. Герасимов, С.Г. Добросердов // Сборник научных работ ВНИИС им. И.В. Мичурина. – Мичуринск: ВНИИС им. И.В. Мичурина, 1975. – №20. – С. 21-24.

4. Земляной А.А. Машина для механизированной контурной обрезки плодовых деревьев // А.А. Земляной, А.И. Завражнов, А.А. Завражнов // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – М.: МЭСХ, 2016. – № 2. – С. 2-6.

5. Земляной А.А. Полученные результаты разработки машины для объемной контурной обрезки деревьев / А.А. Земляной, А.И. Завражнов, А.А. Завражнов, В.Ю. Ланцев // Инновации в сельском хозяйстве – Москва: ГНУ ВИЭСХ, 2014. – № 5 (10). – С. 28-23.

6. Кутейников В.К. К определению допустимой чистоты поверхности срезов при механизированной контурной обрезке плодовых деревьев // Сборник научных работ ВНИИС им. И.В. Мичурина. – Мичуринск: ВНИИС им. И.В. Мичурина, 1973. – №18. – С. 268-271.

7. ГОСТ 7016-2013 Изделия из древесины и древесных материалов Параметры шероховатости поверхности. – Введ. 2014-01-01. – М.: Стандартинформ, 2014. – 18 с.

8. Дунин-Барковский И.В. Измерения и анализ шероховатости, волнистости и некруглости поверхности / И.В. Дунин-Барковский, А.Н. Карташова. – М.: Машиностроение, 1978. – 232 с.

9. Амалицкий В.В. Деревообрабатывающие станки и инструменты / В.В. Амалицкий, В.В. Амалицкий: — 6-е изд., стер. — М.: Издательский центр «Академия», 2011. — 400 с.

10. Бершадский А.Л. Резание древесины / А.Л. Бершадский, Н.И. Цветкова. – / Минск: Высшая школа, 1975. – 303 с.

10. Суханов В. Г. Круглопильные станки для распиловки древесины.— М.: Лесная промышленность, 1984.— 96 с.

References

1. Gel'fandbejn P.S. Obrezka plodovyh derev'ev / P.S. Gel'fandbejn. – M.: Kolos, 1972.– 287 s.

2. Kudrjavec R. P. Formirovanie i obrezka plodovyh derev'ev. Al'bom. / R.P. Kudrjavec. – M.: Kolos, 1976. – 164 s.

3. Gerasimov V.A. Sostojanie mest srezov posle mehanizirovannoj obrezki derev'ev jabloni / V.A. Gerasimov, S.G. Dobroserdov // Sbornik nauchnyh rabot VNIIS im. I.V. Michurina. –

Michurinsk: VNIIS im. I.V. Michurina, 1975. – №20. – S. 21-24.

4. Zemlyanoy A.A. Mashina dlja mehanizirovannoj konturnoj obrezki plodovyh derev'ev // A.A. Zemlyanoy, A.I. Zavrazhnov, A.A. Zavrazhnov // Mehanizacija i jelektrifikacija sel'skogo hozjajstva. – M.: MJeSH, 2016. – № 2. – S. 2-6.

5. Zemlyanoy A.A. Poluchennye rezul'taty razrabotki mashiny dlja ob#emnoj konturnoj obrezki derev'ev / A.A. Zemlyanoy, A.I. Zavrazhnov, A.A. Zavrazhnov, V.Ju. Lancev // Innovacii v sel'skom hozjajstve – Moskva: GNU VIJeSH, 2014. – № 5 (10). – S. 28-23.

6. Kutejnikov V.K. K opredeleniju dopustimoj chistoty poverhnosti srezov pri mehanizirovannoj konturnoj obrezke plodovyh derev'ev // Sbornik nauchnyh rabot VNIIS im. I.V. Michurina. – Michurinsk: VNIIS im. I.V. Michurina, 1973. – №18. – S. 268-271.

7. GOST 7016-2013 Izdelija iz drevesiny i drevesnyh materialov Para-metry sherohovatosti poverhnosti. – Vved. 2014-01-01. – M.: Standartinform, 2014. – 18 s.

8. Dunin-Barkovskij I.V. Izmerenija i analiz sherohovatosti, volnistosti i nekruglosti poverhnosti / I.V. Dunin-Barkovskij, A.N. Kartashova. – M.: Mashinostroenie, 1978. – 232 s.

9. Amalickij V.V. Derevoobrabatyvajushhie stanki i instrumenty / V.V. Amalickij, V.V. Amalickij: — 6-e izd., ster. — M.: Izdatel'skij centr «Akademija», 2011. — 400 s.

10. Bershadskij A.L. Rezanie drevesiny / A.L. Bershadskij, N.I. Cvetkova. – Minsk: Vysshaja shkola, 1975. – 303 s.

11. Suhanov V. G. Kruglopil'nye stanki dlja raspilovki drevesiny.— M.: Lesn. prom-st', 1984.— 96 s.

УДК 628.84:142

ПОЛУЧЕНИЕ ПЕРЕДАТОЧНЫХ ФУНКЦИЙ В РЕКУПЕРАТИВНОМ ТЕПЛООБМЕННИКЕ ЦЕНТРАЛЬНОГО КОНДИЦИОНЕРА ПРИ ПРЯМОТОЧНОЙ СХЕМЕ ПОДАЧЕ ХОЛОДОНОСИТЕЛЯ

Звенигородский Игорь Иванович,
кандидат технических наук, доцент, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» г. Воронеж, E-mail: 79036544092@yandex.ru

Кулеш Денис Юрьевич,
кандидат технических наук, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» г. Воронеж, E-mail: 79036544092@yandex.ru

Текутьев Михаил Викторович,
Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» г. Воронеж, E-mail:79036544092@yandex.ru

Реферат. *Известно, что одним из основных элементов центрального кондиционера системы кондиционирования воздуха является рекуперативный теплообменный аппарат, в котором осуществляется нагрев приточного воздуха до необходимых значений. В зависимости от режимов работы центральной системы кондиционирования воздуха одновременно в работе может находиться как один, так и сразу два теплообменных аппарата – калориферы первого и второго подогрева. В рассматриваемых теплообменниках используются прямоточная, противоточная и перекрестная схемы движения*

теплообменивающихся сред. Рассмотрен случай, когда холодоноситель (теплоноситель) подается по прямоточной схеме. Основываясь на законе сохранения энергии с использованием коэффициентов теплопередачи теплоносителя (воды) стенке и от стенки теплообменника воздуху, составлен тепловой баланс и получены уравнения динамики процесса нагрева воздуха в рекуперативном теплообменном аппарате и передаточные функции для управляющего воздействия, которым является изменение расхода теплоносителя. Данные передаточные функции по всем рассматриваемым каналам управления описываются уравнениями апериодического звена первого порядка, постоянные времени и коэффициенты усиления которых зависят от теплового эквивалента воздушного потока и холодоносителя (теплоносителя), коэффициента эффективности теплобменного аппарата для прямоточной схемы подачи холодоносителя, показывающая степень совершенства аппарата в термодинамическом отношении. Применение математической модели процесса нагрева воздуха в теплообменных аппаратах, представленной полученными передаточными функциями по различным каналам управления, позволит снизить энергопотребление, расход энергоносителей и произвести синтез высшего уровня управления на современной элементной базе.

***Ключевые слова**: кондиционирование, теплообменник, передаточная функция, коэффициент усиления, постоянная времени.*

RECEIVING OF TRANSFER FUNCTIONS IN THE OF CENTRAL AIR CONDITIONER RECUPERATIVE HEAT EXCHANGER WITH CO-CURRENT REFRIGERANT FEEDING

Zvenigorodskii Igor' Ivanovich,
Candidat of Technical Sciences, docent, Military Educational and Scientific Center of the Air Force «N.E. Zhukovsky and A. Gagarin Air Force Academy», Voronezh, Russian Federation.
E-mail 79036544092@yandex.ru

Kulesh Denis Yur'evich,
Candidat of Technical Sciences, Military Educational and Scientific Center of the Air Force «N.E. Zhukovsky and A. Gagarin Air Force Academy», Voronezh, Russian Federation.
E-mail 79036544092@yandex.ru

Tekut'ev Mikhail Viktorovich.
Military Educational and Scientific Center of the Air Force «N.E. Zhukovsky and A. Gagarin Air Force Academy», Voronezh, Russian Federation. E-mail 79036544092@yandex.ru

***Abstract.** It is known that one of basic elements of the central conditioner in the air conditioning system is the recuperative heat exchange device which heats stitched air to necessary values. Depending on operating modes of the central air conditioning system there can work as one, and directly two heat exchange devices at the same time – heaters of the first and second heating. In the considered heat exchangers direct-flow, counter flow and cross traffic patterns of the heat exchanging environments are used. The case when coolant (heat carrier) moves according to the direct-flow scheme is considered. Based on the energy conservation law with use of coefficients of a heat transfer of the heat carrier (water) to a wall and from a heat exchanger wall to air, the thermal balance is constituted and the equations of dynamics of process of heating of air in the recuperative heat exchange device and transfer functions for corrective action which change*

of an expense of the heat carrier is are received. These transfer functions on all considered control paths are described by the equations of an aperiodic link of the first order, constants of time and which coefficients of strengthening depend on a thermal equivalent of an air flow and coolant (heat carrier), effectiveness ratio of the heat exchange device for the direct-flow scheme of supply of coolant, which shows degree of perfection of the device in the thermodynamic relation. Application of the mathematical model of process of heating of air in heat exchange will allow to reduce energy consumption, an expense of energy carriers and to make synthesis of the highest level of management on modern element base.

Keyword: *conditioner, transfer function, heat exchanger, intensification coefficient, time constant.*

Введение. Для обеспечения комфортных и технологически необходимых метеорологических условий для жизнедеятельности персонала и технических средств используются центральные системы кондиционирования воздуха (ЦСКВ). В зависимости от параметров наружного воздуха и суммарных теплоизбытков в обслуживаемых помещениях данная система функционирует в различных режимах[1]. В каждом режиме работы ЦСКВ задействованы различные элементы центрального кондиционера (ЦК), так для нагрева приточного воздуха используется калориферы первого и второго подогрева, представляющие собой водовоздушные теплообменники. В данных теплообменниках используются различные схемы движения теплообменивающихся сред (прямоточная, противоточная и перекрестная) [2].

Для синтеза системы автоматического управления (САУ) ЦСКВ важно иметь адекватные передаточные функции процесса нагрева воздуха в водовоздушных теплообменниках.

Материалы и методы. Воспользовавшись методами теплотехники, термодинамики и структурной декомпозиции, получим передаточные функции рекуперативного теплообменного аппарата при прямоточной схеме подачи теплоносителя.

Рассмотрим водовоздушный теплообменник с прямоточной схемой подачи холодоносителя. Для установившегося режима работы теплообменника количество теплоты, отдаваемое теплоносителем равно теплоте получаемой воздухом (без учета потерь). С учетом положения регулирующего органа тепловой баланс представим в виде:

$$\mu_{wн} G_w c_w (\theta_{w1} - \theta_{w2}) = G_в c_в (\theta_{в2} - \theta_{в1}) \tag{1}$$

где G_w и c_w – массовый расход и удельная теплоемкость воды; θ_{w1} и θ_{w2} – температура на входе и выходе из теплообменника, $\mu_{wн}$ – положение регулирующего органа в начальный момент времени ($0 \le \mu_{wн} \le 1$), $G_в$ и $c_в$ – массовый расход и удельная теплоемкость воздуха соответственно; $\theta_{в1}$ и $\theta_{в2}$ – температура воздуха на входе и выходе из теплообменника.

Теплообмен в аппарате осуществляется через тонкую стенку, количество теплоты, передающееся теплоносителем равно количеству теплоты, принимаемому поверхностью металла теплообменника:

$$G_w c_w (\theta_{w1} - \theta_{w2}) = \alpha_w F_w (\theta_{w2} - \theta_m), \tag{2}$$

где α_w – коэффициент теплоотдачи теплоносителя (воды) стенке, F_w – площадь стенки со стороны теплоносителя (воды), θ_m – температура металла стенки теплообменника.

Аналогично, количество теплоты поступающей от поверхности теплообменника равно количеству теплоты отбираемого воздухом [3]:

$$G_в c_в (\theta_{в2} - \theta_{в1}) = \alpha_в F_в (\theta_m - \theta_{в2}), \quad (3)$$

где $\alpha_в$ – коэффициент теплоотдачи от стенки теплообменника воздуху, $F_в$ – площадь стенки со стороны воздуха.

Для управляющего воздействия, которым является изменение расхода теплоносителя, уравнение теплового баланса (1) при изменении на некоторую величину $\Delta\mu_w$, при $\theta_{w1} - const$ и $\theta_{в1} - const$, примет вид:

$$(\mu_{wн} + \Delta\mu_w) G_w c_w (\theta_{w1} - (\theta_{w2} + \Delta\theta_{w2})) - \\ - G_в c_в ((\theta_{в2} + \Delta\theta_{в2}) - \theta_{в1}) = M_m c_m \frac{d(\Delta\theta_m)}{dt}, \quad (4)$$

где M_m и c_m – масса и удельная теплоемкость металла теплообменника, $\Delta\theta_m$ – изменение температуры стенки теплообменника.

Вычтем из равенства (4) выражение (1) и после преобразования получим:

$$M_m c_m \frac{d(\Delta\theta_m)}{dt} + G_в c_в \Delta\theta_{в2} + \\ + \mu_{wk} G_w c_w \Delta\theta_{w2} = \Delta\mu_w (\theta_{w1} - \theta_{w2}) G_w c_w, \quad (5)$$

где $\mu_{wk} = \Delta\mu_w + \mu_{wн}$ – конечное положение регулирующего органа.

Эффективность теплообменного аппарата E_t [2], показывающая степень совершенства аппарата в термодинамическом отношении, для прямоточной схемы движения теплоносителя возможно оценить с помощью выражения:

$$E_t = \frac{\theta_{в2} - \theta_{в1}}{\theta_{w1} - \theta_{в1}} = \frac{1 - e^{-N_t(1 + C_1/C_2)}}{1 + C_1/C_2}, \quad (6)$$

где E_t – коэффициент эффективности теплообменного аппарата, $C_1 = G_в c_в$ – тепловой эквивалент воздушного потока, характеризующий полную теплоемкость массового расхода воздуха в единицу времени и определяющий количество явной теплоты отданной (или полученной) воздухом при изменении его температуры на 1° С; $C_2 = G_w c_w$ – тепловой эквивалент тепло или холодоносителя; $N_t = \frac{kF}{Gc_в}$ – число единиц переноса явной теплоты, безразмерная характеристика теплообменного аппарата с точки зрения возможностей переноса явной теплоты [2]; k – коэффициент теплопередачи, F – площадь поверхности теплообмена со стороны воздуха.

Известен относительно безразмерный перепад температур избыточный относительно начальной температуры воды θ'_w [2], и при прямоточной схеме движения теплоносителя он равен:

$$\theta'_w = \frac{\theta_{w2} - \theta_{w1}}{\theta_{в1} - \theta_{w1}} = \frac{(1 - e^{-F_t(1+W)})W}{(1+W)}. \quad (7)$$

где $Fo' = \frac{kF_в}{G_w c_w}$ – модифицированный критерий Фурье; $W = \frac{G_в c_в}{G_w c_w}$; $F_в$ – площадь теплообмена по воздуху.

