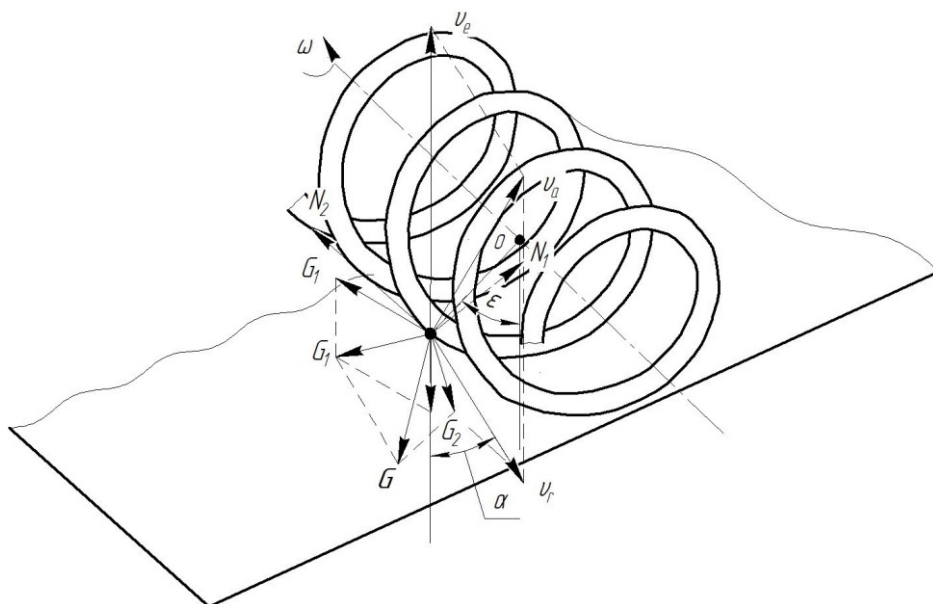


**Министерство сельского хозяйства
Российской Федерации**

**ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный аграрный университет
имени П. А. Столыпина»**

ДОСТИЖЕНИЯ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ В АПК

**Материалы Международной научно-практической конференции,
посвященный памяти Почетного работника высшего
профессионального образования, Академика РАН,
доктора технических наук, профессора
ВЛАДИМИРА ГРИГОРЬЕВИЧА АРТЕМЬЕВА**



Ульяновск 2018

УДК - 631.3

ББК - 22.2

М - 55

Достижения техники и технологий в АПК: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященный памяти Почетного работника высшего профессионального образования, Академика РАН, доктора технических наук, профессора Владимира Григорьевича Артемьева. – Ульяновск Ульяновский ГАУ, 2018. – 361 с.

Ответственный редактор:

Доктор технических наук, профессор,

Ю.М. Исаев

Редакционная коллегия:

Н.М. Семашкин, В.А. Злобин, Т.А. Джабраилов

ISBN 978-5-6041263-2-5

© Ульяновский государственный аграрный университет имени П. А. Столыпина

Содержание

К 80-летию со дня рождения доктора технических наук, профессора Владимира Григорьевича Артемьева	8
СЕКЦИЯ 1. ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬ- СКОГО ХОЗЯЙСТВА	13
Abdelfattah A.H., Ziganshin B.G., Khaliullin D.T., Goma E. M., ANALYSIS OF SMART AUTOMATION PROCESSES OF IRRIGATION SYSTEMS	13
Goma E. M., Ziganshin B.G., Khaliullin D.T., Dmitriev A.V., Abdelfattah A.H. THE EFFECT OF THE ROTATIONAL SPEED AND MOISTURE CON- TENT IN CHOPPING PROCESS	21
Бутузов А. Е., Гаспарян И.Н., Левшин А. Г. МЕХАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ВОЗДЕЛЫВАНИЯ РАННЕГО КАРТО- ФЕЛЯ ПРИ ПОМОЩИ ПРИМЕНЕНИЯ ПЛЕНКОУКЛАДЧИКОВ	32
Воронина М.В., Меньшенина А.В. СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ВЫПУСКАЕМЫХ ПРОМЫШЛЕННО- СТЬЮ НЕСТАНДАРТНЫХ СПИРАЛЬНО-ВИНТОВЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ МАШИН ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ СЫПУЧИХ МА- ТЕРИАЛОВ ПО ПРОСТРАНСТВЕННЫМ ТРАССАМ	38
Галлямов Ф.Н., Сафиуллин Ш.И., Гиниятулин И.С. ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ВЫПОЛНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОПРЫСКИВАНИЯ ПУТЕМ ЦИФРОВИЗАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ	47
Гафин М.М., Шигапов И.И. ЭФФЕКТИВНОСТЬ МОЙКИ ЗЕРНА В ЗЕРНОМОЕЧНЫХ МАШИ- НАХ СО СПИРАЛЬНО-ВИНТОВЫМИ УСТРОЙСТВАМИ ОТ ТЕМ- ПЕРАТУРЫ И ЖЕСТКОСТИ ВОДЫ	54
Губейдуллин Х.Х., Поросятников А.В., Губейдуллина З.М. ОСНОВЫ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА МАСЛА	61
Даниленко Ж.В., Андреев К.П. ПРИМЕНЕНИЕ ГЛОНАСС СИСТЕМ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ	68
Игонин В.Н., Сотников М.В., Молочников Д.Е., Яковлев С.А. ОБОСНОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ ЗЕРНО- СУШИЛКИ СО СПИРАЛЬНО-ВИНТОВЫМ ТРАНСПОРТИРУЮ- ЩИМ РАБОЧИМ ОРГАНОМ	72
Исаев Ю.М., Гуйбейдуллин Х.Х., Семашкин Н.М., Злобин В.А. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПРОТРАВЛИВАНИЯ ЗЕРНА	77

Исаев Ю.М., Семашкин Н.М., Злобин В.А., Аксенова Н.Н. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ СПИРАЛЬНО-ВИНТОВОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ЗЕРНА	86
Исаев Ю.М., Семашкин Н.М., Калёнков С.А., Джабраилов Т.А., Стрельцов С.В. ВЕРТИКАЛЬНОЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ЧАСТИЦЫ МАТЕРИАЛА ПО ПОВЕРХНОСТИ СПИРАЛЬНОГО ВИНТА МЕЖДУ КОАКСИАЛЬНЫМИ ЦИЛИНДРАМИ	95
Исаев Ю.М., Семашкин Н.М., Злобин В.А., Прусаков В.П. ДВИЖЕНИЕ ЧАСТИЦЫ НА ПЛОСКОСТИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ВРАЩАЮЩЕЙСЯ СПИРАЛИ	100
Карпенко Г.В., Курдюмов В.И., Павлушин А.А., Карпенко М.А. ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВНУТРЕННЕГО ТЕПЛО- И МАССО-ПЕРЕНОСА ПРИ СУШКЕ ЗЕРНА	106
Киров Ю.А., Савельев Ю.А., Киров В.А., А.С.Сычев, А.П.Горбачев ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ УТИЛИЗАЦИИ НАВОЗНЫХ СТОКОВ ПУТЕМ РАЗДЕЛЕНИЯ ИХ НА ФРАКЦИИ	116
Киров Ю.А., Киров В.А., Кирова Ю.З., Сычев А.С., Марковский Д.О. ОБОСНОВАНИЕ КОМПЛЕКТА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ СТОКОВ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ	120
Коршунов А.Б., Коршунов Б.П., Иванов А.В. ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ МОЛОКАНА ПАСТБИЦАХ	128
Кошкина А.О., Абрамов А.Е. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ТЕХНИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ В НЕОДНОРОДНОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ	134
Красильников О.Ю., Маринченко Т.Е. УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МОБИЛЬНОГО СМЕСИТЕЛЯ	145
Крючин Н. П., Крючин А. Н., Карамаева Д. А. РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЖЕКТОРНОГО ПИТАТЕЛЯ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ВЫСЕВАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ МИНИ-СЕЯЛКИ	153
Курдюмов В.И. ОПТИМИЗАЦИЯ УГЛА НАКЛОНА ЛЕЗВИЯ НОЖА ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ-СМЕСИТЕЛЯ КОРМОВ	159
Курдюмов В.И., Павлушин А.А., Сутягин С.А., Карпенко Г.В., Ерохин Д.П. ОБОСНОВАНИЕ ТЕПЛО-, МАССООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ КОНТАКТНОЙ СУШКИ	165
Курдюмов В.И., Павлушин А.А., Сутягин С.А., Карпенко Г.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРИТЕРИЕВ ПОДОБИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЗЕРНОСУШИЛОК	170

Милюткин В.А., Буксман В.Э., Длужевский Н.Г., Цирулев А.П., Толпекин С.А.	
МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ КОМПАНИИ "AMAZONEN-WERKE" ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ ЖИДКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПО РАЗЛИЧНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ	176
Наумов В.А.	
КОЭФФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ ВАКУУМНЫХ ВОДОКОЛЬЦЕВЫХ НАСОСОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ДОИЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ	184
Нуруллин Э. Г., Зайнутдинов И. Р.	
НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР БИОПРЕПАРАТАМИ	192
Нуруллин Э. Г., Зайнутдинов И. Р., Файзуллин Р. А.	
ОБОСНОВАНИЕ ГЕОМЕТРИИ РАЗГРУЗИТЕЛЯ ПНЕВОЗАГРУЗОЧНОГО УСТРОЙСТВА МОБИЛЬНОГО ПРОТРАВЛИВАТЕЛЯ СЕМЯН	201
Пискаева А.И.	
АПРОБАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ ПУХО-ПЕРЬЕВОГО СЫРЬЯ В КОРМОВУЮ ДОБАВКУ	207
Припоров И.Е.	
НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДИСПЕРГАТОРОВ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ БЕЛКОВЫХ КОМБИКОРМОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМ ЖИВОТНЫМ НА ОСНОВЕ ПАТЕНТНЫХ ИСТОЧНИКОВ	211
Стенин С.С.	
ВЛИЯНИЕ КОРРОЗИИ НА РАЗРУШЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ ПРИ ХРАНЕНИИ	216
Сыромятников Ю. Н.	
ОБОСНОВАНИЕ ПРОФИЛЯ СТРЕЛЬЧАТОЙ ЛАПЫ КУЛЬТИВАТОРА МЕТОДОМ ВАРИАЦИОННОГО ИСЧИСЛЕНИЯ	222
Федоров А.Д., Кондратьева О.В., Слинько О.В.	
ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ И ТЕХНОЛОГИЗАЦИЯ РАСТЕНИЕВОДСТВА – ЗАЛОГ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТО-СПОСОБНОСТИ ОТРАСЛИ	230
Шамсутдинова Т.М.	
К ВОПРОСУ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАКЕТА SCILAB	237
Шаронов И.А., Курдюмов В.И., Прошкин В.Е., Роон В.В.	
ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО-РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО КАТКА	243
Шигапов И. И., Полякова Ю. В.	
СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УБОРКИ И ПЕРЕРАБОТКИ ЖИДКОГО НАВОЗА	248
СЕКЦИЯ 2. ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ	255

Galiev I.G., Garifullin R.F. PROVIDING THE ABILITY TO CARRY OUT THE WORK OF TRACTORS IN AGRICULTURAL PRODUCTION	255
Голубев С.В., Голубев В.А., Молочников Д.Е. АДАПТАЦИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ РАСТИТЕЛЬНО-МИНЕРАЛЬНОГО ТОПЛИВА	264
Гусев Д. А. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ СМЕШАННОГО ТИПА	268
Замальдинов М.М., Яковлев С.А., Замальдинова Ю.М. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОТСТАИВАНИЯ ВОДЫ В ОТРАБОТАННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ МАСЛАХ	276
Замальдинов М.М., Замальдинова Ю.М. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОТСТАИВАНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ В ОТРАБОТАННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ МАСЛАХ	281
Каратаева О.Г., Каратаев Г.С. МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНИКИ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ	286
Корнеев В.М., Кравченко И.Н., Петровский Д.И. МЕТОД ОБОСНОВАНИЯ ВЫБОРА РЕМОНТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ	293
Кукушкина Т.С. АНАЛИЗ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ	297
Карпенко М.А., Карпенко Г.В. ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИ РАБОТКЕ ДЕТАЛЕЙ ПРИ ВВОДЕ В МАСЛО ПРИСАДОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ	303
Молочников Д.Е., Яковлев С.А., Голубев С.В., Сотников М.В., Ю.В. Козловский ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕСУРСА ВЕРТИКАЛЬНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ	309
Морозов А.В., Фрилинг В.А., Кундротас К.Р. СТЕНД ДЛЯ ИЗНОСНЫХ ИСПЫТАНИЙ ДЕТАЛЕЙ ГЛАДКИХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОДВИЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ	313
Морозов А.В., Кундротас К.Р. ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ДОРНОВАНИЯ СВЕРНУТЫХ ВТУЛОК	318
Морозов А.В. СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ РАБОЧИХ ОРГАНОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРУДИЙ	323

Морозов А.В., Кретинин И.П. ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ГЛАДКИХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ ИХ ВОССТАНОВЛЕНИИ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ	327
Тромпет Г.М., Александров В.А. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИБРОКОНТАКТНОГО ПРИНЦИПА ИЗМЕРЕНИЯ РАЗМЕРОВ ДЕТАЛЕЙ	332
Уханова Д.А., Перова Н.А., Горбачёва С.В., Уханов Д.А. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОТОПЛИВА ИЗ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ В АВТОТРАКТОРНЫХ ДИЗЕЛЯХ	339
Уханова Ю.В., Горбачёва С.В., Перова Н.А., Уханов А.П. ОЦЕНКА ПУСКОВЫХ СВОЙСТВ ДИЗЕЛЯ Д-243-648 ПРИ РАБОТЕ НА МИНЕРАЛЬНО-СОЕВОМ ТОПЛИВЕ	344
Яковлев С.А., Хабарова В.В., Джабраилов Т.А., Замальдинов М.М. ПРАКТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОСВЕННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАССЫ ДЕТАЛЕЙ	350
Яковлев С.А., Замальдинов М.М., Молочников Д.Е., Дудиков М.Ю. СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЖЕСТКОСТИ ЕМКостей ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ НЕФТЕПРОДУКТОВ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ	354

К 80-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ДОКТОРА ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК, ПРОФЕССОРА ВЛАДИМИРА ГРИГОРЬЕВИЧА АРТЕМЬЕВА

Доктор технических наук, профессор, академик РАН Владимир Григорьевич Артемьев - представитель российской школы известных ученых, в области аграрной технической науки являлся гордостью Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии имени П.А. Столыпина.

Родился В.Г. Артемьев 15 ноября 1938 года в крестьянской семье в п. Киерла Ново-Шешминского района Республики Татарстан. После окончания семилетней школы Владимир Григорьевич учился в техникуме механизации и электрификации сельского и лесного хозяйства им. Тимирязева в г. Чистополь. После техникума осваивал целину, работая механиком автобазы в селе Колутон Калининского района Акмолинской области Казахской ССР. В 1958 году Владимир Григорьевич вернулся в родные места заместителем председателя по механизации колхоза «Победитель» Ново-Шешминского района Татарстана.



В 1965 году Владимир Григорьевич окончил Казанский сельскохозяйственный институт по специальности «Инженер-механик сельского хозяйства» и имея производственный опыт, занялся научно-педагогической деятельностью преподаванием курса «Сельскохозяйственные машины» в Чистопольском техникуме механизации. В 1967 году перешел на работу ассистентом кафедры «Сельскохозяйственные машины» в Казанский сельскохозяйственный институт.

Но любовь к науке не дает ему покоя и в 1968 года Владимир Григорьевич поступает в аспирантуру Ульяновского сельскохозяйственного института на кафедру «Сельскохозяйственные машины». И с этого момента вся его жизнь была связана с преподавательской и научной деятельностью. После аспирантуры Артемьев В.Г. остается работать ассистентом УСХИ и начинает преподавать один из сложных технических курсов «Сопротивление материалов».

В 1973 успешно защитил диссертацию на тему «Исследование и оценка пружинных транспортеров (раздатчик сыпучих кормов)» на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Совершенствование и разработка технологий и средств механизации производства и переработки продукции сельского хозяйства на основе спирально-винтовых рабочих органов, стало одним из основных направлений научной школы профессора В.Г. Артемьева.

В 1996 году Артемьеву В.Г. защитил докторскую диссертацию на тему «Основы совершенствования пружинно-транспортирующих рабочих органов и их использования в различных технологических процессах растениеводства и животноводства» и ему была присуждена ученая степень доктора технических наук, а в 1997 г. - ученое звание профессора.

С 1981 года по 2013год Владимир Григорьевич работал в Ульяновской ГСХА, занимая последовательно должности: старшего преподавателя, доцента, заведующего кафедрой, «Сельскохозяйственные машины», которая за заслуги в области развития отечественного образования была отмечена дипломом «Золотая кафедра России».

Работая преподавателем, В.Г. Артемьев вел занятия практически по всем дисциплинам общепрофессионального цикла: сельскохозяйственные машины, основы проектирования сельскохозяйственных машин, машины и оборудование в растениеводстве, теоретические основы средств переработки сельскохозяйственных культур. Лекционные курсы были насыщены оригинальными экспериментальными научными данными собственных исследований. Все разрабатываемые им и его учениками общие курсы и спецкурсы обеспечены авторскими и учебными пособиями, которые были отмечены дипломами лауреата и сертификатами Всероссийской выставки – презентации учебно-методических изданий «Лучшие учебно-методические издания в отрасли». В его книгах и многочисленных статьях читатель находит результаты глубокого теоретического осмысления важнейших проблем механизации сельского хозяйства.

Первая кандидатская диссертация под руководством В.Г. Артемьева была защищена в 1989 году В.Н. Игониным на тему: «Обоснование показателей и режимов работы агрегата для внесения жидких комплексных удобрений». С этого времени начинает свое развитие научная школа В.Г. Артемьева. Под его руководством и с его неоценимой помощью защитились 15 кандидатов технических наук и 2 доктора технических наук.

Его научные работы в области аграрной технической науки широко известны научной общественности. Под руководством и при его участии разработано большое количество технических средств, машин и агрегатов для механизации технологических процессов в растениеводстве, животноводстве и других отраслях народного хозяйства страны, в том числе и по военно-техническим направлениям.

Инженерно-технические решения его научных исследований были одобрены Научно-техническим советом Министерства сельского хозяйства РФ, новизна технических решений защищена 40 патентами и авторскими свидетельствами на изобретения. Им было опубликовано более 400 научных и учебно-ме-

тодических работ, в том числе учебные пособия и монографии. Являлся руководителем научного кружка «Пружина», участниками которого получено более 50 патентов и опубликовано более 300 научных работ.

В разное время за заслуги в научно-педагогической работе Владимир Григорьевич награждался почётными грамотами Общества «Знание» РСФСР, Министерства сельского хозяйства России, Ульяновской области и губернатора области. Научная школа В.Г. Артемьева получила сертификат «Ведущая научная школа Ульяновской области - 2009» в области знаний «Технические и инженерные науки».

В настоящее время направление исследований по тематике, созданной им научной школы расширяется и углубляется учениками его школы. Результаты научных исследований его аспирантов, научных сотрудников его научной школы опубликованы в трудах Ульяновской ГСХА им. П.А. Столыпина, международных конференциях, центральных журналах «Механизация и электрификация сельского хозяйства», «Сельский механизатор», «Фундаментальные исследования», «Современные проблемы науки и образования» и других журналах.

Владимир Григорьевич был членом диссертационных советов при Казанском аграрном университете (1999-2005 гг.), военно-техническом институте (с 1998г.). С 2008 по 2013 годы В.Г. Артемьев участвовал в работе диссертационного совета по защите диссертаций на базе Башкирского и Ульяновского государственных аграрных университетов.

Участниками научной школы также защищаются диссертации по направлениям, несколько отличающимся от тематики научной школы (одна докторская и две кандидатских). Артемьев В.Г. оказывает помощь в подготовке кадров и по военно-техническим специальностям посредством обучения адъюнктов.

В.Г. Артемьев активно участвовал в общественной жизни вуза: парторг кафедры СХМ Ульяновского СХИ; секретарь партбюро факультета механизации Ульяновского СХИ, инспектор ВЦСПС, народный контроль обкома КПСС, председатель Совета НТО общества «Знание».

26 февраля 2008 года Владимир Григорьевич избран членом-корреспондентом РАН, 12 марта президиумом РАН присвоено звание «Создатель научной школы по направлению «Механика жидких и сыпучих материалов в спирально-винтовых устройствах». В последнее время направление исследований по тематике созданной им научной школы расширяется и углубляется. Таким образом, научная школа профессора В.Г. Артемьева является примером огромной, яркой и результативной работы.

СЕКЦИЯ 1. ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

УДК 631.67

ANALYSIS OF SMART AUTOMATION PROCESSES OF IRRIGATION SYSTEMS

¹Abdelfattah A.H.

postgraduate student; e-mail: ahmed-fa@yandex.com

²Ziganshin B.G.

D.Sc., professor; e-mail: zigan66@mail.ru

²Khaliullin D.T. – Ph.D.,

associate professor; e-mail: damirtag@mail.ru

¹Gomaa E. M.

postgraduate student; e-mail: ebrahim_gomaa@mail.ru

1. Egyptian Postgraduate student at Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia
2. Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

Keywords: microirrigation, irrigation automation, soil moisture sensors, evapotranspiration.

Abstract. This research paper investigates the automation process of irrigation as an efficient tool for irrigation scheduling. Classification and analysis of different techniques will be investigated: automation based on soil moisture sensors, irrigation automation based on evapotranspiration, and automation based on a predetermined volume/time interval will be covered.

Introduction. Irrigation is defined as the replenishment of water in the plant root zone during periods when natural rainfall is not sufficient for good plant growth. Traditional irrigation based on low frequency (i.e. irrigation every two weeks), large volume irrigation usually results in over-irrigation. With this type of irrigation, a large portion of the applied water percolates quickly to the shallow groundwater, potentially

carrying with it nutrients and other agrichemicals applied to the soil. In addition, excess water in the root zone from excess irrigation can reduce crop yields [1, 2, 3].

As an alternative to traditional irrigation systems, a low volume of water can be applied frequently to maintain a desired moisture range in the root zone that is optimal for plant growth. The term microirrigation is defined as the frequent application of small quantities of water under low pressure to plant root zone, on or below the soil surface as drops, tiny streams, or miniature spray through emitters or applicators placed along a water delivery line. Microirrigation encompasses a number of methods or concepts such as, drip irrigation, subsurface drip irrigation and sprays [4, 5, 6].

Microirrigation systems apply water directly to the root zone of plants which means that the spaces in between plants remain dry. Small portion of wetted land by emitters will greatly minimizes the loss of water in evaporation and percolation processes and inhibits weed seed germination. Inhibited weed growth will minimize the use of herbicides and weed control tillage, and elimination of nutrient and water loss will reduce operating costs and energy [7, 8, 9].

Irrigation Scheduling is defined as the determination of the correct amount and frequency of irrigation and is used to maximize irrigation efficiencies by applying the exact amount of water at the exact time needed by the plant. With variability and irregularity in rainfall and high required frequency in microirrigation; a fully automated system is almost a necessity to make irrigation scheduling efficient [4].

Research objective. This research aims at analysis of different types of smart control of irrigation systems, that are developed to save water, labor and energy costs. A comparison between preset programmed traditional controllers and controllers based on sensors feedback will be investigated.

Materials and methods.

There are a number of distinct reasons that promote the implementation of automation in irrigation systems in any region around the world, some of these reasons are:

- Better control of the amount of the irrigation water added.
- Low requirements of human labour and human interference.

- In addition to programmed irrigation; additional operations, such as fertigation, filters cleaning, etc. can be automated.
- Inconvenient situations such as network failures, pump malfunctions and pipe clogging can be detected and controlled.

An irrigation controller is defined as a device that is used to automatically operate the irrigation system. Traditional controllers operate on a preset programmed schedule and timers and have a means of setting the frequency of irrigation, the start time, and the duration of irrigation. In contrast, smart irrigation controllers monitor weather, soil conditions, evaporation and plant water use to automatically adjust the watering schedule to actual conditions of the site [10, 11].

According to the Irrigation Association smart irrigation controllers are defined as: controllers that reduce irrigation water use by monitoring and using information about site conditions; such as soil moisture, rain, wind speed, soil, plant type... etc. and apply the right amount of water based on those factors. These irrigation controllers receive feedback from the irrigated system and schedule or adjust irrigation duration or frequency accordingly. There are generally two types of smart controllers:

1. Soil moisture-based controllers and,
2. Evapotranspiration-based controllers [9].

Results and discussions.

Soil moisture-based irrigation controllers:

Automation of irrigation systems based on soil moisture sensors may improve water use efficiency by maintaining a desired soil moisture range in the root zone that is optimal for plant growth, than a cycle of very wet to very dry during the irrigation interval under manual irrigation events. The target soil moisture may be expressed in terms of soil suction or matric potential (kPa or cbar), which describes the amount of energy that has to be exerted by a plant to absorb water that is held by the soil. The target soil moisture may also be expressed in terms of volumetric moisture, which is defined as the percentage of water volume in a volume of soil [4, 12].

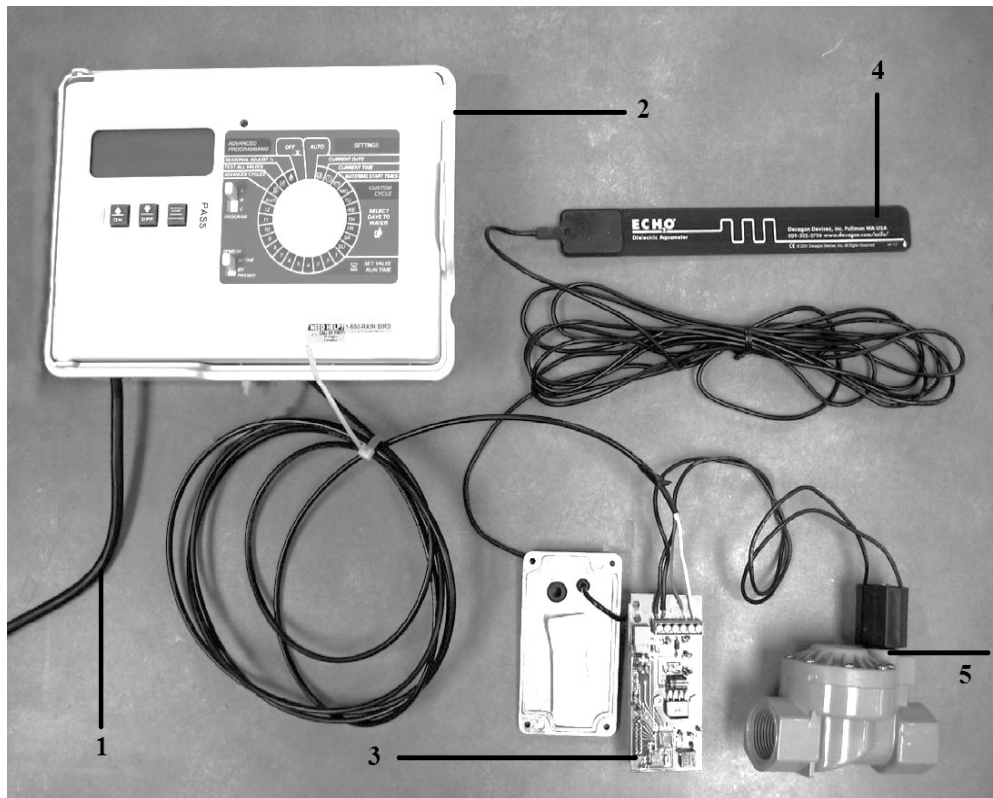


Figure 1 – Soil moisture sensor based irrigation controller

Soil moisture sensors can be permanently installed at representative points in an agricultural field to provide repeated moisture readings over time that can be used for irrigation management. Many soil moisture sensing methods are available for monitoring soil water content. An in-depth review of available techniques, their measuring range, appropriate soils and advantages and disadvantages is given in [4].

A description of the soil moisture based smart irrigation controller is shown in figure 1. The system was developed in the department of agricultural and biological engineering, university of Florida, USA. The system consist of: power source 1, user interface 2, programmable microcontroller 3, soil moisture sensor of capacitance type and produced by Decagon Devices Company 4, and solenoid valve 5 [10, 11].

Evapotranspiration-based controllers:

Evapotranspiration-based controllers operates according to the principle that the water requirement of plants can be determined from a balance of water inputs and outputs to the plant root zone and is called a soil water balance. Rainfall and irrigation enter the root zone as inputs. Water exits the soil and plant system from runoff, deep

percolation, evapotranspiration. Evapotranspiration is the quantity of moisture which is both transpired by the plant and evaporated from the soil and plant surfaces. Irrigation is scheduled so that, there are negligible losses. Deep percolation is minimized by irrigation events that do not exceed the soil water holding capacity while surface runoff is minimized by applying the irrigation water in a rate less soil infiltration. Therefore the equation that is used to balance the change in soil water storage in the root zone of a plant can be written as:

$$\Delta S = R - ET_c + I - D - RO, \quad (1)$$

$$I = ET_c - R, \quad (2)$$

where ΔS – change in soil moisture, (mm); R – the amount of rain per day, (mm); ET_c – crop evapotranspiration per day, (mm); I – net irrigation depth per day that penetrates the soil, (mm); D – loss of water from the root zone by deep percolation per day, (mm); RO – Run off from the soil surface per day, (mm) [13].

The ASCE and United Nations Food and Agriculture Organization (FAO) proposed the FAO-56 Penman–Monteith standardized reference evapotranspiration (ET_o) for irrigation scheduling, as seen in Equation 3. This equation is used for daily ET_o calculations and is based on wind speed, temperature, relative humidity, and solar radiation.

$$ET_o = \frac{0,408\Delta(R_n - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} U_2(e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34U_2)}, \quad (3)$$

$$ET_c = ET_o \times K_c, \quad (4)$$

where ET_o – reference evapotranspiration, [mm day⁻¹]; R_n – Net radiation at the crop surface, [MJ m⁻² day⁻¹]; G – Soil heat flux density, [MJ m⁻² day⁻¹]; T – average daily air temperature at a height of 2 m, [°C]; U_2 – wind speed at a height of 2 m, [m s⁻¹]; e_s – saturation vapor pressure, [kPa]; e_a – actual vapor pressure, [kPa]; $(e_s - e_a)$ – Vapor pressure deficit [kPa]; Δ – Slope of saturated vapor pressure curve, [kPa°C⁻¹]; γ – psychrometric constant, [kPa °C⁻¹]; K_c – crop coefficient [2].

From equations 3 and 4 evapotranspiration (ET_c), is a function of weather conditions and plant type. In evapotranspiration based controllers (ET) the controller or timer

adjusts the schedule automatically as weather changes or crop produces. These controllers utilize sensors installed on-site to measure weather conditions and then calculate real-time ET_o based on the data collected. The sensors collect readings at intervals from every second to every fifteen minutes and then a daily ET is calculated from those values. On-site sensors could include: temperature, solar radiation, or even a full weather station [14, 15].