Выражение (5) с учетом (6) , (7) перепишем в виде:

$$M_m c_m \frac{d(\Delta\theta_m)}{dt} + G_в c_в \Delta\theta_{в2} + \mu_{wk} G_w c_w \Delta\theta_{w2} = \\ = \Delta\mu_w (\theta_{w1} - \theta_{в1}) E_t G_в c_в \quad (8)$$

Рассмотрим канал «изменение положения регулирующего органа – изменение температуры воздуха на выходе».

Продифференцируем (1) при открытом положении регулирующего органа $\mu_{wн} = 1$ по начальной температуре воды при условии, $\theta_{в2} = f(\theta_w)$, $\theta_{в1} - const$ и, приравнивая дифференциалы приращениям, после преобразования имеем:

$$\Delta\theta_{w2} = \frac{G_в c_в}{G_w c_w} \Delta\theta_{в2}. \quad (9)$$

Продифференцируем (3) по температуре стенки, при условии что $\theta_{в2} = f(\theta_m)$, а $\theta_{в1} - const$, приравнивая дифференциалы приращениям, запишем:

$$\Delta\theta_m = \frac{G_в c_в + \alpha_в F_в}{\alpha_в F_в} \Delta\theta_{в2}. \quad (10)$$

Продифференцируем (2) по температуре стенки θ_m, полагая что $\theta_{w2} = f(\theta_m)$ и, приравнивая дифференциалы приращениям, после преобразования получим:

$$\Delta\theta_m = \frac{G_w c_w - \alpha_w F_w}{\alpha_w F_w} \Delta\theta_{w2}. \quad (11)$$

Результаты и их обсуждение. Уравнение (8) с учетом (9) и (10), после преобразований примет вид:

$$\frac{M_m c_m}{G_в c_в} \frac{G_в c_в + \alpha_в F_в}{\alpha_в F_в} \frac{1}{1+\mu_{wk}} \frac{d(\Delta\theta_{в2})}{dt} + \\ + \Delta\theta_{в2} = \Delta\mu_w \frac{(\theta_{w1} - \theta_{в1})}{1+\mu_{wk}} E_t. \quad (12)$$

Уравнение (12) является уравнением динамики исследуемого канала и в операторной форме запишем:

$$W_{\mu в} = \frac{k_{\mu в}}{T_{\mu в} p + 1}, \quad (13)$$

где $T_{\mu в}$ – постоянная времени рассматриваемого канала, $k_{\mu в}$ – коэффициент усиления.

$$T_{\mu в} = \frac{M_m c_m}{G_в c_в} \frac{G_в c_в + \alpha_в F_в}{\alpha_в F_в} \frac{1}{1+\mu_{wk}}. \quad (14)$$

$$k_{\mu в} = \frac{(\theta_{w1} - \theta_{в1})}{1+\mu_{wk}} E_t. \quad (15)$$

Таким образом, из выражение (13) можно сказать, что процесс нагрева воздуха водовоздушном теплообменнике ЦК по каналу «изменение положения регулирующего

органа – изменение температуры воздуха на выходе» описывается апериодическим звеном первого порядка.

Аналогичным образом получим математические модели процесса нагрева воздуха в водовоздушном теплообменнике ЦК для других каналов управления.

Рассмотрим передаточную функцию по каналу «изменение положения регулирующего органа – изменение температуры воды на выходе». Для этого воспользуемся базовыми выражениями (2) и (12).

С учетом (9) и (11) уравнение (8) примет вид:

$$\frac{M_m c_m}{G_w c_w}\frac{G_w c_w - \alpha_w F_w}{\alpha_w F_w}\frac{1}{1+\mu_{wk}}\frac{d(\Delta\theta_{w2})}{dt} + \\ + \Delta\theta_{w2} = \Delta\mu_w \frac{(\theta_{w1}-\theta_1)}{1+\mu_{wk}}\frac{G c_w}{G_w c_w} E_i \tag{16}$$

Из (16) видно, что постоянная времени рассматриваемого канала $T_{\mu w}$, коэффициент усиления $k_{\mu w}$ равны:

$$T_{\mu w} = \frac{M_m c_m}{G_w c_w}\frac{G_w c_w - \alpha_w F_w}{\alpha_w F_w}\frac{1}{1+\mu_{wk}}. \tag{17}$$

$$k_{\mu w} = \frac{(\theta_{w1}-\theta_1)}{1+\mu_{wk}}\frac{G c_w}{G_w c_w} E_i. \tag{18}$$

Заключение. Таким образом, процесс нагрева воздуха в рекуперативном теплообменнике ЦК при прямоточной схеме подачи теплоносителя описывается уравнениями апериодического звена первого порядка по всем рассмотренным каналам с переменными постоянными времени и коэффициентами усиления прямых и перекрестных каналов. В водовоздушном теплообменнике возможно использование как теплоносителя, так и холодоносителя в зависимости от назначения данного аппарата. Постоянная времени зависит от теплового эквивалента воздушного потока и холодоносителя (теплоносителя), коэффициента теплопередачи. Коэффициент усиления – от разности начальных температур теплоносителя и приточного воздуха и от коэффициента эффективности теплообменного аппарата для прямоточной схемы движения холодоносителя (теплоносителя).

Список литературы

1. Креслинь А.Я. Оптимизация энергопотребления системами кондиционирования воздуха. – Рига. 1982. 155 с.

2. Богословский В.Н. и др. Кондиционирование воздуха и холодоснабжение. – М.: Стройиздат, 1985. 367 с.

3. Кулеш Д.Ю. Разработка методики получения передаточных функций и математической модели процесса нагрева воздуха в рекуперативном теплообменном аппарате / Д.Ю. Кулеш, И.И. Звенигородский, А.П. Чабала // Вестник ВГТУ. Т. 7 – 2011. – № 12, С.80–84.

References

1. Kreslin' A.Ya. Optimizatsiya energopotrebleniya sistemami konditsionirovaniya vozdukha. – Riga, 1982. 155s.

2. Bogoslovskii V.N. i dr. Konditsionirovanie vozdukha i kholodosnabzhenie. – M.: Stroiizdat, 1985. 367s.

3. Kulesh D.Yu. Razrabotka metodiki polucheniya peredatochnykh funktsii i matematicheskoi modeli protsessa nagreva vozdukha v rekuperativnom teploobmennom apparate / D. Yu. Kulesh,

I.I. Zvenigorodskii, A.P. Chabala // Vestnik VGTU, T. 7, 2011, № 12, pp. 80–84.

УДК 631.16

ОЦЕНКА ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ УЧАСТИЯ СЕЛЬХОЗТОВАРОПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ В ТЕНДЕРАХ

Князев Александр Николаевич,
студент, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС». г. Москва. E-mail: scratchtambov@gmail.com

Пономарева Юлия Павловна,
кандидат технических наук, доцент, Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» . г. Москва.E-mail: agj65@yandex.ru

Реферат. *Известно, что в современном сельском хозяйстве России значительную роль играют государственные и коммерческие закупки. Тем не менее, конкуренция в тендерных закупках в России всё ещё низка, а вход на рынок государственных закупок для поставщиков, особенно относящихся к категории малого бизнеса, осложнён необходимостью содержания в штате дополнительных специалистов и нестабильными шансами на получение заказов путём тендерных поставок. Проведён сравнительный анализ имеющихся на рынке продуктов для тендерной аналитики, в результате которого принято решение о создании нового программного обеспечения для автоматизации процесса оценки целесообразности участия в тендере. Смоделирован бизнес-процесс участия в тендере и отмечен этап, на котором происходит оценка целесообразности участия в тендере. На основании открытых данных о торгах, проводимых на базе ОАО «Единая электронная торговая площадка», сформирован список критериев, влияющих на целесообразность участия в каждом из тендеров для различных категорий поставщиков. На их основании сформирована тестовая выборка из 160 тендеров, где каждый тендер характеризуется массивом атрибутов. Выполнена задача разбиения совокупности тендеров на классы с целью формирования рекомендаций для участия в тендерах различных категорий поставщиков. Для разбиения был использован метод k-медиан, относящийся к группе процедур эталонного типа методов кластерного анализа. В результате исследования определены 4 кластера с разным уровнем конкуренции, выраженном в количестве участников торгов и процентном снижении цены заключенного договора от первоначальной, на которые разбивается совокупность исследуемых тендеров. Сформированы рекомендации для участия в тендерах, относящихся к каждому из кластеров. Создан веб-сервис, позволяющий сделать участие в торгах более эффективным для поставщика, который сможет оценить целесообразность участия в каждом из тендеров.*

Ключевые слова: *тендер, целесообразность участия, кластерный анализ, метод k-median, бизнес-процесс участия в тендере, автоматизация, веб-сервис.*

ASSESSMENT OF EXPEDIENCY FOR PARTICIPATION TO AGRICULTURAL PRODUCERS IN THE TENDER

Alexander Knyazev,
student, the Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education National Research Technological University "MISiS ".
E-mail: scratchtambov@gmail.com
Ponomareva Yulia,
Ph.D., associate professor, Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education National Research Technological University "MISiS "
E-mail: agj65@yandex.ru

Abstract. *It is known that government and commercial purchases play a significant role in the modern Russian agriculture. However, competition in the tender procurement in Russia is still low, and the entry into the market of public procurement for suppliers, especially small and mid-sized companies, is complicated by the necessity of detention of additional employees in the company and by unstable chances of getting orders through the tender biddings. In this research the comparative analysis of the available products on the market for analytics of bidding was conducted. As a result of the analysis was made the decision to create new software to automate the process of evaluating the feasibility of participation in the tender. Further, the business process of the participation in the tender was modeled and the stage of the evaluation of the feasibility of participation in the tender was marked in modeled process. Based on public data on trades conducted on the basis of JSC "Unified electronic market place", was created a list of criteria that affect the effectiveness of participation in each of the tenders for the various categories of suppliers. There was formed a test sample of 160 tenders. Each tender is characterized by an array of attributes, created in link to the list of criteria. The task of partitioning tenders together into classes in order to create recommendations for the participating of various categories of suppliers is fulfilled. K-medians method was used to perform the partitioning task. It was referring to the group of standard methods of cluster analysis procedures. As a result, the research identified 4 clusters with different levels of competition, which was represented in terms of number of bidders and the percentage reduction in the price of the original signed contract. In conclusion, in the research were formed recommendations how to participate in tenders relating to each of the clusters and, further, there was created the web-service which can help to assess the feasibility of participation in each of the tenders.*

Keywords*: tendering, competition, public procurement, competition, cluster analysis*

Введение. В современном сельском хозяйстве России, как и в других сферах производства, значительную роль играют государственные и коммерческие закупки [1-5]. Кроме возможности получения договора на поставку по наиболее выгодной цене для заказчика, это возможность открыть новые рынки для поставщиков. Однако, в настоящее время конкуренция среди поставщиков достаточно низка, в связи со сложностью и рискованностью использования данного метода для постоянного поиска заказов.

В данной работе рассматривается процесс оценки целесообразности участия в тендере и возможность его автоматизации. Актуальность данной работы обусловлена большим количеством одновременно проходящих тендеров (в том числе в сельскохозяйственной отрасли), а также высокой стоимостью услуг специалистов по тендерной аналитике, в

особенности для малых сельскохозяйственных предприятий.

На момент проведения исследования на рынке отсутствовало программное обеспечение с необходимым аналитическим функционалом. Кроме того, большинство из имеющихся на Российском рынке программных продуктов для мониторинга тендеров имело избыточный функционал, что обусловливало высокую стоимость данных продуктов. Исходя из этого, было принято решение о создании собственного нового программного обеспечения.

Методы. Для исследования была использована выборка из 160 тендеров, проводившихся на ОАО «Единая электронная торговая площадка», данные о которых имелись в открытом доступе.

Для разбиения совокупности тендеров на классы, исходя из имеющихся в открытом доступе данных о тендерах, в соответствии с федеральным законодательством в области государственных и коммерческих закупок, был использован метод k- медиан [6 -9] - модификация кластерного метода анализа. Данный метод, в отличие от маркетинговых методов исследования, не требует субъективных экспертных оценок, позволяет разбить совокупность на классы, исходя из наиболее общих закономерностей. В отличие от других математико-статистических методов, позволяет оценить, как количественные, так и качественные параметры и учесть влияние каждого из них на отнесение к тому или иному классу. В то же время, в отличие от других методов кластерного анализа, метод k-медиан позволяет снизить влияние экстремальных значений атрибутов тендеров на получившееся разбиение.

Для исследования использован массив тендеров T, каждый тендер в котором характеризуется следующим массивом атрибутов X={$x_1 \dots x_6$}:

- x_1- начальная цена контракта, млн. руб.; - x_2- размер обеспечения, %;

- x_3- осторожность закупщика (10- Группа ВТБ, Почта России, 9 - ОАО "Ростелеком" и подведомственные организации, 8-ОАО "ИНТЕР РАО – Электрогенерация", 7 - "Транснефть", 6 - ООО "Иркутскэнергосвязь", 5-ФГУП «ЦНИИХМ», 4 - ГУП «Литейно-прокатный завод", 3 - прочие коммерческие предприятия, 2 - государственные унитарные предприятия, 1 - прочие федеральные и муниципальные закупщики). Данная шкала получена путём ранжирования предприятий с наибольшим количеством закупок на ОАО «Единая электронная торговая площадка» (ЕЭТП) по количеству запросов котировок, количеству организованных переторжек и статистике об осторожности как основном приоритете у крупных заказчиков.

- x_4- категория тендера по отрасли (1 - наука и образование, культура и искусство; 2 - информационные технологии и телекоммуникации; 3 - транспорт, топливо, логистика; 4 - промышленное производство и торговое оборудование;

5 - офис, быт; 6 - финансы, управление, право; 7 - сельское хозяйство, животноводство; 8 - недвижимость, строительство, ремонт; 9 - здоровье, медицина, фармацевтика, 10 - военная промышленность, самооборона, 11 - продукты питания, организация питания, 12 - реклама и полиграфия). Данная шкала получена путём ранжирования категорий тендеров по уровню конкуренции в категориях, исходя из средних значений по каждой категории.

- x_5- предназначение субъектов малого предпринимательства (0 - не предназначен, 1 - предназначен); - x_6- предмет торгов (0 - товары, 1 - услуги).

Результаты и обсуждение. В ходе работы был смоделирован бизнес-процесс участия в

тендере и отмечен этап, на котором происходит оценка целесообразности участия в тендере. Бизнес-процесс "участие в тендере" можно разделить на три основных крупных блока: 1- выбор тендера для участия; 2 - подготовка тендерного предложения; 3 - непосредственное участие в тендере. Полная схема бизнес-процесса представлена на рисунке 1 в нотации BPMN (Business Process Model and Notation).

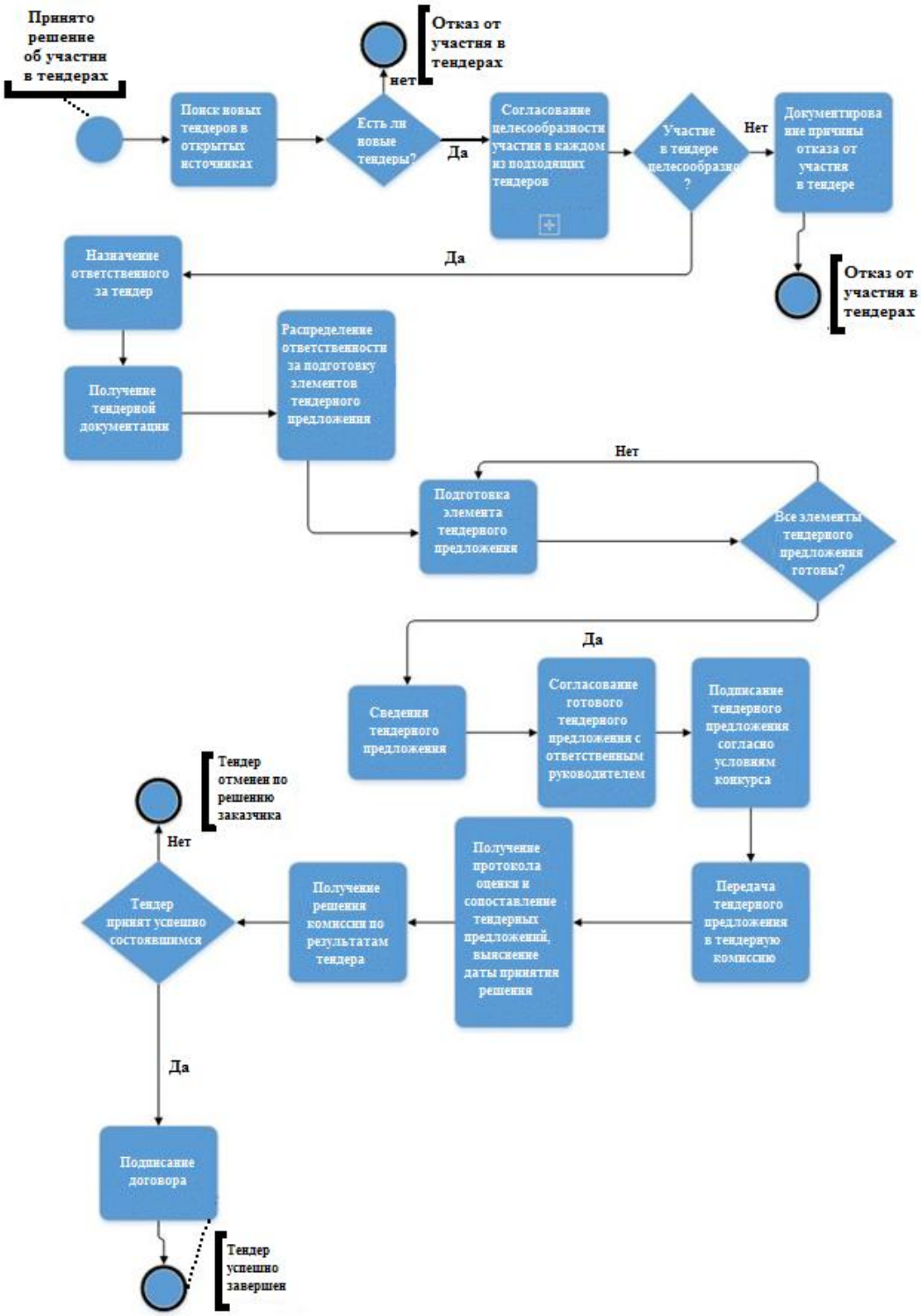


Рисунок 1 – Полная схема бизнес-процесса «Участие в тендере»

В результате исследования были получены 4 кластера, на которые разбивается совокупность тендеров (С1...С4).

Кластер С1характеризуется низкой конкуренцией, ставки мало отличаются от

изначальной цены контракта. Рекомендуется участие для малого и среднего бизнеса, демпинг может помочь одержать победу в тендере, существует возможность победы в тендере с высокомаржинальным предложением.

Кластер С2 характеризуется высокой конкуренцией и сильным понижением ставок. В данном тендере целесообразно участвовать, в случае, если компания готова предложить снижение цены более чем на 20% и имеет опыт участия в подобных торгах.

Кластер С3 относится к крупным закупкам, заказчики тендеров данной категории, как правило, предпочитают работать с проверенными поставщиками. Могут возникнуть сложности с выполнением договоров, однако ставки несильно отличаются от первоначальной цены, высокая маржинальность. Предприятиям среднего бизнеса рекомендуется участвовать только в случае, если имеется достаточный опыт участия в торгах.

Кластер С4 характеризуется высокой конкуренцией, основные участники - крупные игроки рынка. Для предприятий среднего бизнеса, либо не имеющих опыт участия в высоко конкурентных торгах на крупные поставки участвовать не рекомендуется.

На тестовой выборке из 160 тендеров, исследование завершилось со следующими результатами (таблица 1):

Таблица 1 – Результаты разбиения на кластеры

Показатель	C_1	C_2	C_3	C_4
Количество элементов в кластере	66	39	40	6
Процент элементов кластера в совокупности,	43,71	25,83	26,49	3,97
Среднее количество заявок на участие	2,54	3,13	2,9	3,33
Средняя стоимость конечного договора, руб	652885	1239599	4295774	25036587
Среднее снижение стоимости договора от первоначальной, %	12,74	16,25	11,25	15,74
Процент тендеров с одним участником	31,82	2,56	12,50	16,67
Процент тендеров более чем с 3 участниками,	15,15	38,46	22,50	66,67
Процент тендеров, в которых стоимость итогового договора не отличается от начальной,	10,61	5,13	12,50	0
Процент тендеров, где стоимость договора более чем на 30% ниже первоначальной,	9,09	20,51	7,50	16,67

Для проверки качества разбиения данного множества тендеров на кластеры были использованы другие методы кластеризации: методы Варда и полной связи. Расчеты, проведенные этими методами, подтвердили предполагаемую структуру разделения совокупности тендеров на кластеры, выявленную методом k-медиан.

Был создан веб-сервис, позволяющий по задаваемым пользователям данным о тендере, получить данную рекомендацию, в зависимости от отнесения данного тендера к одному из кластеров при разбиении методом k-медиан.

При разработке программного обеспечения использована клиент-серверная архитектура. С клиентской стороны поступают данные о тендере, целесообразность участия в котором нужно проверить, далее отправляется запрос на сервер, где данные обрабатываются в соответствии с логикой алгоритма k-медиан. Остальные, необходимые для анализа данные хранятся в базе данных и подгружаются оттуда запросами с сервера. После обработки с серверной части уходит ещё один запрос к базе данных, который загружает рекомендацию,

соответствующую кластеру, к которому, согласно алгоритму, отнесён заданный пользователем тендер. После этого с серверной на клиентскую часть отправляется ответ, содержащий рекомендации относительно целесообразности участия в тендере и некие статистические характеристики, на которых она основана. Данный алгоритм представлен в виде блок-схемы (рисунок 2), в соответствии с ГОСТ 19.701-90 [24].

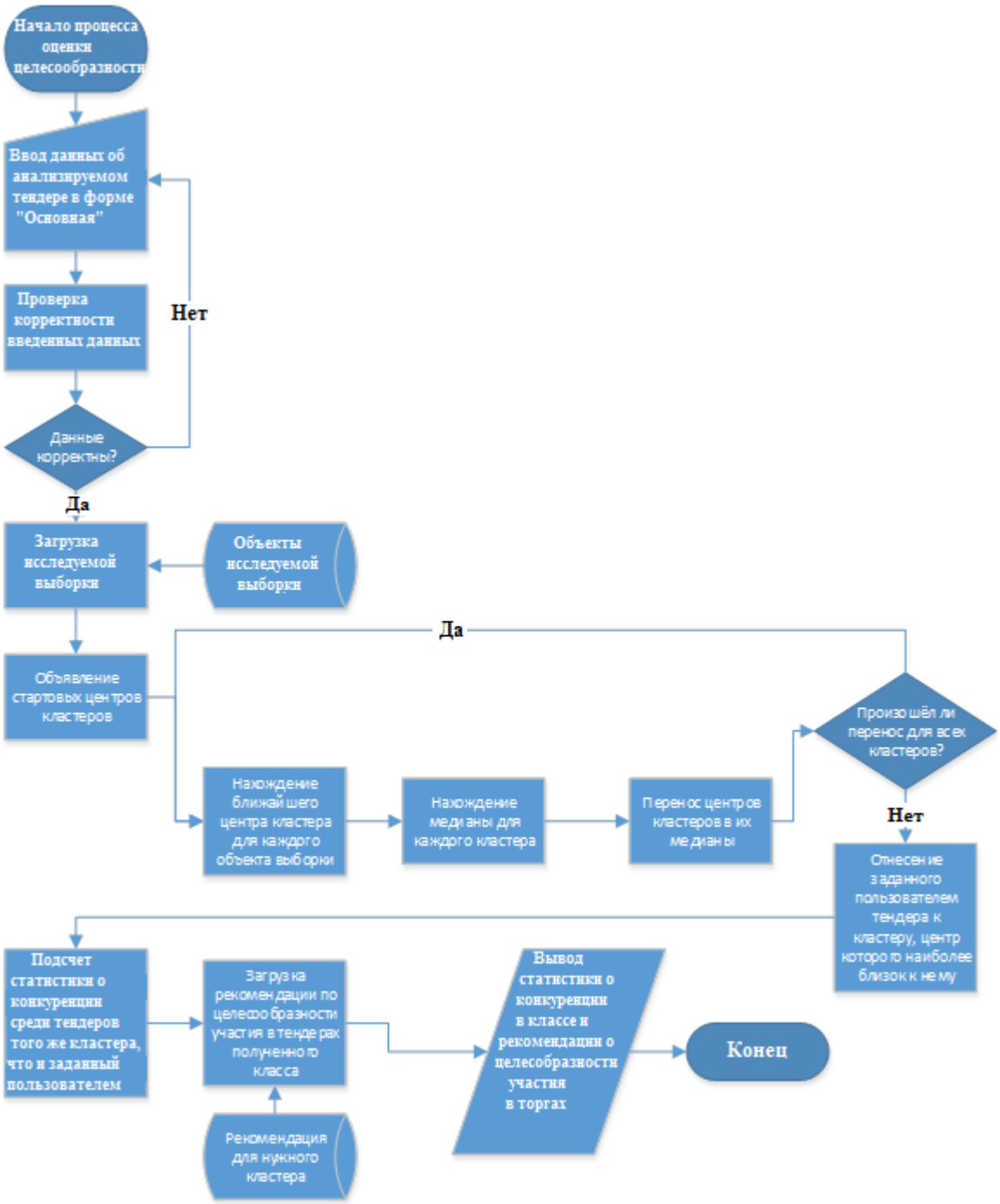


Рисунок 2 - Схема алгоритма работы программного обеспечения

Заключение. Таким образом, созданный веб-сервис позволит сделать участие в торгах более эффективным для поставщика. Поставщик сможет оценить целесообразность участия в каждом из тендеров (без содержания в штате специалистов по тендерной аналитике) и, соответственно, готовить заявки и их обеспечение только на тендеры, шансы на победу в

которых достаточны для того, чтобы оправдать затраты на участие в них. Повышение эффективности участия в тендерах привлечёт новых поставщиков, тем самым увеличив конкуренцию в государственных закупках (в частности, в закупках Министерства Сельского Хозяйства РФ), что позволит закупать продукцию более высокого качества при снижении издержек на её приобретение.

Список литературы

1. Федеральный закон от 05.04.2013 N 44-ФЗ (ред. от 06.04.2015) "О контрактной системе в сфере закупок товаров, работ, услуг для обеспечения государственных и муниципальных нужд"

2. Федеральный закон от 21.07.2005 N 94-ФЗ (ред. от 02.07.2013) "О размещении заказов на поставки товаров, выполнение работ, оказание услуг для государственных и муниципальных нужд"

3. Бальсевич А.А., Подколзина Е.А. Причины и последствия низкой конкуренции в государственных закупках в России // Экономический журнал ВШЭ. - 2014. - Т.18. N 4. С.563-585.

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

5. Завражнов А.И., Зазуля А.Н., Нагорнов С.А., Князева Л.Г. О проблемах эффективного использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве // Наука в центральной России. 2015.№ 5 (17). С. 5 -24.

6. Мандель И.Д. Кластерный анализ - М.: Финансы и статистика. -1988. –
ISBN 5-279-00050-7

7. Сумин В.И., Дыбова М.А., Смоленцева Т.Е. Методика группирования базовой информации для информационных процессов сложных систем // Фундаментальные исследования.2015. № 2. С. 931-934.

8. Jain A. K. and Dubes R. C. Algorithms for Clustering Data: Prentice-Hall, 1981.

9. Maciej MALARA, Mariusz MAZURKIEWICZ . Modelling the determinants of winning in public tendering procedures based on the activity of a selected company // Operations research and decisions.- 2012. - № 1. - P. 51 - 62.

References

1. Federal'nyj zakon ot 05.04.2013 N 44-FZ (red. ot 06.04.2015) "O kontraktnoj sisteme v sfere zakupok tovarov, rabot, uslug dlja obespechenija gosudarstvennyh i municipal'nyh nuzhd"

2. Federal'nyj zakon ot 21.07.2005 N 94-FZ (red. ot 02.07.2013) "O razmeshhenii zakazov na postavki tovarov, vypolnenie rabot, okazanie uslug dlja gosudarstvennyh i municipal'nyh nuzhd"

3. Bal'sevich A.A., Podkolzina E.A. Prichiny i posledstvija nizkoj konkurencii v gosudarstvennyh zakupkah v Rossii // Jekonomicheskij zhurnal VShJe. - 2014. - T.18. N 4. C.563-585.

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

5. Zavrazhnov A.I., Zazulja A.N., Nagornov S.A., Knjazeva L.G. O problemah jeffektivnogo ispol'zovanija tehniki i nefteproduktov v sel'skom hozjajstve // Nauka v central'noj Rossii. 2015.№ 5 (17). S. 5 -24.

6. Mandel' I.D. Klasternyj analiz - M.: Finansy i statistika. -1988. –
ISBN 5-279-00050-7

7. Sumin V.I., Dybova M.A., Smolenceva T.E. Metodika gruppirovanija bazovoj informacii

dlja informacionnyh processov slozhnyh sistem // Fundamental'nye issledovanija.2015. № 2. S. 931-934.

8. Jain A. K. and Dubes R. C. Algorithms for Clustering Data: Prentice-Hall, 1981.

9. Maciej MALARA, Mariusz MAZURKIEWICZ . Modelling the determinants of winning in public tendering procedures based on the activity of a selected company // Operations research and decisions.- 2012. - № 1. - R. 51 - 62.