To avoid complexity; some controllers use Simplified ET estimation methods for example Blaney-Criddle equation instead of the FAO-ASCE standardized ET_o equation. Blaney-Criddle equation is temperature dependent allowing the sensor to measure only temperature.

$$ET_o = (0.46 T_{mean} + 8) \times P, \quad (5)$$

$$T_{mean} = \frac{T_{max} + T_{min}}{2}, \quad (6)$$

where T_{mean} – average daily temperature, [$^{\circ}\text{C}$]; P – mean daily percentage of annual daytime hours.

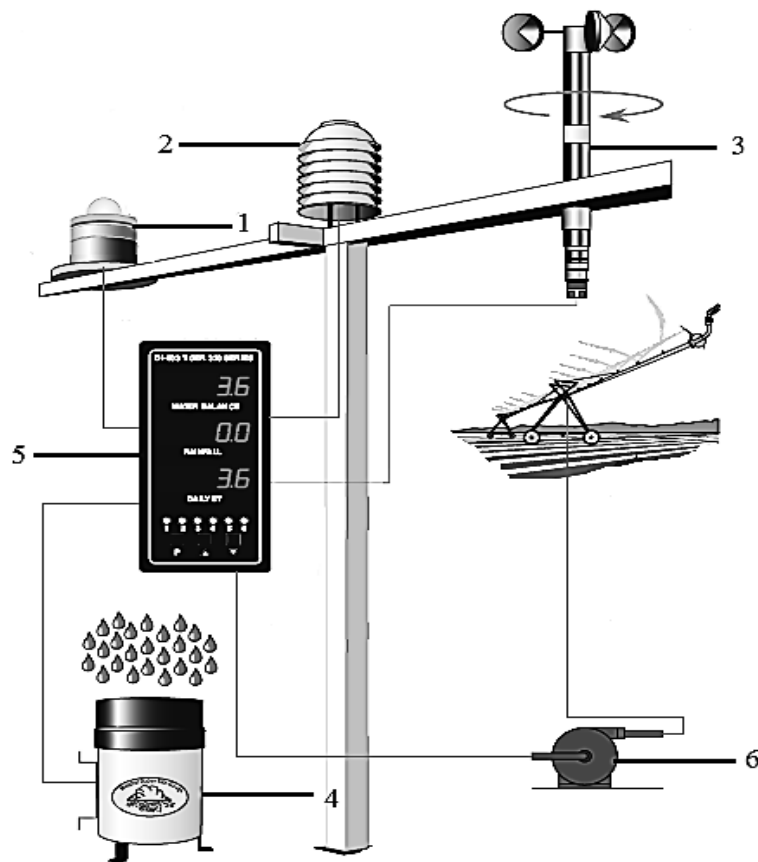


Figure 2 – Evapotranspiration-based smart irrigation system controllers

The components of ET-based irrigation controllers are shown in figure 2, and as following: solar radiation sensor 1, air temperature sensor 2, wind speed sensor 3, rain gauge 4, controller 5, and the irrigation pump or actuator 6.

Conclusion. An automated irrigation system saves water, energy and labor costs as compared with the manual system, with no negative impact on crop yields. In soil moisture based system; irrigation starts at the predetermined low level of moisture content and stops irrigation as the desired soil moisture content or field capacity is attained. In weather or evapotranspiration based irrigation controllers; the system supplies the amount of water that has been lost in evapotranspiration process. Both systems take into account the effective rainfall and the change of the crop water consumption during its growth stage. Research should be undertaken to assess the sensor performance under various soil types and different climatic conditions. A research is undergoing in Kazan State Agrarian University to evaluate the efficiency of soil sensors to increase the irrigation efficiency in the case of uneven pressure distribution within the irrigation system network.

REFERENCES

1. Abdelfattah A.H. *Energoeffektivnoe espolzovanie vodnich resorcov v celeckom khozaistvie*// [Energy-efficient use of water resources in agriculture]/ A.H. Abdelfattah, E.M. Gomaa., D.T. Khaliullin // *Science of Agricultural Engineering of the 21st Century. Proceedings of the regional scientific and practical conference. Scientific Publishing of Kazan State Agrarian University, 2018. - 416s. Pages. 335-339.*
2. Allen R.G., I.A. Walter, R. Elliot, T. Howell, D. Itenfisu, and M. Jensen (eds). 2005. *The ASCE Standardized Reference Evapotranspiration Equation. American Society of Civil Engineers Environmental and Water Resource Institute (ASCE-EWRI). 59 pp.*
3. Hillel D., 2004. *Encyclopedia of Soils in the Environment, 1st Edition. Elsevier Academic Press.*

4. Abdelfattah A.H. Upravlenie orosheniem pochovy s espolzovaniem datchikov vlajnosti [the utilization of soil moisture sensors for irrigation scheduling] / A.H. Abdelfattah, D.T. Khaliullin, E.M. Gomaa // Current state, problems and prospects of development of mechanization and technical service of the agro-industrial complex. Materials of the International Scientific and Practical Conference, Institute of mechanization and technical service. Publishing of Kazan State Agrarian University. - 2018. - 265s. Pp. 18-26.

5. Kashapov I.I. Energoberejenie e energoeffektivnost [Energy saving and energy efficiency]. II. Kashapov, A.A. Mustafin, B.G. Ziganshin, N.A. Korsakov Prospects of development in Russia and the world // Proceedings of the International Scientific and Practical Conference "Agrarian Science of the XXI Century, Actual research and prospects " - Kazan, 2015.-C. 175-181.

6. Mazitov N.K. Vlogo-energocbergaushaya technologie e tehnika vozdeleyvaniya podsolnichnika [water-energy saving technology and cultivation technique of sunflower] / N.K. Mazitov, L.Z. Sharafiev, D.T. Khaliullin, S.M. Yakhin, R.F. Sadriev // Current state, problems and perspective development of mechanization and technical service of the agro-industrial complex. - Kazan: Publishing of Kazan State Agrarian University, 2017.

7. Tagirov M.Sh. Cbergaushie technologie osnova povishenya effektivnosti v zemledyli [Conservation technologies, the basis of efficiency improvement in agriculture] / M.Sh. Tagirov, R.N. Minibayev, A.S. Salikhov, R.I. Safin, B.G. Ziganshin, A.R. Valiev and others – Kazan, Kazan State Agrarian University - 2006. - 50 pages.

8. Fayzrakhmanov D.I., Nezhmetdinova F.T., Ziganshin B.G., Valiev A.R. Bezopasnoct productov petunia v osloviach VTO [Food safety in World Trade Organization conditions // Rural machine operator. - 2013.-No. 11 (57). - P. 4-6.

9. Irrigation Association [IA]. 2005. Landscape Irrigation Scheduling and Water Management. <http://www.irrigation.org/gov>.

10. Cardenas-Lailhacar B., M.D. Dukes and G.L. Miller 2005. Sensor based control of irrigation in Bermudagrass. ASAE. Paper no: 052180. Tampa, Fl: ASAE.

11. Dukes M.D., Scholberg J.M. 2005. Soil moisture controlled subsurface drip irrigation on sandy soils. *Applied Engineering in Agriculture* 21(1):89-101.

12. T. Müller, C. Ranquet Bouleau and P. Perona (2016) Optimizing drip irrigation for eggplant crops in semi-arid zones using evolving thresholds, *Agricultural Water Management*, Volume 177, Pages 54-65.

13. Deb S.K., Shukla M.K., Mexal J.G., 2012. Simulating deep percolation in flood-irrigated mature orchards with RZWQM2. *Trans. ASABE*. 55 (6), 2089–2100.

14. Riley M. (2005). The cutting edge of residential smart irrigation technology. *California Landscaping*. July/August Pages 19-26.

15. Sharma H., et al. (2016). Soil moisture sensor calibration, actual evapotranspiration, and crop coefficients for drip irrigated greenhouse chile peppers. *Agric. Water Manage*, Pages 1-11.

УДК 631.363.2

THE EFFECT OF THE ROTATIONAL SPEED AND MOISTURE CONTENT IN CHOPPING PROCESS

¹Gomaa E. M.

postgraduate student; e-mail: ebrahim_gomaa@mail.ru

²Ziganshin B.G.

D.Sc., professor; e-mail: zigan66@mail.ru

²Khaliullin D.T.

Ph.D., associate professor; e-mail: damirtag@mail.ru

²Dmitriev A.V.

Ph.D., associate professor; e-mail: avd-mail@mail.ru

¹Abdelfattah A.H.

postgraduate student; e-mail: ahmed-fa@yandex.com

1 Egyptian Postgraduate student at Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

2 Kazan State Agrarian University, Kazan, Russia

Keywords: chopping, rotational speed of knives , moisture content.

Abstract. There are many factors in the process of chopping animal feed like rotational speed of knives, moisture content , number of knives and feeding rate...etc. But in this article we will focus the effect of the rotational speed of knives and moisture content on the requirements of the process of chopping processing and chopping.

Introduction. Animal feeding is one of the most serious problems facing animal producer and it can be solved by selecting the proper animal diet in the acceptable phase. A potentially serious economic problem in Egypt is the extreme shortage in animal feeds. Such problem appears to be growing rather than diminishing in magnitude or even stabilizing. conventional feeds are not entirely satisfactory because of their considerable high price. Moreover, green forage are only available in extremely low quantities in summer, and the conventional dry roughages are of limited quantities. Furthermore the present available animal feeds, in general, could hardly suffice the requirements of about 60% of the existing animal population (cattle, buffalo, sheep and goats). Thus, silage process was hoped to participate in solving the problem of feed shortage of livestock [1, 2, 3, 4].

Animal feedstuff is a very important aspect of livestock husbandry as it is a major limiting factor in the rearing of animals to meet the increasing demand for animal protein, milk, hides, and skin and other products [5,6, 7].

The effect of cutting velocity on the fuel consumption. It was found that the fuel consumption increases with increasing the cutting velocity [8, 9].

The power consumption for cutting different residues was increased with increasing cutting and feeding speed. The minimum values of power consumption were (13.86, 15.24, and 15.66 kW) noticed for cutting corn stalks, rice straw and cotton stalks respectively at 24.08 m/s cutting speed and 1.0 m/s feeding speed. The maximum values of power consumption were (22.97, 23.92 and 25.82 kW) for cutting corn stalks, rice straw and cotton stalks respectively at 43.35 m/s cutting speed and 2.5 m/s feeding speed [10].

Developed chopping machine and used it for cutting residues of rice, cotton and maize. The increasing of rotor speed from 1600 to 2000 rpm caused a decrease of consumed energy by 17.11%. While the increasing of rotor speed from 2000 to 2200 rpm caused an increase of consumed energy by 12.9% [11].

The relationship between cutting drum speed and chopper productivity at different concave holes diameter for cutting rice straw. Chopper productivity increased by increasing the cutting drum speed. By increasing the cutting drum speed from 56.6 m/s to 70.7 m/s, the productivity increased from 489 kg/h to 1150 kg/h, from 430 kg/h to 976 kg/h, and from 350 kg/h to 600 kg/h for 35 mm, 25 mm, and 9 mm concave hole diameter, respectively [12].

Illustrated that the cutting speed must range between 15 to 30 m/sec for the suitable hay shredding. He also mentioned that the speeds over than the optimum speed range caused a rapid increasing of specific energy consumption [13].

Investigated the effect of plant moisture content on the performance parameters with different mechanical methods of cutting and chopping cotton stalks. They concluded that by increasing the moisture content the cutting efficiency could be increased, which means decreasing of the power requirement [14].

The cutting corn stalks at moisture content of 40.22%, cutterhead speed of 27.65 m/s and feeding mechanism speed of 0.41 m/min produced the maximum value of unit energy (2.08 KW.h/Mg). Meanwhile, the minimum value of cutting length (12.24 mm) was obtained with the same treatments at corn moisture content of 62.82 % [15].

The plant moisture content had very little effect on shearing energy for the condition of a sharp blade. As the blade became dull, the effect of the moisture was more pronounced [16].

Research objective. This study aimed essentially to evaluate the performance of chopping machine at different levels of corn moisture content and different levels of knives rotational speed.

Materials and methods.

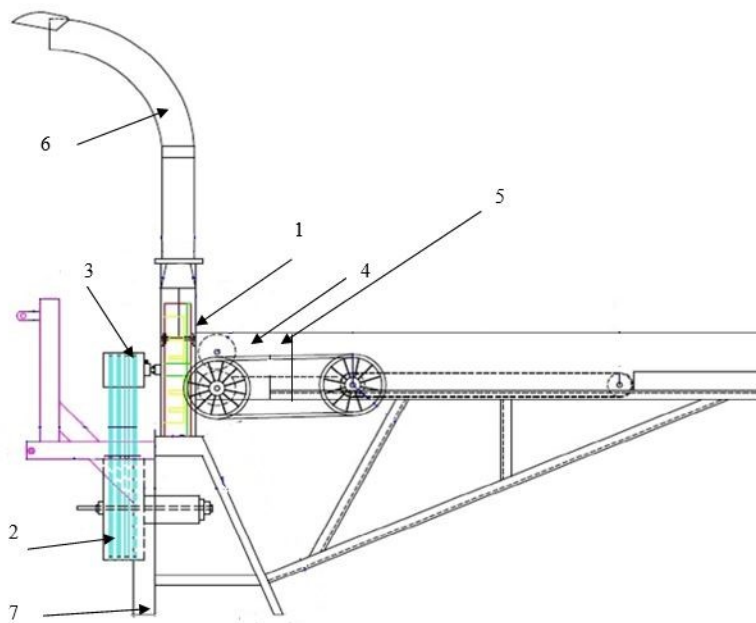
The study focused and concerned with the effect of changing two main factors which were; cutting speed and corn moisture content during the chopping process.

- Five different levels of cutting speed were changed which were 1200, 1400, 1600, 1800 and 2000 rpm. The values of the corresponding speeds were calculated according to the value of the transmission ratio of the gear box used in transfer the rotational speed to all moved member of the chopping machine.

- Three levels of corn moisture content were considered. Between each two consecutive levels, three days were left and the moisture content of corn was measured with the gravitational method. The values of the tested corn moisture content were 73.45, 64.19 and 45.11%.

The cutting machine, that used in this work, was presented schematically in fig. (1) represents an image of chopper machine in work. The main equipment which used in this work was chopper machine.

The cutting knives from a spring steel were sharpened at an angle of 30° to be used as a chopping member. In fig. (2) represent an image of the cutting disk of the chopping machine.



1 - Cutter head; 2 - Driver pulley; 3 - Driven pulley; 4 - Feeding drum; 5 - Feeding tray; 6 - Duct; 7 - Main fram.

Fig. (1) Elevation view of chopping machine.

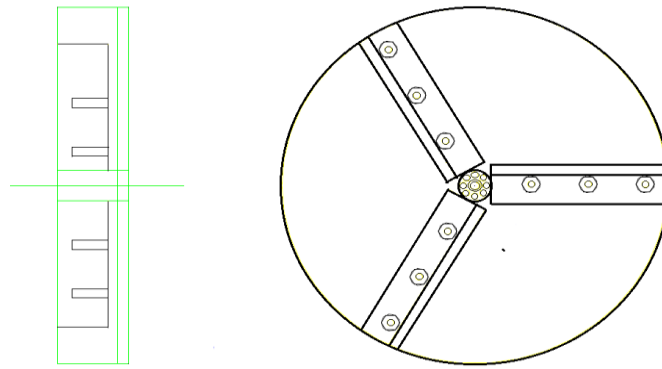


Fig. (2) Elevation and side view of the cutting disk of the chopping machine.

An Electrical drying oven was used to dry the samples of corn plant in order to calculate the corn moisture content. The drying oven has the following specifications:

Source of manufacture	: Germany
Type	: Binder ED-53
Oven capacity	: 53 liter
Source of power	: Electrical, 220 V, (2.6A) AC.
Operating power	: 1.2 kW
Adjustment accuracy	: $\pm 1^{\circ} \text{C}$
Rang of temperature	: 5 – 240 $^{\circ}\text{C}$

The velocity of the rotating shaft was measured by means of a multi-range tachometer as shown in Fig (2). It gives the rotational terms of velocity in rpm.



Fig. (3). Multi-range hand tachometer for measuring the rotational speed.

Plant samples were dried at 105° C for 24 h using the electrical oven. The samples were weighted before and after drying and the corn moisture content (wet base) in (%) was determined using the following equation [17]:

$$M.C. = \frac{SB - SA}{SB} \times 100 \quad (1)$$

where M.C. – Corn moisture content (%);

SB – Sample weight before drying (g); and

SA – Sample weight after drying (g).

Cutting length of the final product is an important parameter to evaluate the performance of the cutting process. Where, the suitable cutting length (Lc) that can be used to produce compost and the forage is in the range of $0 < Lc < 50$ mm. Standard sieves that used for segregation a specific weight, (Sb) from the chopped production to several weight, having cutting length $0 < Lc < 50$ mm. Consequently, the cutting efficiency (η_c) in (%) can be calculated as follows:

$$\eta_c = \frac{S_a}{S_b} * 100 \quad (2)$$

where η_c – Cutting efficiency; S_b – Weight of the chopped production before segregation, (g); S_a – Weight of the chopped production after segregation of cutting length $0 < Lc < 50$ mm, (g).

The required power for chopping process was calculated using the following equation [18]:

$$EP = \frac{FC \times \rho_r \times L.C.V \times 427 \times \eta_m \times \eta_{th}}{3600 \times 75 \times 1.36} \quad (3)$$

where EP – Required power during the chopping process (kW); FC – Fuel consumption (L/h); ρ_r – Density of the fuel (0.85 kg/L); L.C.V – Lower calorific value of fuel (10000 kcal/kg); 427 – Thermo mechanical equivalent (kg.m/kcal); η_m – Mechanical efficiency of engine, 80%; η_{th} – Thermal efficiency of the engine, (considered to be about 40% for diesel engine).

Results and discussions.

The actual time increased with increasing rotational speed of knives. Increasing corn moisture content led to decreased the chopping time at each tested speed of knives.

Table (1) represents the values of the actual measured time in seconds at the three levels of corn moisture content for chopping machine.

Moisture content (%)	Actual chopping time (sec)				
	Rotational speed (rpm)				
	1200	1400	1600	1800	2000
54.11	10.09	9.67	9.4	7.32	5.97
	12.49	11.03	9.9	8.62	7.54
	14.16	13.16	11.92	11.17	10.15
64.19	9.92	9.31	7.91	6.57	5.53
	11.42	10.22	8.71	7.93	6.93
	13.68	12.28	10.66	10.44	8.53
73.45	9.59	8.49	6.73	5.86	3.72
	10.94	9.89	8.69	7.33	6.39
	13.44	10.66	9.89	9.08	8.37

Table (1): Chopping time at different levels of rotational speed of knives and three levels of corn moisture.

The fuel consumption increased with increasing the rotational speed of knives. Increasing the corn moisture content increased the required fuel at all levels of the knives rotational speed.

Table (2) represents the average values of fuel consumption for the different studied treatments.

Moisture content (%)	Fuel consumption (lit/h)				
	Rotational speed (rpm)				
	1200	1400	1600	1800	2000
54.11	1.75	2.00	2.40	2.92	4.02
	2.40	3.02	3.40	4.00	5.00
	2.50	3.24	3.84	4.60	5.20
64.19	1.90	2.15	2.73	3.51	4.34
	2.50	3.10	3.71	4.31	5.10
	2.74	3.50	4.15	4.45	5.50
73.45	2.1	2.52	3.30	3.80	4.70
	2.53	3.10	4.02	4.62	5.40
	2.72	3.42	4.33	4.90	5.70

Table (2): Fuel consumption in (lit/h) at different levels of rotational speed of knives at the three levels of corn moisture content.

The ratio between weight of the cutted pieces, up to 5 cm length, to the total feeding quantity is considered the cutting efficiency. Generally, increasing the rotational speed of knives led to increase the cutting efficiency at each level of moisture content of corn.

Table (3): Chopping efficiency at different levels of rotational speed of knives and three levels of corn moisture content.

Moisture content (%)	Cutting efficiency (%)				
	Rotational speed (rpm)				
	1200	1400	1600	1800	2000
54.11	91.60	92.58	93.43	94.33	96.96
	88.90	90.48	92.10	93.28	95.72
	87.00	89.51	90.71	92.11	94.24
64.19	89.45	91.13	92.55	93.63	94.47
	87.45	89.96	91.47	92.63	93.52
	86.73	88.52	90.30	91.58	92.92
73.45	88.13	90.73	91.92	93.31	94.33
	86.48	88.42	90.19	91.82	93.54
	84.92	86.00	88.18	90.32	92.12

The required power for the chopping process in (kw) was calculated according to the fuel consumption which measured during the chopping process. Normally, the required power increases with increase the rotational speed of knives. This was occurred at each level of corn moisture content. As for the corn moisture content before chopping, the required power increased with increasing the corn moisture content.

Table (4.): Required Power at different levels of rotational speed of knives and different levels of corn moisture content.

Moisture content (%)	Required power (kw)				
	Rotational speed (rpm)				
	1200	1400	1600	1800	2000
54.11	5.54	6.33	7.60	9.24	12.72
	7.60	9.56	10.75	12.70	15.81
	7.91	10.25	12.15	14.55	16.45
64.19	6.00	6.80	8.63	11.10	13.73
	7.91	9.81	11.73	13.63	16.13
	8.67	11.10	13.13	14.08	17.40
73.45	6.64	7.97	9.20	12.02	14.90
	8.00	9.81	12.72	14.61	17.10
	8.60	10.82	13.70	15.50	18.03

Conclusion.

The study showed that rotational speed of knives and moisture content has a significant effect on the process of chopping. The actual chopping time decreased with increasing the rotational speed of knives, increasing the corn moisture content. The required power for chopping processes increased with increasing both of rotational speed, corn moisture content and feeding quantity. Increasing corn moisture content led to decreased the chopping time at each tested speed of knives. At each feeding quantity, the chopping time decreased as the corn moisture content increased. Increasing the corn moisture content increased the required fuel at all levels of the knives rotational speed. Generally, increasing the rotational speed of knives led to increase the cutting efficiency at each level of both feeding quantity and moisture content of corn before the chopping process. In addition to the cutting efficiency decreased when the corn moisture content increased before the chopping process.

REFERENCES

1. Gomaa E.M. Analiz konstruktsiy izmelchitele y sotchnykh kormov [Analysis of designs of high moisture feed shredders] / E.M. Gomaa, A.H. Abdelfattah, M.I. Siraziev // Science of Agricultural Engineering of the 21st Century. Proceedings of the

regional scientific and practical conference. Scientific Publishing of Kazan State Agrarian University, 2018. - 416s. Pp. 73-77.

2. Gomaa E.M. Obzor konstruktsiy izmeltchiteley potchatkov kukuruzy [Analysis of designs of corn cobs shredders] / E.M. Gomaa, M. I. Siraziev, A.H. Abdelfattah // Current state, problems and prospects of development of mechanization and technical service of the agro-industrial complex. Materials of the International Scientific and Practical Conference, Institute of mechanization and technical service. Publishing of Kazan State Agrarian University. - 2018. - 265s. Pp. 126-131.

3. Ziganshin B.G. Povyshenie effektivnosti tekhnicheskikh sredstv prigotovleniya kormov v zhivotnovodstve na osnove rasshireniya tekhnologicheskikh vozmozhnostey izmeltchiteley // Improving the efficiency of means of preparation in animal feed on the basis of the expansion of technological capacity shredders: Dis. Dr. tech. Sciences, Kazan, 2004. 304 c.

4. Shaykhutdinov E.I. Sovremennye tekhnologii prigotovleniya kormov // Modern technologies of preparation of forages / E.I. Shaykhutdinov, D.T. Khaliullin, I.R. Nafikov // Agroengineering science of the XXI century. Scientific works of the regional scientific and practical conference. Kazan: Publishing of Kazan State Agrarian University. - 2018. Pp. 285-290.

5. Ziganshin B.G., Dmitriev A.V., Valiev A.R., Yakhin S.M., Khaliullin D.T. Mashiny dlya zagotovki kormov. // Machines for fodder preparation. Textbook Utchebnoe posobie / Publisher, 2016. -200 p.

6. Siraziev M.I. Obzor konstruktsiy izmeltchiteley kormov // Review of construction Crushers of food / M.I. Siraziev, E.M. Gomaa // Agroengineering science of the XXI century. Proceedings of the regional scientific-practical conference. Scientific publication. – Kazan: Kazan State Agrarian University. – 2018. – 416s. Pp. 233-238.

7. Siraziev M.I. Obzor konstruktsiy izmeltchiteley sotchnykh kormov // Review of designs of juicy feed shredders / M.I. Siraziev, R.R. Musin, F.F. Khasanova, E.M. Gomaa // Published by the decision of the Academic Council of the Institute of mechanization and technical service of the Kazan State Agrarian University. 2017. Pp. 132-137.

8. Abd-EL-Ghany, A.R.E. (2003) "Study of some engineering factors concerning the performance of the affecting toll in crop residues shredder". Master thesis of science. Fac, of Agric. Cairo Univ.
9. Habib, R.A. (2002) "Design and performance of cutting tools of chopping machines of agricultural crop residues". Ph.D. thesis, Submitted to the Faculty of Engineering at Cairo University.
10. Lotfy, A. (2003) "Development and performance evaluation a machine for cut and throw agricultural residues". Misr, J.AG. Eng., 20(3): 724-736.
11. Younis, S.M.; M.I. Ghonimy.; M.A. Baiomy.; and T.H. Mohamed (2002) "Techno-economic evaluation of a developed field crop residues chopper". Misr, J.AG.Eng, 19(4): 63-80.
12. Elfatih. A.; E.M. Arif.; and A.E. Atef (2010) "Evaluate the Modified Chopper for Rice Straw Composting". Journal of Applied Sciences Research, 6(8): 1125-1131.
13. Namikawa, N. (1997). Hay and Forage Harvesting Machinery. Kyoto Univ.
14. Metwalli, M.M; M.A. Helmy; S.M. Gomaa and H. A. Khateeb (1995) "Evaluation of different mechanical methods of cutting and chopping cotton stalks" Misr J. Agric. Eng. Vol, 12 No. 1 pp.
15. Kholief, R.M; Z.M. Imara; R.R. Abou-Shieshaa, and M.F. Youssef. (1998) "Chopping parameters affecting the performance of stationary chopper and silage quality". Misr. J. Ag. Eng., 15(3):555-568.
16. Liljedahl. J. et al. (1961) Measurement of shearing energy. Agric. Eng. Vol. 41 P. 298-301.
17. AOAC (1990) "Association official Analytical chemists". 15th edn. Washington Dc, U.S.A
18. Embaby, A. T. (1985) "A comparison of the different mechanization systems for cereal crop production". M.Sc thesis, Faculty of Agriculture., Cairo University.

УДК 631.34

МЕХАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ВОЗДЕЛЫВАНИЯ РАННЕГО КАРТОФЕЛЯ ПРИ ПОМОЩИ ПРИМЕНЕНИЯ ПЛЕНКОУКЛАДЧИКОВ

Бутузов А. Е.,

ст. преподаватель института механики и энергетики
имени В.П. Горячкина, anton.evgenievich.86@yandex.ru.

Гаспарян И. Н.,

д.с.-х.н., доцент института механики и энергетики
имени В.П. Горячкина

Левшин А. Г.,

д.т.н., профессор института механики и энергетики
имени В.П. Горячкина, alev200151@rambler.ru.

Ключевые слова: защита посевов, пленкоукладчик, особенности конструкции пленкоукладчика, механизация процесса.

Аннотация: предложен современный вариант возделывания раннего картофеля. По результатам данного метода сделаны необходимые выводы.

Введение. С целью снижения негативных явлений на высаженный семенной материал можно применять укрывные материалы в начальный период развития растений или на весь период вегетации.

Укрывные материалы используются при выращивании большого числа овощных культур и т.п. Укрывание пленкой или укрывным материалом позволяет ограничить рост сорной растительности, снизить процент гибели растений из-за возвращающихся заморозков в первый период роста (особенно овощных культур и картофеля, которые не выносят понижения температуры ниже 0 °С), или холодных туманов, уменьшить испарение влаги из почвы, а также питательных элементов из почвы. Укрывной материал защищает растения от вредителей, града. Под пленкой или укрывным материалом создаются благоприятные условия для роста и развития растений, в весенний период почва, покрытая пленкой или укрывным материалом, прогревается раньше примерно на две недели, что позволяет увеличить продуктивность, получать более раннюю продукцию отличного качества [3].

С целью механизации данного процесса применяются различные пленкоукладчики. Существуют различные модификации пленкоукладчиков. Имеются пленкоукладчики для укладки мульчирующей пленки на грядку и по ровной поверхности. Пленкоукладчики можно устанавливать на мото-блоки, они могут агрегатироваться с мини-тракторами или обычными тракторами. Укрытие может осуществляться пленкой различной как по ширине, так и по составу (нейлон, бумага, целлюлоза, а также биоразлагаемый материал). Укладывание пленки может сопровождаться укладкой системы капельного орошения на различную глубину в любую погоду. Рост растений может осуществляться внутри пленки или укрывного материала, а также через отверстия, которые были проделаны в пленке.

Отверстия на пленке для растений могут производиться до и после укладки пленки. При пробитии отверстия в пленке на заводе ведет к частым обрывам при укладывании пленки на поле, отверстия могут смещаться относительно растений. Поэтому лучше пробивать отверстия в пленке, если это необходимо, желательно одновременно с укладыванием пленки.

Пленкоукладчики являются простыми машинами. Укладка может осуществляться на различных типах почв и рельефа. Современные пленкоукладчики могут одновременно выполнять несколько операций: выравнивать поверхность почвы, заниматься укладкой капельной ленты, вносить удобрения, совмещать посев и укладки укрывного материала, а также делать отверстия в пленке. Фиксация укрывного материала происходит посредством земли, которая ложится по краям.

При использовании капельного орошения и мульчирования за счет укрытия пленки позволяет уменьшить процесс выщелачивания удобрений, исключить утечку влаги и не допустить разлива по бороздам, что в свою очередь может привести к выщелачиванию азота и других питательных веществ. Капельное орошение позволяет уменьшить количество воды, необходимое для растений и необходимый баланс питательных элементов.

Каток, расположенный на пленкоукладчике, имеет различную форму,

например, вогнутую для формирования выпуклой пленки, которая не позволяет накопить воду на ее поверхности. Укрывной материал или пленка после удаления с поверхности поля может использоваться в качестве вторичного сырья, например для производства пластмасс.

Использование укрывного материала актуально, так как ранняя продукция картофеля пользуется большим спросом, продается по более высоким ценам, в связи с этим возделывание этой ценной культуры выгодно для хозяйств. Использование укрывного материала позволяет получить продукцию уже в середине июля, это раньше на две недели существующих сроков уборки в Московской области [1, 2, 3]. Применение пленкоукладчиков позволит механизировать этот процесс и выращивать ранний картофель на больших площадях.