УДК 621.928.3–82: 621.824–762.6

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРА ДВИЖЕНИЯ ЖИДКОСТИ, ИСТЕКАЮЩЕЙ ИЗ СОПЕЛ ЦЕНТРИФУГ С РЕАКТИВНЫМ ГИДРОПРИВОДОМ

Снежко Андрей Владимирович,
кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической
и прикладной механики, Азово-Черноморский инженерный институт
ФГБОУ ВО Донской аграрный университет, Зерноград,
Ростовская обл., 347740, ул. Ленина 21
E-mail: avsnzk@rambler.ru, +7(908)195-70-06
Снежко Владимир Андреевич,
кандидат технических наук, 347740 Зерноград, Ростовская обл. ул.Шевченко 26
E-mail: vszh1@rambler.ru, +7(928)136-58-40

Реферат. *Известно, что проблема своевременного отвода жидкости из корпусов очистительных центрифуг с реактивным гидроприводом в настоящее время решается лишь на эмпирическом уровне. Изучали гидродинамические процессы, происходящие в сливной полости центрифуги. Экспериментально доказано, что в картере центрифуги жидкость, использованная в гидроприводе, образует кольцевой поток, вращающийся противоположно ротору, его свободная поверхность близка к цилиндрической. Установлено, что при установившемся режиме работы центрифуги соблюдается объемный и энергетический баланс этого потока. С учетом этого получено аналитическое соответствие между кинетическими моментами жидкости, выбрасываемой из сопел гидропривода и кольцевого потока в картере. Выявлено влияние радиуса сливной полости центрифуги и некоторых геометрических параметров гидропривода на секундный кинетический момент кольцевого потока. На основе экспериментальных данных предложена эмпирическая модель гидродинамических процессов, формирующих вращающийся поток жидкости. В соответствии с ней по сечению кольцевого потока выделено пять зон, характер и причины движения жидкости, в которых различаются. Получено аналитическое выражение для определения высоты подъёма жидкости в кольцевом потоке относительно уровня расположения сопел гидропривода. Приведен пример расчета высоты кольцевого слоя для одной из опытных центрифуг. Предложены рекомендации конструктивного характера, касающиеся рационального устройства отверстий для вывода жидкости из картера центрифуги с гидроприводом, а также внутренней формы и размеров сливной ее полости.*

Ключевые слова*: очистительная центрифуга, реактивный гидропривод, сопла, картер центрифуги, скорость истечения из сопел, кольцевой поток, кинетический момент*

жидкости.

RESEARCH OF FLUID MOVEMENT, EXPIRING FROM NOZZLES OF CENTRIFUGES WITH REACTIVE HYDRAULIC ACTUATOR

Snezhko Andrey Vladimirovich
Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor at the Department of Theoretical and Applied mechanics, Azov-Black Sea Engineering Institute of Don State Agrarian University, Zernograd, Russia.
P/I 347740, Rostov region, The city of Zernograd, Street Lenin the House 21
E-mail: avsnzk@rambler.ru, Phone: +7(908)-195-70-06
Snezhko Vladimir Andreevich
Candidate of Engineering Sciences
P/I 347740, Rostov region, The city of Zernograd, Street Shevchenko, House 26.
E-mail: vszh1@rambler.ru, Phone: +7(928)-136-58-40.

Abstract. *It is known that the problem of the timely removal of fluid from cleansing hulls with reactive hydraulic drive is solved only empirically currently. Hydrodynamic processes in the drain cavity of the centrifuge, were studied. It is experimentally proved that the fluid used in the hydraulic drive, forms an annular stream rotating oppositely Rotaru in the centrifuge crankcase, its free surface is close to cylindrical. It is found that the volume and the energy balance of the flow is observed at the steady operation mode of the centrifuge. Analytical correspondence between the kinetic moments of fluid ejected from the nozzle of hydraulic drive and the annular flow in the crankcase, taking into account this is obtained. Influence radius drain cavity of the centrifuge and some geometric parameters of the hydraulic drive on the second angular momentum of annular flow is identified. An empirical model of hydrodynamic processes that form the rotating liquid stream is offered on the basis of experimental data. The five zones, the nature and causes of the fluid in which differ allocated by the annular flow cross section, in accordance therewith. The analytical expression for determining the height of liquid rise in the annular flow relative to the location of the level for hydraulic drive nozzle is obtained. Example of calculating the height of annular layer is shown for one of the advanced centrifuges. Recommendations of constructive character concerning the a rational device of apertures to output fluid from the centrifuge crankcase with hydraulic drive, as well as the inside shape and dimensions of its cavity drain are proposed.*

Keywords: *cleaning centrifuge, reactive hydraulic drive,nozzles, the centrifuge crankcase, exhaust velocity from the nozzles, annular flow, the angular momentum of the fluid.*

Введение. Получение высоких скоростных показателей очистительных центрифуг с реактивным приводом невозможно без рациональной организации отвода жидкости, используемой в гидроприводе, из корпуса центрифуги. В практике конструирования и эксплуатации очистителей отработанных технических масел нередко возникала ситуация, когда жидкость, выбрасываемая из сопел реактивного привода, накапливалась в корпусе центрифуги, что приводило к резкому торможению ротора и нарушению процесса сепарации. Для исключения подобного явления необходимо, чтобы эта жидкость была надёжно локализована в около роторном пространстве и оперативно выведена из корпуса центрифуги. В настоящее время существует ряд инженерных решений этой проблемы, обоснованных, однако, лишь на эмпирическом уровне. Некоторые из них зарегистрированы в качестве патентов [1, 2], и

являются, как правило, результатом конструкторской интуиции.

Цель исследования. Для эффективного решения данной задачи необходимо изучение гидродинамических процессов, происходящих в картере центрифуги, хотя бы с качественной стороны.

Материалы и методы. Результаты многочисленных экспериментов, проведенных с центрифугами различных типоразмеров, используемых в маслоочистительных установках, показали, что при вращении ротора жидкость, истекающая из его сопел, образует вращающееся кольцо в нижней части корпуса центрифуги, т.е. в ее картере (рис. 1). Причем направление вращения этой жидкости – противоположно вращению ротора. Свободная поверхность этого кольца при больших скоростях вращения близка к цилиндрической.

При установившемся режиме работы центрифуги соблюдается материальный (объемный) и энергетический баланс кольцевого потока жидкости. Объемный баланс его означает, что количество жидкости, истекающей из сопел и поступающей в кольцо в единицу времени, равно ее количеству, отводимому из этого потока через сливные отверстия картера:

$$Q_c = Q_{отв}.$$

Энергетический (динамический) баланс означает, что секундный момент количества движения вращающегося кольца $L_s^к$ (или импульс момента количества его движения) относительно оси вращения ротора центрифуги численно равен сумме моментов действующих на кольцевой слой жидкости сил:

$$L_s^к = \sum M_k .$$

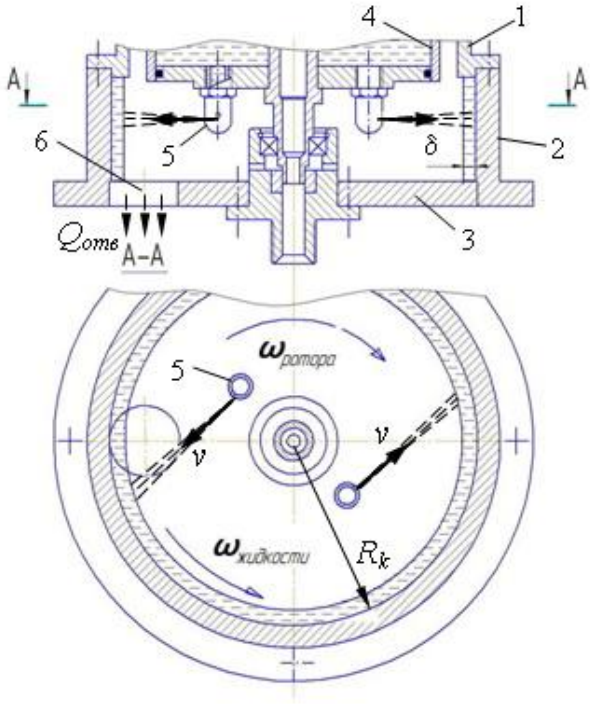


Рисунок 1 − Схема движения жидкости, истекающей из сопел в картере центрифуги: 1 – корпус центрифуги; 2 – картер; 3 – днище картера; 4 – ротор; 5 – сопла; 6 – сливное отверстие

В свою очередь секундный кинетический момент кольца $L_s^к$ составляет некоторую

долю от секундного момента количества движения жидкости, истекающей из сопел L_s, который находится из выражения:

$$L_s = m_s \cdot v \cdot R_v, \tag{1}$$

где v – абсолютная скорость жидкости, вытекающей из сопел, м/с; R_v – плечо вектора абсолютной скорости относительно оси вращения ротора (рис. 2), м; m_s – секундный массовый расход жидкости в гидроприводе, кг/с.

Момент вектора абсолютной скорости v равен сумме моментов составляющих его скоростей – относительной и переносной (рис. 2) [3, 4, 5, 6], т.е.

$$v \cdot R_v = w \cdot R_w - u \cdot R_u, \tag{2}$$

где w – скорость истечения жидкости из сопла (относительная), м/с; u – окружная скорость сопла (переносная), м/с; R_w, R_u – плечи векторов w и u относительно оси вращения ротора, м.

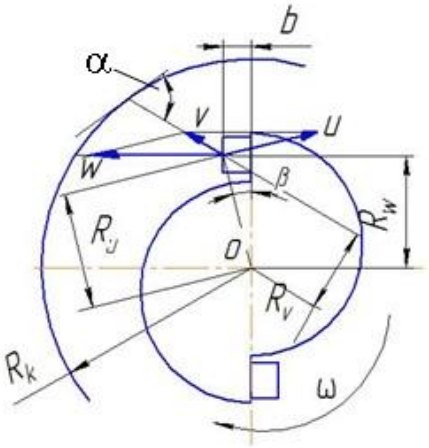


Рисунок 2 − Схема скоростей жидкости в реактивном гидроприводе

Выразим окружную скорость сопла u через угловую скорость ротора ω:

$$u = \omega \cdot R_u = \omega \cdot R_w / \cos\beta,$$

а секундный массовый расход жидкости m_s через ее объёмный расход Q_c (м^3/с) и плотность ρ (кг/м^3), как

$$m_s = Q_c \cdot \rho.$$

Тогда с учетом (2), выражение (1) примет вид

$$L_s = Q_c \cdot \rho \cdot R_w \left(w - \omega \cdot R_w / \cos^2\beta\right). \tag{3}$$

Здесь β – угол, характеризующий вынос сопел из диаметральной плоскости ротора (рис. 2), определяемый условиями оптимизации геометрических параметров гидропривода [3, 4].

Секундный момент количества движения кольца движущейся жидкости $L_s^к$ будет составлять лишь часть от L_s, т.е. с учетом (3) равен:

$$L_s^к = B\,L_s = B \cdot Q_c \cdot \rho \cdot R_w \left(w_c - \omega \cdot R_w / \cos^2\beta\right), \tag{4}$$

где B – коэффициент реализации импульса кинетического момента жидкости, истекающей из сопел в тангенциальном направлении, т.е. в направлении вращения

кольцевого слоя.

Коэффициент *B* меньше единицы, поскольку струя из сопла при встрече с цилиндрической поверхностью картера центрифуги растекается, образуя пятно (рис. 3). При этом секундный импульс количества движения струи $m_s\bar{v}$ трансформируется в четыре составляющих импульса – два в тангенциальном горизонтальном направлении $m_1\bar{v}_1$, $m_2\bar{v}_2$ и два в направлении вертикальной образующей цилиндрической поверхности: $m_3\bar{v}_3$. Причем вертикальные составляющие не обладают кинетическим моментом относительно оси вращения ротора.

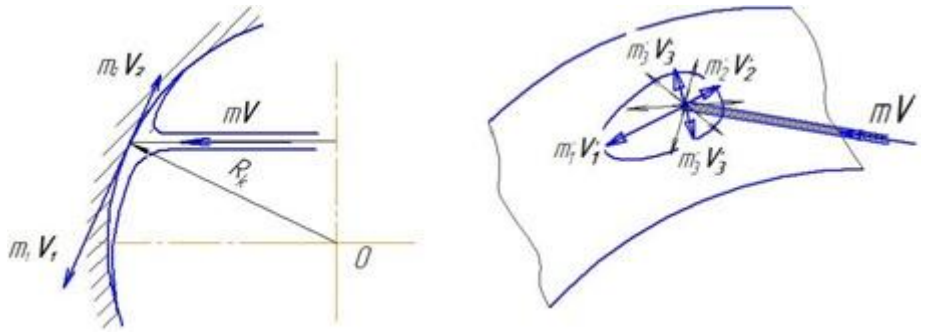


Рисунок 3 − Схема растекания струи жидкости по цилиндрической поверхности картера центрифуги

На рисунке 4 представлена фотография пятна остающегося на прозрачном цилиндрическом экране корпуса при ударе в него струи, истекающей из неподвижного сопла экспериментальной центрифуги.

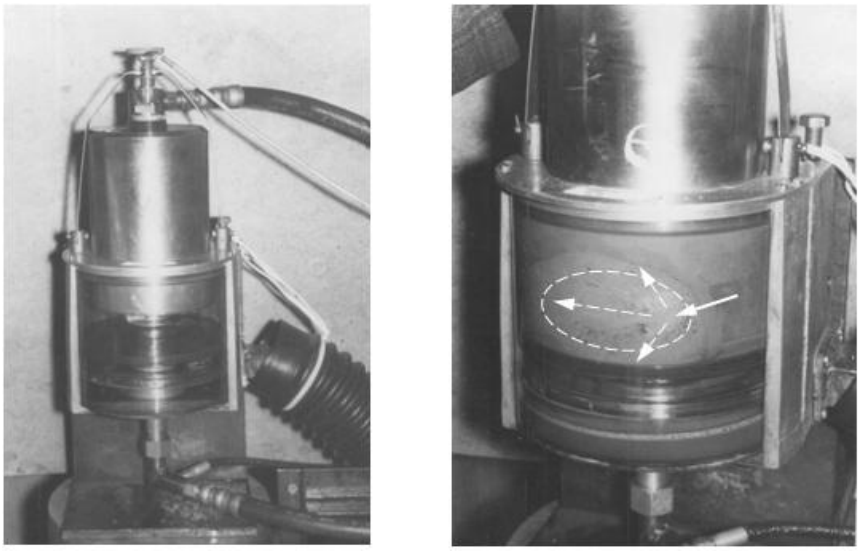


Рисунок 4 − Экспериментальная центрифуга и картина истечения жидкости из сопел неподвижного ротора

Таким образом, секундный момент количества движения кольца относительно оси вращения ротора центрифуги будет равен:

$$L_s^к = (m_1 v_1 - m_2 v_2) \cdot R_k = \rho \cdot (q_1 v_1 - q_2 v_2) \cdot R_k ,$$

где R_k – радиус цилиндрического участка картера центрифуги, м; q_1, q_2 – объёмные расходы жидкости, распределяемой в тангенциальном направлении цилиндрической поверхности: по ходу вращения кольца и противоположно, м^3/с.

Тогда полный расход жидкости, истекающей из сопел, определяется как

$$Q_c = q_1 + q_2 + q_3,$$

где q_3 – расход жидкости, устремляющейся в направлении вертикальной образующей цилиндрической поверхности картера, м^3/с.

Результаты исследования. Очевидно, что импульс секундного кинетического момента кольцевого потока жидкости зависит от угла α встречи струи, истекающей из сопел, с цилиндрической поверхностью картера (рис. 2). Чем меньше этот угол, тем больше импульс, а при $\alpha = 90^0$ он будет равным нулю.

В свою очередь, угол встречи струи с цилиндрической поверхностью α зависит от величины выноса сопла b из диаметральной плоскости, который определяется углом β (рис. 2) и радиусом R_k цилиндрической поверхности картера. Причем, чем больше β и R_k, тем больше угол α и меньше секундный импульс момента количества движения жидкости.

Какова наиболее предпочтительная скорость вращения кольцевого слоя сказать сложно. При сливе жидкости из корпуса центрифуги через тангенциальный патрубок или систему щелей в днище картера, расположенных наклонно, навстречу вращающемуся потоку, повышение скорости вращения увеличивает эффективность вывода жидкости. При других вариантах организации слива — это утверждение сомнительно.

Процессы, происходящие в картере центрифуги и определяющие формирование вращающегося кольца, достаточно противоречивы. Ситуация осложняется тем, что направление вращения сливаемой жидкости противоположно вращению ротора центрифуги. Таким образом, на кольцевой поток воздействует мощный тормозящий воздушный вихрь, создаваемый ротором.

В потоке жидкости, предположительно, можно выделить ряд зон (рис. 5), характер и причины движения жидкости, в которых существенно различаются.

Зона 1. Сравнительно узкая по высоте кольцевая область, сопоставимая с шириной струи. Движение жидкости в зоне интенсивное вращательное, особенно вблизи цилиндрической стенки картера. Вращение поддерживается непрерывным воздействием импульса количества движения струй, истекающих из сопел в касательном направлении.

Зоны 2 и 4. В зоне 2 возле цилиндрической стенки картера вращающаяся жидкость поднимается вверх на некоторую высоту *H*, а в зоне 4 поднявшаяся жидкость спускается. Причиной подъёма является вертикальная составляющая секундного импульса количества движения $m_3\bar{v}_3$, точнее часть ее, направленная вверх (рис. 3). В зоне 4 жидкость, стекающая вниз под действием силы тяжести, кроме того может вращаться в направлении ротора, увлекаемая мощным воздушным вихрем. При этом, как отмечалось экспериментально, на ее свободной поверхности образуются волны.

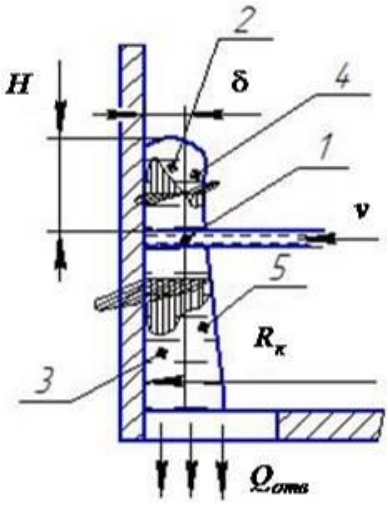


Рисунок 5 − Зоны течения жидкости в кольцевом потоке
и эпюры распределения окружных и осевых скоростей

Зоны 3 и 5. В этих зонах жидкость спускается вниз к выходному отверстию. В зоне 5 она движется под действием силы тяжести, а в пристенной зоне 3 еще и под действием нижней составляющей вертикального импульса $m_3\bar{v}_3$ (рис. 3). Кроме того, жидкость в этих зонах также вращается в том же направлении, что и поток в зоне 1.

На рисунке 6, видно, что вращающееся кольцо сливающейся жидкости имеет ограниченную высоту и возвышается над горизонтальным уровнем струй, истекающих из сопел, на некоторую величину *H*. Причиной подъёма, как отмечалось выше, является наличие направленной вверх составляющей секундного импульса количества движения − $m_3\bar{v}_3$. Величина этого импульса с учетом выражений (1), (2), (3), (4) равна:

$$m_3 v_3 = \left(L_s - L_s^к\right)/2R_k = (1 - B)Q_c \rho R_w \left(w - \omega R_w / cos^2 \beta\right)/2R_k \ . \qquad (5)$$

Этот секундный импульс вызывает вертикальное динамическое воздействие *F* (Н·с), которое удерживает слой жидкости в зоне 2, то есть

$$F = m_3 v_3 .$$

Динамическое воздействие *F* распределено по кольцу радиуса R_k (рис. 7) и ежесекундно удерживает кольцевой поток жидкости весом *G*, равным:

$$G = \rho g \cdot 2\pi R_k \cdot \delta \cdot H \ , \qquad (6)$$

где δ − средняя толщина кольцевого слоя жидкости (рис. 5), м.

Рисунок 6 − Движение кольцевого слоя жидкости в картере центрифуги при вращении ротора

Тогда, приравняв (5) и (6), получим выражение для определения возможной высоты подъёма жидкости в кольцевом потоке относительно уровня расположения сопел:

$$H = (1 - B) \cdot Q_c v \cdot R_v / 4\pi R_k^2 \delta g . \quad (7)$$

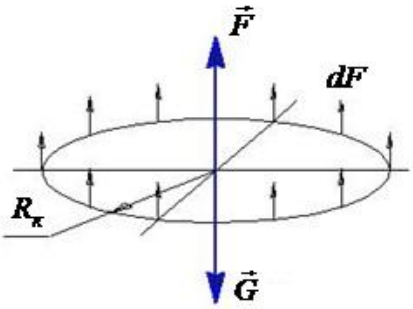


Рисунок 7 − Схема секундного вертикального динамического воздействия на кольцевой поток жидкости в зоне 2

Результаты исследования. В качестве примера рассчитаем примерную высоту подъёма кольцевого слоя жидкости в реактивной центрифуге ЦРМ-5 конструкции Азово-Черноморского инженерного института, используемой в установке для очистки отработанных моторных масел, при следующих исходных данных: расход масла, используемого в гидроприводе Q_c = 17 л/мин; вынос сопел из диаметральной плоскости – отсутствует (т.е. $\beta = 0$); абсолютная скорость истечения масла из сопел $v = 15$ м/сек; радиус выноса сопел $R_w = R_u = 0{,}043$ м; радиус цилиндрической полости картера $R_k = 0{,}098$ м; толщина основного кольцевого слоя (ориентировочно) $\delta = 3 \cdot 10^{-3}$ м; коэффициент реализации импульса момента количества движения жидкости, истекающей из сопел, в направлении вращения кольцевого потока (ориентировочно) $B = 2/3$.

В этом случае из формулы (7) получим $H = 0{,}017$ м.

Заключение. Таким образом, проведённый качественный анализ характера движения

жидкости в картере центрифуги с реактивным гидроприводом позволяет сделать следующие выводы конструктивного характера.

1. В силу того, что кольцевой поток интенсивно вращается, предпочтительно выводить жидкость из картера центрифуги через тангенциальный патрубок в нижней его цилиндрической части, или через систему наклонных щелей, выполненных концентрично по периферии днища картера.

2. Радиус цилиндрической части картера центрифуги R_k должен быть больше диаметра ее корпуса, расположенного на уровне зоны ротора, по меньшей мере, на 15…20 мм, чтобы предотвратить проникание и подъем жидкости из вращающегося кольцевого слоя в зазор между корпусом и ротором (например, как это выполнено на рис. 1).

3. Следует избегать образования внутри сливного картера выступов, углов, препятствий, о которые может ударяться вращающийся поток жидкости и таким образом создавать вихри и брызги, способные тормозить ротор.

Список литературы

1. А. с. 1409330 SU, B 04 B 3/00. Центрифуга для очистки жидкости / В.А. Снежко, Е.М. Пироженко, И.Я. Чернышенко – № 3976701/30 – 13; Заявлено 10.09.85; Опубл. 15.07.88. Бюл. № 26.

2. А.с.1600844 SU, B 04 B 9/06.Центрифуга для обезвоживания масла / Л.А. Нагорский, Н.Д. Баскаков – № 4386350/30–13; Заявлено 29.02.88; Опубл. 23.10.90. Бюл. № 39.

3. Снежко, В.А. Методика проектирования реактивного привода центрифуг / В.А. Снежко. – М., 1999. – Деп. в ВИНИТИ, № 2616 В 99.

4. Снежко, А.В. Об ориентации сопел центрифуг со струйно-реактивным приводом / А.Ю. Лихачев, А.В. Снежко, В.А. Снежко // Совершенствование конструкций и повышение эффективности функционирования колесных и гусеничных машин в АПК: Межвузовский сборник научных трудов. – Зерноград, 2007. - С. 71-73.

5. Дегтярёв, В.А. Исследование реактивных масляных центрифуг / В.А. Дегтярёв, Н.П. Рябинин, Е.М. Пироженко // Труды ВНИПТИМЭСХ: сборник. – Издательство Ростовского университета, 1962. – Вып. V. – С. 11 – 55.

6. Григорьев, М.А. Автомобильные и тракторные центрифуги / М.А. Григорьев, Г.П. Покровский. – М.: Машгиз, 1961. – 183 с.

References

1. Snezhko V.A., Pirozhenko E.M., Chernyshenko I.Ya. Tsentrifuga dlya ochistki zhidkosti [The centrifuge for purification of liquid]. A. s. SU, No. 1409330, 1988.

2. Nagorskiy L.A., Baskakov N.D. Tsentrifuga dlya obezvozhivaniya masla [The centrifuge for oil dehydration]. A.s. SU, No. 1600844, 1990.

3. Snezhko V.A. Technique of design of the jet reactive drive of centrifuges. Dep. in VINITI, 1999, No. 2616 B 99 (in Russ).

4. Likhachev A.Yu., Snezhko A.V., Snezhko V.A. About orientation of nozzles of centrifuges with the jet and reactive drive. Trudy AChGAA «Sovershenstvovanie konstruktsiy i povyshenie effektivnosti funktsionirovaniya kolesnykh i gusenichnykh mashin v APK» [Proc. of the ABSSAAE «Improvement of designs and increase of efficiency of functioning of wheel and tracked vehicles in agro-industrial complex»], 2007, pp. 71-73 (in Russ.).

5. Degtyarev V.A., Ryabinin N.P., Pirozhenko E.M. Research of jet reactive oil centrifuges. Trudy VNIPTIMESKh [Proc. of the ARRPITMA], 1962, pp. 11 – 55 (in Russ.).

6. Grigor'ev M.A., Pokrovskiy G.V. Avtomobil'nye i traktornye tsentrifugi [Automobile and

tractor centrifuges]. Moscow, Mashgiz Publ., 1961, 183 p.

УДК 631.31

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДА ОЦЕНКИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МАШИН И ОРУДИЙ ДЛЯ ПОЛЕВЫХ РАБОТ

Скорляков Виктор Иосифович,
канд. техн. наук, зав. отделом
E-mail: Skorlv@yandex.ru
Назаров Андрей Николаевич,
вед. науч. сотр.,
Новокубанский филиал ФГБНУ "Росинформагротех"
(КубНИИТиМ)

Реферат. *Известно, что разработка простого и доступного для специалистов сельского хозяйства и машиностроения аналитического метода расчета производительности технических средств и оценки при испытаниях необходима для обоснованного выбора параметров и их ускоренной оценки. Известный метод оценки эксплуатационных показателей технических средств сложен и трудоемок из-за регистрации элементов времени в течение всей контрольной смены. Регистрация ряда элементов времени смены при испытаниях без базового аналога вне сравнительных испытаний на одном поле утрачивает значимость. Известный метод не может быть использован на этапах разработки технических средств. Для устранения отмеченных недостатков разработан универсальный метод оценки, содержащий: применение математических моделей зависимости производительности технических средств от их эксплуатационных и конструктивных показателей, от регламентируемых элементов времени смены; поэлементный хронометраж рабочей скорости, продолжительности поворотов, загрузок или выгрузок технологических емкостей. Установлено, что технологические процессы всех технических средств для полевых работ соответствуют шести технологическим схемам и соответствующим разработанным математическим моделям их производительности. Предложенный метод эксплуатационной оценки сельскохозяйственной техники для растениеводства с использованием разработанных математических моделей их производительности обеспечивает получение значений производительности технических средств в единицу времени смены как при моделировании технологических процессов технических средств на этапе их разработки, так и при их испытаниях с обеспечением возможности поэлементного хронометража.*

Ключевые слова*: эксплуатационная оценка, метод, сельскохозяйственные машины, математические модели*

IMPROVEMENT OF METHOD FOR ASSESSMENT OF OPERATING INDICATORS OF MACHINES AND IMPLEMENTS FOR FIELD WORK

Skorlyakov Victor,
cand. tehn. Science, Head department, branch Novokubansky FGBNU "Rosin-formagroteh"
(KubNIITiM); E-mail: Skorlv@yandex.ru

Andrei Nazarov,
leading Researcher, Head department, branch Novokubansky FGBNU "Rosin-formagroteh" (KubNIITiM); E-mail: Skorlv@yandex.ru

Abstract. *It is known that the development of a simple and accessible for professionals of agriculture and engineering analytical method for calculating of performance of technical means and estimation during the tests is needed to make informed choices of parameters and their rapid assessment. The known method for estimating operational performance of technical means is complex and time-consuming because of the time registration elements throughout the shift control and can not be used at the stages of development of technical means. Universal evaluation method comprising: applying mathematical models for depending on of performance of their of technical means of operational and structural indicators of regulated elements change the time; piecemeal timing of operating speed, the length of rotations, downloads and landings technological capacities, is designed to eliminate these foregoing shortcomings. It was found that the technological processes of all the technical means for field work correspond to the six technological schemes and corresponding developed mathematical models of their of performance. The proposed method of operational assessment of agricultural equipment for crop production using the developed mathematical models for of performance provides obtaining of performance values of technical means of performance values per unit time change as a in the modeling of processes of technical means at the stage of their development and in their trials enable piecemeal timekeeping.*

Keywords: *engineering analytical, method, math model.*

Введение. В настоящее время методические аспекты выполнения эксплуатационной оценки сельскохозяйственной техники регламентированы ГОСТ Р 52778 [1], в основу которого заложена регистрация элементов рабочего процесса технических средств (ТС) и соответствующей им продолжительности времени (хронография или хронометраж). В практике испытаний проводится регистрация всех элементов рабочего процесса в хронологической последовательности. Хронокарты впоследствии обрабатываются с применением формул или специальных программ с целью получения значений эксплуатационных показателей оцениваемой техники.

Для своевременной фиксации времени перехода от одного элемента рабочего процесса на другой требуется визуальный контроль работы ТС со стороны хронометражиста с начала контрольной смены и до ее окончания. Во многих случаях это требует длительного пребывания наблюдателя в условиях повышенных температур и запылённости, что затрудняет сохранение необходимой концентрации внимания исполнителя, и может приводить к ошибкам. Конечные результаты хронометражных наблюдений (в том числе производительность в единицу времени смены) в рамках стандартизованного метода могут быть получены лишь после окончания контрольной смены и расчетов значений показателей. Поэтому применение стандартизованного метода не предусмотрено и практически невозможно при проектировании ТС и на других этапах их разработки.

Важнейшей целью испытаний новых ТС является получение значений показателей для корректного сравнения с аналогами и обоснованного выбора на этой основе наиболее эффективных образцов.