Цель. Целью данной статьи является внедрение пленкоукладчиков в процесс возделывания раннего картофеля, а так же выявление положительных и отрицательных их качеств.

Анализ. В зависимости от регионов и климатических условий применяется различное множество пленкоукладчиков, например изобретение SU 1660629 A1 предназначено для раскладки узких лент пленки над рядами высеянных семян, его отличительной особенностью является упрощенная конструкция, а так же экономии пленочного материала путем создания по краям пленки фиксирующих валиков почвы с минимальными размерами, предохранительные щитки установлены под углом $10...15^{\circ}$ к оси симметрии пленкоукладчика и имеют в нижней части установленные во внутрь под углом $30...45^{\circ}$ к горизонтали крылья, при этом расстояние между задними обрезами предохранительных щитков равно ширине пленки [5].

Особенностью же изобретение SU 1773338 A1 является использование предохранительных щитков, выполненных по криволинейной поверхности с радиусом кривизны в диапазоне $0.7...1,5$ радиуса дисковых загортачей и установлены вогнутой поверхностью внутрь ряда. В результате применения изобретения повышается производительность приспособления в 1,1 раза. Однако недостатком данного изобретения является забивание его, почвенными комками и

растительными остатками вследствие близкого расположения рабочей кромки дискового загортача и прямой плоскости щитка. Удаление кромки дискового загортача от плоскости щитка вызывает недобор почвы для насыпаемого валика требуемого размера для надежной заделки ленты приводит к неустойчивому креплению пленки к рядку и возможному скосу ее порывами ветра [5].

Так же существует изобретение SU 1808256 А1 позволяющее укладывать пленку на криволинейные опоры, с помощью прижимных элементов смонтированных на шарнирно установленных на раме двуплечих рычагах с возможностью контакта с прикатывающими элементами, а профилирующие элементы установлены на поворотной тяге для перемещения по высоте. Используемый направлятель предотвращает образование в средней части пленки складок и уменьшает горизонтальную составляющую силы, воздействующей на криволинейные опоры при наклаывании на них пленки, что предотвращает наклон криволинейных опор по ходу движения агрегата [5].

Вместе с пленкоукладчиками предлагаются и различные способы посева семян, например, предложенный в изобретении UZ 2887 С. В результате применения заявленного способа посева и устройства для его осуществления достигается удовлетворительная раскладка и закрепление пленки на грядке с боковой бороздкой, первоначальное развитие растений и возможность сбора пленки для повторного использования. Устройство для посева семян на грядках под пленкой, отличающееся тем, что высеваящий механизм выполнен в виде соединенного с бункером для семян комбинированного сошника-окучника с крыльями разного размера, стреловидным наральником и фигурным подпружиненным прикатывающим катком для уплотнения стенок бороздки.

Недостатком этого способа является то, что пленка раскладывается на выровненной поверхности, края которой засыпают землей с образованием валиков. Кроме того, это устройство не обеспечивает раскладку и закрепление пленки на грядке, в то время как этот способ посева пропашных культур является достаточно прогрессивным, так как семена, а следовательно, и растения получают более эффективную температуру и лучше развиваются, чем на гладком поле [5].

Существует пленкоукладчи SU 1773337 A1 конструкция которого обеспечивает автоматическое торможения бобины при обрыве пленки для предотвращения ее саморазматывания. Осуществляется это путем смонтированного тормозного колеса установлено на оси бобины в плоскости поворота рычага и поворотного рычага выполненного двуплечим, причем тормозная накладка установлена на его меньшем плече, а большее плечо рычага снабжено грузом в виде ролика, расположенного над пленкой с возможностью контакта с ней.

Пленкоукладчик отличается тем, что, с целью обеспечения сигнализаций обрыва пленки, на одном из плеч рычага смонтированы друг напротив друга источник света и фотоэлемент, а между ними на раме неподвижно установлена шторка с отверстием.

Применение пленкоукладчика, снабжённого таким устройством, позволяет повышать рабочие скорости посевного агрегата и его производительность и в короткое время ликвидировать неисправности [5].

Так же применяется изобретение SU 1777709 A1 представляющее простое и надежное в работе устройство для пробивки отверстий в мульчирующей пленке при ее раскладке над рядками, путем создания в пленкораскладывающем барабане круговой прорези в своей средней части стенки, а прижимающий пленку к барабану валик расположен в нижней части барабана, снабжен ножом с режущими кромками, входящими в указанную прорезь на барабане.

В качестве прототипа принято устройство, образующее отверстия в пленке под предварительно высеянные семена. Этот механизм сложен по устройству и ненадежен в эксплуатации. Его основным недостатком является то, что предварительная пробивка отверстий приводит к значительному ослаблению поперечного сечения пленки, ведущего к частым обрывам. При пробивке же отверстий в пленке шипами пленка часто утягивается вдоль рядков, отверстия смещаются относительно семян и всходы затем погибают.

В результате применения предлагаемого устройства в пленкоукладчике достигается удовлетворительная раскладка пленки на рядках без отрывов с надежной координацией отверстий над высеянными семенами [4, 5].

Помимо возможного внедрения всех рассмотренных пленкоукладчиков с целью механизации процесса уборки мульчирующего материала с полей, предлагается осуществить их модернизацию. Данное усовершенствование должно обеспечить автоматизацию процесса сборки пленочного материала, с обеспечением минимального его повреждения при этом, а также хранение и дальнейшее его использование.

Вывод. При механизации процесса возделывания раннего картофеля с применением пленкоукладчиков, был выявлен ряд положительных сторон, которые могут каким-то образом повлиять на урожайность, скорость созревание и другие качества. Так же некоторые интересные предложения по их модернизации и дальнейшего внедрения.

Библиографический список

1. Гаспарян И.Н., Дыйканова М.Е. Как повысить урожай раннего картофеля /Картофель и овощи, 2018. - № 2. – с. 29-31.
2. Гаспарян И.Н., Левшин А.Г. Теория и практика повышения продуктивности картофеля с использованием декапитации в Нечерноземной зоне РФ: монография. Иркутск: ООО «Мегапринт», 2017. – 236 с.
3. Гаспарян И.Н., Дыйканова М.Е. Бутузов А.Е. Укрывной материал в технологии возделывания картофеля / Картофелеводство: Материалы научно-практической конференции «Современное состояние и перспективы развития селекции и семеноводства картофеля» 09-10 июля 2018 г. Под ред. С.В. Жеворы. – М.: ФГНУ НИИКХ, 2018. с. 311-316.
4. Кленин Н.И., Киселев С.Н., Левшин А.Г. Сельскохозяйственные машины. – М.: КолосС, 2008. – 816 с.
5. Патент SU 1660629 A1; Патент SU 1773338 A1; Патент SU 1808256 A1; Патент UZ 2887 C; Патент SU 1773337 A1; Патент SU 1777709 A1.

Mechanization of the process of cultivation of early potatoes using film layers

Butuzov A. E., senior lecturer. Department of "Exploitation of machine and tractor fleet and high technology in crop production", Institute of mechanics and power named after V. P. Goryachkin, anton.evgenievich.86@yandex.ru.

Levshin A. G., doctor of technical Sciences, Professor of the Department "Operation of machinery and tractor fleet and high technologies in crop production" of the Institute of mechanics and energy named after V. p. Goryachkin, alev200151@rambler.ru.

Keywords: crop protection, film-laying machine, features of the film-laying machine design, mechanization of the process.

Abstract: a modern variant of early potato cultivation is proposed. According to the results of this method, the necessary conclusions are made.

УДК 631.3

СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ВЫПУСКАЕМЫХ ПРОМЫШЛЕННОСТЬЮ НЕСТАНДАРТНЫХ СПИРАЛЬНО-ВИНТОВЫХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ МАШИН ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ ПО ПРОСТРАНСТВЕННЫМ ТРАССАМ

Воронина М.В.

кандидат технических наук,
доцент кафедры НГиГ ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет»,

199106, г. Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21 линия, д.2
Т. +79818184074 E-mail: Voronina_MV@pers.spmi.ru

Меньшенина А.В.

студент 2 курса нефтегазового факультета
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет»,
199106, г. Санкт-Петербург, Васильевский остров, 21 линия, д.2
Т. +79312463987 E-mail: annamenshenina2902@mail.ru

Ключевые слова: спирально-винтовой рабочий орган; сыпучие материалы; гибкие шнеки; конвейер с гибким шнеком; пространственные трассы.

Аннотация: Одной из задач производственных процессов различных сфер промышленности и частных хозяйств является транспортирование сыпучих материалов. Изучение текущего состояния знаний и практики выпускаемых промышленностью нестандартных спирально-винтовых рабочих органов машин для транспортирования сыпучих материалов по пространственным трассам; решение проблемы ресурсосбережения; обоснование конструктивных параметров спирально-винтовых рабочих органов является актуальной задачей [1, 2, 3].

Введение. Разработка простых по конструкции, надежных в эксплуатации, высокоэффективных рабочих органов машин является одной из задач механизации производственных процессов. Одна из задач производственных процессов различных сфер промышленности и частных хозяйств - перемещение, погрузка и доставка различных, в том числе сыпучих материалов.

Винтовой конвейерный транспорт является одним из наиболее распространенных механизмов перемещения сыпучих материалов. С помощью «жестких» шнеков создают горизонтальные, вертикальные, наклонные конвейерные трассы, каждый элемент которых состоит из прямолинейного участка. В итоге трасса становится громоздкой, металлоемкой, а значит имеет высокую стоимость пространственных трасс.

Следовательно, решение проблемы ресурсосбережения при высокопроизводительной погрузке, перемещении, перевозке сыпучих материалов; теоретическое и экспериментальное обоснование конструктивных и режимных параметров спирально-винтовых рабочих органов является актуальной задачей механизации производственных процессов.

Целью исследования является изучение текущего состояния знаний и практики существующих, выпускаемых промышленностью нестандартных спирально-винтовых рабочих органов машин для транспортирования сыпучих материалов по пространственным трассам.

В результате проведённых исследований:

- изучено текущее состояние знаний и практики выпускаемых промышленностью нестандартных спирально-винтовых рабочих органов машин для транспортирования сыпучих материалов по пространственным трассам;

- сделаны выводы об эффективности, выявлены недостатки и преимущества применения спирально-винтовых рабочих органов машин для транспортирования сыпучих материалов по пространственным трассам.

Материалы и методы исследования

В ходе исследования были использованы следующие методы: теоретические (анализ, синтез, конкретизация, обобщение); диагностические (интервьюирование); эмпирические (изучение нормативной документации); экспериментальный (формирование заметок, контроль).

Результаты и их обсуждения

Гибкие шнеки не имеют недостатков, характерных для «жёстких» шнеков: громоздкость, металлоёмкость, высокая стоимость пространственных трасс. Организация сложных плоских или пространственных трасс при транспортировке сыпучих и высоковязких материалов достигается применением в качестве рабочего органа вращающейся цилиндрической винтовой спирали, помещенной в гибкий кожух. Этот вариант винтовых конвейеров называется спирально-винтовым. Такие конвейеры могут использоваться для транспортировки порошкообразного, мелкозернистого, гранулированного сыпучего продукта.

Некоторые результаты проведённого в данном исследовании систематического обзора выпускаемых промышленностью нестандартных спирально-винтовых рабочих органов машин для транспортирования сыпучих материалов по пространственным трассам приведены в таблице 1.

Таблица 1. Систематический обзор выпускаемых промышленностью нестандартных спирально-винтовых рабочих органов машин для транспортирования сыпучих материалов по пространственным трассам

№ п/п	Наименование системы / Производитель	Производительность до	Максимальная длина трассы (с	Область применения (предназначение)	Особенности / Преимущества
1	2	3	4	5	6
1	Шнек гибкий спиральный / «ХлебСпецМаш», г. Кемерово, Россия	1000 кг/ч	15	Транспортирование сыпучих продуктов в горизонтальном и вертикальном направлении по криволинейной трассе	<ul style="list-style-type: none"> - возможность прокладывать трассу любой конфигурации благодаря использованию гибкой полимерной трубы и гибкой безосевой спирали; - возможность подавать продукт по наклонам и изгибам, включая вертикальные участки; - отсутствие застойных зон при транспортировке; - отсутствие пыли при работе транспортера; - низкое энергопотребление; - бережная транспортировка продукта; - простой монтаж, долгий срок и безопасность эксплуатации
1	2	3	4	5	6
2	Гибкие шнековые транспортеры Flex-Auger / «ROXELL», Бельгия	10400 кг/ч	60 (120)	Загрузка и безопасная транспортировка различных видов кормов (зерно, гранулы, комбикорм, смеси, сыпучие материалы); напольное оборудование для выращивания бройлеров (комбикормовые заводы; мини-кормоцеха; мукомольные заводы; другие производства, использующие транспортировку сыпучих продуктов)	<ul style="list-style-type: none"> - широкий выбор мощностей и характеристик; - широкий диапазон производительности от 500 до 10400 кг/час; - различные варианты диаметров трубопроводов от 45 до 125 мм, что идеально подходит для быстрой транспортировки больших объемов; - уникальная циркуляционная система распределения; - 10-летняя дегрессивная гарантия; - трубы и колена Novicor обеспечивают работу на 2ч/день, а Densicor - 4ч/ день, устойчивы к износу и воздействию температуры и ультрафиолета

3	Спиральный загрузчик SSC / «Shini», Китай	1900 кг/ч	7	Транспортировка гранулированного и порошкового сырья, помолов, полимеров дробленной фракции, первичных материалов, порошков и их смесей; загрузка дробленной пластмассы или агломерата в бункер гранулятора (пластмассовая промышленность, пищевая, химическая, аптечная и др.)	<ul style="list-style-type: none"> - отсутствие эффекта расслоения материала во время транспортировки на большие расстояния; - замкнутое пространство во время транспортировки предотвращает загрязнение; - гибкий трубопровод шнекового загрузчика из полимерного сырья максимально удобен для установки верхнего сырьевого бункера на любом месте загрузки; - легкость монтажа и технического обслуживания; - все части загрузчика, соприкасающиеся с материалом, изготовлены из нержавеющей стали
4	Спиральный конвейер SP / «Московские Дозирующие системы», Россия	5 м ³ /ч	12 (150)	Транспортировка сыпучих и гранулированных веществ по трассам со сложной траекторией. (перемещение зерна, муки, винограда и другой продукции)	<ul style="list-style-type: none"> - разработка и производство гибких спиральных конвейеров, соответствующих требованиям конкретного предприятия; - возможность проведения шеф-монтажных и пусконаладочных работ; - на все разработанное и произведенное оборудование распространяется гарантия; - трубопровод транспортера можно установить в таком положении, что передаваемый по нему продукт сможет во время транспортировки поворачивать на угол до 360°
5	Гибкий транспортирующий агрегат ТА из нержавеющей стали / «Спираль ВКБ», Россия	20 м ³ /ч	30	Транспортировка сыпучих и гранулированных веществ	
1	2	3	4	5	6
6	Гибкий транспортер СТ / «Европейские транспортные системы», Россия, «Wildf	300 м ³ /ч	30	Транспортировка зерна, отрубей, жмыха, заканчивая такими тяжелыми материалами как уголь, цемент, буровые шламы, ми-	<ul style="list-style-type: none"> - отсутствуют застойные зоны при работе конвейера, так как у бесстержневого транспортера не имеется промежуточных узлов и подшипников; - отсутствие шума и пыли при работе;

	ellner GbmH» Австрия			нералы, а так же полимеры, опилки, щепа	<ul style="list-style-type: none"> - значительная экономия электроэнергии и обслуживании при работе; - возможность загрузить несколько стационарных емкостей; - транспортер открыт для внедрения оборудования, которое предназначено для расфасовки сыпучих грузов; - бережная транспортировка груза; - устройство просто и надежно в работе; - при монтаже не требуются квалифицированные специалисты; - долгий срок службы и безопасность при эксплуатации
7	Спиральный транспортёр с гибкой спиралью / «Растворители и конвейеры», г. Барнаул Россия	20 м ³ /ч	10	Транспортировка сыпучих материалов с насыпным весом до 1000 кг/м ³	<ul style="list-style-type: none"> - корпус из устойчивого к абразиву полимера; - плотное заполнение корпуса сырьем; - отсутствие образования пробок; - низкое энергопотребление; - герметичность
8	Транспортер спиральный / «Русская трапеза», Россия	5000 кг/ч	40	Успешно работает в пищевой, химической и фармацевтической промышленности, в производстве пластмасс	<ul style="list-style-type: none"> - мотор-редуктор «BONFIGLIOLI»; - способны работать в любом пространственном положении; - в трассах используется спираль прямоугольного сечения, т.к. именно она обладает наибольшей гибкостью и производительностью; - трубы для спиральных транспортеров изготавливаются: из пищевой ПВХ; из безыскровой пищевой нержавеющей стали; из углеродистой стали; - просты при обслуживании и монтаже; - не производят шума и пыли; гигиеничны, благодаря внутренней самоочистки; не образуют конденсат; - минимальные энергозатраты; - гибкие шнеки могут подавать продукт из одного бункера по трем и более направлениям одновременно

9	«Зиппиф-лекс-ВК-ГШ-130» / «Техприбор» г. Щекино, Россия	3,5 м ³ /ч	5	Транспортирование сыпучих, порошкообразных, мелкозернистых, гранулированных материалов	<ul style="list-style-type: none"> - гибкий рукав, изготовлен из ПВХ, он устойчив к абразивному износу, ультрафиолетовому излучению, воздействию химических реактивов и продуктов нефтехимии; - использована оригинальная схема вынесенных подшипниковых опор; - спираль гибкого шнека изготовлена из качественной рессорно-пружинной стали– 60С2А; - мотор – редуктор серии ХС отличается высокой надежностью, компактными размерами, малым весом. Техническое обслуживание мотор-редуктора ограничивается заменой масла после 3000 часов эксплуатации
1	2	3	4	5	6
10	Спиральный конвейер гибкий СТ / «Проект плюс», г. Краснодар, Россия	60 м ³ /ч	30 (120)	Транспортировка пылевидных, сыпучих, мелкокусковых грузов в вертикальном, горизонтальном и наклонном направлении. Также широко применяется в машиностроительном производстве для перемещения сливной стружки	<ul style="list-style-type: none"> - простота технического обслуживания; - малые габариты устройства; - возможность промежуточной разгрузки материала; - привод спирального конвейера в обязательном порядке комплектуется частотным преобразователем для предохранения спирали от поломок
11	Система транспортера с гибкой спиралью в сборе / «Техносфера 2000», г. Москва, Россия	5000 кг/ч		Транспортировка на различное расстояние и высоту разнообразных сыпучих продуктов: муки, ингредиентов, соли, сахара, гранулированных веществ	<ul style="list-style-type: none"> - позволяет создавать склады бесстарного хранения муки и автоматизировать процессы дозирования сырья; - системы спирального транспорта монтируются на основе гибких элементов бельгийской фирмы "SPIROMATIC"; - трубопровод спиральных транспортеров в пластиковом исполнении собирается всего из двух стандартных элементов: первый — это изогнутый элемент с радиусом изгиба 1500 мм, то есть с углом поворота 42 градусов, и второй - прямой. Соединяются они в раструб, что дает возможность поворота линии под любым углом от вертикали.

12	Транспортер с гибким безосевым шнеком / «Еврошнек», г. Барнаул, Россия	20 м ³ /ч	30 (120)	Транспортировка различных сыпучих материалов с высокой производительностью и на большие расстояния	- для возможности регулирования скорости подачи материала, защиты от перегрузок, плавного пуска двигателя и экономии электроэнергии используются частотные преобразователи фирм Delta и EuraDrives.
----	--	----------------------	----------	--	---

Таким образом, гибкий шнек позволяет создавать сложные пространственные трассы транспортирования сыпучих материалов, по которым перемещаемый материал движется по наиболее короткому пути, без перегрузок. К основным достоинствам гибких шнеков можно отнести: низкое энергопотребление, герметичность, возможность подачи материала по наклонам и поворотным трассам. Гибкий корпус повышает «технологическую мобильность» конвейера, делая его рациональным решением задачи перемещения сыпучих материалов. При работе транспортёра, расстояние между внутренними стенками рукава и подающей спиралью заполняется самим транспортируемым материалом, который в свою очередь и защищает стенки гибкого корпуса.

Заключение

В результате проведённых исследований:

- изучено текущее состояние знаний и практики выпускаемых промышленностью нестандартных спирально-винтовых рабочих органов машин для транспортирования сыпучих материалов по пространственным трассам;
- сделаны выводы об эффективности, выявлены преимущества применения спирально-винтовых рабочих органов машин для транспортирования сыпучих материалов по пространственным трассам.

Результаты исследований могут быть использованы при решении проблемы ресурсосбережения при высокопроизводительной погрузке, перемещении, перевозке сыпучих материалов; теоретическом и экспериментальном обосновании конструктивных и режимных параметров нестандартных спирально-

винтовых рабочих органов машин для транспортирования сыпучих материалов по пространственным трассам.

Библиографический список

1. Артемьев В.Г. Теория пружинных транспортеров сельскохозяйственного назначения: Учебное пособие. – Ульяновск, УГСХА, 1997. – 245 с.
2. Воронина М.В. Средства механизации погрузки-разгрузки, хранения, обработки, перевозки зерна и семян на базе вращающихся пружин: Монография. – Ульяновск: Издательский центр «ПРЕССА», 2007. – 496 с.
3. Губейдуллин Х.Х. Конструирование, изготовление и использование пружин различного назначения: Монография / Х.Х.Губейдуллин, В.Г. Артемьев, М.В. Воронина, И.И.Шигапов. – Димитровград. – 2012. – С.233.

Systematic review of the non-standard spiral-screw working bodies produced by the industry for transporting bulk materials along spatial routes

Voronina M. V.

Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of the Department of DGG " Saint-Petersburg Mining University"

199106, Russia, Saint-Petersburg, Vasilievsky Island, 21 line, 2
Т. +79818184074 E-mail: Voronina_MV@pers.spmi.ru

Menshenina A. V.

2nd year student of oil and gas faculty
" Saint-Petersburg Mining University"
199106, Russia, Saint- Petersburg, Vasilievsky Island, 21 line, 2
Т. +79312463987 E-mail: annamenshenina2902@mail.ru

Key words: spiral-helical working bodies; loose materials; flexible augers; conveyor with a flexible auger; spatial traces.

Abstract. One of the tasks of production processes in different spheres of industry and private farms is the transportation of bulk materials. Study of the current state

of knowledge and practice of non-standard spiral-screw working bodies of machines for transporting bulk materials along spatial routes; solution of the problem of resource saving; the justification of the design parameters of spiral-helical working bodies is an urgent task.

УДК 631.25.02

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ВЫПОЛНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОПРЫСКИВАНИЯ ПУТЕМ ЦИФРОВИЗАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ РАБОТЫ

Галлямов Ф.Н.,

к.т.н., ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ. Тел. 89279579219. E - mail: galfail@mail.ru

Сафиуллин Ш.И.

студент АИМ 302

ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ. Тел. 89869724383. E - mail: safuulinshamil@gmail.com

Гиниятулин И.С.

студент АИМ 301

ФГБОУ ВО Башкирский ГАУ. Тел. 89603978202. E - mail: gin.ill@mail.ru

Ключевые слова: дисплей универсальный, пульт управления, GPS – навигатор, датчик давления, расходомер, преобразователь напряжения, микроконтроллер АРДУИНО.

Аннотация: В данной статье рассмотрены возможности Повышение качества выполнения технологического процесса опрыскивания путем цифровизации результатов работы. Для переходного периода на основе анализа имеющихся аналогов разработан универсальный блок индикации . Оборудование выполнено в виде двух узлов, один из которых представляет датчики давления и расходомер. Второй узел состоит из блока индикации результатов работы с встроенным GPS – навигатором. За основу взят процессор АРДУИНО – мини. Для индикации параметров расхода и давления применен OLED-индикатор Winstar WEN001602ALPP5N00001 со стандартным параллельным интерфейсом 68/8080.

Проведены лабораторно-стендовые испытания. Доказана работоспособность системы и необходимая точность.

Введение. Правительство многих стран, в том числе и Российской Федерации и Республики Башкортостан взяли курс на внедрение цифровых технологий в сельском хозяйстве. Это позволит автоматизировать наиболее трудоемкие сельскохозяйственные процессы, принимать меры для предотвращения потерь при нарушениях технологического процесса, снижающих общую эффективность производства [1,2, 3, 4, 5, 6].

Рассмотрим цифровизацию на примере работ по химической защите растений. Актуальность вызвана тем, что вследствие болезней и вредителей теряется до 20 % урожая.

Средства автоматизации работ по химзащите достаточно известны широко применяются передовыми хозяйствами. Но внедрение этих технологий требуют достаточно большого вложений финансовых средств, хотя они и окупаются в среднем за один сезон.

Перед нами поставлена задача:

1. Разработать и изготовить системы цифровизации работы машин для химзащиты для хозяйств с средним достатком по их индивидуальным заявкам и адекватной стоимости.

2. Подготовить квалифицированные кадры из числа обучающихся в нашем Вузе, готовые работать не только как грамотные пользователи, но и как программисты, разработчики и монтажники подобных систем.

Материалы и методы исследования.

Как показал анализ имеющихся на рынке опрыскивателей, в настоящее время не до конца используются возможности автоматизации рабочих органов через компактные цифровые управляющие системы, начиная с уровня отдельных частей рабочих органов до машины в целом.

Для любой сельскохозяйственной машины главное – это технологический процесс, который всегда должен отвечать условия оптимума. Для анализа технологического процесса систему представили в виде блок- схемы

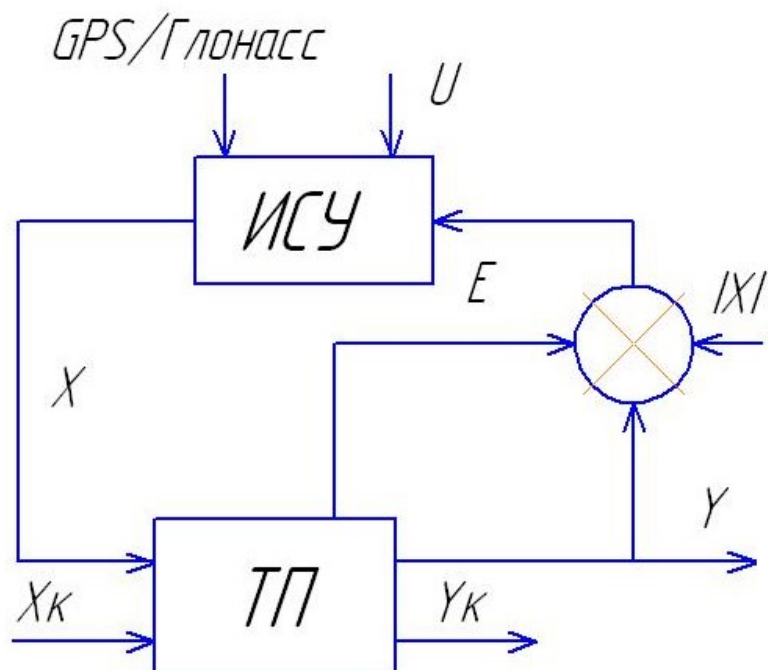


Рисунок 1 Блок – схема управления технологическим процессом.

ТП- технологический процесс, ИСУ – интеллектуальная система управления, X , X_k , Y Y_k - векторы входных и выходных управляемых и неуправляемых координат, E - сигналы, U - законы и параметры управления

Интеллектуальная система управления (ИСУ) включает аппаратную и программную платформа для управления техническими системами.

ИСУ позволяет:

- исключить человеческий фактор при высокой информационной нагрузке операторов;

- улучшить условия труда персонала - большинство работ в с/х происходит в условиях пониженной видимости (вечернее- ночное время, повышенная запыленность, влияние химикатов и т.д.

- снизить экологический вред окружающей среде- исключаются передозировки, снос ветром на соседние участки и т.д.

Преимущества нашей разработки:

-электронный блок управления универсальный – подходит для всех операций (внесения консервантов, опрыскивание и т.д);

-с встроенным GPS/ Глонасс контроллером;

-с индикацией и занесением в энергонезависимую память ПК параметров работы системы- текущее значение скорости движения в км/ч, внесенное количество удобрения в кг, л, общую обработанную площадь в [га], скорость и т.д.

Необходимость системы GPS позиционирования выражается в том, что оператору необходимо контролировать точные нормы внесения, остаток в баке, проверить не было ли необработанных площадей, оперативно реагировать на внештатные ситуации. Руководству система помогает устранить простои по вине нехватки средств доставки воды, из-за неисправности техники, осуществлять мониторинг работы техники в режиме реального времени, получать отчет о работе техники за любой период времени, контроль мест внесения и т.д.

Результаты и их обсуждение,

Для работы применили двухсистемный модуль спутниковой навигации Тройка - GPS/GLONASS. Система определяет своё положение по сигналам трех орбитальных группировок - GPS и GLONASS и GALILEO. Внешняя активная антенна поддерживает рабочие частоты: GPS L1, отслеживает до 33 спутников. Одновременное использование модулем трех навигационных систем снижает погрешность позиционирования до 1.5-3 метров(с применением поправок DGPS 2.5 м SBAS). Напряжение питания: 3.3–5 В, которое получали от бортовой электрической системы комбайна через DC/DC преобразователь. При этом данная техника ровно той степени точности, которая нужна для этой операции данной задачи, недорогой и достаточно надежной.

На рисунке 2 представлена электрическая схема соединений блока индикации и управления.