Решение данной задачи достигается сравнительными испытаниями. Сложность и продолжительность оценок в указанном выше и действующих ранее стандартах обусловлена тем, что они в своих методических положениях нацелены на применение в сравнительных испытаниях. В связи с необоснованным применением [2] в последние годы термина

«сравнительные испытания» необходимо обратиться к ГОСТ 16504-81 «Система государственных испытаний» [3]: «Сравнительные испытания – испытания аналогичных по характеристикам или одинаковых объектов, проводимые в идентичных условиях для сравнения характеристик их свойств». При этом термин «идентичный», согласно толковому словарю Ожегова [4], означает «тождественный, полностью совпадающий». В связи с большим разнообразием характеристик почвенных и др. условий на разных полях в ГОСТ Р 52778-2007 также предусмотрено испытывать сравниваемые ТС на одном и том же поле и в одно и то же время (п. 4.4.2).

За последние два десятилетия произошли существенные изменения в организации работы машиноиспытательных станций (МИС), вызванные изменением их функций и потерей возможности оснащения и пополнения базовыми образцами техники. По этой причине в настоящее время большинство испытаний ТС проводится без сравнения с аналогом на одном поле, но при сохранении избыточных объемов эксплуатационных оценок.

Регламентируемые ГОСТ 24056-88 [5] методы определения эксплуатационных показателей машин на этапе проектирования не предусматривают аналитического определения их производительности в единицу времени смены. Это исключает обоснованный выбор параметров на этапе проектирования. Поэтому разработка и использование математических моделей (ММ) производительности машин с учетом планируемых параметров рабочего процесса (длины гона, норм расхода технологических материалов, вместимости бункеров и др.) является актуальной задачей.

Допустимость и желательность применения ММ для проведения эксплуатационно-технологической оценки убедительно обоснована в отечественной системе испытаний [6]. Применение идентичных методических подходов к оценке производительности ТС как на этапе проектирования, так и при испытаниях актуально для обеспечения поэлементного анализа составляющих времени смены и совершенствования техники.

Инструменты и методы. При проведении исследований использованы методы обобщения, классификации, анализа и математического моделирования технологических процессов ТС для возделывания и уборки сельскохозяйственных культур.

Результаты и их обсуждение. Элементы времени смены (ЭВС), определяемые с помощью хронометража по ГОСТ Р 52778-2007, можно разделить на следующие четыре группы (таблица 1).

Таблица 1 – ЭВС, фиксируемые при хронометраже

Номер группы	Основные группы ЭВС	Наименование составляющих ЭВС
1	Регламентируемые составляющие	Время на проведение ЕТО и заправку топливом T_{311} Время на подготовку и окончание работ T_{32}: (перевод в рабочее или транспортное положение T_{321}, агрегатирование T_{322}) Время на проведение наладки и регулировки T_{33} Время на отдых T_6
2	Определяемые хозяйственными условиями	Время на холостые переезды T_6: (к месту работы и обратно T_{61}, с одного места работы к другому T_{62})
3	Обусловленные технологическим	Основное время T_1

	процессом агрегата	Время на повороты T_{21} Время на технологические переезды T_{22}: (переезд к месту загрузки (выгрузки) T_{221}, проезд гона вхолостую T_{222}) Время на технологическое обслуживание T_{23}
4	Обусловленные технологическим процессом и техническим состоянием агрегата T_4	Время на устранение нарушений технологического процесса T_{41} Время на устранение технического отказа T_{42}
5	Простои по независимым от агрегата причинам	Прочие T_8

ЭВС, отнесенные к 1 группе, применительно к испытаниям почвообрабатывающих орудий в большей части относятся к трактору (ЕТО и заправка топливом) и лишь в меньшей степени – к орудиям. Данные ЭВС характеризуют агрегат в целом. Они выполняются в стабильных условиях. На их продолжительность могут повлиять лишь случайные факторы. Поэтому их продолжительность целесообразно обобщать по всей системе МИС и представлять в качестве нормативных показателей. По аналогии с 80-ми годами данные показатели по типам ТС целесообразно размещать в периодически пополняемых нормативно-справочных материалах по эксплуатационно-технологической оценке.

Показатели 2 группы фактически не относятся к свойствам машины, агрегата. Более того, расстояние переезда агрегата к месту работы каждый раз будет разным, что вызывает увеличение различий условий испытаний. В то же время есть возможность использования справочных данных по средним расстояниям внутрихозяйственных перевозок для разных зональных условий. Для зоны деятельности каждой МИС они также могут быть выбраны применительно к типичному хозяйству зоны с последующим использованием в качестве нормативных значений.

Допустимая транспортная скорость приводится в руководстве по эксплуатации испытываемого ТС. При этом вполне очевидно, что если она и будет отличаться от нормативного значения, то в зависимости от разнообразия дорожных условий, складывающихся преимущественно под воздействием случайных факторов. Поэтому, с целью сокращения различий условий испытаний однотипных ТС, транспортную скорость (наряду с расстоянием переездов к месту работы и обратно) целесообразно принимать как постоянное нормативное значение. Необходимо лишь вне сплошного хронометража проверять соответствие фактической скорости допускаемой инструкцией по эксплуатации.

Хронометраж ЭВС 4 группы, связанных с устранением нарушений технологического процесса (забивание, залипание рабочих органов и др.), является важным для оценки приспособленности нового орудия к работе в неблагоприятных почвенных условиях. Но объективно это целесообразно только при сравнительных испытаниях ТС, которые работают в идентичных условиях.

Таким образом, часть указанных выше затрат из баланса времени смены не зависят от свойств испытываемого орудия (время на холостые переезды к месту работы и обратно) или, помимо испытываемого орудия, относятся к трактору (время на ЕТО и заправку топливом),

или не имеют большого смыслового значения при испытаниях без одновременного сравнения с аналогом.

Не отрицая необходимости практической проверки с целью обнаружения вероятных отклонений от технических условий (расчетных или нормативных значений) указанные затраты времени вполне могут не включаться в сплошной хронометраж рабочей смены, а оцениваться отдельно или приниматься по нормативным значениям.

Главными показателями и соответствующими ЭВС, непосредственно характеризующими эксплуатационные и технологические свойства ТС и влияющими на его выработку, является время прохождения длины гона или рабочая скорость агрегата, время на повороты, а для машин с технологическими емкостями – также количество и продолжительность загрузок или выгрузок (3 группа). Данные показатели требуют наиболее точной оценки. При этом такая оценка может быть выполнена не в процессе сплошного хронометража, а в отдельности для каждого повторяющегося ЭВС посредством измерений времени с необходимой кратностью с последующим применением ММ для расчета производительности агрегата.

Потребность в предварительной оценке эксплуатационных показателей ТС чаще всего возникает при выборе машин из ряда аналогов для эксплуатации в конкретных условиях хозяйств, при выборе аналогов или параметров ТС для воспроизводства. Аналитические расчеты эксплуатационных показателей ТС в зависимости от их конструктивных параметров и условий эксплуатации могут также находить применение при ускоренных испытаниях ТС в условиях производственных объектов с хронометражем ограниченного числа ЭВС.

При совершенствовании метода оценки исходили из следующих соображений.

Для рабочих процессов мобильных ТС в растениеводстве характерна цикличность, обусловленная периодически повторяющимися поворотами агрегата в конце гона, загрузками или разгрузками технологических емкостей, транспортными переездами и т.д.

Анализ технологических операций растениеводства показал, что в зависимости от содержания рабочих циклов ТС основные технологические операции возделывания и уборки могут быть отнесены к одной из шести технологических схем (таблица 2).

Таблица 2 – Технологические схемы основных механизированных работ по возделыванию и уборке сельскохозяйственных культур

Номер схемы	Содержание технологического процесса	Вид работ
1	Рабочий проход и поворот с возможным переездом в пределах загонки	- обработка почвы; - сеноуборка
2	Транспортировка технологического материала и распределение по площади поля	- внесение удобрений, пестицидов, мелиорантов
3	Распределение технологического материала по площади поля с загрузкой на краю поля	- посев, - подкормки, - внесение удобрений по перегрузочной технологии
4	Уборка урожая в бункер комбайна или сменный прицеп (для последующей перевозки отдельным транспортным средством)	- уборка зерна, картофеля, зеленой массы

5	Уборка урожая комбайном с подачей в рядом идущий транспорт	- уборка картофеля, свеклы, силосных культур
6	Уборка урожая в прицеп с транспортировкой	- уборка зеленой массы

В структуре затрат времени смены независимо от применяемых ТС и технологических схем их использования остается неизменным ряд регламентируемых показателей T_p, состоящих из времени получения наряда, ежесменного технического обслуживания, подготовки к переезду и переезд к месту работы и обратно, из времени на отдых.

Каждая из шести технологических схем содержит индивидуальное сочетание элементов рабочего цикла (основная работа, повороты, загрузки-выгрузки бункеров и т.д.). При этом в обозначенных выше условиях применения ММ (на этапах до получения хронометражных показателей элементов времени технологического процесса) не предусмотрен учет возможных затрат времени на полевые регулировки, на устранение технических и технологических отказов. Но при наличии априорной информации о величине указанных элементов времени они могут быть включены в регламентируемые затраты времени смены T_p.

Согласно ГОСТ Р 52778, производительность за 1 ч времени смены $W_{см}$ представляет собой отношение объема работ, выполненного за смену F к продолжительности смены $T_{см}$:

$$W_{см} = \frac{F}{T_{см}}.$$

Объем работы F может быть найден по известной формуле:

$$F = 10^4 B V_p T_o,$$

где B – шириназахвата агрегата (ширина распределения технологических материалов), м; V_p – агротехнически допустимая максимальная для данного типа машин и вида работы рабочая скорость, м/с; T_o – основное время работы, с.

Ширина захвата ТС задана в её технической характеристике, а на этапе проектирования может быть получена из расчета энергетического баланса агрегата при принятой рабочей скорости V_p, с помощью ГОСТ 24056-88 и известных методик.

Значение V_p принимается в соответствии с исходными требованиями на ТС или его аналоги. Для основных типов ТС оно может быть определено по техническим характеристикам представленных в каталогах сельскохозяйственных машин.

Таким образом, наибольшую сложность при аналитическом определении $W_{см}$ представляет нахождение времени основной работы T_o. Но это возможно посредством выражения составляющих оперативного времени через T_o и решения относительно T_o

полученного уравнения.

Отношение времени поворотов к времени основной работы в течение смены равно отношению времени одного поворота $T^{/}_{\text{пов}}$ к времени прохода длины гона L_1 с рабочей скоростью $V_{\text{р}}$, т.е.:

$$\frac{T_{\text{пов}}}{T_{\text{о}}} = \frac{T^{/}_{\text{пов}}}{L_1 / V_{\text{р}}}.$$

Отсюда

$$T_{\text{пов}} = \frac{T^{/}_{\text{пов}} V_{\text{р}}}{L_1} T_{\text{о}}.$$

При использовании загонного способа работы почвообрабатывающих и других машин время поворота должно включать среднее время переезда в пределах ширины загонки.

Аналогично могут быть найдены затраты времени на загрузку бункеров сеялок $T_{\text{загр}}$ с учетом установленного порядка их загрузок с одной стороны поля:

$$T_{\text{загр}} = \frac{T^{/}_{\text{загр}}}{2\frac{L_1}{V_{\text{р}}}\lambda_g} T_{\text{о}},$$

где $T^{/}_{\text{загр}}$ – времени единичной загрузки бункера;

λ_g – количество двойных проходов агрегата по полю до загрузок.

Значение λ_g необходимо определять по формуле:

$$\lambda_{\text{g}} = \frac{10^4 E_{\text{уд}}}{2L_1 \frac{N}{\gamma}},$$

где $E_{\text{уд}}$ – удельная вместимость бункера сеялки, м^3/м,

N – норма высева, кг/га;

γ – насыпная объемная масса высеваемых семян (удобрений), кг/м^3.

Полученное значение λ_g округляют до меньшего целого числа.

Аналогично, через время основной работы T_o могут быть выражены другие циклически повторяющиеся затраты ЭВС.

По полученным результатам структуры затрат ЭВС, соответствующим работе энергосредства в режиме холостого хода, при переездах (с грузом и без груза), под нагрузкой и соответствующих часовых расходах топлива в соответствии с ГОСТ Р 52778-2007 и известных нормативов может быть найден удельный расход топлива.

Полученные результаты преобразований и порядок расчета затрат времени, производительности и расхода топлива по вышеуказанным технологическим схемам представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Порядок расчета затрат времени, производительности и расхода топлива в технологических операциях (по схемам 1-6)

Наименование показателя	Номер схемы	Формула расчета
Время смены, с	1	$T_{см} = T_о + T_{пов} + T_{регл}$
	2, 6	$T_{см} = T_о + T_{пов} + T_{гр} + T_{пор} + T_{загр(разгр)} + T_{регл}$
	3, 4, 5	$T_{см} = T_о + T_{пов} + T_{загр(р.з,з.т)} + T_{регл}$
Время на повороты, с	1-6	$T_{пов} = \frac{T'_{пов} V_р}{L_1} T_о$
Время движения с грузом, с	2, 6	$T_{гр} = \frac{L_2 V_р}{2\lambda_g L_1 V_2} T_о$
Время движения без груза, с	2, 6	$T_{пор} = \frac{L_2 V_р}{2\lambda_g L_1 V_3} T_о$
Количество проходов агрегата между загрузками	2, 3	$\lambda_g = \frac{10^4 E_{уд}}{2L_1 \frac{N}{\gamma}}$
Время заполнения рабочей ёмкости, с	2, 3	$T_{загр} = \frac{T'_{загр}}{2\frac{L_1}{V_р}\lambda_g} T_о$
Время на разгрузку бункера (прицепа), замену прицепа, с	4, 5, 6	$T_{р.з.} = \frac{T'_{р.з.} ВУ V_р}{Е\gamma} T_о$
Время основной работы, с	1	$T_о = \frac{T_{см} - T_{регл}}{1 + \frac{T'_{пов} V_р}{L_1}}$
	2	$T_о = \frac{T_{см} - T_{загр}}{1 + \frac{V_р}{L_1}\left[T'_{пов} + \left(\frac{1}{V_2} + \frac{1}{V_3}\right)\frac{L_2}{2\lambda_g} + \frac{T'_{загр}}{2\lambda_g}\right]}$
	3	$T_о = \frac{T_{см} - T_{разг}}{V_р\left(\frac{1}{V_р} + \frac{T'_{пов}}{L_1} + \frac{T'_{загр}}{2L_1\lambda_g}\right)}$
Время основной работы, с	4	$T_о = \frac{T_{см} - T_{регл}}{1 + \frac{T'_{пов} V_р}{L_1} + \frac{T'_{р.з.} ВУ V_р}{E\gamma}}$
	5	$T_о = \frac{T_{см} - T_{регл}}{1 + \frac{T'_{пов} V_р}{L_1} + \frac{T'_{зтс} ВУ V_р}{E\lambda}}$
	6	$T_о = \frac{T_{см} - T_{регл}}{1 + \frac{T'_{пов} V_р}{L_1} + \frac{ВУ V_р}{E\lambda} Д}$ $Д = L_2\left(\frac{1}{V_2} + \frac{1}{V_3}\right) + T'_{разгр}$

Наработка агрегата за смену, га	1-6	$F = 10^{-4} B V_{р} T_{о}$
Производительность агрегата за 1 ч времени смены, га	1-6	$W_{см} = \frac{3600 F}{T_{см}}$
Удельный расход топлива, кг/га	1	$q = \frac{3600\left(Q_{осн} T_{о} + Q_{гр} T_{гр} + Q_{пор} T_{пор}\right)}{F} + \frac{3600\left(Q_{пов} T_{пов} + Q_{хол} T_{хол}\right)}{F}$
Примечание: $У$ – урожайность, кг/га; E – вместимость бункера, прицепа, м^3 $T^{/}_{р.з.}$ – время единичной разгрузки бункера, замены прицепа, с V_2, V_3 – скорость движения при транспортных переездах соответственно с грузом и без груза, м/с		

Расстояние перевозок урожая, длины гона, нормы высева и расход технологических материалов принимают типичными для хозяйства. Регламентируемые составляющие времени смены T_{311}, T_{32}, T_{33}, T_6 также могут быть приняты по справочным данным [7] или по информации зональных испытательных центров. При этом нормативные затраты времени на ежедневное техническое обслуживание определяются и суммируются по всем ТС, входящим в состав агрегата. При отсутствии сведений по новым ТС значения соответствующих показателей могут быть приняты по известным машинам-аналогам.