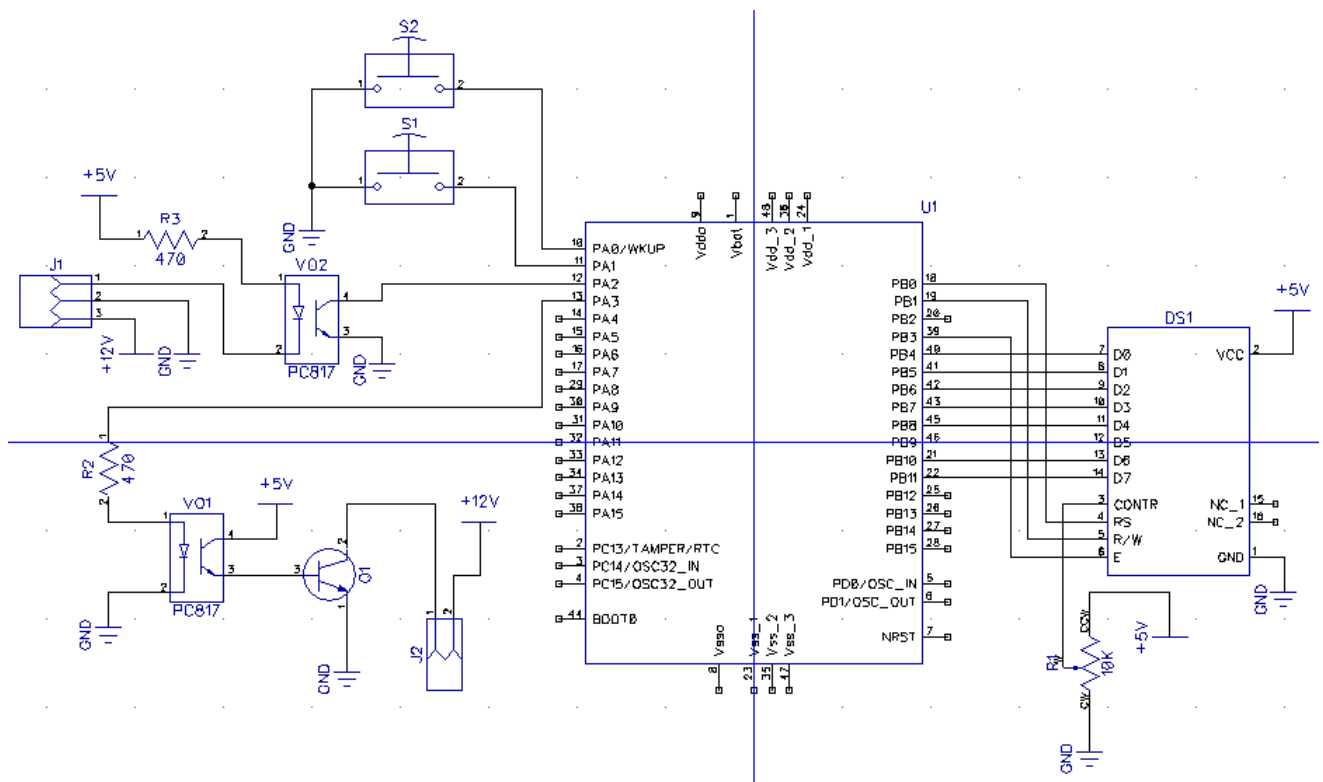


Рисунок 2 – Электрическая схема универсального блока управления
Условные обозначения, марка и тип оборудования

U1 – микроконтроллер STM32F100C6T, DS1 – LCD1602 дисплей марки TUXGR 16X2R2, R1 – резистор 10КОм, R2, R3 – резисторы 470 Ом, Q1 – транзистор KT815, VO1, VO2 – оптопара транзисторная PC817, S1,S2 – кнопки без фиксации, J1 – разъем штыревой трехпиновый, J2 – разъем штыревой двухпиновый.

Использован программируемый контроллер ARDUINO Pro Mini на базе ATmega168 (ATmega328), с 16КБ FLASH память, EEPROM память, 0.5К, с 14 –тью цифровыми входами / выходами,

Для определения минутного и суммарного расхода воды использован датчик расхода воды типа YF-S201. Датчик состоит из пластикового корпуса с клапаном, водяного ротора и датчика Холла на входе. При прохождении рабочей жидкости через ротор он начинает вращаться. Скорость его вращения изменяется в зависимости от потока воды. Датчик Холла выдает соответствующий импульсный сигнал. Рабочее напряжение датчика 5В-24В, давление рабочей жидкости до 1.75Мра, измеряемый поток воды: от 0,3 до 6 л /мин, имеет 3 вывода Красный – «плюс» питания, желтый- выходной сигнал, черный - GND (минус питания).

Для индикации параметров расхода и давления применен OLED-индикатор Winstar 1 со стандартным параллельным интерфейсом 68/8080, способным работать как в восьми-, так и в четырехбитном режиме. Количество символов - 16, количество строк- 2, напряжение питания, В- 5 . Расположение выводов разъема позволяют заменять жидкокристаллические индикаторы без изменения конструкции готового изделия. Как показали испытания в ночное время, дисплей отличается высокой контрастностью, при этом не требуется регулировки, подсветкой , с углом обзора практически 180 градусов.

Для реализации формализованного алгоритма разработана программа для управления работой исполнительных устройств для внесения консервантов на базе аппаратной платформы АРДУИНО (с использованием MS VISUAL C. В нашем случае непрерывные реализации аналоговых сигналов необходимо преобразовать в дискретный вид без потери информативности и создания ее избыточности. Шаг дискретизации выбрали в интервале 0,05-0,1 с. Для опрыскивателя, в процессе работы которого осуществляется распределение рабочей жидкости по поверхности, дискретизацию увязать с перемещением машинно-тракторного агрегата. Учитывая, что $\Delta l = V_a \cdot \Delta t$ при средней скорости движения агрегата в 10-15 км/ч, получаем интервал Δl равным 0, 2-0,4 м.

На базе студенческого конструкторского бюро и опытно конструкторского участка инжинирингового центра БГАУ продолжается разработка выше-приведенных систем с дальнейшим прицелом на автоматизацию управления работы машин. Электронный блок управления применим и при дифференцированном внесении удобрений [7, 8].

Выводы

Цифровизация сельского хозяйства – сама по себе не цель, а насущная необходимость для решения проблем отрасли, повышение ее конкурентоспособности. Начинать цифровизацию необходимо с кадров. Необходимо готовить своих специалистов в области программирования, сборки монтажа, постепенно

отказываясь от применения импортных средств точного земледелия и программного обеспечения. В данной работе отражены результаты работы по созданию информационного помощника оператора.

Библиографический список

1. Навигационные технологии в сельском хозяйстве. Координатное земледелие / В.И. Балабанов, С.В. Железова, Е.В. Березовский, А.И. Беленков, В.В. Егоров. – М.: Изд-во РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2013. –148 с.

2. Цифровизация сельского хозяйства.
http://polit.ru/article/2018/02/21/sk_digital_farming/

3. Основные элементы системы точного земледелия Е. В. Труфляк. – Краснодар : КубГАУ, 2016 – 39 с.

Рунов Б. А. Основы технологии точного земледелия. Зарубежный и отечественный опыт.–2-е изд., исправ. и дополн. / Б.А.Рунов, Н.В.Пильникова. – СПб. : АФИ, 2012 – 120 с.

4. Черноиванов В. И. Мировые тенденции машинно-технологического обеспечения интеллектуального сельского хозяйства / В. И. Черноиванов, А. А. Ежевский, В. Ф. Федоренко. – М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2012 – 284 с.

5. Щеголихина Т. А. Современные технологии и оборудование для систем точного земледелия : науч.-аналит. обзор / Т. А. Щеголихина, В. Я. Гольдяпин. – М. : ФГБНУ «Росин-формагротех», 2014 – 80 с.

6. Трубилин Е. И. Компьютерные технологии в агроинженерной науке и производстве: учеб. пособие / Е. И. Трубилин, Е. В. Труфляк. – Краснодар : КубГАУ, – 2010 – 224 с.

7. Разработка оборудования для дифференцированного внесения жидких комплексных удобрений Галлямов Ф.Н., Мухутдинов Р.Р., В сборнике: Современное состояние, традиции и инновационные технологии в развитии АПК материалы Международной научно-практической конференции в рамках XXVII

Международной специализированной выставки «Агрокомплекс-2017». Башкирский государственный аграрный университет. 2017. С. 174-177.

08 Разработка аппаратно- программного комплекса для дифференцированного внесения удобрений. Хасанов Э.Р., Галиуллин Р.Р., Галлямов Ф.Н. В сборнике: Современное состояние, традиции и инновационные технологии в развитии АПК Материалы международной научно-практической конференции в рамках XXVIII Международной специализированной выставки "Агрокомплекс-2018". Башкирский государственный аграрный университет. 2018. С. 204-211.

Improving the quality of the spraying process by digitizing the results of work

Gallyamov F.N., Safiullin Sh.I., Giniyatulin I.S.

Key words: universal display, control panel, GPS navigator, pressure sensor, flowmeter, voltage converter, microcontroller ARDUINO

Abstract: In this article possibilities are considered Improving the quality of the spraying process by digitizing the results of the work. For the transition period, based on the analysis of existing analogues, a universal indicator unit has been developed. The equipment is made in the form of two units, one of which represents pressure sensors and a flowmeter. The second node consists of a block of indication of the results of work with the built-in GPS-navigator. Based on the processor ARDUINO - mini. To display the flow and pressure parameters, the Winstar WEH001602ALPP5N00001 OLED indicator is used with a standard parallel interface 68/8080. Laboratory bench tests were carried out. The operability of the system and the necessary accuracy are proved.

УДК 631

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МОЙКИ ЗЕРНА В ЗЕРНОМОЕЧНЫХ МАШИНАХ СО СПИРАЛЬНО-ВИНТОВЫМИ УСТРОЙСТВАМИ ОТ ТЕМПЕРА- ТУРЫ И ЖЕСТКОСТИ ВОДЫ

Гафин М.М.,

к.т.н., доцент Технологического института – филиал

Шигапов И.И.,

д.т.н., доцент Технологического института – филиала ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А.Столыпина»

Аннотация. В условиях возрастающего потребления энергии и воды, с одной стороны, и дефицита энергетических и природных ресурсов, с другой, все более остро ставится вопрос рационального использования энергии во всех процессах. Необходимость мойки зерна давно носит дискуссионный характер. Мойка зерна способствует улучшению качества поверхности зерна, следовательно, и муки. Основным направлением развития отрасли является переработка зерна с увеличением качества готовой продукции и расширения ее ассортимента при минимальных затратах энергии. Эта проблема является характерной для мукомольного производства и решается путем дальнейшего совершенствования технологий за счет коренных методов подготовки зерна к помолу.

Ключевые слова: спирально-винтовое, зольность зерна, жесткость воды, мойка, размол, зерно.

Исследования проводили в производственных условиях малогабаритной мельницы промыванием образца зерна водой с жесткостью 2, 4, 6, 8 и 10 мг·экв/л и температурой 10, 20, 30, 40 и 50 °С с добавлением 0,1, 0,2, 0,3, 0,4 и 0,5 % калийного мыла. Сосуд емкостью 2 л заполняли зерном массой 100 г, заполняли водой - 0,2 л соответствующего состава и устанавливали на лабораторном расसेве ($n=120$ об/мин) и мыли на протяжении (1...2) мин. Воду пропускали через фильтровальную ткань, а осадок высушивали в сушильном шкафу и взвешивали. Разница в массах фильтра и осадка составляли степень очистки зерна. Зольность зерна определяли по стандартной методике (ГОСТ 13586.2 -81). Изменение жесткости воды проводили добавлением соли до заданной концентрации (жесткости).

В связи со сложностями определения поверхностного натяжения и относительным характером этого показателя, эффективность мойки определяли прямым способом - по снижению зольности (табл. 1 и рис. 1).

В таблице 1 и на рисунке 1 приведены зависимости снижения зольности зерна от температуры воды, ее жесткости и содержания поверхностно активных веществ. Приведенные данные свидетельствуют об общем характере влияния перечисленных факторов на процесс мойки зерна, обусловленных снижением поверхностного натяжения воды в результате повышения температуры, снижения концентрации минеральных веществ и содержания поверхностно-активных веществ [1, 2, 3]. Следовательно, независимо от способа изменения поверхностного натяжения моющей среды проявляется общая закономерность повышения эффективности очистки поверхности зерновок в результате снижения поверхностного натяжения (или вязкости). Так, наибольшего и почти одинакового снижения зольности (0,08 %) удалось достигнуть повышением температуры воды до 50°C, снижением ее жесткости до нуля (дистиллированная вода) и добавлением поверхностно-активных веществ до 0,5 %, что определяет различные пути повышения качества моечной воды с целью повышения эффективности мойки зерна. Проведенные исследования позволяют выбрать приемлемый в производственных условиях способ повышения качества моющей среды.

Таблица 1 – Зависимость снижения зольности зерна от температуры, жесткости воды и содержания поверхностно-активных веществ

№ п/п	$\Delta Z = f(t)$ Ж=6мг.экв/л, $C_{ПАВ}=0$		$\Delta Z = f(J)$ $t = 20^\circ\text{C}$, $C_{ПАВ} = 0$		$\Delta Z = f(C_{ПАВ})$ $t=20^\circ\text{C}$, Ж = 6мг.экв/л	
	t, °C	ΔZ , %	Ж,мг.экв/л	ΔZ , %	$C_{ПАВ}$, %	ΔZ , %
1	10	0,02	0	0,08	0,1	0,05
2	20	0,04	2	0,07	0,2	0,06
3	30	0,06	4	0,05	0,3	0,07
4	40	0,07	6	0,03	0,4	0,075
5	50	0,08	8	0,02	0,5	0,08

Поверхностное натяжение или вязкость моющей воды должна влиять опосредованно и на степень отрыва загрязнений от поверхности зерновок, поскольку снижение вязкости должно привести к увеличению числа Рейнольдса

$Re = \frac{vd\rho}{\mu} = \frac{vd}{g}$, так как коэффициенты трения и сопротивления пропорциональны числам Re .

Значительное влияние вязкости на величину Re в практике мойки зерна, ранее, не принимали во внимание.

а) $Ж=6$ мг·экв/л, $C_{ПАВ}=0$ б) $t=20^{\circ}C$, $C_{ПАВ}=0$ в) $t=20^{\circ}C$, $Ж=6$ мг·экв/л

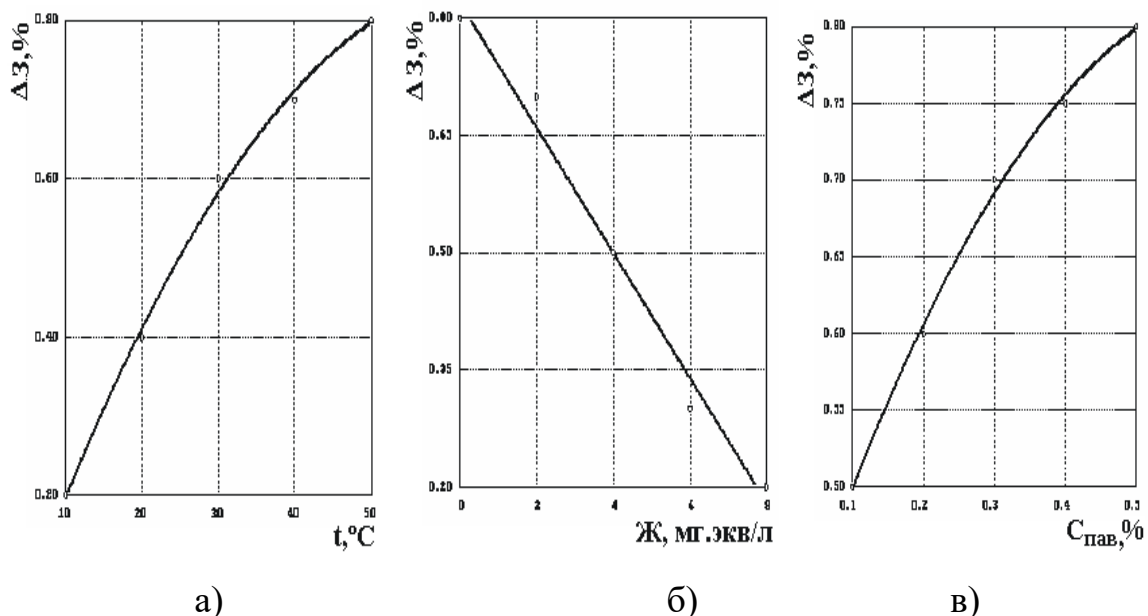


Рисунок 1 – Зависимости изменения зольности зерна от:

а) температуры воды, б) жесткости и в) содержания поверхностно-активных веществ

Число Рейнольдса $Re = \frac{vd}{g}$ при перемещении воды в межзерновом про-

странстве шаг спирали можно вычислить определив скорость перемещения жид-

кости в межзерновом пространстве $v = \frac{q}{F}$, где q -расход воды, м³/с; F - площадь

поперечного сечения, определяемая по формуле $F = \frac{\pi D^2}{4} \varepsilon$, где $\varepsilon = 0,5$ -скважи-

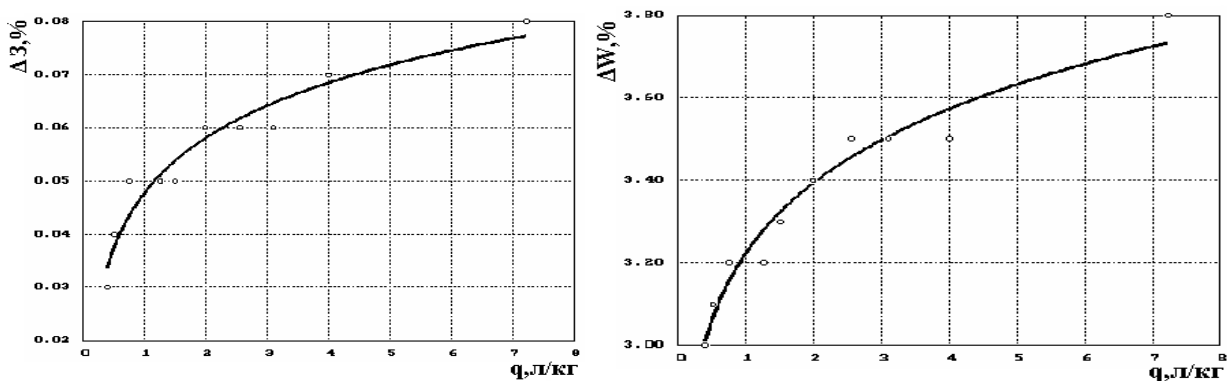
стость зерна; D -наружный диаметр спирального устройства, м. Следует учесть еще зазор между кожухом и спиралью, $2\delta = 10$ мм и принять $D+2\delta$.

Зависимость снижения зольности и повышения влажности от удельного расхода воды приведены в таблице 2 и на рисунке 2. Приведенные данные свидетельствуют о незначительном влиянии увеличения расходов воды на зольность и приращение влажности при превышении расхода воды более 2,0 м³/т.

Таблица 2 – Зависимость изменения зольности и влажности зерна от удельного расхода воды

Удельный расход воды, л/кг	Зольность зерна, %			Влажность зерна, %		
	исходная	после мойки	снижение	исходная	после мойки	прирост
0,39	1,98	1,95	0,03	12,2	15,2	3,0
0,51	1,98	1,94	0,04	12,2	15,3	3,1
0,75	1,98	1,93	0,05	12,2	15,4	3,2
1,25	1,98	1,93	0,05	12,2	15,4	3,2
1,5	1,98	1,93	0,05	12,2	15,5	3,3
2,0	1,98	1,92	0,06	12,2	15,6	3,4
2,56	1,98	1,92	0,06	12,2	15,7	3,5
3,1	1,98	1,92	0,06	12,2	15,7	3,5
4,0	1,98	1,90	0,07	12,2	15,7	3,5
7,23	1,98	1,90	0,08	12,2	16,0	3,8

Вычислим число Re при следующих условиях. Расход воды (при ее удельном расходе 1л/кг) составит $q_s = 0,36$ л/кг (1,3 т/час) вязкость воды при $t=20^\circ\text{C}$ - $\rho = 1,0 \cdot 10^{-6}$ м²/с.



а)

б)

Рисунок 2 – Зависимости снижения зольности а) и приращения влажности б) от удельного расхода воды.

Диаметр кожуха спирального устройства $DK=140+2\delta=140+10=150$ мм=0,15 м. Пористость зерна $\varepsilon = 0,5$. Площадь поперечного сечения моечной ванны

$$F = \frac{\pi(D_{\kappa} + 2\delta)^2}{4} \varepsilon = \frac{3,14 \cdot 0,16^2}{4} \cdot 0,5 = \frac{3,14 \cdot 0,0256}{4} \cdot 0,5 = 0,001 \text{ м}^2$$

Скорость перемещения жидкости при $q_{\text{в}} = 0,36 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$ при $t = 20^\circ\text{C}$

$$v = \frac{q_{\text{в}}}{F} = \frac{0,27 \cdot 10^{-3}}{0,001} = \frac{0,27 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 10^{-3}} = 0,27 \text{ м/с.}$$

$$\text{Re} = \frac{vD_{\kappa}}{\varrho} = \frac{0,27 \cdot 0,16}{1,0 \cdot 10^{-6}} = \frac{0,0432}{1,0 \cdot 10^{-6}} = 43200$$

Таким образом $\text{Re} = 43200 > \text{Re}_{\text{кр}} = 2320$, т.е. режим течения в моечной ванне является турбулентным. Ламинарный режим для критического значения расхода воды $q_{\text{кр}}$ можно вычислить из следующих соотношений:

$$\text{Re}_{\text{кр}} = 2320 = \frac{vD_{\kappa}}{\varrho} = \frac{q_{\text{кр}}}{F\varrho} \quad 2320F\varrho = q_{\text{кр}}D_{\kappa}$$

или

$$q_{\text{кр}} = \frac{2320F\varrho}{D_{\kappa}} = \frac{2320 \cdot 1,0 \cdot 10^{-6}}{160} \cong 0,145 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с.}$$

Таким образом, практически при всех принятых соотношениях расходов зерна и моечной воды наблюдается турбулентный режим. Значение числа Re при постоянных геометрических размерах машины и температуре зависит только от расхода моющей воды. В таблице 3.3 приведены зависимости $\text{Re} = f(q)$ рассчитанные по формуле $\text{Re} = \frac{q(D + 2\delta)}{F\varrho} = \frac{q(0,15 + 0,01)}{0,010 \cdot 1,0 \cdot 10^{-6}}$, а также величины $\text{Re}_{0,2}$ и коэффициентов трения $C_{\text{тр}}$ и давления $C_{\text{дав}}$ и необходимые для расчета сил трения и давления.

Библиографический список

1. Артемьев В.Г., Воронина М.В., Гафин М.М. Транспортирование полужидких материалов по желобам / В.Г. Артемьев, М.В. Воронина, М.М. Гафин. – Ульяновск, УГСХА, 2008. – 37 с.
2. Гафин М.М. Зерномоечные машины / М.М. Гафин. – Ульяновск, УГСХА, 2009. – 44 с.
3. Гончарук А.А. Зависимость состава примесей моечной воды от режимов мойки зерна // ОДАХТ / Наук. праці. Вип. 21. – Одесса, 2001.
4. Гинзбург А.С., Громов М.А., Красовская Г.И. Теплофизические характеристики пищевых продуктов / Справочник. – М.: Агропромиздат, 1990.

Efficiency of washing grain in grain wash machines with spiral screw devices from temperature and water hardness

Gafin M. M., Shigapov I. I.,

Keywords: spiral-screw device, water hardness, washing, milling, grain.

Abstract. With the increasing consumption of energy and water, on the one hand, and the shortage of energy and natural resources, on the other, the question of the rational use of energy in all processes is becoming ever more acute. The need to wash grain has long been debatable. Washing the grain helps to improve the quality of the surface of the grain, and hence the flour. The main direction of development of the industry is the processing of grain with an increase in the quality of finished products and the expansion of its range with minimal energy consumption. This problem is common for the milling industry and shall be solved by further improving the technology through basic methods of preparing the grain for grinding.

ОСНОВЫ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОИЗВОДСТВА МАСЛА

Губейдуллин Х.Х.,
доктор технических наук, профессор

Поросятников А.В.,
кандидат технических наук

Губейдуллина З.М.,
кандидат биологических наук, доцент

Технологический институт – филиал Ульяновского ГАУ
им. П.А. Столыпина. 8962-631-82-36; gubzm@mail.ru

Ключевые слова: маслообразование, маслоизготовитель, триглицериды, жировые шарики .

Аннотация. Сливочное масло, вырабатываемое исключительно из коровьего молока, является ценным пищевым продуктом, состоящим из крайне необходимых для человека биологически активных веществ, включая фосфолипиды, эссенциальные жирные кислоты, витамин А, β -каротин и другие незаменимые для человека вещества. Однако, стоимость произведенной продукции остается достаточно высокой в силу значительных энергетических затрат на его производство. Поэтому поиск новых энергосберегающих машин и технологий на производство данного вида продукта представляет собой актуальную научную задачу

Производство масла способами сбивания и преобразования высокожирных сливок сводится к изменению агрегатного состояния шариков жира сливок с последующим освобождением и концентрированием жировой фазы при одновременном образовании структуры масла. [1, 2, 3, 4, 5]. Основными требованиями

при производстве масла методом сбивания является физическое созревание сливок в результате которого происходит отвердевание жировых шариков и кристаллизация триглицеридов.

Отвердевание сливок происходит путем наслоения друг на друга жировых компонентов с заключением между ними жидкой фазы жира.

Результатом такого отвердевания является образование структурного каркаса из высоко- и среднеплавких триглицеридов с последующим установлением равновесия между твердым и жидким жиром. Факторами, влияющими на степень отвердевания является температура окружающей среды и продолжительность охлаждения. Установлено, что перемешивание сливок при физическом созревании значительно ускоряет процесс отвердевания жира и кристаллизацию триглицеридов.

При этом, степень отвердевания жира и характер кристаллизации триглицеридов являются определяющими факторами скорости маслообразования, а также формирования структуры и консистенции масла. Оптимальным считается содержание в сливках 30-35% отвердевшего жира (при соотношении в нем легко- и высокоплавких триглицеридов):

В настоящее время нет единой теории, которая давала бы исчерпывающие ответы на вопросы механики и сущности маслообразования.

Все теории маслообразования можно разделить на три группы:

- гидродинамические
- коллоидно-химические
- физико-химические

Гидродинамическая теория Г. А. Кука и Р. И. Асейкина, [4,5] к которой позднее присоединился и развил П. Д. Грищенко. Сближение жировых шариков, согласно этой теории, вызывается сепарирующим эффектом вихрей, возникающих в сбиваемых сливках, а разрушение оболочек жировых шариков — результат вращения их вокруг своей оси и большой угловой скорости. теория Г. А. Кука исключает полезное действие пены в маслоизготовителях периодического действия.

Г. А. Кук получил расчётным путём зависимость, что время процесса сбивания должна сокращаться обратно пропорционально скорости потока во второй степени.

$$T = C/v^2 \quad (1)$$

где C - эмпирическая постоянная; v - скорость потока сливок, м/с.

А. Д. Грищенко, в развитие этой теории, обосновал возможный механизм микропроцесса агрегации жировых шариков в вихревом потоке. Кавитационная теория сбивания сливок. [3, 5]

Теория разработанная В. Д. Сурковым в 1948 г. По его мнению, скоростное движение потока сливок в маслоизготовителе неравномерно. Это приводит к образованию в жидкости пустот и созданию новых поверхностей раздела сливки — воздух. Причиной агрегации жировых шариков служит последующее «обрушение» этих пустот, потоками сливок, который имеет характер гидравлического удара.

По мнению В.Д. Суркова энергичное сбивание сливок начинается при достижении кавитационных условий (2).

$$P_0 - \frac{\rho \cdot v^2}{2g} - \sum y \leq 0 \quad (2)$$

где P_0 – внешнее давление, Па; ρ – плотность; v – скорость потока, м/с; $\sum y$ – сумма сопротивлений, возникающих при движении сливок, Па.

В работах В. Д. Суркова и В. М. Карнаухо с использованием скоростной киносъемки и стробоскопии было подтверждено «разрывное течение» сливок в маслоизготовителях непрерывного действия.

Коллоидно-химическая теория сбивания сливок [3].

По теории Я. С. Зайковского, основная роль образования масла принадлежит адсорбционным оболочечным слоям жировых шариков. Оболочка способствует образованию кучек из жировых шариков при накоплении их в пене, стенки которой имеют такие же свойства, как и оболочки. В кучках жировые шарики ещё сохраняют индивидуальность, ещё не сливаются в сплошную массу

жира. Затем под влиянием механических ударов студнеобразная оболочка частично разрушается, жир вступает в непосредственное соприкосновение и образуются комочки (зёрна) масла.

По М. М. Казанскому, в стадии созревании сливок часть жира переходит в твердое состояние и снижается электрозарядность оболочки жировых шариков. Связь между жиром и белково-липоидной оболочкой ослабляется, оболочка становится тоньше, уменьшается её прочность, она частично разрушается. Жировые шарики, на которых сохранилась оболочка, в образовании масла не участвуют и переходят в пахту. В конгломераты сливаются только те жировые шарики, в которых сохранились части жира в жидком некристаллизованном виде. Следовательно, масляное зерно образуется в результате «цементирования» жировых агрегатов жидким неотвердевшим жиром.

Согласно флотационной теории А. П. Белоусова сбивание сливок можно разделить на три стадии: первая - образование воздушных пузырьков, вторая - разрушение дисперсии воздушных пузырьков и третья - формирование масляного зерна [3, 5]

На первой стадии в результате интенсивного перемешивания сливок образуется дисперсия воздушных пузырьков, которые в поверхностном слое сливок, граничащем с воздухом, разрушаются. Кроме того, появляясь в поверхностном слое сливок, пузырьки воздуха вовлекаются потоками сливок внутрь их объема до тех пор, пока не происходит их разрушение. Следовательно, на первой стадии сбивания сливок параллельно происходит образование и разрушение воздушных пузырьков, при этом процесс образования воздушных пузырьков преобладает над их разрушением. На первой стадии завершается процесс включения новых объемов воздуха в сбиваемые сливки.

На второй стадии происходит быстрое уменьшение количества невспененных сливок, что резко снижает скорость образования воздушных пузырьков в сливках. При этом из сливок удаляется больше воздуха, чем включается, что приводит к уменьшению воздушной дисперсии. Заканчивается вторая стадия разрушением агрегатной пены и образованием комочков жира из слипшихся жировых

шариков. Степень агрегации жировых шариков к моменту разрушения пены составляет 78...80 %.

Процессы агрегации жировых шариков и образования масляного зерна при сбивании сливок в маслоизготовителях периодического и непрерывного действия принципиально не различаются между собой. Однако процесс образования масляного зерна в маслоизготовителях непрерывного действия имеет некоторые особенности (1, 2).

При сбивании сливок в маслоизготовителе непрерывного действия скорость процесса агрегации жировых шариков в 1000 раз больше, чем при сбивании сливок в маслоизготовителях периодического действия, в результате интенсивного образования новых поверхностей раздела воздух-плазма.

Из всего изученного следует, что условием нормального осуществления процесса маслообразования при сбивании сливок, является диспергирование в них воздушной фазы и образование пены.

В Технологическом институте - филиале Ульяновского ГАУ им. П.А. Столыпина были проведены свои исследования по подтверждению активной роли воздушной дисперсии в процессе маслообразования.