Приоритетной целью оценки новых ТС в обозначенных выше условиях применения ММ является получение их показателей в сравнении с базовым вариантом. Одновременный расчет показателей нового и базового агрегатов в соответствии с формулами таблицы 3 позволяет компенсировать возможные неточности расчета за счет одинаковых принимаемых условий работы агрегатов и принимаемых допущений.

Приведенные аналитические зависимости позволяют до проведения испытаний на МИС получать предварительную информацию об ожидаемых эксплуатационных показателях ТС. При испытаниях в производственных условиях представляется возможность замены регистрации ЭВС в течение всей рабочей смены на хронометраж элементов времени рабочих циклов с набором необходимого количества измерений.

Разработанные математические модели основных технологических процессов растениеводства позволяют определять достигнутый уровень сменной производительности и расхода топлива ТС в конкретных условиях производства и осуществлять выбор новых машин из предлагаемых аналогов.

Заключение. Известный метод оценки эксплуатационных показателей ТС сложен и трудоемок из-за регистрации элементов времени в течении всей контрольной смены. Регистрация ряда из них при испытаниях без базового аналога на одном поле утрачивает значимость. Известный метод не может быть использован на этапах разработки ТС.

Для устранения отмеченных недостатков разработан универсальный метод поэлементного хронометража, содержащий:

- поэлементный хронометраж рабочей скорости, продолжительности поворота, загрузок или выгрузок технологических емкостей;
- применение математических зависимостей производительности ТС от их

эксплуатационных и конструктивных показателей, от регламентируемых показателей времени смены.

Установлено, что технологические процессы всех ТС для полевых работ соответствуют шести технологическим схемам и соответствующим разработанным математическим моделям их производительности.

Предложенный метод эксплуатационно-технологической оценки ТС для растениеводства с использованием разработанных математических моделей их производительности обеспечивает получение значений производительности ТС в единицу времени смены как при моделировании технологических процессов на этапе их разработки, так и при их испытаниях с обеспечением возможности поэлементного хронометража.

Список литературы

1 ГОСТ Р 52778-2007 Испытания сельскохозяйственной техники. Методы эксплуатационно-технологической оценки. – М., Стандартинформ, 2008 – 25 с.

2 Сравнительные испытания сельскохозяйственной техники: научн. издание. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2014. - 416 с.

3 ГОСТ 16504-81 Испытания и контроль качества продукции. Основные термины и определения. – М., ИПК Издательство стандартов, 2003 – 26 с.

4 Ожегов С. И., Шведова Н. Ю. Толковый словарь русского языка – М., 2010 г.

5 ГОСТ 24056-88 Техника сельскохозяйственная. Методы эксплуатационно-технологической оценки машин на этапе проектирования.

6 Кардашевский С. В., Погорелый Л. В., Фудиман Г. М. и др. Испытания сельскохозяйственной техники – М., Машиностроение, 1979 - 228 с.

7 Сергеева З. В., Химченко Г. Т. Справочник нормировщика. – М., Россельхозиздат,.1983 – 368 с.

УДК 631.303

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СТЕНДА ЦИКЛИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ЯЧЕИСТЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Тишанинов Николай Петрович,
доктор технических наук, профессор, научный руководитель отдела, ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, Тамбов

Анашкин Александр Витальевич,
кандидат технических наук, заведующий лабораторией, ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, Тамбов, e-mail: av-anashkin@mail.ru

Альшинайиин Хайдер Джамил Джабер,
стажер-исследователь, ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, Тамбов, e-mail: haiderjjsh2000@yahoo.com

Реферат. *Исследования проводились на натурном образце стенда для исследований ячеистых поверхностей и приборе для исследований фрикционных свойств приводного*

механизма. Новый стенд обеспечивает непрерывный отвод выделяемого компонента зерносмеси и интервальный по времени контроль отводимых масс, что снижает трудоемкость исследований динамики процесса, повышает достоверность оценок и обеспечивает их инвариантность относительно длины ячеистых поверхностей. Величина необходимой мощности привода ячеистого цилиндра определялась экспериментальным путем замерами крутящего момента с интервальной оценкой по углу поворота и учетом режимов работы. Величина передаваемой мощности определялась по величине давления фрикционного ролика на ячеистый барабан во всем диапазоне регулирования поджимающей пружины, его фрикционных свойств и частоты вращения. Величину касательных усилий при контрольном вращении ячеистого цилиндра и сдвиговые усилия при исследовании фрикционных свойств ролика измеряли электронным динамометром с трехкратной повторностью. В результате исследований установлено, что момент сопротивления вращению ячеистого цилиндра изменяется по углу поворота – при вращении ячеистого цилиндра с приводом в диапазоне 8,1…23,4 Н·м, жесткость пружины (предварительно напряженной) уменьшается с увеличением степени растяжения от 670 до 420 Н/м, а коэффициент силы трения покоя фрикционного ролика по обрезиненной поверхности опорного контура сохраняется стабильным во всем диапазоне сил его давления на нее и составляет 0,75. Определены: масса зерносмеси для циклической загрузки ячеистого цилиндра (7,6 кг), параметры блокирующего кольца и натяжной пружины, потребляемая мощность привода (103 Вт) и усилие давления фрикционного ролика на ячеистый цилиндр (130,8 Н).

Ключевые слова: *стенд, ячеистый цилиндр, фрикционный механизм, зерносмесь, параметры стенда, привод, качество процесса.*

RATIONALE FOR THE PARAMETERS STAND CYCLIC OPERATION FOR RESEARCH OF CELLULAR SURFACES

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
Anashkin Alexander Vitalyevich,
candidate of technical Sciences, head of the laboratory, All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture, Tambov, e-mail: av-anashkin@mail.ru
Alshinayiin Haider Jamil Jaber,
trainee researcher, All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture, Tambov, e-mail: haiderjjsh2000@yahoo.com

Abstract. *The studies were conducted on full-scale sample stand for research of cellular surfaces, and apparatus for research of frictional properties of the drive mechanism. The new stand provides a continuous removal of evolved grain mixture component and the time interval allocated control of the masses, which reduces the complexity of the dynamics of the research process, improves the accuracy of the estimates and ensures their invariance with respect to the length of the cellular surfaces. The magnitude of the required drive power cellular cylinder is determined experimentally by measuring the torque interval estimate for the angle of rotation, and taking into account the operating modes. The value determined by the transmission power value of the friction roller pressure on the mesh drum throughout the range of adjustment of the spring biasing,*

frictional properties and its speed. The magnitude of the tangential force to control the rotation of the cylinder of cellular and shear forces in the investigation of the frictional properties of the roller dynamometer measured electronically with three replications. The studies revealed that the moment of resistance to rotation of the cylinder cellular changes the angle of rotation - when rotating porous cylinder driven in the range 8.1 ... 23.4 N·m, the stiffness of the spring (pretested) decreases with increasing degree of stretching from 670 to 420 N / m and the coefficient of static friction force of the friction roller rubberized surface of the support loop is retained stable throughout its range of pressure forces and it is 0.75. Determined: the mass of grain mixture for cellular cyclic loading cylinder (7.6 kg), the parameters of the locking ring and tensioning springs, drive power consumption (103 W), and the pressure force of the friction roller on the cellular cylinder (130.8 N).

Keywords: *stand, honeycomb cylinder, the friction mechanism, grain mixture, stand parameters, drive, process quality.*

Введение. Модернизация триерных блоков требует новых знаний о динамике выделения примесных компонентов из зерносмесей. Созданные в ФГБНУ ВНИИТиН стенды [1…3] позволяют оценивать этот процесс по длине ячеистой поверхности с помощью многосекционного отборника проб. Однако, началу отбора контрольных проб предшествует период стабилизации процесса, при котором отводится компонент зерносмеси в тот же отборник – смежную полость. Это ограничивает возможности созданных стендов по расходным характеристикам и углам выпадения выделяемых частиц. Предпосылки устранения этих недостатков содержатся в существующей теории триеров [4, 5] и полученных нами результатах исследований, которые обеспечивают количественную определенность базовых положений теории. А именно, в теоретическом анализе процесса триерного разделения зерносмесей рассматривается условный сегмент зерносмеси, который перемещается в осевом направлении с понижением содержания выделяемого компонента. Поиск решений, обеспечивающих сохранение условий протекания процесса, исключение ограничений исследуемых факторов и принятых в теории условностей, экстраполяцию получаемых результатов на произвольную длину ячеистых поверхностей, представляет собой актуальную научную задачу. Эта задача решается с помощью стенда с циклической моделирующей загрузкой зерносмеси в ячеистый цилиндр при непрерывном отводе из него выделяемого компонента.

Цель исследований – обосновать параметры и потребляемую мощность привода стенда циклического действия для исследований ячеистых поверхностей, обеспечивающего расширение диапазонов исследуемых факторов и сокращение затрат на исследование.

Материалы и методы. Теория триеров, результаты исследований динамики выделения компонентов зерносмеси, методы теоретической механики и математической обработки экспериментальных данных.

Результаты и обсуждение. Ячеистый цилиндр 1 радиусом R размещен в опорных роликах 2, рисунки 1 и 2.

Внутри ячеистого цилиндра 1 находится сегмент 3 исследуемой зерносмеси с углом охвата α , массой m и смещением относительно вертикальной оси на угол β.

а б

Рисунок 1 – Общий вид стенда.а) – в рабочем положении с отводом примеси; б) – выгрузка основной культуры с опрокидыванием при снятом блокирующем кольце

Величину смещения (е) центра тяжести сегмента зерносмеси относительно вертикальной оси для реальных условий протекания процесса триерной очистки возможно определить по формуле:

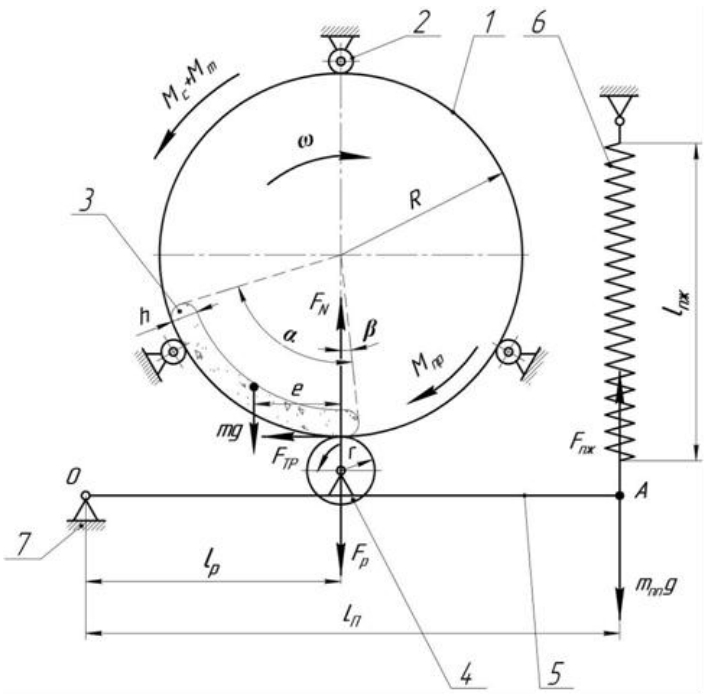
$$e = (R - h)Sin\left(\alpha/2 - \beta\right). \quad (1)$$

Высота слоя (h) сегмента зерносмеси зависит от величины ее подачи (W) внутрь ячеистого цилиндра и рассчитывается согласно теории триеров [1, 2]. Для разработанного стенда условия загрузки моделируются расчетной величиной массы (m) зерносмеси, загружаемой в ячеистый цилиндр стенда. При выделении коротких примесей $m \approx const$, так как доля примесного компонента незначительна – 1…3 %. Число циклов выделения ($n_ц$) инвариантно относительно ширины и числа условных сегментов (длины ячеистого цилиндра стенда), так как остаточная засоренность и степень выделения примесного компонента из зерносмеси измеряются в относительных величинах – в %.

В режиме работы стенда приводной момент $M_{пр}$ уравновешивается моментом сопротивления $M_с$ вращению ячеистого цилиндра на холостом ходу и моментом сопротивления $M_{тр}$ от сил трения сегмента о внутреннюю поверхность ячеистого цилиндра. Однако определить величину $M_{тр}$ расчетным или экспериментальным путем затруднительно из-за циркуляции слоев в сегменте и вариативном контакте зерновок основной культуры с частицами примесного компонента, находящимися в ячеях.

Между тем следует отметить, что $M_{тр}$ является внешним воздействием на сегмент 3 зерносмеси. Результатом этого воздействия является смещение центра тяжести сегмента 3 на величину е. Смещенная масса сегмента 3 создает момент сопротивления, эквивалентный $M_{тр}$. Поэтому:

$$M_{тр} = M_m = mg\left[(R - h)\sin(\alpha/2 - \beta)\right]. \quad (2)$$



1 – ячеистый цилиндр; 2 – опорные ролики; 3 – сегмент зерносмеси;
4 – фрикционный ролик; 5 – платформа; 6 – пружина; 7 – рама

Рисунок 2 – Расчетная схема для определения мощности привода ячеистого цилиндра

С учетом уравнений (1) и (2) можно записать:

$$M_{пр} = M_c + mg\left[(R - h)\sin(\alpha/2 - \beta)\right]. \quad (3)$$

Величину M_c возможно определить только экспериментально, так как она нестабильна из-за погрешностей формы ячеистого цилиндра 1 (наличие стыка и др.) и меняющихся условий его контакта с опорными роликами 2.