В разработанной нами установке (рис. 1) процесс агрегации жировых шариков заключался в соединении воздушной фазы с жировыми шариками приводящий к образованию масляного зерна

Устройство работает следующим образом. Через люк 11 заливают в ёмкость 1 сливки. Включают электродвигатель 7, который через шкив 8 приводит во вращение спиральный винт 2, активно перемешивая сливки. Кроме того, толщу сливок насыщает очищенный угольным фильтром воздух, выходящий по подводящей трубке 10 через сопло, которое расположено в нижней части ёмкости 1. Избытки воздуха уходят из ёмкости 1 через выпускной клапан 12. После окончания процесса маслоизготовления открывается кран 6, через который сливают пахту. Затем через кран 5 заливают в ёмкость 1 холодную воду до уровня

расположения патрубка 3. При отключенном компрессоре 9 приводят во вращение в противоположную сторону спиральный винт 2. Далее открывается задвижка 4, и масло через патрубок 3 выходит из емкости 1 наружу(6)

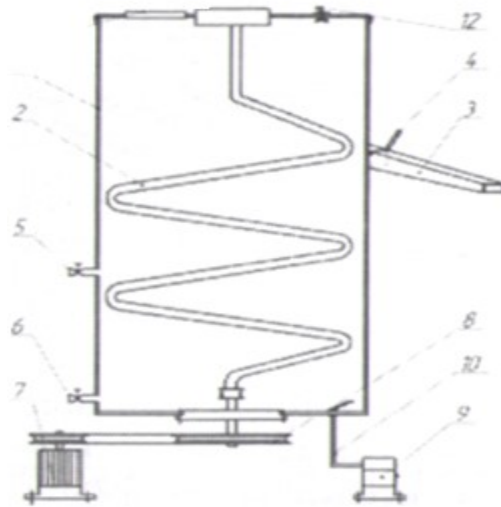


Рисунок 1 - Пневмомеханический маслоизготовитель:

1 - ёмкость; 2 - спиральный винт; 3 - патрубок; 4 - задвижка; 5 - кран для впуска воды; б - кран для выпуска пахты; 7 - электродвигатель; 8 - шкив; 9 - компрессор; 10 - трубка; II - смотровое окно; 12 - выпускной клапан

Технологический процессе маслообразования происходит следующим образом, жировой шарик вовлекается на пограничную поверхность плазма-воздух, затем разрушенная оболочка растекается по внешнему слою пузырька. Это обусловлено, прежде всего низкой удельной поверхностью энергии жира на границе с воздухом - А) $34,5 \times 10^3$ Н/м (34,5 дин/см) при температуре 20° по сравнению с поверхностной энергией жира на границе с плазмой — Б) 49×10^3 Н/м (49 дин/ см)

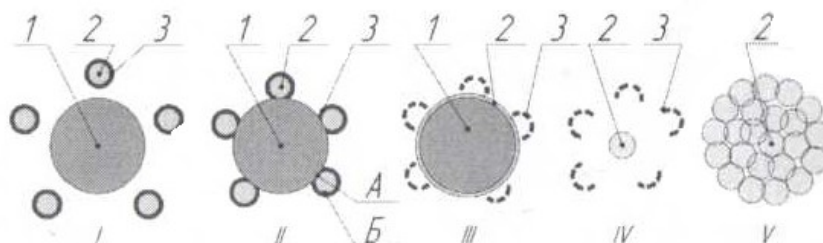


Рисунок2 – Этапы разрушения жирового шарика в процессе сбивания масла:

1. Воздушный пузырек 2. Жидкий жир 3. белковая липопротеиновая оболочка

По нашему мнению, процесс агрегации жировых шариков заключается в соединении воздушной фазы с жировыми шариками, приводящий к образованию масляного зерна путём механического воздействия. Данный процесс можно разделить на пять этапов, как показано на рисунке 2:

1. Подача воздушных пузырьков в обрабатываемый продукт;
2. Процесс соединения жировых шариков с воздушным пузырьком;
3. Процесс растекания жидкого жира на поверхность пузырька ввиду разных поверхностных энергий.
4. Процесс схлопывания воздушного шарика и образование масляного зерна.
5. Соединение масляного зерна в пласт путём механического воздействия на продукт рабочим органом.

Процесс образования масляного зерна длится в течение всего цикла, т.е. с появлением первого воздушного пузырька, прилипанием жировых шариков и их разрушением. Принимая диаметр пузырька $d_n = 0,009$ м и в среднем диаметр жирового шарика равный 5×10^{-6} м из расчета элементарных математических формул следует, что на 1 воздушный пузырек налипает около 14 млн. жировых шариков, ускоряя тем самым образование масляного зерна после схлопывания самого воздушного шарика.

Таким образом, использование в предложенной установке спирального винта позволяет снизить энергозатраты на процесс маслообразования. При этом комбинированное пневмомеханическое воздействие на обрабатываемый продукт ускоряет процесс маслообразования путем вовлечения в воздушную фазу жировых шариков с одновременным разрушением их белковых оболочек.

Библиографический список

1. Бредихин С.А., Юрин В.И. Техника и технология производства сливочного масла и сыра. - М.: Колос, 2007. - 319 с.
2. Вышемирский, Ф.А. Масло из коровьего молока и комбинированное/ Ф.А. Вышемирский. - С. - Петербург: Гиорд, 2004. - 716 с.

3. Крусъ Г.Н., Хромцов А.Г., Волокитима З.В., Карпычев С.В. Технология молока и молочных продуктов. - М.: Колос, 2008. - 455 с.: ил.
4. Кук Г.А. Гидродинамическая теория маслообразования Г.А. Кук. Труды ЛИХПМ.Т4, 1953.- 318с.
5. Шейфель О.А. Технология масла. Учебное пособие. - Кемерово, 2003. - 138 с.
6. Поросятников А.В. Автореферат. Разработка и обоснование параметров пневмомеханического маслоизготовителя. – Уфа, 2013. – 20 с.

Basics of energy-saving oil production technologies

Gubaidullin H. H., Porosaytnikov A., Ph., Gubeydullina Z. M.

Institute of Technology – Branch FSBEA HE «Ulyanovsk state agricultural university of P. A. Stolypin »

Keywords: maslobazovaya, masloizgotovitelyah, triglycerides, fatty balls .

Abstract. Butter, produced exclusively from cow's milk, is a valuable food product consisting of essential human biologically active substances, including phospholipids, essential fatty acids, vitamin A, β -carotene and other essential substances for humans. However, the cost of production remains quite high due to significant energy costs for its production. Therefore, the search for new energy-saving machines and technologies for the production of this product is an urgent scientific task

УДК 631.8

ПРИМЕНЕНИЕ ГЛОНАСС СИСТЕМ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Даниленко Ж.В.,
старший преподаватель,

Андреев К.П.,
кандидат технических наук, доцент

Ключевые слова: технология; внесение удобрений; ГЛОНАСС; программное обеспечение; спутниковая навигация.

Аннотация. В данной статье рассматривается технология с применением систем ГЛОНАСС в сельском хозяйстве. Современные технологии включают в себя: оснащение сельскохозяйственной техники системами мониторинга, программное обеспечение, которое позволяет создавать карты полей, осуществить точное планирование графиков проведения посевных, уборочных и других сельскохозяйственных работ.

Рассмотрим применение ГЛОНАСС систем в сельском хозяйстве при посадках зерновых культур. Сферы применения технологий ГЛОНАСС, можно разделить на 3 категории: системы наведения, системы анализа данных и системы переменного темпа [1].

Первой и, пожалуй, важнейшей функцией применения спутниковых навигационных систем в сельском хозяйстве можно назвать контактное картирование полей по плодородию почвы (содержанию гумуса) и не только. Программное обеспечение позволяет создать электронную карту полей, благодаря которой ведётся дальнейшая работа на посевных и позволяет контролировать весь спектр работ на обрабатываемых площадях. Отметим, что для применения ГЛОНАСС технологий необходимо снабдить всю аграрную технику датчиками спутникового наведения. Хотя большинство современных посевных машин и так оборудовано системами спутниковой навигации. Благодаря этому сельскохозяйственный транспорт способен не только производить высокоточный посев семян, но и оптимизировать многие процессы аграрного производства. Важнейшим плюсом от применения данных систем естественно можно назвать сокращение издержек на всех этапах производственного цикла и повышение прибыльности и рентабельности фермерского хозяйства [2, 3].

Высокоточное картирование полей на основе спутниковых данных позволяет аграрию осуществить точное планирование графиков проведения посевных, уборочных и других сельскохозяйственных работ. Создание цифровых карт оказывает важное влияние на эффективность работы агрария, так как эта информация полезна и важна на всех этапах выращивания зерновых. Современные спутниковые системы предоставляют снимки полей в двух форматах, что так же является очень значимым моментом. Фото делаются с реальной цветопередачей и в инфракрасном диапазоне. Благодаря этому, специалисты могут в режиме реального времени произвести оценку текущего состояния почвы, определить площади пахотных и пустующих земель, контролировать состояние посевов, оценить всхожесть и степень зрелости зерновых культур, проанализировать продуктивность угодий и наблюдать динамику их развития, спрогнозировать урожайность, оценить состояние растительности, в том числе на отдельных участках посевных, определить экологические и техногенные факторы, влияющие на рост и урожайность, спланировать комплекс агротехнологических работ [4, 5].

Важность, эффективность и полезность технологий ГЛОНАСС/GPS без сомнений высока в сельском хозяйстве и выращивании зерновых, в частности. Но у данного оборудования есть ряд недостатков: высокая стоимость систем, оборудования и программного обеспечения, а так же отсутствие и нехватка квалифицированных кадров для обслуживания системы. Несмотря на это, сельское хозяйство России активно осваивает данные технологии в своих хозяйствах. Мы находимся пока не на первых местах, но благодаря поддержке правительства РФ и внедрению инноваций в сельское хозяйство, в ближайшее время и мы будем гордиться своими технологиями при выращивании зерновых культур [6].

Библиографический список

1. Технологические процессы внесения минеральных удобрений в системе точного земледелия / Забродин В.П., Бондаренко А.М., Пономаренко И.Г.

// Азово-Черноморская государственная агроинженерная академия. Ростов-на-Дону, 2008.

2. Управление транспортными средствами с использованием ГЛОНАСС/GPS / Измайлов А.Ю., Артюшин А.А., Евтюшенков Н.Е., Бисенов Г.С., Гришин А.А. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2015. № 1. С. 24-27.

3. Андреев К.П. Самозагружающийся разбрасыватель минеральных удобрений // Сельский механизатор. 2017. № 10. С. 8-9.

4. Артюшин А.А., Смирнов И.Г. Перспективные направления использования ГЛОНАСС в сельскохозяйственном производстве // Сборник научных докладов ВИМ. 2012. Т. 2. С. 258-264.

5. Логинова Е.В. Перспективы и проблемы интеграции аэрокосмической отрасли в практику сельского хозяйства // Решетневские чтения. 2017. Т. 2. № 21. С. 634-635.

6. Балабанов В.И. Навигационные технологии в сельском хозяйстве. Координатное земледелие / Учебное пособие// РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2013. С. 102

Application of glonass systems in agriculture

Danilenko J.V., K.P. Andreev,

FGBOU VO "Ryazan State Agrotechnological University named after P.A.

Kostycheva » kosta066@yandex.ru

Keywords: technology; application of fertilizers; GLONASS; software; satellite navigation.

Abstract. This article discusses technology with the use of GLONASS systems in agriculture. Modern technologies include: equipping agricultural machinery with monitoring systems, software that allows creating field maps, and making accurate schedules for carrying out sowing, harvesting and other agricultural activities.

УДК 631.31

**ОБОСНОВАНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ
ЗЕРНОСУШИЛКИ СО СПИРАЛЬНО-ВИНТОВЫМ
ТРАНСПОРТИРУЮЩИМ РАБОЧИМ ОРГАНОМ**

Игонин В.Н.,

кандидат технических наук, доцент, igonin@chaoslab.ru,

Сотников М.В.,

кандидат технических наук, доцент, sotnikovmaksim@mail.ru

Молочников Д.Е.,

кандидат технических наук, доцент, denmol@yandex.ru

Яковлев С.А.,

кандидат технических наук, доцент, jakseal@mail.ru

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, 8(8422)55-95-35

Ключевые слова: сушка зерна, зерносушилка, спирально-винтовой рабочий орган, скорость сушки.

Аннотация. Обоснована конструкция зерносушилки со спирально-винтовыми рабочими органами. Составлена система уравнений для случая нестационарной теплопроводности в неограниченной пластине (слоя зерна), обменивающегося теплотой по закону теплопроводности с поверхностью кожуха и стакана. Были получены распределения температурных полей и скорости движения воздуха в устройстве в процессе сушки зерна при различных температурах греющей поверхности. На основании проведённых экспериментов были построены сводные графические зависимости влажности зерна от времени сушки и сводные графические зависимости скорости сушки от времени сушки.

Сохранение выращенного урожая является важнейшей проблемой сель-

скохозийственного производства. Влажное зерно может испортиться за 1...2 суток.

Промышленность выпускает разнообразные зерносушилки, отличающиеся способом сушки, режимам сушки, конструкцией сушильной камеры, состоянию зернового слоя и другим конструктивно-технологическим признакам [1, 2, 4, 5]. Однако эти зерносушилки обладают целым рядом недостатков: большая энергоёмкость и металлоёмкость, невозможность сушки зерна в небольших количествах. Большинство таких недостатков отсутствуют в зерносушилках со спирально-винтовыми транспортирующими рабочими органами, которые позволяют интенсифицировать сушку зерна. Однако их широкое распространение сдерживается отсутствием обоснования оптимальных конструктивных и режимных параметров.

Предлагаемая нами зерносушилка со спирально-винтовыми рабочими органами (рисунок 1) работает следующим образом: сыпучий материал из загрузочного бункера попадает в зазор между перфорированным кожухом и стаканом, захватывается рабочим органом и перемещается к выгрузному окну. При контакте с нагретыми поверхностями кожуха и стакана зерно нагревается и теряет влагу, которая отводится с помощью вентилятора потоком воздуха через перфорацию стакана, воздухопровод и фильтр.

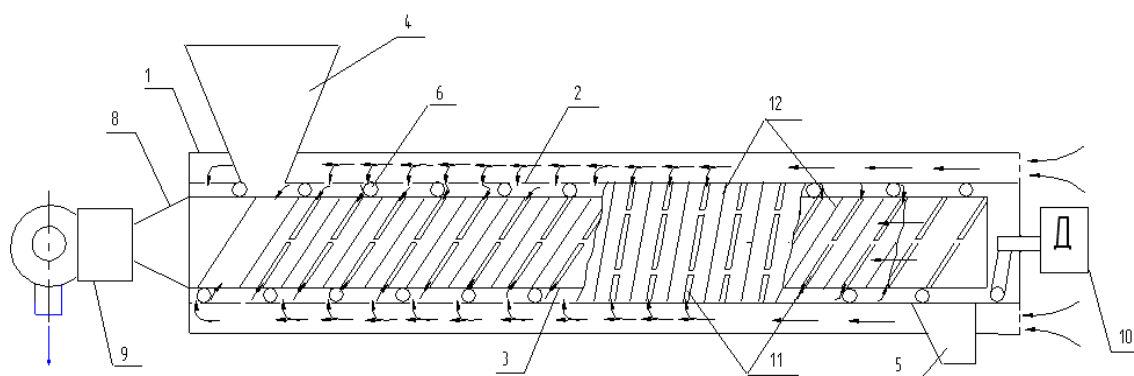


Рисунок 1 - Схема зерносушилки со спирально-винтовым рабочим органом

1 - теплоизоляционный корпус; 2 – кожух; 3 – стакан; 4 - загрузочный бункер; 5 - выгрузного окна; 6 – спирально-винтовой транспортирующий рабочий орган; 7 – вентилятор; 8 – воздухопроводом; 9 – фильтр; 10 – привод; 11 – прорезе; 12 - нагревательные элементы

При движении воздуха в зерносушилке происходит охлаждение внешней поверхности кожуха, при этом воздух нагревается и поступает через перфорацию кожуха в зону сушки, подогревая зерно.

В конечной стадии сушки зерно контактирует с охлажденной поверхностью кожуха и холодным воздухом и охлаждается. Пыль и пары влаги, которые образуются в процессе сушки, отводятся потоком воздуха в фильтр, и там улавливаются.

Анализ температурных распределений показывает, что контактируя с нагретыми поверхностями перфорированного кожуха и стакана, зерно нагревается в 1ой зоне сушки до температуры, затем между 1ой и 2ой зонами сушки происходит охлаждение зерна за счёт холодного воздуха, который поступает через перфорацию кожуха. Далее происходит нагрев зерна во 2ой зоне сушки. При движении воздуха от выгрузного окна к загрузочному бункеру он нагревается, поступает через перфорацию кожуха в зону сушки, где подогревает зерно. В конечной стадии сушки зерно охлаждается за счёт контакта с охлажденной поверхностью кожуха и холодным воздухом, поступающим через перфорацию кожуха.

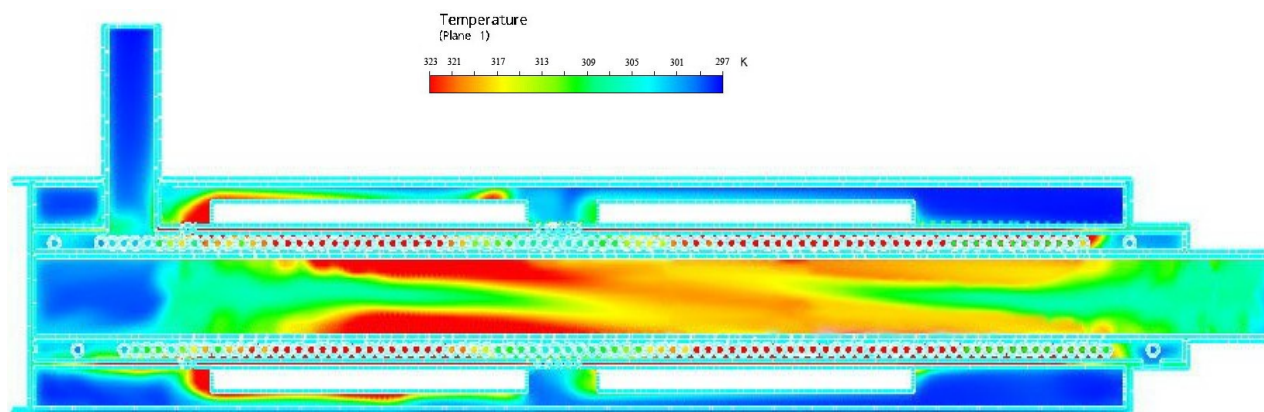


Рисунок 2 - Распределение температурного поля в зерносушилке (температура греющей поверхности 50°C)

При производственных исследованиях на производственной установке измерялась влажность семян гречихи до и после процесса, контролировалась температура нагрева семян после сушки, температура греющей поверхности и всхожесть семян гречихи после сушки.

На основании проведённых экспериментов были построены сводные графические зависимости влажности зерна от времени сушки (рисунок 3) и сводные графические зависимости скорости сушки от времени сушки (рисунок 4) из которых видно, что с увеличением времени сушки увеличивается влагосъём, скорость сушки, и достигают своего максимума при времени сушки 15...20 минут. Однако при дальнейшем увеличении времени сушки влагосъём и скорость сушки уменьшаются. Это связано с тем, что к этому времени вся поверхностная влага испарилась, а поступающая из внутренних слоёв зерна влага не достаточна для поддержания прежней интенсивности сушки. Следовательно, достижения оптимальных значений энергозатрат на сушку зерна в предлагаемом устройстве возможно при времени сушки не превышающем 20 минут.

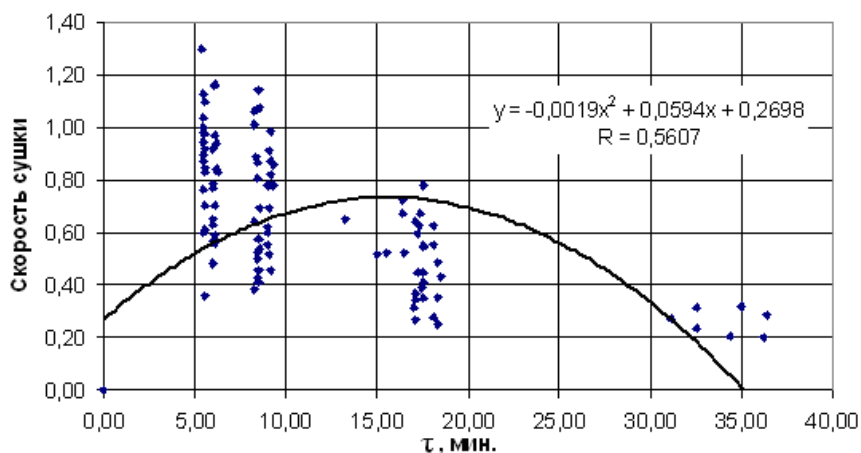


Рисунок 3 - Зависимость скорости сушки от времени сушки

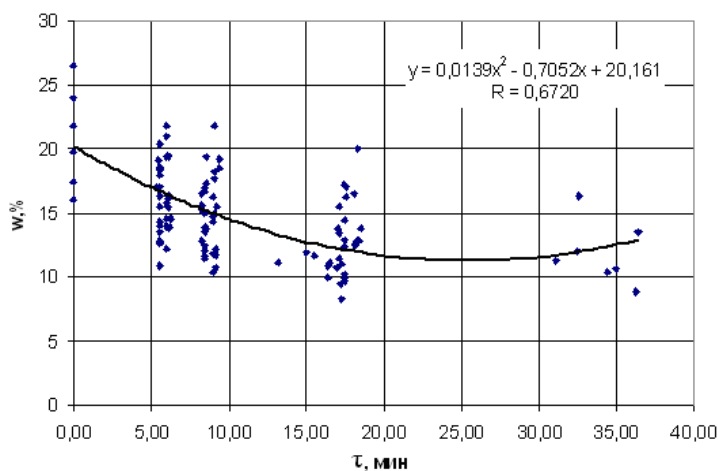


Рисунок 4 - Зависимость влажности зерна от времени сушки

Можно рекомендовать следующие оптимальные режимы сушки зерна в зерносушилке со спирально-винтовым рабочим органом: при начальной влажности зерна до 19% - температура греющей поверхности должна быть не выше 90°C и время сушки не более 17 минут; при начальной влажности выше 19% температура греющей поверхности должна быть не выше 80°C и время сушки не более 8 минут; при начальной влажности выше 24% температура греющей поверхности должна быть не выше 60°C и время сушки не более 8 минут.

Библиографический список

1. Н.И. Малин “Энергосберегающая сушка зерна” М. “КолосС” 2004, 240 с.
2. Пат. 2297582 Российская Федерация, F26В 11/14. Устройство для сушки зерна / В. Н. Игонин, М. В. Сотников; заявитель и патентообладатель ФГОУ ВПО «Ульяновская ГСХА». - №2005120253/06; заявл. 29.06.2005; опубл. 20.04.2007, Бюл. № 11.
3. Сотников М.В. Об использовании спирально-винтовых рабочих органов при сушке сыпучих материалов/М.В. Сотников, В.Н. Игонин//Молодые ученые в XXI веке. Материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых и специалистов. Ижевская государственная сельскохозяйственная академия. 2005. С. 245-248.
4. Игонин В.Н. Исследование влияния основных факторов процесса сушки зерна в спирально-винтовой зерносушилке на влагосъем/В.Н. Игонин, М.В. Сотников//Молодежь и наука XXI века. материалы II Открытой Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых.-Ульяновск, 2007. С. 156-158.
5. Игонин В.Н. Определение коэффициента осевого отставания и коэффициента заполнения сушильной камеры мобильной зерносушилки/В.Н. Игонин, М.В. Сотников//Актуальные проблемы агропромышленного комплекса материалы Всероссийской научно-практической конференции. -Ульяновск, 2008.

Study of optimum operation parameters dryers with spiral-helical transporting the working body

Igonin V.N., Sotnikov M.V., Molochnikov D.E., Jakovlev S.A.

FSBEA HE «Ulyanovsk state agricultural university of P. A. Stolypin »

Keywords. Drying grain, mobile grain dryer, spirally-screw working body, drying speed.

Abstract. The design of a mobile grain dryer with spiral screw working tools is substantiated. A system of equations is constructed for the case of nonstationary heat conduction in an unbounded plate (grain layer) exchanging heat according to the law of thermal conductivity with the surface of the shell and the glass. The distributions of temperature fields and the speed of air movement in the device during the grain drying process at various temperatures of the heating surface were obtained.

УДК 639.349

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ
УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПРОТРАВЛИВАНИЯ ЗЕРНА**

Исаев Ю.М.,

доктор технических наук, профессор

Гуйбейдуллин Х.Х.,

доктор технических наук, профессор

Семашкин Н.М.,

кандидат технических наук, доцент

Злобин В.А.

кандидат технических наук, доцент

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, emotion.snm@mail.ru

Ключевые слова: производительность протравливателя, спиральный винт, коэффициент трения.

Аннотация. В работе рассматривается выражение для производительности спирально-винтового устройства учитывающие различные кинематические и динамические параметры как спирали, так и частицы. Приведены графические зависимости результатов лабораторных исследований. Также приведен и обоснован расчёт осевой скорости материала.

Одной из основных характеристик работы пружинно-транспортирующих рабочих органов является их производительность. С увеличением производительности увеличиваются и энергозатраты, соответственно растут затраты материалов и ресурсов на создание и эксплуатацию.

Производительность зависит от многих факторов:

$$W = f(D_k, d, s, \delta, \Delta, \gamma, n, \omega_m, f_{вн}, f_n, f_k, f_{пк}, \rho, K_F, K_v, \nu, K_f, K_{Fж}), \quad (1)$$

где D_k – внутренний диаметр кожуха (трубы); d – диаметр пружины; s – шаг винтовой линии пружины; δ – диаметр проволоки пружины; Δ – зазор между наружной поверхностью витков пружины и внутренней поверхностью кожуха; γ – угол наклона транспортирующего устройства к горизонту; n – частота вращения пружины; ω_m – влажность перемещаемого материала; $f_{вн}$ – коэффициент внутреннего трения перемещаемого материала; f_n – коэффициент трения перемещаемого материала о поверхность проволоки пружины; f_k – коэффициент трения перемещаемого материала о поверхность кожуха; $f_{пк}$ – коэффициент трения проволоки пружины о внутреннюю поверхность кожуха; ρ – плотность перемещаемого материала; $K_{Fж}$ – коэффициент, зависящий от формы поперечного сечения желоба; K_F – коэффициент наполнения кожуха материалом; K_v – коэффициент осевого отставания перемещаемого материала от осевой скорости винтовой поверхности пружины; ν – вязкость перемещаемого материала; K_f – коэффициент, учитывающий форму поперечного сечения витка проволоки пружины рабочего органа и др.

В первом приближении производительность можно определять из уравнения:

$$W = 3600 \cdot v_{z.m.} \cdot F_m \cdot \rho, \text{ кг/ч} \quad (2)$$

где $v_{z.m}$ – осевая скорость материала м/с; F_m – площадь поперечного сечения движущегося внутри кожуха материала, м²; ρ – плотность материала, кг/м³.

Производительность рабочего органа вычисленная по формуле 2 даёт возможность получить приближённые значения в зависимости от диаметра пружины (диаметра кожуха), частоты вращения и шага пружины (рисунок 1 и 2).

Осевая скорость материала в свою очередь взаимосвязана с осевой скоростью винтовой поверхностью пружины и уравнение связи имеет вид:

$$v_{z.m.} = v_{z.n.} \cdot K_v = S \cdot n \cdot K_v / 60, \text{ м/с} \quad (3)$$

где $K_g = v_{z.m.} / v_{z.n.}$ – коэффициент осевого отставания материала; S – шаг пружины, м; n – частота вращения пружины, мин⁻¹.

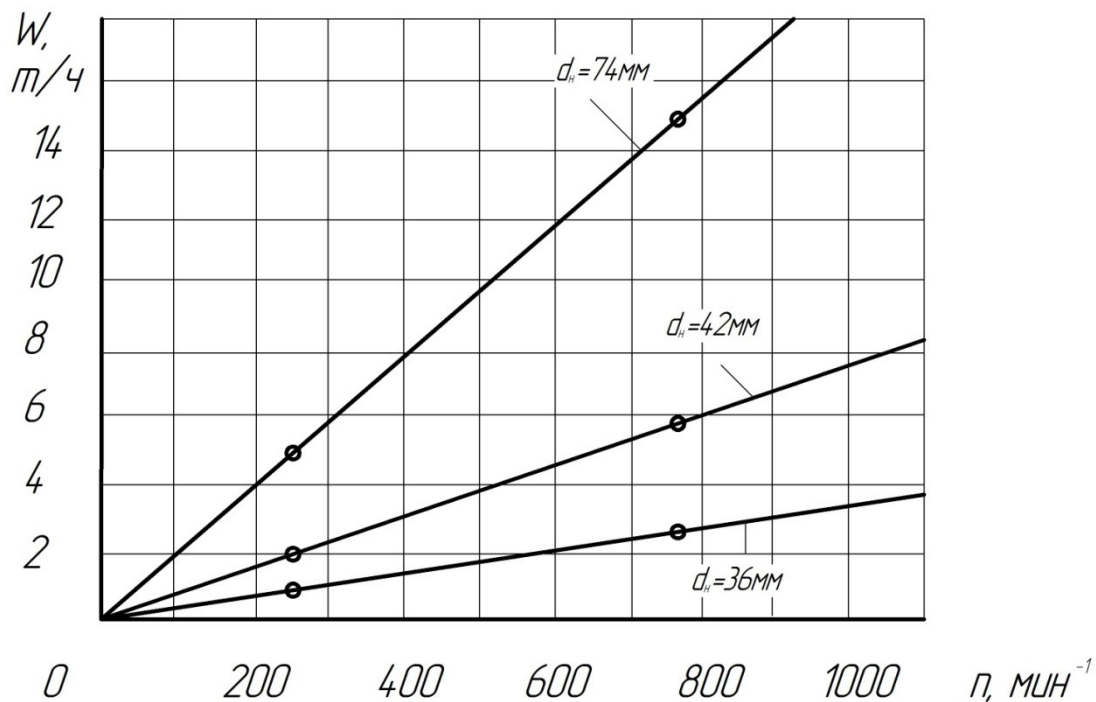


Рисунок 1 – Зависимость производительности загрузчика с круглым кожухом от частоты вращения и диаметра пружин

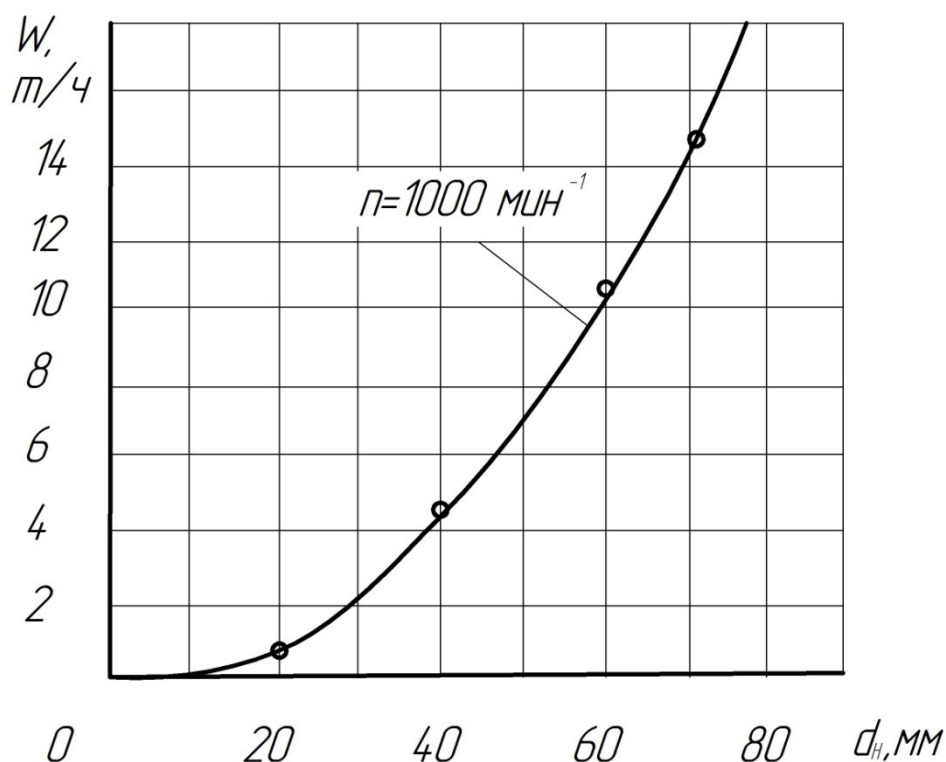


Рисунок 2 – Зависимость производительности от диаметра пружины

Площадь поперечного сечения движущегося материала (по существующим теориям) “всегда” меньше площади поперечного сечения кожуха на величину, учитываемую коэффициентом наполнения, который определяется из соотношения:

$$K_f = F_M / F_k = (V_M + V_{II}) / V_k, \quad (4)$$

где F_k – площадь поперечного сечения кожуха; F_M – площадь поперечного сечения перемещаемого материала; V_M – объём материала; V_{II} – объём рабочего органа; V_k – объём кожуха.

Объём материала может определиться лишь экспериментально. Объём рабочего органа (проволоки пружины) определяется в первом приближении из уравнения:

$$V_{II} = 0,25 \cdot \pi \cdot \delta^2 \cdot l = 0,75 \cdot \pi \cdot \delta^2 \cdot L, \text{ см}^3 \quad (5)$$

где δ – диаметр проволоки, см; $l \approx 3 \cdot L$ – длина проволоки, см; L – длина пружины, см. Например, для рабочего органа с параметрами $\delta = 0,8$ см, $L = 500$ см, $V_{II} = 753,6$ см³, в то время как $V_k = 30000 \dots 40000$ см³, то-есть рабочий орган (пружина)

занимает лишь 2,5...3% объёма кожуха, что в принципе является одним из преимуществ подобных транспортирующих устройств, и при этом масса рабочего органа не превышает 1,2 кг на 1 м линии транспортирования.

Для конкретных технологических процессов связанных с более уточненными параметрами рабочего органа, объём рабочего органа определится с учётом угла наклона винтовой линии пружины:

$$\alpha = \arctg S / \pi \times d_{cp}, \quad (6)$$

где $d_{cp} = d_n - \delta$ – средний диаметр пружины, мм; d_n – наружный диаметр пружины, мм; δ – диаметр проволоки пружины, мм; S – шаг винтовой линии пружины, мм.

Длина проволоки пружины определится с учётом количества витков рабочего органа:

$$i = L/S \quad (7)$$

Тогда, соответственно, длина проволоки:

$$l = \pi \cdot d_{cp} \cdot i / \cos \alpha \quad (8)$$

Для выше приведенного варианта параметров рабочего органа ($L = 500$ мм, $d_n = 70$ мм, $d_{cp} = 62$ мм, $\delta = 8$ мм, $\alpha = 19^\circ 40'$, $i = 71,4$, $\cos \alpha = 0,936$; $l = 14,8$ м) объём пружины составляет 744 см^3 , отличаясь от приближённого $753,6 \text{ см}^3$ незначительно.

Рассмотрим осевое перемещение материала. Из рисунка 3 видно, что в векторном выражении абсолютная скорость равняется:

$$\bar{\mathcal{G}} = \bar{\mathcal{G}}_n + \bar{\mathcal{G}}_0 = \bar{\mathcal{G}}_g + \bar{\mathcal{G}}_{z.m.} \quad (9)$$

Переносная скорость определится из выражения:

$$\bar{\mathcal{G}}_n = \omega_0 \cdot r. \quad (10)$$

Соответственно, осевая скорость частицы материала:

$$\mathcal{G}_{z.m.} = \mathcal{G} \cdot \sin \beta, \quad (11)$$

и окружная скорость в абсолютном вращательном движении:

$$\mathcal{G}_g = \mathcal{G} \cdot \cos \beta. \quad (12)$$

Из теоремы синусов имеем (треугольник ABC, рисунок 3):

$$\mathcal{G} = \omega_0 \cdot r \cdot \sin \alpha / \sin(\alpha + \beta), \quad (13)$$

соответственно

$$\vartheta_{z.m.} = a \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial t} = \vartheta \cdot \sin \beta = \omega_o \cdot r \cdot \sin \alpha \cdot \sin \beta / \sin(\alpha + \beta). \quad (14)$$

Параметр рабочего органа транспортёра определяется из уравнения:

$$a = r \cdot \operatorname{tg} \alpha = r \cdot \operatorname{arctg} S / \pi d, \quad (15)$$

где r – радиус пружины, м; S – шаг винтовой линии, м²; d – диаметр пружины, м.

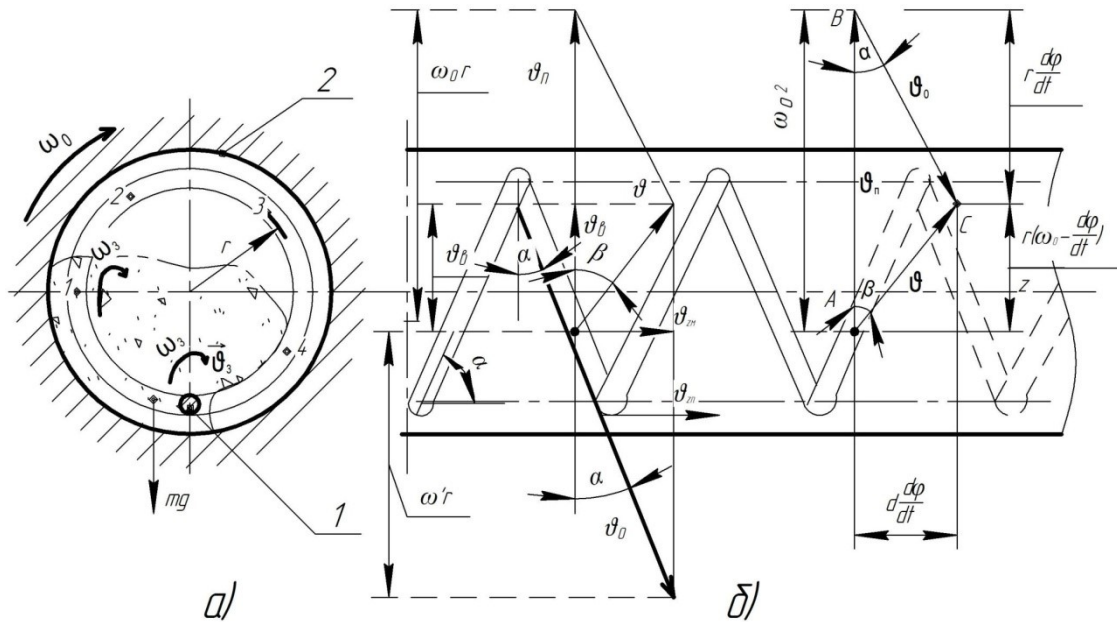


Рисунок 3 – Схема движения частицы материала: а) подъём частицы материала винтовой поверхностью пружины 1 по кожуху 2; б) параллелограммы скоростей; r – средний радиус пружины; v – абсолютная скорость; v_n – переносная скорость; v_0 – относительная скорость (скорость скольжения по проволоке); $v_{z.m.}$ – осевая составляющая абсолютной скорости; $v_{в.}$ – окружная скорость в абсолютном вращательном движении (касательная скорость); ω_0 – угловая скорость винтовой поверхности пружины; ω_3 – угловые скорости частиц.

В уравнении (14) отношение $\frac{\partial \varphi}{\partial t}$ характеризует угловую скорость относительного движения частицы при отклонении его из наинизшего положения в кожухе (трубе) с постоянной угловой скоростью ω_o, c^{-1} .

Из треугольника ABC (рисунок 3) имеем, соответственно:

$$r \cdot \left(\omega_o - \frac{\partial \varphi}{\partial t} \right) = \vartheta \cdot \cos \beta = \omega_o \cdot r \cdot \sin \alpha \cdot \cos \beta / \sin(\alpha + \beta). \quad (16)$$

Подставляя выражение (16) в уравнении для определения угловой скорости абсолютного вращательного движения материала ω находим:

$$\omega = \mathcal{G}_g / r = \omega_o - \frac{\partial \varphi}{\partial t} = \mathcal{G} \cdot \cos \beta / r = \omega_o \cdot \sin \alpha \cdot \cos \beta / \sin(\alpha + \beta). \quad (17)$$

Для случая низкооборотных горизонтальных и слабонаклонных (до 15°) транспортирующих устройств частица материала может двигаться и при угле $\beta = 90^\circ$, подставляя $\beta = 90^\circ$ в уравнение (16) получим:

$$\mathcal{G}_{z.m.} = \omega_o \times r \times \sin \alpha \times \sin \beta : \sin(\alpha + \beta) = \omega_o \times r \times \operatorname{tg} \alpha, \quad (18)$$

где α – угол наклона винтовой линии пружины (уравнение 15), что составляет с учётом предшествующих исследований и в первом приближении,

($S = d$):

$$\alpha = \operatorname{arctg} S / \pi d = \operatorname{arctg} 1 / \pi = 18^\circ 20'. \quad (19)$$

Например, для случая когда частота вращения пружины $n = 200 \text{ мин}^{-1}$, шаг винтовой линии S и диаметр пружины d равны $S = d = 0,1 \text{ м}$ ($r = 0,05 \text{ м}$) из уравнений (19) и (18) находим:

$$\mathcal{G}_{z.m.} = \pi \cdot n \cdot r \cdot \operatorname{tg} 18^\circ 20' / 30 = 3,14 \cdot 200 \cdot 0,05 \cdot 0,328 / 30 = 0,343 \text{ м/с}, \quad (20)$$

Осевая скорость винтовой поверхности пружины при этом:

$$\mathcal{G}_{z.n.} = S \cdot n / 60 = 0,1 \cdot 200 / 60 = 0,333 \text{ м/с}, \quad (21)$$

Соответственно, коэффициент осевого отставания материала $\mathcal{G}_{z.m.}$ от осевой скорости винтовой поверхности пружины $\mathcal{G}_{z.n.}$ составит:

$$K_g = \mathcal{G}_{z.m.} / \mathcal{G}_{z.n.} = 0,343 / 0,333 \approx 1,0, \quad (22)$$

что не наблюдается в действительности, так как обычно K_g всегда меньше единицы ($K_g < 1$ – для сыпучих материалов).

Окружная скорость винтовой поверхности всегда больше осевых скоростей пружины и материала (при $S = d$) в 3 раза:

$$K_\omega = \mathcal{G}_g / \mathcal{G}_{z.n.} = \mathcal{G}_g / \mathcal{G}_{z.m.} \cong 3. \quad (23)$$

Картина перемещения материала винтовой поверхности пружины изменяется при нахождении частиц (части материала) не в наинижем положении

внутри кожуха (трубы), а в положения 2, 3 и 4 (рисунок 3а). При этом необходимо учитывать режимы работы рабочего органа, характеризующиеся коэффициентом кинематического режима работы (центробежности):

$$K_u = \frac{m\omega_0^2 r}{mg} = \frac{\omega_0^2 r}{g}, \quad (24)$$

где $m\omega_0^2 r$ – центробежная сила инерции, м/с²; g – ускорение свободного падения частицы, м/с²; r – радиус вращения, м.

Коэффициент центробежности (в случае рассмотрения рабочих органов типа спирально-винтовые, пружинные) изменяется в достаточно больших пределах ($K_u = 10 \dots 120$).

Библиографический список

1. Исаев, Ю.М. Обеспечение нормы высева мелкосеменных культур спирально-винтовым высевающим аппаратом / Ю.М. Исаев, В.Г. Артемьев, В.И. Курдюмов, М.В. Воронина, Н.Н. Назарова // Вестник Ульяновской с.-х. академии. – 2012. – № 1. – С. 125-128.
2. Исаев, Ю.М. Спирально-винтовые устройства в сельском хозяйстве / Ю.М. Исаев, Х.Х. Губейдуллин, Н.М. Семашкин, И.И. Шигапов // Научный вестник Технологического института - филиала ФГБОУ ВПО "Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина" – 2013. – № 11, С. 116-123.
3. Исаев, Ю.М. Длинномерные спирально-винтовые транспортирующие устройства / Ю.М. Исаев. – Ульяновск. - Ульяновская ГСХА. –2006. – 433 с.
4. Исаев, Ю.М. Критические условия перемещения частиц в спирально-винтовом транспортере / Ю.М. Исаев, Н.М. Семашкин, В.А. Злобин // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований – 2011. – №3, С.142-143.
5. Исаев, Ю.М. Движение зерна в спирально-винтовом транспортере / Ю.М. Исаев, Н.М. Семашкин, Н.Н. Назарова, В.А. Злобин // Приоритетные

направления развития науки, технологий и техники, научная международная конференция – 2010, С. 95-96.

6. Исаев, Ю.М. Давление спирального винта на частицу материала / Ю.М. Исаев, Н.М. Семашкин, В.А. Злобин Н.Н., Назарова // Современные наукоёмкие технологии. – 2010. – № 9. – С. 175-176.

7. Груздев, И.Э. Теории шнековых устройств / И.Э. Груздев, Р.Г. Мирзоев, В.И. Яков. – Л.: Изд-во. Ленингр. ун-та, 1978. – 144 с.

8. Гутьяр Е. Я. Элементарная теория вертикального винтового транспортера / Е.Я. Гутьяр // Тр. МИМЭСХ им. В.М. Молотова. – М.: Машгиз, 1956. – Т. 2. – С. 8-12.

9. Исаев Ю.М. Критическая частота вращения спирального винта при перемещении частицы материала / Ю.М. Исаев, В.Г. Артемьев, Н.М. Семашкин, Н.Н. Назарова, В.А. Злобин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии – 2012. – № 1. – С. 132-135.

10. Желтов, В. П. Расчёт спиральных винтовых конвейеров/ В.П. Желтов // Вестник машиностроения. – 1975. – № 5. – С. 18...21.

Theoretical studies of the performance of the device for the treatment of grain

Isaev Yu.M., Guibeydullin Kh.H., Semashkin N.M., Zlobin V.A.

FSBEA HE «Ulyanovsk state agricultural university of P. A. Stolypin »

Keywords: treater productivity, spiral screw, coefficient of friction.

Annotation. The paper considers the expression for the performance of the spiral-screw device taking into account the various kinematic and dynamic parameters of both the spiral and the particle. The graphical dependencies of the results of laboratory studies. The calculation and calculation of the axial velocity of the material is also given.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ РАБОТЫ СПИРАЛЬНО-ВИНТОВОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ЗЕРНА

Исаев Ю.М.,

доктор технических наук, профессор

Семашкин Н.М.,

кандидат технических наук, доцент

Злобин В.А.

кандидат технических наук, доцент

Аксенова Н.Н.,

кандидат технических наук, доцент

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, emotion.snm@mail.ru

Ключевые слова: протравливание, площадь покрытия зерна протравителем, технология протравливания семян.

Аннотация. В статье рассматривается выбор общей схемы протравливателя с учётом степени покрытия обработанного материала отдельными каплями распыла. Рассмотрены положительные и отрицательные стороны шнекового и спирально-винтового транспортеров. Приведен порядок настройки протравливателя на производительность по различным семенам.

Введение. Протравливание семян сельскохозяйственных культур перед посевом является важнейшим элементом прогрессивных технологий их возделывания. Нанесение пестицида на семена позволяет защитить их от болезней в период прорастания и начала вегетации и предотвратить потери до 25% урожая.

Выбор общей схемы протравливателя. Для получения хороших результатов при протравливании, одно из первых мест по важности, занимает степень покрытия обработанного материала отдельными каплями распыла (таблица 1). Чем больше капель попало на единицу площади (см^2), тем лучше эффект. Мелкие капли быстрее проникают в растительную ткань и более токсичны для инфекций.

Таблица 1 – Влияние диаметра капли на параметры степени покрытия при распыле 1 см³ жидкости.

Диаметр, мкм	Количество капель, шт	Покрытая площадь, см ²
50	15278875	300
200	238732	75
500	15278	30

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод, что распыл рабочей жидкости должен быть как можно мелким. Используемые распылители в большинстве протравливателей имеют скорость вращения 3000 об/мин (ПСК – 15), "Мобитоксупер" и ниже (ПС – 10), что позволяет получить размер капель порядка 500 – 600 мкм (рисунок 1). Предложено использовать роторные распылители фирмы «Интерагромаш», которые имеют частоту вращения 8000 мин⁻¹.

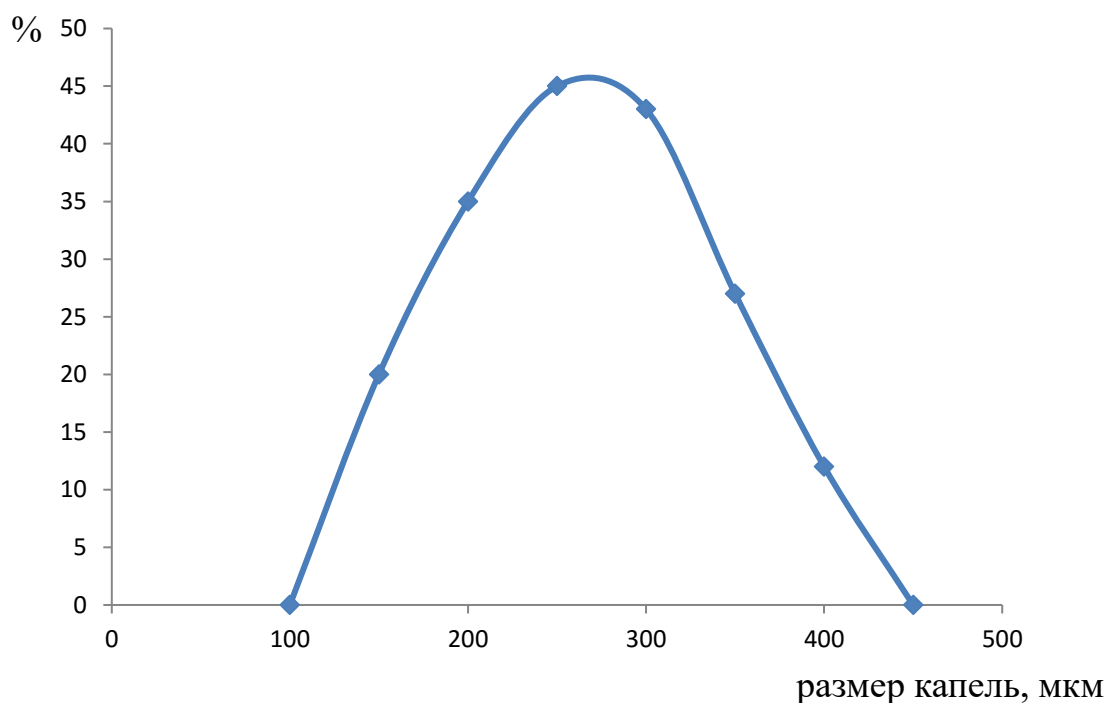


Рисунок 1 – Спектр капель генерируемых распылителем «Радуга» производства Питерагромаш

Как видно из представленной зависимости (рисунок 1) основное количество капель имеет размер от 100 до 300 мкм, что существенно повышает степень покрытия.

Выбор технологической схемы протравливания семян. Из приведенного обзора конструкций протравливателя семян можно видеть достаточно большое разнообразие технологических схем протравливания. Самые простые основаны на внесении в семена пестицида и перемешиванию в шнековых транспортерах (ПСШ – 3, ПСШ – 5, ПСШ – 7). Такие машины просты по конструкции, но не обеспечивают нужного качества покрытия семян препаратами.

Более сложные (ПС – 10, "Мобиток", ПСК – 15) имеют более сложный процесс нанесения фунгицидов на семена, соответственно и более сложную конструкцию. Наиболее распространенной машиной является ПС – 10.

Он позволяет в автоматическом режиме протравливать семена с производительностью до 20 т/час, хотя по опыту работ известно, что качественное протравливание семян возможно при производительности 5 – 6 т/ч.

Недостатками, приводящих к низкому качеству являются:

- малый объём камеры протравливателя;
- низкая частота вращения распылителя;
- большое количество шнеков (4 шнека – повышенное дробление зерна).

Одним из существенных недостатков ПС – 10 является устаревшая система дозирования суспензии. Насос – дозатор типа НД давно вызывает нарекания из-за низкой точности и частых отказов. В целом исходя из требований к нанесению пестицидов на семена можно выделить, что наиболее прогрессивным и отвечающим задачам качества обработки является технологический процесс используемый в протравливателях «Мобитокс» и ПСК – 15.

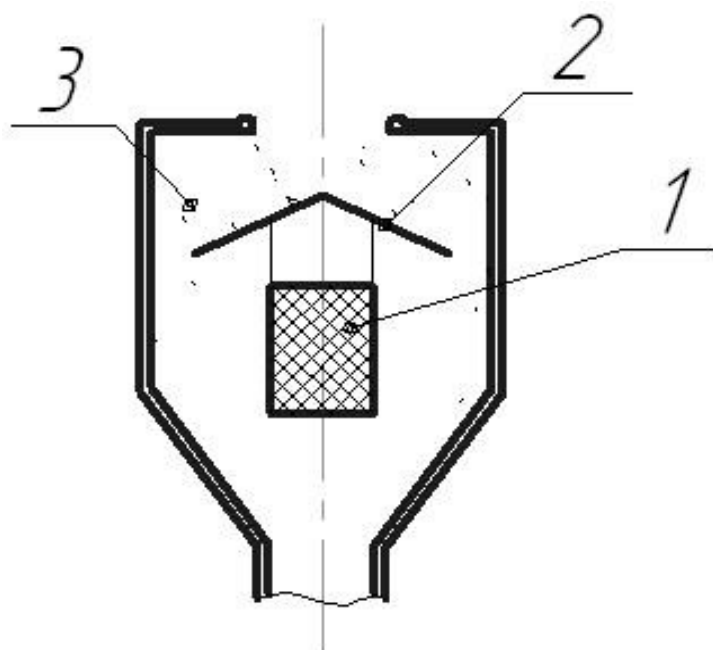


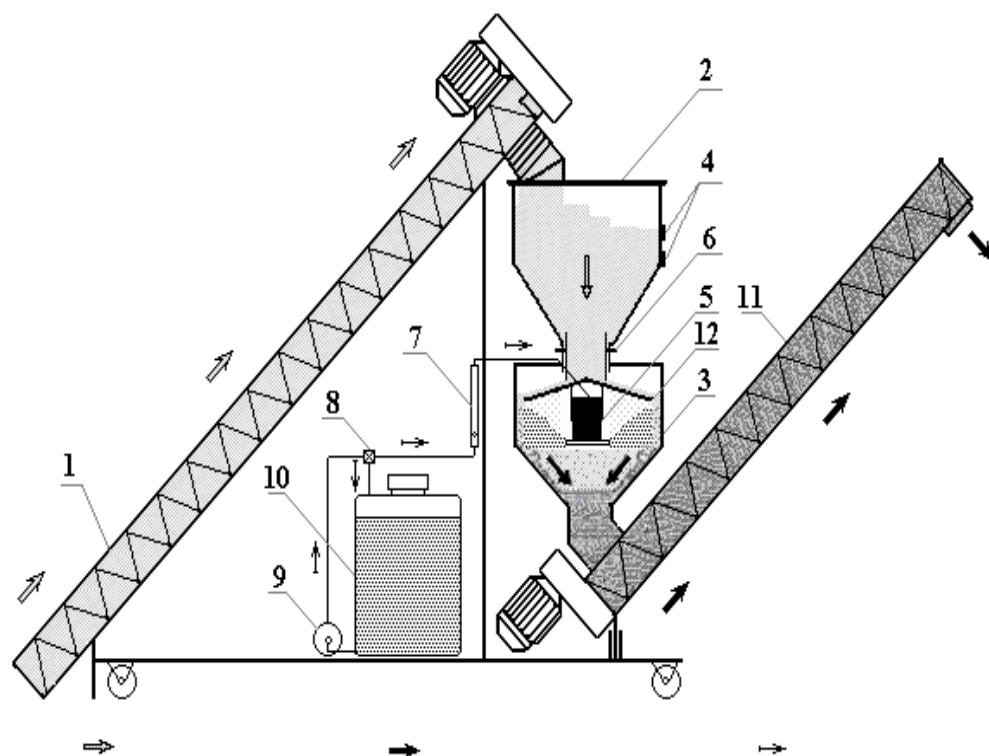
Рисунок 2 – Технологический процесс протравливания семян в машинах Мобитоксупер и ПСК – 15:

1 – распылитель; 2 – растекатель семян; 3 – семена.

Обработка падающего потока семян происходит распылённой суспензией препарата, что приводит к обеспечению требуемой полноты покрытия. Данные машины имеют высокую производительность 15 – 20 т/ч, меньшую материалоемкость по сравнению с ПС – 10.

Система дозирования, используемые в «Мобитоксупер» и ПСК – 15, проще и точнее, чем у ПС – 10. В то же время цена этих машин составляет 252 тыс.руб. Эти машины импортного производства.

В сельском хозяйстве России имеется достаточно большое количество фирменных хозяйств, которые нуждаются в протравочных машинах, но не могут их купить по причине высокой стоимости. К тому же для фермеров производительность указанных машин избыточна. Имеющийся в производстве протравливатель ПСМ – 7, не обладает требуемым качеством протравливания, вследствие несовершенства технологического процесса.



непротравленное зерно протравленное зерно рабочий раствор

Рисунок 2.3 – Схема рабочего процесса протравливателя семян

1 – загрузочный (пружинный) транспортер; 2 – приемный бункер; 3 – протравочный бункер; 4 – датчики уровня; 5 – распылитель; 6 – дозатор зерна; 7 – ротаметр; 8 – кран-регулятор расхода жидкости; 9 – насос подачи рабочей жидкости; 10 – емкость для раствора; 11 – выгрузной (пружинный) транспортер; 12 – питатель.

Шнековые транспортеры, используемые на всех протравливателях при наличии достоинств, отработанная конструкция, наличие запчастей, имеют недостатки. А именно, высокая стоимость и повреждение семян.

Задачи данного дипломного проекта:

- разработать протравливатель семян производительностью 5 т/ч;
- разработать наиболее технологичный процесс протравливания семян;
- применить пружинные транспортеры для снижения стоимости машины и уменьшения повреждаемости семян;
- определить режимные и конструктивные параметры протравливателя;
- изготовить протравливатель семян;
- провести экспериментальные испытания протравливателя;

- провести производственные испытания протравливателя;
- определить эффективность протравливателя;
- внедрить протравливатель в производство.

Технология протравливания семян. Технологический режим протравливания семян осуществляется следующим образом.

Загрузочный транспортёр подает семена в бункер, где они накапливаются. При достижении зерном уровня установки нижнего датчика происходит включение распылителя и насоса. Семена через рассекатель кольцевым потоком поступают в протравочный блок, куда подаётся рабочий раствор препарата. Таким образом осуществляется синхронная подача двух дисперсных потоков зерна и пестицидов.

При достижении верхнего датчика происходит отключение загрузочного транспортера во избежание переполнения приемного бункера.

Выгрузной транспортер работает постоянно, удаляя обработанные семена.

Рабочий раствор подается из емкости центробежным насосом к трехходовому крану, а от него через ротаметр к распылителю. По ротаметру устанавливается количество рабочей жидкости подаваемой к распылителю, остаток сбрасывается в ёмкость.

В протравливателе предусмотрено выполнение следующих операций:

- приготовление рабочего раствора;
- подбор семян из бурта и подачи их в протравочный блок;
- обработка семян рабочей жидкостью;
- выгрузка семян в бурт или транспортное средство.

В начале готовят рабочую жидкость. Для этого заполняют ёмкость машины водой на треть объёма, затем добавляют нужное количество препарата, включают насос и перемешивают жидкость до равномерного растворения препарата.

Настройка протравливателя на производительность по семенам производится следующим образом: проверяют фактическую производительность протравливателя по семенам путём трехкратного взятия проб, сравнивая среднюю

величину. В случае необходимости продолжают регулировку. проверка производится следующим образом: семена из бурта за определенное время загрузочным устройством подаются в камеру протравливания, затем протравленные семена выгружаются в кузов автомобиля; их взвешивают и определяют производительность протравливателя.

Технологическая характеристика:

1. Тип протравливателя – передвижной.
2. Максимальная производительность при протравливании зерна пшеницы с плотностью 180 кг/м³;
 - за час основного времени – 7,
 - за час сменного времени – 5.
3. Основные показатели технологического процесса:
 - обработка семян зерновых и бобовых с полнотой протравливания от 95 до 100%;
 - неравномерность подачи семян $\pm 5\%$;
 - неравномерность подачи рабочей жидкости не более $\pm 5\%$;
 - неравномерность концентрации рабочей жидкости в баке $\pm 5\%$;
 - дробление семян – 0%;
 - повышение влажности семян – 1%.
4. Условия эксплуатации + 5, + 350С.
5. Масса протравливателя – не более 185 кг.
6. Габаритные размеры:
 - длина – 5000 мм с установленным выгрузным транспортером
 - ширина – 1100 мм
 - высота – 2500 мм.
7. Протравливатель работает от сети трёхфазного переменного тока с частотой 50 Гц и напряжением 380 В, сохраняет свои характеристики при изменении напряжения от 342 до 418 В и частоты от 49 до 50 Гц.
8. Тип двигателя:
 - транспортеры загрузочный и выгрузной – 1,5 кВт;

– насос и распылитель постоянного тока – 100 Вт, 12 В.

9. Потребляемая мощность 3,2 кВт.

10. Предел регулирования:

– расхода семян – от 0 до 5 т/ч;

– водного раствора – от 0 до 3,5 л/мин.

11. Обслуживающий персонал – 1 чел.

12. Оперативная трудоёмкость очистки при переходе на обработку другой культуры – 1 чел.час.

13. Требования надежности:

– средняя наработка на отказ – не менее 100 г;

– коэффициент готовности по оперативному времени – не ниже 0,99;

– снижение времени ТО – 0,1 ч;

– срок службы – не менее 5 лет.

Настройку подачи рабочей жидкости соответствующей установленной производительности протравливателя по семенам производят по ротаметру поворотом ручки трехходового крана согласно данных таблицы 2.2

Таблица 2.2 – Расход рабочей жидкости в зависимости от нормы расхода препарата и производительности протравливателя.