Для определения величины M_c на ячеистом цилиндре 1 закрепляли один конец нити, наматывали на него несколько ее витков, а второй конец (свободный) крепили на крюке электронного динамометра. Затем натягивая нить через электронный динамометр, замеряли касательное усилие ($F_к$) поворота с интервалом в 45^0. Измерение $F_к$ проводили для двух вариантов: с присоединенным приводом, когда фрикционный ролик 4 контактирует с ячеистым цилиндром 1; с отсоединенным приводом. Результаты измерений и расчетов представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Вариация M_{c_1} с приводом

Угол поворота, град.	0	45	90	135	180	225	270	315	360
Касательное усилие ($F_к$), кгс	3,43	2,86	3,40	3,6	7,8	3,8	3,4	2,7	3,43
Момент сопротивления (M_{c_1}), Н·м	10,3	8,6	10,2	10,8	23,4	11,4	10,2	8,1	10,3

Таблица 2 – Вариация M_{c_2} без привода

Угол поворота, град.	0	45	90	135	180	225	270	315	360
Касательное усилие (Fк), кгс	2,2	2,0	3,1	3,7	4,0	2,6	3,2	2,2	2,2

Момент сопротивления (M_{c_2}), Н·м	6,6	6,0	9,3	11,1	12,0	7,8	9,6	6,6	6,6

Из таблиц 1 и 2 видно, что при угле поворота ячеистого цилиндра 1 на 180^0 наблюдается «выброс» измеряемых величин. Это объясняется тем, что измерения при повороте ячеистого цилиндра на 180^0 совпало с прохождением стыкового шва стандартного ячеистого цилиндра через опорный ролик. Учитывая достаточную инерционность вращающихся масс, для расчета мощности привода можно использовать средние значения моментов сопротивления $\overline{M}_{c_1} = 11{,}5\ Н \cdot м$, $\overline{M}_{c_2} = 8{,}4\ Н \cdot м$. Соотношение $\overline{M}_{c_2} / \overline{M}_{c_1}$ не может служить оценкой КПД привода, так как силовое воздействие фрикционного ролика 4 на ячеистый цилиндр 1 изменяет момент сопротивления на холостом ходу.

Величину m можно определить по формуле:

$$m = S_c l_ц \rho K_ц, \tag{4}$$

где S_c – площадь сегмента, м^2; $L_ц$ – длина ячеистого цилиндра, м; ρ – насыпная плотность зерносмеси, кг/м^3; $K_ц$ – коэффициент, учитывающий снижение плотности сегмента при циркуляции слоев (для пшеницы $K_ц$ = 0,78) [6].

Площадь сегмента будет:

$$S_c = \frac{\alpha}{2\pi}\pi\left[R^2 - (R-h)^2\right]. \tag{5}$$

С учетом уравнений (4) и (5) получим:

$$m = \alpha L_ц \rho K_ц \left[R^2 - (R-h)^2\right]/2. \tag{6}$$

При ω=4,2 с$^{-1}$ величина α=1,57 рад, а при загрузке близкой к максимально возможной при выделении коротких примесей из зерносмесей h=0,05 м. Насыпная плотность пшеницы ρ=750 кг/м^3, $l_ц$=0,6 м. С учетом принятых значений m=7,6 кг.

Величина M_m будет определяться по формуле:

$$M_m = mge = mg(R-h)\sin(\alpha/2 - \beta) = 13\ Н \cdot м. \tag{7}$$

Суммарный момент сопротивления вращению ячеистого цилиндра для загрузки, близкой к максимальной будет:

$$M_\Sigma = \overline{M}_{c_1} + M_m = 11{,}5 + 13 = 24{,}5\ Н \cdot м. \tag{8}$$

Суммарный момент сопротивления вращению ячеистого цилиндра преодолевается моментом ($M_{тр}$), создаваемого силой трения ($F_{тр}$) фрикционного ролика 4. Для его определения составим уравнение равновесия моментов, действующих на платформу 5, относительно точки 0:

$$F_p l_p = (F_{пж} - m_{пп} g) L_п, \tag{9}$$

где F_p – реактивная сила от силы нормального давления ($F_н$), Н; l – расстояние от точки 0 до фрикционного ролика, м; $F_{пж}$ – усилие растянутой пружины, Н; $m_{пп}$ – приведенная к точке А масса привода, кг; g – ускорение свободного падения, м/с^2; $L_п$ – длина платформы.

Выбранная для поджатия фрикционного ролика 4 пружина обладает предварительным напряжением и убывающей жесткостью (с) и ростом ее растяжения (Δl). Для установления расчетных значений жесткости пружины ($c_р$) ее нагружали растягивающими усилиями в диапазоне 30…117 Н с тем, чтобы охватить весь диапазон регулирования силы $F_{пж}$, предусмотренный в конструкции стенда.

Результаты динамометрирования представлены на рисунке 3.

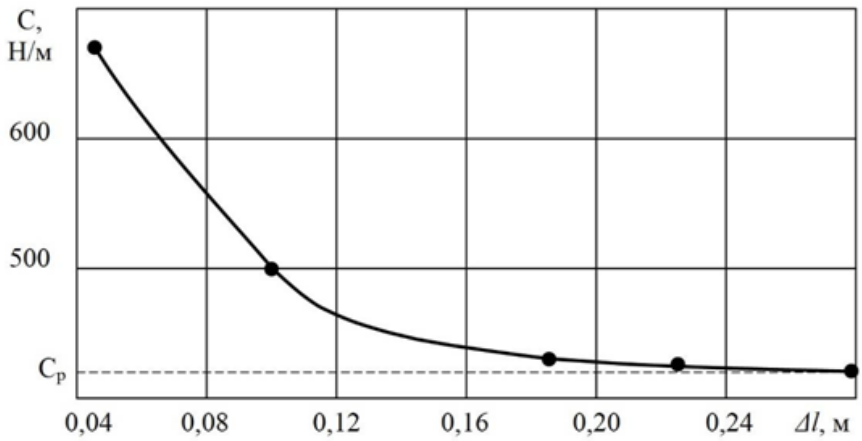


Рисунок 3 – Взаимосвязь жесткости (с) предварительно напряженной пружины с величиной ее деформации (Δl)

Из рисунка 3 видно, что при Δl = 0,255 м величина c = 420 Н/м. Принимая во внимание , что

l_p=0,29 м; L_n=0,7 м; m_{nn}=5,4 кг, получим:

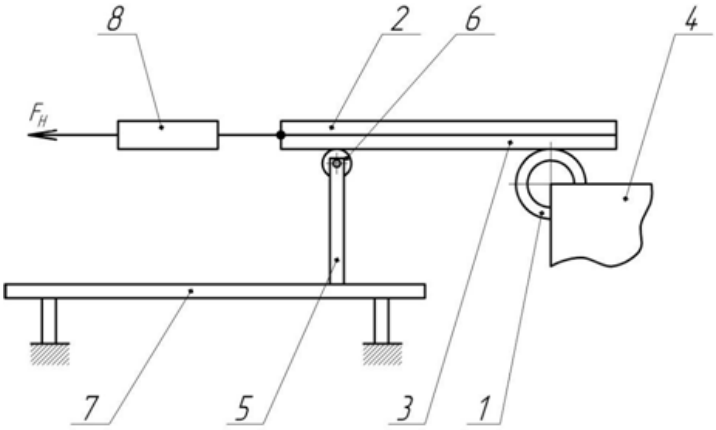
$$F_р = F_N = (\Delta l c - m_{nn} g) L_п / l_р = 130{,}8 \text{ Н}. \quad (10)$$

Величина момента трения будет:

$$M_{тр} = F_N f_{тр}, \quad (11)$$

где $f_{тр}$– коэффициент силы трения покоя фрикционного ролика по опорной (прорезиненной) поверхности ячеистого цилиндра.

Для определения $f_{тр}$ разработан прибор, представленный на рисунках 4 и 5.



1 – фрикционный ролик; 2 – планка; 3 – резиновая накладка; 4 – зажим; 5 – стойка; 6 – подшипник качения; 7 – платформа; 8 – электронный динамометр

Рисунок 4 – Схема прибора для определения $f_{тр}$ фрикционного ролика

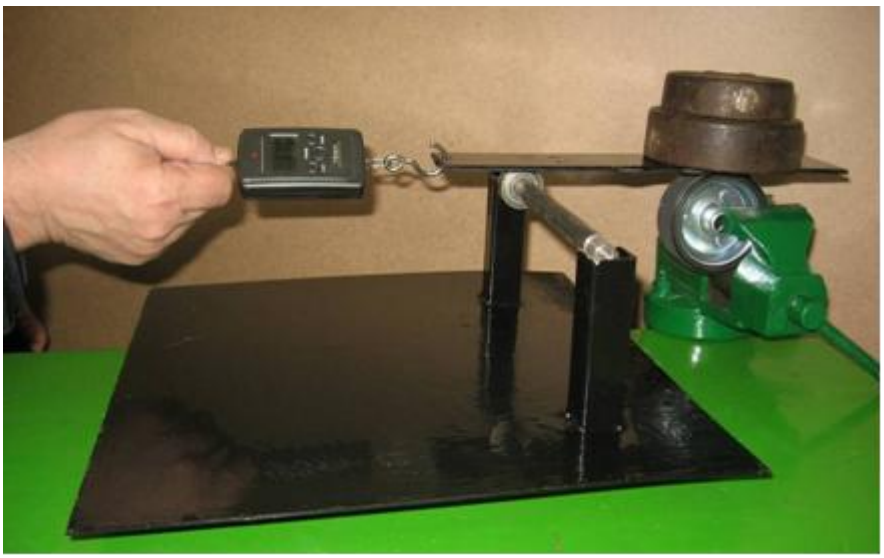


Рисунок 5 – Общий вид прибора

С его использованием установлена величина $f_{тр} = 0{,}75$ во всем диапазоне прижимных усилий ($F_п$) с максимальным отклонением показаний электронного динамометра в 2,7 %.

Следовательно: $M_{тр} = 130{,}8 \cdot 0{,}75 = 98{,}1\ Н \cdot м.$ То есть величина $M_{тр}$ в 4 раза превосходит M_{Σ}, что позволяет преодолевать его пиковые значения (см. таблицу 1) и обеспечивать заданные режимы работы стенда без буксования.

Потребляемая мощность составит:

$$N_п = M_{\Sigma}\omega = 24{,}5 x 4{,}2 = 103\ Вт. \quad (12)$$

Выводы. Установленная мощность привода в 380 Вт обеспечивает надежную работу стенда и расширение его возможностей по загрузке, она в 3,7 раза превышает потребную величину. Цикличная загрузка ячеистого цилиндра зерносмесью m = 7,6 кг моделирует условия работы реального триерного цилиндра при максимальных нагрузках. Блокирующее кольцо с разницей внешнего и внутреннего диаметров в 0,07 м будет надежно удерживать сегмент зерносмеси высотой 0,05 м от самопроизвольного истечения. Стенд обеспечивает оценку качества процесса с экстраполяцией результатов на произвольную длину ячеистой поверхности.

Список литературы

1. Патент РФ №2492940. Стенд для испытаний ячеистых поверхностей / Н.П. Тишанинов, А.В. Анашкин, А.Г. Амельянц, М.А. Тишанинов, К.А. Растюшевский. - №2012112301/03 заявл. 29.03.2012 опубл. 20.09.2013, Бюл. №26.

2. Патент РФ №2492941. Стенд для испытаний ячеистых поверхностей / Н.П. Тишанинов, А.Г. Амельянц, А.В. Анашкин, К.Н. Тишанинов, К.А. Растюшевский. - № 2012113207/03 заявл. 04.04.2012 опубл. 20.09.2013, Бюл. №26.

3. Тишанинов Н.П., Анашкин А.В., Растюшевский К.А. 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.

4. Летошнев М.Н. Сельскохозяйственные машины, теория, расчет, проектирование и испытание. – М.: Л.: Сельхозгиз, 1955. – 856с.

5. Мироненко Д.Н. Исследование работы фрикционного триерного цилиндра // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2009. - №2. – с.45 - 49.

6. Тишанинов Н.П. Теоретический анализ динамики выделения коротких примесей из зерносмесей ячеистой поверхностью / Н.П. Тишанинов, А.В. Анашкин // Наука в центральной России. – 2015. – № 1 (13). – С. 46…58.

References

1. Patent RF №2492940. Stend dlya ispihtaniyj yacheistihkh poverkhnosteyj / N.P. Tishaninov, A.V. Anashkin, A.G. Ameljyanc, M.A. Tishaninov, K.A. Rastyushevskiyj. - №2012112301/03 zayavl. 29.03.2012 opubl. 20.09.2013, Byul. №26.

2. Patent RF №2492941. Stend dlya ispihtaniyj yacheistihkh poverkhnosteyj / N.P. Tishaninov, A.G. Ameljyanc, A.V. Anashkin, K.N. Tishaninov, K.A. Rastyu-shevskiyj. - № 2012113207/03 zayavl. 04.04.2012 opubl. 20.09.2013, Byul. №26.

3. Tishaninov N.P., Anashkin A.V., Rastyushevskiyj K.A. Obosnovanie pa-rametrov stenda dlya issledovaniya yacheistihkh poverkhnosteyj / N.P. Tishaninov, A.V. Anashkin, K.A. Rastyushevskiyj //Tekhnika v seljskom khozyayjstve. – 2013. - №2. - s.18…21.

4. Letoshnev M.N. Seljskokhozyayjstvennihe mashinih, teoriya, raschet, proek-tirovanie i ispihtanie. – M.: L.: Seljkhozgiz, 1955. – 856s.

5. Mironenko D.N. Issledovanie rabotih frikcionnogo triernogo ci-lindra // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2009. - №2. – s.45 - 49.

6. Tishaninov N.P. Teoreticheskiyj analiz dinamiki vihdeleniya korotkikh primeseyj iz zernosmeseyj yacheistoyj poverkhnostjyu / N.P. Tishaninov, A.V. Anashkin // Nauka v centraljnoyj Rossii. – 2015. – № 1 (13). – S. 46…58.

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНИКИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ»

Директору федерального государственного бюджетного научного учреждения "Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ" академику Измайлову А.Ю.

Светлой памяти академика РАН *Кряжкова Валентина Митрофановича*

Уважаемый Андрей Юрьевич! Уважаемые коллеги!

От имени коллектива ВНИИТиН выражаем искренние соболезнования в связи с безвременной кончиной талантливого учёного, прекрасного специалиста, создавшего научную школу, яркого, замечательного человека - Человека с большой буквы, доктора технических наук, профессора, Заслуженного деятеля науки и техники РФ, академика ВАСХНИЛ, Россельхозакадемии и РАН Кряжкова Валентина Митрофановича.

Трудно поверить, что оборвалась жизнь у такого энергичного и доброжелательного, полного надежд и оптимизма человека, каким навсегда запомнился нам Валентин Митрофанович.

Смерть близкого человека всегда большое горе, с которым трудно смириться, но такова, к сожалению, жизнь. Нам приходиться терять близких людей, и только время сгладит боль утраты.

Глубоко скорбим вместе с Вами о невосполнимой потере. Искренне разделяем Ваше горе. Приносим глубокие соболезнования родным, близким, друзьям, коллегам покойного.

Добрая память о человеке необыкновенной души, великом ученом и мудром наставнике, неустанном борце за повышение престижа Российской агроинженерной науки, вечно будет жить в наших сердцах.

По поручению коллектива института
Директор *А.Н. Зазуля*
Зам. директора *С.А. Нагорнов*

Отпечатано ООО «Максимал информационные технологии»
398017, г. Липецк, ул. Ушинского, 8
Email: naukacr@yandex.ru. Тел. +7 (920) 246-20-64:
Подписано в печать 22.08.2016 Заказ № 60513-01
Формат 60x84/8. Бумага офсетная. Печать электрографическая.
Гарнитура Times. Объем – 10,34 усл. печ. л. Тираж 100 экз.