Расход рабочей жидкости (л/мин) при различной производительности протравливателя			
2 т/ч	3 т/ч	4 т/ч	5 т/ч
0,33	0,5	0,66	0,88

При установленных нормах включают протравливатель в рабочий режим и проводят протравливание визуалью контролируя качество работы по окраске протравленных семян.

Библиографический список

1. Исаев, Ю.М. Длинномерные спирально-винтовые транспортирующие устройства. Монография. ФГОУ ВПО «Ульяновская ГСХА». – Ульяновск: 2006. – 433 с.
2. Исаев, Ю.М. Обоснование процесса перемещения семян спирально-винтовым рабочим органом / Ю.М. Исаев, Н.М. Семашкин, Н.Н. Назарова // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – № 1. – С. 97...99.
3. Исаев, Ю.М. Давление спирального винта на частицу материала / Ю.М. Исаев, Н.М. Семашкин, Н.Н. Назарова, В.А. Злобин // Современные наукоемкие технологии. – 2010. – Т. 9. С. – 175...176.
4. Исаев, Ю.М. Спирально-винтовые устройства в сельском хозяйстве / Ю.М. Исаев, Х.Х. Губейдуллин, И.И. Шигапов, Н.М. Семашкин // Научный вестник Технологического института - филиала ФГБОУ ВПО "Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина". – 2013. – № 11. – С. 116...123.
5. Алямовский А.А. и др. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике / А.А. Алямовский, А.А. Собачкин, Е.В. Одинцов, А.И. Харитонович, Н.Б. Пономарев. – Спб.: БХВ-Петербург –2008. – 1040 с.

The results of the study of the spiral-helix device for disinfecting grain

Isaev Yu. M., Semashkin N. M., Zlobin V. A.

FSBEA HE «Ulyanovsk state agricultural university of P. A. Stolypin »

Key words: dressing, grain coating area with a dressing agent, seed dressing technology.

Abstract. The article discusses the choice of a general scheme of the protractor, taking into account the degree of coverage of the treated material with individual drops of spray. The positive and negative sides of the screw and spiral-screw conveyors are

considered. The procedure for setting the treater on the performance of the various seeds.

УДК 631.374

ВЕРТИКАЛЬНОЕ ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ЧАСТИЦЫ МАТЕРИАЛА ПО ПОВЕРХНОСТИ СПИРАЛЬНОГО ВИНТА МЕЖДУ КОАКСИАЛЬНЫМИ ЦИЛИНДРАМИ

Исаев Ю.М.,

доктор технических наук, профессор

Семашкин Н.М.,

кандидат технических наук, доцент

Калёнков С.А.,

аспирант

Джабраилов Т.А.,

кандидат физико-математических наук, доцент

Прусаков В.П.

студент колледжа

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, emotion.snm@mail.ru

Ключевые слова: перемещение частицы, винтовая спираль, условие равновесия материальной точки на винтовой линии.

Аннотация. В работе рассматривается краткая теория перемещения материальной точки по поверхности спирального винта располагающаяся в вертикальном положении. Приведена схема действия сил на частицу, находящуюся на поверхности спирального винта и описано условие равновесия материальной точки в сопутствующей системе координат XYZ. Описано выражение показывающее зависимость между основными конструктивными и технологическими параметрами винтового устройства, которое является условием вертикального движения материальной точки.

Введение. При хранении зерна в насыпи протекают физиологические, биохимические и микробиологические процессы, которые происходят при разных условиях. Основные задачи хранения зерна включают в себя: отсутствие потерь зерна; предотвращение ухудшения качества зерна; снижение затрат труда и средств.

После уборки урожая при перевозке и хранении теряется от 5 % до 25 % зерна в зависимости от технического оснащения элеваторов и общей культуры организации хранения. Вследствие этого, изучение условий хранения, а также разработка и использование новых средств механизации зерна во время хранения является актуальной задачей.

Предлагаемое устройство состоит из винтовой спирали, расположенной в цилиндрическом канале. Семена культур самоотекотом поступают в цилиндрический канал (кожух) и направляются далее в семяпровод валиком с винтовой спиралью (рисунок 1).

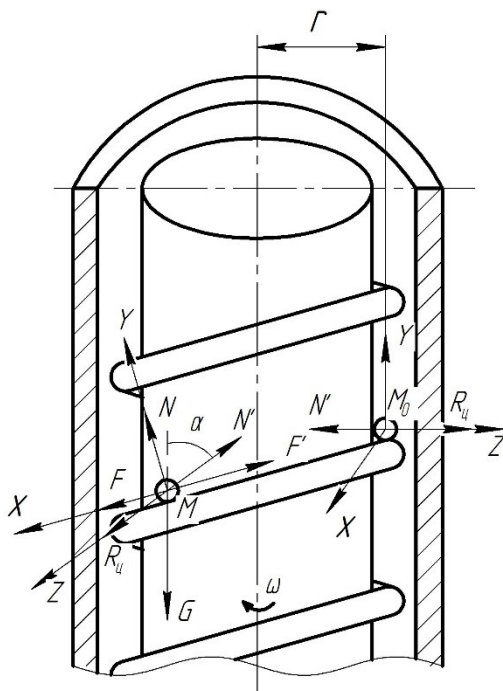


Рисунок 1 – Схема действия сил на частицу, находящаяся на поверхности спирального винта

Установим зависимость между основными параметрами вертикального спирально-винтового устройства.

Рассмотрим частный случай, при котором на винтовой поверхности спирали, вращающегося с угловой скоростью ω , покоится материальная точка M , на которую действуют следующие силы: сила тяжести $G = mg$, нормальная реакция поверхности витка спирали $N = G \sin \alpha$ и кожуха $N' = R_y$, сила трения о поверхность витка спирали $F = f_1 N$, внутреннюю стенку канала $F' = f_2 N'$ и центробежная сила $R_y = m\omega^2 r$.

Условие равновесия материальной точки на винтовой линии в сопутствующей системе координат XYZ имеет следующий вид:

$$\begin{aligned}\sum X &= N \cos \theta - G \sin \alpha = 0; \\ \sum Y &= F - F' + G \cos \alpha = 0; \\ \sum Z &= N' - R_y = 0,\end{aligned}\tag{1}$$

где θ – угол между нормальной реакцией поверхности спирали и осью X , град.; α – угол между вектором направления силы тяжести и осью Z , град.

Угол θ характеризует геометрические характеристики спирали, цилиндрического кожуха и размер частиц сыпучего материала и определяется по формуле:

$$\theta = \arcsin((r - r_2 + d/2 - r_1)/(r_1 + d/2)),\tag{2}$$

где r – внутренний радиус цилиндрического кожуха, м; r_1 – радиус частицы, м; r_2 – радиус спирали, м; d – диаметр проволоки, м.

Подставляя значения нормальных реакций во второе уравнение системы, получим:

$$f \frac{\sin \alpha}{\cos \theta} - f \frac{\omega^2 r}{g} + \cos \alpha = 0,\tag{3}$$

где f – коэффициент трения материальной точки о поверхность спирали.

Здесь $\omega^2 r / g = \lambda$ является коэффициентом кинематичности винтового устройства и показывает отношение центростремительного ускорения к ускорению силы тяжести, характеризуя режим движения винтовой спирали. Тогда после преобразований получим:

$$\lambda \leq \frac{\sin \alpha}{\cos \theta} + \frac{\cos \alpha}{\operatorname{tg} \varphi}, \quad (4)$$

где φ – угол трения, град.

Выражение (4) показывает зависимость между основными конструктивными и технологическими параметрами винтового устройства и является условием вертикального движения материальной точки.

Полученные зависимости могут быть использованы при проектировании опытных образцов винтовых устройств.

Библиографический список

1. Губейдуллин Х.Х., Семашкин Н.М., Шигапов И.И. Теория перемещения частицы винтовым элементом по плоскости / Аграрная наука. – 2015. – № 1, с. 29-32.
2. Исаев Ю.М., Губейдуллин Х.Х., Семашкин Н.М., Шигапов И.И. Начальные скорости движения частицы материала при перемещении спиральным винтом / Аграрная наука. – 2014. – № 10, с. 28 - 30.
3. Васильев В.Ф. Водометные движители / МАДИ (ГТУ). – М. – 2006. – 45 с.
4. Губейдуллин Х.Х., Семашкин Н.М., Шигапов И.И. Нахождение рабочей площади винтовой поверхности / Аграрная наука. – 2015. – № 2, с. 30-32.
5. Исаев Ю.М., Семашкин Н.М., Злобин В.А. Теоретическое описание перемещения частицы винтовой поверхностью по плоскости / В сб.: Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения. - Материалы VI Международной научно-практической конференции. Ульяновск, УГСХА, 2015, с. 44-47.
6. Исаев Ю.М. Скатывание зерна со спирально-винтовой поверхности транспортера / Ю.М. Исаев, О.П. Гришин, А.А. Настин, Н.М. Семашкин, А.В. Шуреков // Современные наукоемкие технологии. – 2008. – № 7, с. 47..

7. Исаев Ю.М., Семашкин Н.М., Гришин О.П., Гришина Е.В. Вращение сосуда с жидкостью под углом наклона / Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 7. – с. 26.

8. Исаев Ю.М., Семашкин Н.М., Евстигнеева О.Г., Кошкина А.О. Оптимальные условия вертикального перемещения частицы / Международный журнал экспериментального образования. – 2013. – № 3. с. 76-77.

9. Исаев Ю.М., Семашкин Н.М. Основы гидродинамического расчета зернового движителя / Инновации в сельском хозяйстве. – 2015. – № 3 (13), с. 117-121.

10. Исаев Ю.М., Семашкин Н.М., Минибаева Е.В. Струйное распыливание жидкости в протравливателе / Успехи современного естествознания. – 2012. – № 2, с. 111-112.

11. Исаев Ю.М. Параметры поперечного колебания спирального винта / Ю.М. Исаев, Н.М. Семашкин, Н.Н. Назарова, О.П. Гришин, А.О. Кошкина // Международный журнал экспериментального образования. – 2013. – № 3, с. 77-78.

Vertical movement of particles of material on a spiral screw surface between coaxial cylinders

Isaev Yu. M., Semashkin N. M., Kalenkov S. A.,

Dzhabrailov T. A., Prusakov V. P.

FSBEA HE «Ulyanovsk state agricultural university of P. A. Stolypin»

Keywords: particle displacement, helical spiral, condition of equilibrium of a material point on a helix.

Abstract. The paper discusses a brief theory of moving a material point along the surface of a spiral screw located in a vertical position. A diagram of the effect of forces on a particle located on the surface of a spiral screw is given and the condition of equilibrium of a material point in the accompanying XYZ coordinate system is described. An expression is described showing the relationship between the main structural and

technological parameters of the screw device, which is a condition for the vertical movement of a material point.

УДК 631.374

ДВИЖЕНИЕ ЧАСТИЦЫ НА ПЛОСКОСТИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ВРАЩАЮЩЕЙСЯ СПИРАЛИ

Исаев Ю.М.,

доктор технических наук, профессор

Семашкин Н.М.,

кандидат технических наук, доцент

Злобин В.А.,

кандидат технических наук, доцент

Прусаков В.П.

студент колледжа

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, emotion.snm@mail.ru

Ключевые слова: движение частицы по плоскости, винтовая поверхность, схем приложенных сил.

Аннотация. Изучения вопроса к приурочены теоретическому описанию перемещения частицы по горизонтально расположенной плоскости спиральным винтом. В статье рассматривается перемещение частицы в аксиальном и перпендикулярном направлении относительно образующей поверхности спирали. Также приводятся дифференциальные уравнения, описывающие движения частицы материала по образующей винтовой поверхности рабочего органа.

Рассмотрим плоскость по которой перемещается спирально-винтовое устройство будет неподвижна, а спиральный винт вращается вокруг своей оси с постоянной угловой скоростью ω . В начальный момент времени частица материала, находящаяся на поверхности плоскости, через некоторый отрезок вре-

мени за счет силы трения, возникающей между частицей и винтовой поверхностью спирального винта, перемещается по ней, как в осевом, так и перпендикулярном к нему направлениях, совершая криволинейный характер движения (рисунок 1). Пусть, условно, ось спирального винта составит угол γ с вертикалью и δ с горизонталью. Частица материала при вращении винта по часовой стрелке переместится винтовой поверхностью и в произвольном промежуточном положении относительно вертикальной, на угол ε .

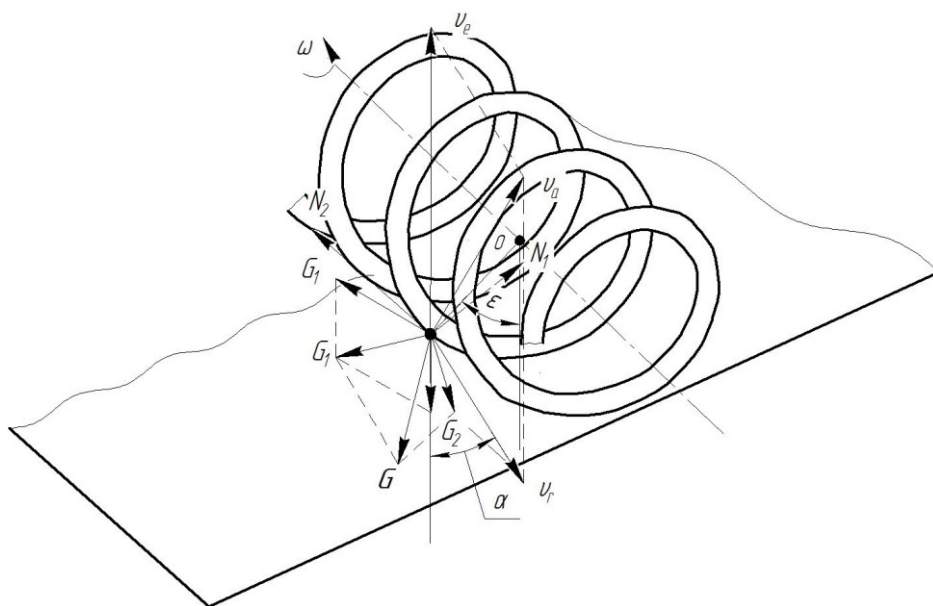


Рисунок 1 – Схема перемещения частицы на плоской поверхности

Вес частицы \bar{G} можно разложить на два вектора: $\bar{G} = \bar{G}_1 + \bar{G}_2$, а вектор \bar{G}_1 представить в виде двух составляющих: \bar{G}_τ по касательной к кожуху, \bar{G}_n по нормали к нему. При этом получаем:

$$\begin{cases} G_1 = G \cdot \sin \gamma, & G_2 = G \cdot \cos \gamma \\ G_\tau = G_1 \cdot \sin \varepsilon = G \cdot \sin \gamma \cdot \sin \varepsilon, & G_n = G_1 \cdot \cos \varepsilon = G \cdot \sin \gamma \cdot \cos \varepsilon \end{cases} \quad (1)$$

Таким образом, если начать изучение движения частицы из положения под углом ε по отношению к нижней точке плоскости – поскольку многие транспортирующие устройства предполагают поступление материала в любом месте на поверхности плоскости, то аксиальная, трансверсальная и радиальная составляющие силы веса выражаются согласно (1).

Для рассматриваемого случая, когда частица материала, опирающаяся на

винтовую поверхность спирального винта находящаяся так же в соприкосновении с плоскостью в общем случае описывается следующим уравнением:

$$\frac{d\omega}{dt} = \frac{\left(f_2 p (\omega_0 - \omega) (k \cos \delta \cos \varepsilon + \omega^2) + k \sin \delta \sqrt{p^2 (\omega_0 - \omega)^2 + \omega^2} \right)}{(pB + A) \sqrt{p^2 (\omega_0 - \omega)^2 + \omega^2} + f_2 p \omega \sin \theta} \times$$

$$\left(B - \frac{f_2 \cdot \omega \cdot \sin \theta}{\sqrt{p^2 (\omega_0 - \omega)^2 + \omega^2}} \right) -$$

$$\frac{\left(f_2 \omega (k \cos \delta \cos \varepsilon + \omega^2) + k \cos \delta \sin \varepsilon \sqrt{p^2 (\omega_0 - \omega)^2 + \omega^2} \right)}{(pB + A) \sqrt{p^2 (\omega_0 - \omega)^2 + \omega^2} + f_2 p \omega \sin \theta} \times$$

$$\left(A - \frac{f_2 p (\omega_0 - \omega) \sin \theta}{\sqrt{p^2 (\omega_0 - \omega)^2 + \omega^2}} \right), \quad (2)$$

где $\omega = \frac{d\varepsilon}{dt}$ – угловая скорость абсолютного движения, с^{-1} ; $k = \frac{g}{r - r_1}$; $p = \text{tg} \alpha$;

$A = \cos \alpha \cos \theta - f_1 \sin \alpha$; $B = \sin \alpha \cos \theta - f_1 \cos \alpha$.

С целью получения реальных данных о характере движения частицы было выполнено численное интегрирование большого количества уравнений для перемещения частицы по плоскости с различными параметрами.

В качестве начального условия было принято равенство нулю абсолютной угловой скорости частицы ($\omega = 0$) при ее низшем положении ($\varepsilon = 0$) на кожухе. На рисунках 2...5 приведены результаты расчетов по перемещению частицы по плоскости спиральным винтом со следующими характеристиками:

$f_1 = 0,5$ – коэффициент трения частицы о проволоку спирали;

$f_2 = 0,5$ – коэффициент трения частицы о плоскость;

$\omega = 50 \text{ с}^{-1}$ – круговая частота вращения спирали;

$\delta = 15^\circ$ – угол наклона;

$d = 0,008 \text{ м}$ – диаметр проволоки спирали;

$r_1 = 0,0045 \text{ м}$ – средний радиус частицы;

$r_2 = 0,045 \text{ м}$ – радиус спирали;

$s = 0,1 \text{ м}$ – шаг винтовой линии спирали.

В результате изучения многочисленных данных удалось установить некоторые характерные особенности движения частицы по плоскости. При углах наклона к горизонту меньше 25° , и скоростях вращения, определяемых значениями критерия $\lambda = \frac{\omega_0^2 \cdot r}{g} = 5 \div 50$ преобладают затухание колебания частицы (рисунок 2) около образующей спирали, определяемой углом ε_n , с параметрами ε_1 при $\omega_0 = 100c^{-1}$; ε_2 при $\omega_0 = 50c^{-1}$; ε_3 при $\omega_0 = 30c^{-1}$.

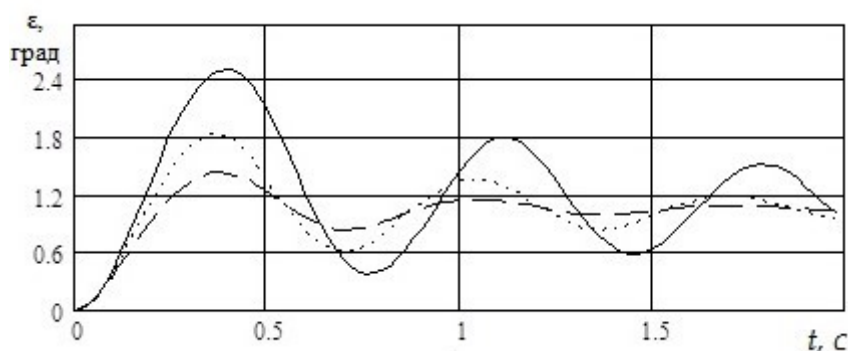


Рисунок 2 – Зависимость углового перемещения ε от времени t

Соответственно зависимости осевой скорости v_1 от времени t , при $\delta = 10^\circ$, v_1 при $\omega_0 = 100c^{-1}$; v_2 при $\omega_0 = 50c^{-1}$; v_3 при $\omega_0 = 30c^{-1}$; представлены на рисунке 3.

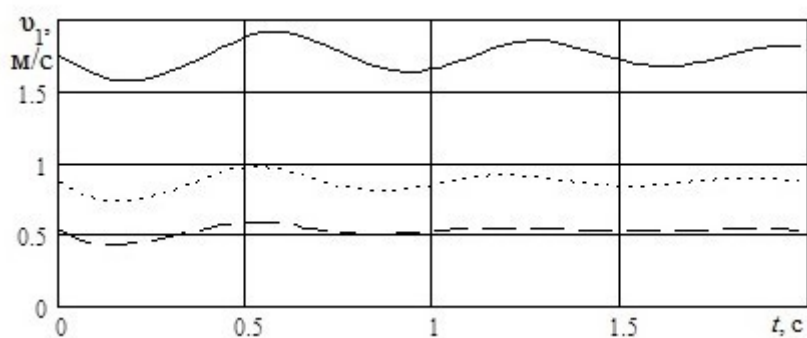


Рисунок 3 – Зависимость осевой скорости v_1 от времени t при $\delta = 10^\circ$.

Из рисунка 3 видно, что колебания частицы с течением времени довольно быстро уменьшаются. Это значит, что установившееся движение частицы прак-

тически можно рассматривать как движение вдоль одной образующей и вычислять осевую скорость по формуле:

$$v_1 = \omega_0 \cdot r \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad (3)$$

Зависимость углового перемещения ε и осевой скорости v_1 от времени t при различных углах θ , которое зависит от размера перемещаемых частиц, показана на рисунке 4 с параметрами: $\omega_0 = 50 \text{ c}^{-1}$; $\delta = 10^\circ$; $\varepsilon 1$ – при радиусе частиц $r_1 = 3,7 \text{ мм}$; $\varepsilon 2$ – при $r_1 = 4,0 \text{ мм}$; $\varepsilon 3$ – при $r_1 = 5,0 \text{ мм}$. И рисунке 5 $\omega_0 = 50 \text{ c}^{-1}$; $\delta = 10^\circ$; $v 1$ – при радиусе частиц $r_1 = 3,5 \text{ мм}$; $v 2$ – при $r_1 = 4,0 \text{ мм}$; $v 3$ – при $r_1 = 5,0 \text{ мм}$.

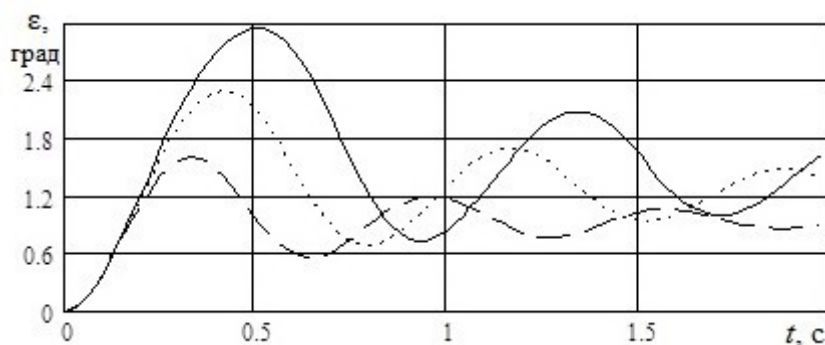


Рисунок 4 – Зависимость углового перемещения ε от времени t

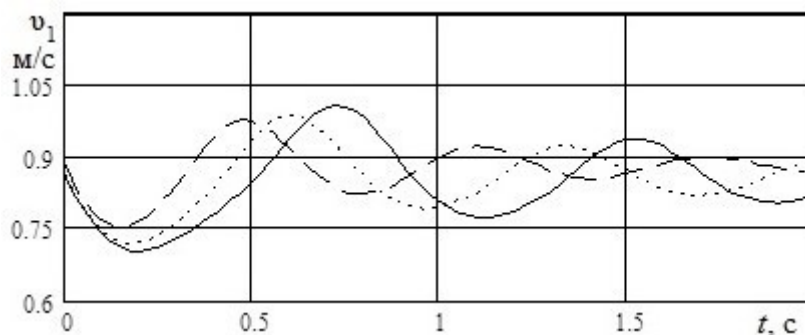


Рисунок 5 – Зависимость осевой скорости v_1 от времени t

Экспериментально установлено, что при частичном заполнении межвиткового пространства, колебаниям частицы соответствует режим движения сыпучего материала, при котором масса материала концентрируется и движется сложным круговоротом около некоторой оси, расположенной внутри самого

материала. Положение этой оси на образующей спирали, вероятно, приблизительно совпадает с ϵ_n .

Проведенный анализ показывает, что с увеличением скорости вращения спирали при $\delta = \text{const}$ колебания частицы усиливаются, а характер их искажается, так как при $\epsilon > \frac{\pi}{2}$ частица отрывается от поверхности спирали.

Библиографический список

1. Губейдуллин Х.Х., Семашкин Н.М., Шигапов И.И. Теория перемещения частицы винтовым элементом по плоскости / Аграрная наука. – 2015. – № 1, с. 29-32.
2. Исаев Ю.М., Губейдуллин Х.Х., Семашкин Н.М., Шигапов И.И. Начальные скорости движения частицы материала при перемещении спиральным винтом / Аграрная наука. – 2014. – № 10, с. 28 - 30.
3. Васильев В.Ф. Водометные движители / МАДИ (ГТУ). – М. – 2006. – 45 с.
4. Губейдуллин Х.Х., Семашкин Н.М., Шигапов И.И. Нахождение рабочей площади винтовой поверхности / Аграрная наука. – 2015. – № 2, с. 30-32.
5. Исаев Ю.М., Семашкин Н.М., Злобин В.А. Теоретическое описание перемещения частицы винтовой поверхностью по плоскости / В сб.: Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения. - Материалы VI Международной научно-практической конференции. Ульяновск, УГСХА, 2015, с. 44-47.
6. Исаев Ю.М. Скатывание зерна со спирально-винтовой поверхности транспортера / Ю.М. Исаев, О.П. Гришин, А.А. Настин, Н.М. Семашкин, А.В. Шуреков // Современные наукоемкие технологии. – 2008. – № 7, с. 47..
7. Исаев Ю.М., Семашкин Н.М., Гришин О.П., Гришина Е.В. Вращение сосуда с жидкостью под углом наклона / Современные наукоемкие технологии. – 2012. – № 7. – с. 26.

Particle motion on a plane under the action of a rotating spiral

Isaev Yu. M., Semashkin N. M., Zlobin V. A.

Prusakov V. P.

FSBEA HE «Ulyanovsk state agricultural university of P. A. Stolypin »

Keywords: particle motion on a plane, helical surface, schemes of applied forces.

Abstract. Studies of the issue are confined to a theoretical description of the movement of a particle along a horizontal plane with a spiral screw. The article discusses the movement of a particle in the axial and perpendicular directions relative to the forming surface of the helix. Differential equations describing the movement of a material particle along the generatrix of the screw surface of the working member are also given.

УДК 631:362.7

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВНУТРЕННЕГО ТЕПЛО- И МАССОПЕРЕНОСА ПРИ СУШКЕ ЗЕРНА

Карпенко Г. В.,

кандидат технических наук, доцент

Курдюмов В. И.,

доктор технических наук, профессор

Павлушин А. А.,

доктор технических наук, профессор

Карпенко М. А.,

кандидат технических наук, доцент

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, тел. 89093566208, karpenko.galina@yandex.ru

Ключевые слова: тепло- и массоперенос, контактная сушка, теплопроводность, влагосодержание, интенсивность сушки.

Аннотация. В данной статье приведены закономерности внутреннего

тепло- и массопереноса при сушке зерна. Рассмотрено влияние режимных параметров сушилки контактного типа на процесс сушки.

Процесс сушки зерна можно рассматривать как частный случай обезвоживания биологических объектов, исследование которого основано на использовании молекулярно-кинетического и термодинамического методов.

Молекулярно-кинетический метод базируется на кинетических закономерностях тепло- и массопереноса, их молекулярной природе в коллоидных капиллярнопористых телах как при наличии, так и в отсутствии в них фазовых переходов и позволяет вскрыть механизм явлений при сушке.

Термодинамический метод основан на законах классической термодинамики и направлен на изучение конечных результатов действия движущих сил в явлениях тепло- и массопереноса.

Теория сушки развивалась одновременно с созданием термодинамики необратимых процессов, и, фактически, является одной из ее ветвей.

Одним из центральных вопросов теории сушки является определение скорости потоков переноса тепла и влаги, учитывая их сопротивление (или проводимость). Эта задача решается на основе феноменологических законов, соответствующих первому принципу термодинамики необратимых процессов, согласно которому плотность потока энергии i пропорциональна движущей силе процесса D и проводимости потока k , зависящей от особенностей физико-химических свойств самого материала.

Движущей силой процесса сушки в общем случае для переноса массы является химический потенциал, а для переноса тепла - термодинамический потенциал. В зависимости от вида переноса в каждом отдельном случае потенциалами переноса может быть температура, влагосодержание, давление, концентрация и др., а движущими силами - соответствующие градиенты [1, 2].

При контактной сушке различных материалов, включая зерновые культуры, происходит комплекс взаимосвязанных явлений, которые условно можно разделить на внешние и внутренние [3].

Внешние: перенос тепла от нагретой поверхности к поверхности материала; испарение влаги с поверхности (зоны испарения) в окружающую среду.

Внутренние: перенос тепла внутри материала; перенос влаги внутри материала.

Внешние процессы подчиняются общим закономерностям, присущим испарению жидкости со свободной поверхности. Управляющими параметрами данных процессов являются параметры состояния окружающей среды.

Более сложными представляются внутренние процессы.

По существу, общее решение задачи о сушке должно заключаться в интегрировании полной системы уравнений переноса как в самом материале, так и в окружающей среде, причем для границы раздела должны быть сформулированы условия совмещения полей соответствующих потенциалов.

Одним из наиболее широко применяемых методов сушки является контактная сушка, при которой теплота, необходимая для испарения влаги и нагревания материала, передается последнему непосредственно от горячей поверхности, а влага поглощается и эвакуируется окружающей средой. Контактная сушка значительно экономичнее и интенсивнее конвективной сушки, так как при ней достигаются весьма высокие плотности потока теплоты.

Одним из основных режимных параметров при контактной сушке является температура греющей поверхности; причем влияние этого параметра на кинетику процесса сушки различными исследователями изучалось в большом диапазоне температур (45...160 °С) при различной толщине сушимого материала.

Толщина материала не изменяет форму кривой интенсивности сушки, а только границы областей температур, при ее увеличении эти границы смещаются в сторону больших температур [4].

Возможность использования метода контактной сушки для обезвоживания того или иного материала определяет температура высушиваемого материала непосредственно прилегающая к поверхности нагрева.

Температура слоя, контактирующего с греющей поверхностью, в первом периоде при сушке различных тонких материалов одной и той же толщины будет

одинакова, если сопротивление переносу пара мало. В этом случае скорость сушки зависит только от скорости подвода теплоты [5].

Основное уравнение тепло- и влагообмена для контактной сушки на греющей поверхности имеет вид [6]:

$$\lambda_3 (\nabla t)_{zp} + c\rho_0 R_v \frac{dt}{d\tau} + rj + \alpha(t_n - t_c) = 0, \quad (1)$$

где λ_3 - эквивалентный коэффициент теплопроводности, учитывающий и перенос тепла паром, ккал/м ч град; ∇t_{zp} - температурный градиент внутри материала на границе соприкосновения с нагретой поверхностью, град /м, c - теплоемкость, ккал/(кг·град), ρ_0 - плотность материала, кг/м³, R_v - отношение объема тела к его поверхности, r - удельная теплота парообразования, ккал/кг, j - плотность потока влаги, кг/м²·ч; α - коэффициент теплообмена, ккал/(м²·ч); t_n , t_c - температура соответственно поверхности и среды, °С.

Для первого периода сушки уравнение (1) можно упростить. Потери теплоты в окружающую среду малы по сравнению с теплотой, затрачиваемой на испарение. Поэтому с достаточной степенью точности можно написать:

$$q = -\lambda_3 (\nabla t)_{zp} = rj. \quad (2)$$

Таким образом, по величине λ_3 и $(\nabla t)_{zp}$ можно определить плотности потоков теплоты q и влаги j .

Температурный градиент внутри материала вблизи греющей поверхности при малой толщине контактного слоя h_k можно определить по соотношению:

$$-(\nabla t)_{zp} = \frac{t_{zp} - t_k}{h_k}. \quad (3)$$

Если известна интенсивность сушки, то плотность потока теплоты можно определить как произведение rj .

Для практических расчетов общая продолжительность контактной сушки может быть подсчитана по следующей приближенной формуле:

$$\tau = \frac{W_0}{N} - \frac{1}{\chi N} [1 + 2,31 \lg \chi W_{кон}], \quad (4)$$

где N - скорость сушки в первом периоде, % /ч; χ - относительный коэффициент

сушки, 1/%, $W_0, W_{кон}$ - начальное и конечное влагосодержание материала, %.

Начальное и конечное влагосодержание материала почти всегда являются известными. Относительный коэффициент сушки χ определяется по экспериментальной прямой $K = \chi N$ как тангенс угла ее наклона.

Температура материала в первом периоде сушки постоянна ($dt/d\tau = 0$), внутри тела наблюдается неравномерное распределение температуры. При постоянной температуре греющей поверхности и одномерном потоке теплоты это распределение температуры описывается законом параболы. Температура открытой поверхности тела зависит от параметров окружающего влажного воздуха (t_c, φ, ν), температуры греющей поверхности (t_{gp}) и теплофизических свойств тела (λ, a_m).

Начиная с первого критического влагосодержания температура тела увеличивается, а скорость сушки уменьшается (формула 4). Уравнение теплового баланса имеет вид:

$$q_n(\tau) = q_m + q_k = r\rho_0 R_v \frac{d\bar{u}}{d\tau} (1 + Rb), \quad (5)$$

где индексы « m » и « k » обозначают соответственно передачу теплоты теплопроводностью и конвекцией.

Зная зависимость $Rb = f(u)$ и используя формулу (4), можно определить общий поток теплоты $q_n(\tau)$. Поэтому экспериментальные исследования с целью нахождения эмпирических соотношений $Rb = f(u)$ при разных режимах сушки имеют большое значение.

Очевидно, для обоснования выбора рационального режима сушки зерна необходимо исследовать его массообменные и теплофизические характеристики, а также выявить основные закономерности явлений, происходящих в процессе сушки.

Библиографический список

1. Лыков, А.В. Теория сушки. М.: Энергия, 1968. - 472с.

2. Влияние параметров воздушной среды на энергозатраты в зерносушилках контактного типа / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, Г.В. Карпенко // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии – 2015. - №1 (29). – С. 114-119.

3. Особенности тепловой обработки зерна в установках контактного типа / Курдюмов В.И., Карпенко Г.В., Павлушин А.А. // Международный сельскохозяйственный журнал. - 2010. - № 5. - С. 50-53.

4. Оптимизация теплового режима при контактной сушке зерна различных культур / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, Г.В. Карпенко, М.А. Карпенко // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии». - Ульяновск – 2013. - № 2. – С. 111-116.

5. Карпенко, Г.В. Преимущества кондуктивного способа теплопередачи в минизерносушилках / Г.В. Карпенко, М.А. Карпенко // Материалы Международной научно-практической конференции «Использование инновационных технологий для решения проблем АПК в современных условиях». Т.2. - Волгоград, ИПК «Нива», 2009. – С. 208-211.

6. Лыков, А. В. Теория тепло- и массопереноса / А.В. Лыков, Ю.А. Михайлов. - М.- Л.: Госэнергоиздат, 1963. – 442 с.

Internal regularities of heat and mass transfer during drying of grain

G.V. Karpenko, V.I. Kurdyumov, A.A. Pavlushin, M.A. Karpenko

Key words: heat and mass transfer, contact drying, thermal conductivity, moisture content, drying intensity.

Abstract. This article presents the laws of internal heat and mass transfer during grain drying. The influence of contact type dryer operating parameters on the drying process is considered.

УДК 631.862.2.:631.333.92

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ УТИЛИЗАЦИИ НАВОЗНЫХ СТОКОВ ПУТЕМ РАЗДЕЛЕНИЯ ИХ НА ФРАКЦИИ

Киров Ю. А.,

доктор технических наук, доцент, +7-927-746-06-75, kirov.62@mail.ru

Савельев Ю. А.,

доктор технических наук, доцент, +7-9270017563, juri.savelev@mail.ru

Киров В. А.,

кандидат технических наук, доцент, +7-9277135644, kirovv@mail.ru

Сычев А. С.,

аспирант, +7-9376437436, as_sychev@mail.ru

Горбачев А. П.,

магистрант, +7-9171064243, saneock.gorbacheff@yandex.ru

ФГБОУ ВО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия»

Ключевые слова: утилизация, навозные стоки, разделение на твердую и жидкую фракции, обезвоживание, очистка.

Аннотация. Приведены функциональная и структурная схемы процесса обработки и утилизации навозных стоков. Разработана новая технологическая схема линии для разделения навозных стоков на твердую и жидкую фракции. Приведена эффективность использования предлагаемой схемы линии в технологическом процессе утилизации навозных стоков.

Интенсификация производства продуктов животноводства неизбежно приводит к концентрации большого количества поголовья на относительно небольшой площади. С этим связано строительство крупных животноводческих ферм и комплексов, на которых используется гидравлический способ удаления навоза.

Уборка навоза из животноводческих помещений с помощью гидросмыва наиболее выгодна в технологическом плане, но, вместе с тем, влечет за собой ряд проблем экологического характера. Бесподстилочный навоз, получаемый при данном виде навозоудаления, в необработанном виде представляет серьезную угрозу для заражения почвы, воды, воздушного бассейна, для животных и, в конечном счете, для человека, так как в нём долгое время живут различные болезнетворные бактерии, яйца и личинки гельминтов, не теряют всхожести семена сорных растений.[1]

В зависимости от содержания сухого вещества в бесподстилочном навозе, представляющем из себя смесь кала и мочи с водой и посторонними примесями (остатки кормов, щетина, шерсть, различный мусор, песок и т.д.), согласно ГОСТ 20432-82, различают: полужидкий навоз (содержание сухого вещества 8...14%, влажность до 90%); жидкий навоз (содержание сухого вещества 3...8%, влажность 90...93%); навозные стоки (содержание сухого вещества менее 3%, влажность 93...98%).[2]

Существующая, в настоящее время, практика значительного разбавления водой исходной массы удаляемого из производственных помещений навоза позволяет получать на выходе с животноводческих комплексов навозные стоки.

Преимущества гидравлических систем удаления навоза оборачиваются большими проблемами при утилизации огромных масс навозных стоков, объем которых достигает 3000 тонн в сутки на свинокомплексах и 2500 тонн в сутки на комплексах КРС. В связи с этим, утилизация навозных стоков является актуальной проблемой в сельскохозяйственном производстве.

Успешное решение проблемы переработки навозных стоков, поступающих с животноводческих комплексов, ведет к повышению урожая и восстановлению почвенного плодородия за счет приготовления из навоза ценного органического удобрения, а также к улучшению экологической обстановки на сельхозпредприятиях.[3]

В настоящее время для утилизации навозных стоков применяют, в основном, три способа: гомогенизация, компостирование и разделение на твердую и

жидкую фракции и использование каждой фракции в отдельности. Наибольшее применение в нашей стране и за рубежом получил третий способ [4].

Операция разделения на фракции является самым важным звеном в технологии утилизации навозных стоков, так как от качества отделенных фракций зависит дальнейшая эффективность всего технологического процесса (трудоемкость, энергоемкость, металлоемкость, эксплуатационные затраты и т.д.) [5].

В настоящее время существует большое разнообразие технологических схем для разделения и утилизации навозных стоков. Однако, до сих пор нет эффективных технических средств для достижения высокого качества продуктов разделения и доведения их параметров до зоотехнических и экологических требований.

Цель исследований – повышение эффективности технологии и технических средств утилизации навозных стоков путем разделения их на фракции на основе разработки новых технических решений, обеспечивающих получение продуктов разделения, соответствующих зоотехническим и экологическим требованиям.

Рассматривая общую схему удаления и утилизации навозных стоков как систему, представляющую упорядоченную совокупность объектов, можно выделить три подсистемы: подготовки навозных стоков (удаление и усреднение); фазового превращения (разделение на фракции и обеззараживание); получение целевого продукта (утилизация на органическое удобрение). Внутри подсистем взаимодействуют операторы, представляющие собой физические и химические процессы, с помощью которых осуществляется последовательное превращение исходного сырья (навозных стоков) в продукт (твердая и жидкая фракции навоза) [6].

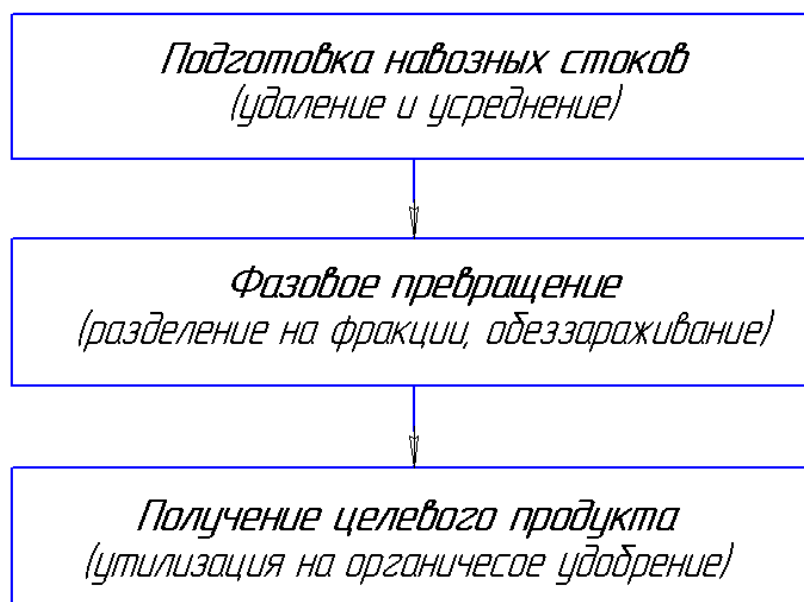


Рисунок 1 – Общая система удаления и утилизации навозных стоков

Анализ подсистем общей системы утилизации навозных стоков показывает, что разделение на фракции является определяющим и наиболее трудоемким звеном. В связи с этим, комплект оборудования для обеспечения качественного функционирования подсистемы при заданной производительности должен отвечать необходимым требованиям, в первую очередь, по фактору разделения и эффекту осветления.

Исследованиями установлено, в подсистеме разделения на фракции и обеззараживания навозных стоков необходимы три ступени: первичное разделение (грубодисперсное), вторичное разделение и глубокое разделение с обеззараживанием [6].

Для стабильного функционирования всех трех ступеней были разработаны и обоснованы технические решения, позволяющие повысить эффективность процесса разделения.

На основе функциональной схемы составлен материальный баланс технологического процесса, который позволяет количественно описать взаимосвязи потоков навозной массы от её исходного состояния и до готового продукта путем последовательного разделения на фракции.

В результате анализа и синтеза функциональной схемы утилизации навозных стоков была получена структурная схема с оптимальным технологическим оборудованием (рисунок 2) [7].

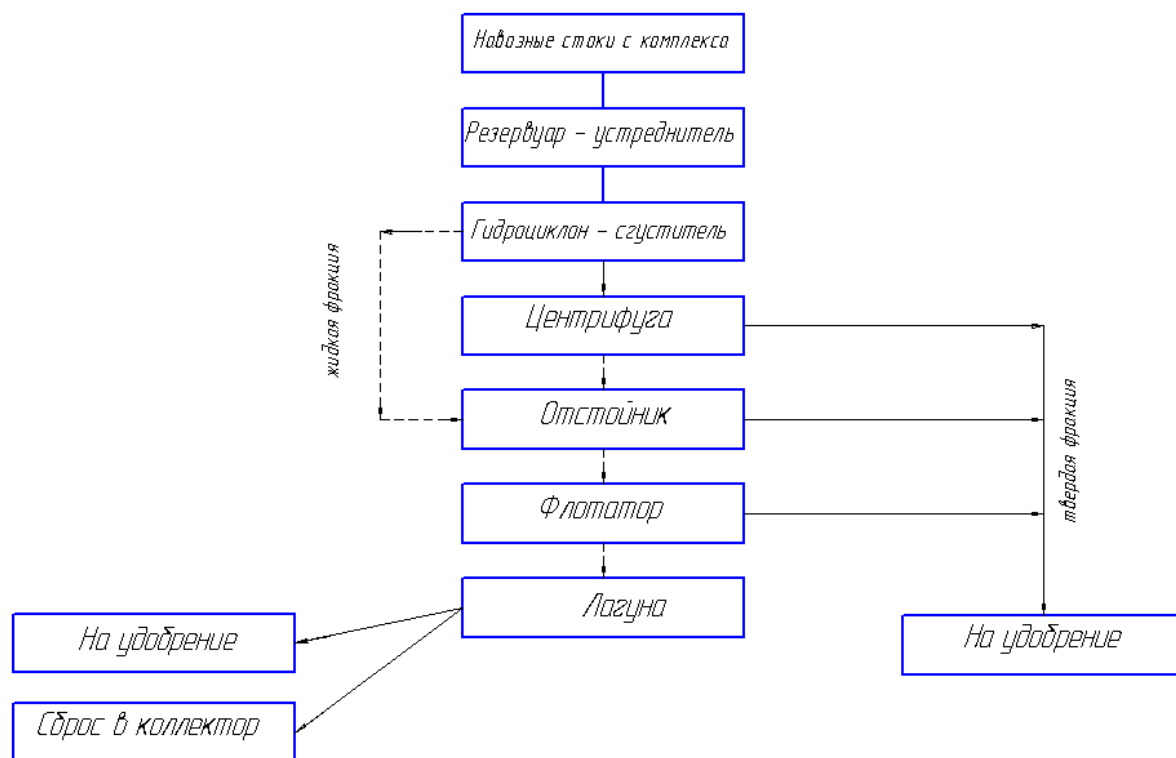


Рисунок 2 – Структурная схема процесса обработки навозных стоков

Исследования эффективности технических средств для разделения на фракции навозных стоков позволили выявить и обосновать наиболее перспективные в использовании машины и аппараты для разработанной структурной схемы.

Для первичного разделения исходной массы навозных стоков были разработаны технические средства, представляющие собой гидроциклон – сгуститель (патент №2257268) и гидроциклон (патент на полезную модель №56648). Принцип работы усовершенствованных конструкций основан на разделении навозных стоков за счет осаждения твердых взвешенных частиц в поле центробежных сил. Результаты экспериментальных исследований предлагаемых устройств позволили снизить влажность сгущенной твердой фракции стоков до 90%. Простота конструкции, большая производительность, малая металлоемкость и высокая

эксплуатационная надежность предложенных устройств позволяет эффективно использовать их в технологическом процессе [8].

После первичного разделения сгущенная твердая фракция навозных стоков поступает в фильтрующую центрифугу, а осветленная жидкая фракция подается в отстойник, где под действием гравитационных сил осаждается.

На ступени вторичного разделения происходит дообеззараживание твердой фракции до влажности зоотехнических требований. Для интенсификации процесса вторичного разделения предложены усовершенствованные конструкции центрифуг (а.с.№1507451, а.с.№1585006). Экспериментальные исследования и производственные испытания предлагаемых конструкций проведены на очистных сооружениях свинокомплекса «Алексеевский» Самарской области. Твердая фракция навозных стоков, полученная после разделения на опытных образцах фильтрующих центрифуг составляла 68...70%, что позволяет подвергать её дальнейшему биотермическому обеззараживанию.

Как показали многочисленные исследования, наибольшая трудоемкость процесса разделения навозных стоков на фракции состоит в выделении твердых взвешенных частиц, находящихся в жидкой фракции. Так как из исходной массы навозных стоков получается 3...10% буртующейся твердой фракции (в зависимости от влажности и концентрации исходной массы), а остальное – зараженная жидкая фракция. Снизить содержание взвешенных частиц в ней – главная задача во всем технологическом процессе.

После вторичного разделения навозных стоков жидкая фракция навозных стоков, представляющая собой уже низконцентрированную дисперсную фазу воды и взвешенных частиц, поступает на глубокое разделение в тонкослойном отстойнике и во флотаторе. [9,10] Во флотаторе происходит выделение взвешенных частиц за счет электролиза воды.

Принцип действия предложенной конструкции флотатора заключается в следующем. Жидкая фракция навозных стоков после отстаивания на тонкослойном отстойнике попадает в емкость флотатора, где под действием электролиза воды создается среда насыщения пузырьками газа. Образовавшиеся пузырьки

устремляются к поверхности обрабатываемой воды, одновременно адсорбируя на себе взвешенные твердые частицы навоза. Образованные комплексы «твердая частица – пузырек газа» образуют пенный слой, который удаляется специальным устройством. Отличительной особенностью обработки жидкой фракции навозных стоков во флотаторе является одновременное обеззараживание осветленной воды, за счет создания среды высоконасыщенной газом.

Результаты экспериментальных исследований усовершенствованных технических устройств показали повышение эффективности при разделении на фракции исходной массы навозных стоков, что позволяет довести качественные показатели отделенных твердой и жидкой фракций до зоотехнических и экологических требований и утилизировать их в качестве ценных органических удобрений.

Результаты проведенных исследований одобрены научно-техническим советом и приняты к внедрению Министерством сельского хозяйства и продовольствия Самарской области.

В результате проведенных исследований было получено:

1. структурная схема процесса обработки и подготовки к утилизации навозных стоков;
2. технологическая схема процесса разделения на фракции и подготовки к использованию в соответствии с зоотехническими требованиями;
3. для реализации поставленной цели разработаны новые технические устройства, позволяющие повысить эффективность процесса разделения навозных стоков на фракции.

Библиографический список

1. Лукьяненко, И.И. . Перспективные системы утилизации навоза (в хозяйствах Нечерноземья) – М.: Россельхозиздат, 1985. 176 с.
2. Капустин, В.П. Обоснование способов и средств переработки бесподстилочного навоза / Тамбов : Изд-во Тамб. Гос. Техн.ун-та. 2002. 80 с.

3. Ковалев Н. Г. Проектирование систем утилизации навоза на комплексах. Ковалев Н. Г., Глазков И. К. - М.: Агропромиздат, 1989. - 160 с.
4. Письменов, В.Н. Получение и использование бесподстилочного навоза. - М., Росагропромиздат. 1988. - С. 206.
5. Коваленко В.П. Механизация обработки бесподстилочного навоза. – М.: Колос, 1984. – 159 с.
6. Киров, Ю.А. Разработка технологической линии для разделения навозных стоков [Текст] / Ю.А. Киров // Техника и оборудование для села. - 2012. - №4. - С. 24-26.
7. Пат. 2471402 Российская Федерация, МПК⁷ А01С 3/00. Способ переработки животноводческих стоков [Текст] / Ю.А. Киров, Д.Р. Костерин, Т.Ю. Козлова, Д.Н.Котов, В.С. Зотеев ; заявители и патентобладатели : Ю.А. Киров, Д.Р. Костерин, Т.Ю. Козлова, Д.Н.Котов, В.С. Зотеев - № 2011130105/13 ; заявл. 19.07.2011 ; опубл. 10.02.2013, Бюл. №4. - 4 с. : ил.
8. Пат. № 2257268 Российская Федерация, МПК⁷ А01С 3/00. Гидроциклон-сгуститель [Текст] / Ю.А. Киров, Т.Ю. Козлова, Ю.В. Ларионов ; заявитель и патентобладатель ФГОУ ВПО Самарская государственная сельскохозяйственная академия - №2004121788/15 ; заяв. 15.07.2004 ; опубл. 27.07.2005, Бюл. №21. - 7 с. : ил.
9. Пат. 111770 Российская Федерация, МПК⁷ А01С 3/00. Тонкослойный отстойник [Текст] / Ю.А. Киров, Д.Р. Костерин , Д.Н. Котов ; заявитель и патентобладатель ФГОУ ВПО Самарская государственная сельскохозяйственная академия - №2011125278/05 ; заяв. 20.06.2011 ; опубл. 27.12.2011, Бюл. №36. - 2 с. : ил.
10. Пат. 111847 Российская Федерация, МПК⁷ А01С 3/00. Флотатор [Текст] / Ю.А. Киров, В.С.Шевяков, Д.Р. Костерин, Д.Н. Котов : заявители и патентобладатели: Ю.А. Киров, В.С.Шевяков, Д.Р. Костерин, Д.Н. Котов - №2011127717/05 ; заяв. 15.11.2011 ; опубл. 06.07..2012, Бюл. №36. - 2 с. : ил.

Justification of the technological process and technical means of disposal of manure runoff by separating them into fractions

Kirov Yu. A., Savelyev Yu. A., Kirov V. A., Sychev A. S., Gorbachev A. P.,
Samara State Academy of Agriculture,

Keywords: recycling, manure drains, division into firm and liquid fractions, dehydrating, clearing.

Abstract. Functional and structural schemes of manure drains recycling process are resulted. New technological scheme of manure drains division into firm and liquid fractions line is developed. Efficiency of the line offered scheme use in technological process of manure drains recycling is resulted.

УДК 631.862.2.:631.333.92

ОБОСНОВАНИЕ КОМПЛЕКТА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ СТОКОВ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Киров Ю. А.,

доктор технических наук, доцент, +7-927-746-06-75, kirov.62@mail.ru

Киров В. А.,

кандидат технических наук, доцент, +7-9277135644, kirovv@mail.ru

Кирова Ю. З.,

кандидат педагогических наук, +7-9277206471, kirovauz@mail.ru.

Сычев А. С.,

аспирант, +7-9376437436, as_sychev@mail.ru

Марковский Д. О.,

магистрант, +7-9371834370, dimonflix@yandex.ru

ФГОУ ВО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия»

Ключевые слова: утилизация, навозные стоки, разделение на твердую и жидкую фракции, обезвоживание, очистка.

Аннотация. Определены основные стадии обработки и очистки сточных вод животноводческих предприятий, включающих: механическую очистку; разделение на твердую и жидкую фракции; биологическую очистку; бактерицидное обеззараживание. Обоснован выбор оптимального оборудования для обеспечения технологического процесса очистки навозных стоков. Приведена эффективность использования комплекта оборудования для очистки стоков животноводческих предприятий в технологическом процессе утилизации навозных стоков.

На комплексах с бесподстилочным содержанием животных получают навоз влажностью 90...98% (стоки) из-за попадания в каналы технологически неизбежных стоков, а также за счет добавления технической воды, необходимой для обеспечения процесса удаления навоза. Выход навозных стоков достигает 3000 тонн в сутки на свиноводческих комплексах и 2500 тонн на комплексах крупного рогатого скота [1].

Навозные стоки в необработанном виде представляет серьезную угрозу для заражения почвы, воды, воздушного бассейна, для животных и, в конечном счете, для человека, так как в нём долгое время живут различные болезнетворные бактерии, яйца и личинки гельминтов, не теряют всхожести семена сорных растений. Проблема утилизации органических отходов животноводческих комплексов остается актуальной [1].

Для обработки сточных вод животноводческих предприятий требуется по крайней мере четыре стадии очистки [1, 2]:

1. Механическая очистка;
2. Разделение на твердую и жидкую фракции;
3. Биологическая очистка;
4. Бактерицидное обеззараживание

Выбор оптимального технологического оборудования позволяет повысить эффективность процесса очистки животноводческих стоков, существенно снизить трудовые и эксплуатационные затраты на утилизацию стоков, а также улучшить экологическую обстановку на сельскохозяйственных предприятиях.

Цель исследований – обоснование и расчет основных показателей комплекта оборудования для очистки и утилизации стоков животноводческих предприятий.

Для первой стадии очистки животноводческих стоков рекомендуется применять открытые и напорные гидроциклоны.

Открытые гидроциклоны необходимо применять для выделения всплывающих и оседающих грубодисперсных примесей и скоагулированной взвеси.

Напорные гидроциклоны следует применять для выделения из сточных вод грубодисперсных примесей главным образом минерального происхождения.

Удельную гидравлическую нагрузку q_{hc} , $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$, для открытых гидроциклонов следует определять по формуле [2]

$$q_{hc} = 3,6 K_{hc} u_0, \quad (1)$$

где u_0 - гидравлическая крупность частиц, которые необходимо выделить для обеспечения требуемого эффекта, мм/с ; K_{hc} - коэффициент пропорциональности, зависящий от типа гидроциклона

$$K_{hc} = \frac{0,75 n_{ti} (D_{hc}^2 - d_d^2)}{D_{hc}^2}, \quad (2)$$

где n_{ti} - число ярусов; D_{hc} - диаметр гидроциклона, м ; d_{in} - диаметр окружности, на которой располагаются раструбы выпусков, м ;

Производительность одного аппарата Q_{hc} , $\text{м}^3/\text{ч}$, следует определять по формуле [2]

$$Q_{hc} = 0,785 q_{hc} D_{hc}^2. \quad (3)$$

Удаление выделенного осадка из открытых гидроциклонов следует предусматривать непрерывное под гидростатическим давлением, гидроэлеваторами или механизированными средствами.

Длительная эксплуатация в хозяйствах России и стран СНГ установки обезвоживания навозных стоков (центрифуги) УОН-Ф-835 (изготовитель - ВНИИМЖ) показала, что она является одной из немногих машин, которая позволяет качественно решать проблему разделения стоков на фракции [3].

Осадительные центрифуги непрерывного или периодического действия следует применять для выделения из сточных вод мелкодисперсных взвешенных веществ, когда для их выделения не могут быть применены реагенты, а также при необходимости извлечения из осадка ценных продуктов и их утилизации.

Подбор необходимого типоразмера осадительной центрифуги необходимо производить по величине требуемого фактора разделения $I_{\text{сcc}}$, при котором обеспечивается наибольшая степень очистки.

Флотационные установки надлежит применять для удаления из воды взвешенных веществ, ПАВ, жиров, масел, смол и других веществ, осаждение которых малоэффективно.

Флотационные установки также допускается применять:

- для удаления загрязняющих веществ из сточных вод перед биологической очисткой;
- для отделения активного ила во вторичных отстойниках;
- для глубокой очистки биологически очищенных сточных вод;
- при физико-химической очистке с применением коагулянтов и флокулянтов;
- в схемах повторного использования очищенных вод.

Напорные, вакуумные, безнапорные, электрофлотационные установки надлежит применять при очистке сточных вод с содержанием взвешенных веществ свыше 100-150 мг/л (с учетом твердой фазы, образующейся при добавлении коагулянтов). При меньшем содержании взвесей для фракционирования в пену ПАВ и для пенной сепарации могут применяться установки импеллерные, пневматические и с диспергированием воздуха через пористые материалы.

Для повышения степени задержания взвешенных веществ допускается использовать коагулянты и флокулянты. Вид реагента и его доза зависят от физико-химических свойств обрабатываемой воды и требований к качеству очистки.

Влажность и объем пены (шлама) зависят от исходной концентрации взвешенных и других загрязняющих веществ и от продолжительности накопления ее на поверхности (периодический или непрерывный сьем). Периодический сьем

следует применять в напорных, безнапорных и электрофлотационных установках. Объем пены (шлама) W_{mud} при влажности 94-95% может быть определен по формуле (% к объему обрабатываемой воды) [2]

$$W_{mud} = 1,5C_{en}, \quad (4)$$

где C_{en} - исходная концентрация нерастворенных примесей, г/л.

Для биологической очистки сточных вод надлежит применять биологические фильтры (капельные и высоконагружаемые) и аэротенки.

Биологические фильтры для очистки сточных вод допускается применять как основные сооружения при одноступенчатой схеме очистки или в качестве сооружений первой или второй ступени при двухступенчатой схеме биологической очистки.

Биологические фильтры следует проектировать в виде резервуаров со сплошными стенками и двойным дном: нижним - сплошным, а верхним - решетчатым (колосниковая решетка) для поддержания загрузки. БПК_{полн} сточных вод, подаваемых на аэрофильтры, не должна превышать 300 мг/л. При большей БПК_{полн} необходимо предусматривать рециркуляцию очищенных сточных вод. Коэффициент рециркуляции K_{rc} следует определять по формуле [2]

$$K_{rc} = \frac{L_{en} - L_{mix}}{L_{mix} - L_{en}}, \quad (5)$$

где L_{mix} - БПК_{полн} смеси исходной и циркулирующей воды; L_{in} , L_{lx} - БПК_{полн} соответственно исходной и очищенной сточной воды.

Аэротенки, действующие по принципу вытеснителей, следует применять при отсутствии залповых поступлений токсичных веществ.

Комбинированные сооружения типа аэротенков-отстойников (аэроакселераторы, окситенки, флототенки, аэротенки-осветлители и др.) при обосновании допускается применять на любой ступени биологической очистки.

Вместимость аэротенков необходимо определять по среднечасовому поступлению воды за период аэрации в часы максимального притока.

Продолжительность аэрации во всех случаях не должна быть менее 2 ч.

Удельный расход воздуха q_{air} , m^3/m^3 очищаемой воды, при пневматической системе аэрации надлежит определять по формуле [2]

$$q_{air} = \frac{q_O(L_{en} - L_{ex})}{K_1 K_2 K_T K_3 (C_a - C_0)}, \quad (6)$$

где q_O - удельный расход кислорода воздуха, мг на 1 мг снятой БПК_{полн}; K_1 - коэффициент, учитывающий тип аэратора и принимаемый для мелкопузырчатой аэрации в зависимости от соотношения площадей аэрируемой зоны и аэротенка, K_2 - коэффициент, зависящий от глубины погружения аэраторов h_a ; K_T - коэффициент, учитывающий температуру сточных вод.

При подборе механических, пневмомеханических и струйных аэраторов следует исходить из их производительности по кислороду, определенной при температуре 20 °С и отсутствии растворенного в воде кислорода, скорости потребления и массообменных свойств жидкости, характеризуемых коэффициентами K_T и K_3 и дефицитом кислорода $(C_a - C_0)/C_a$.

Число аэраторов N_{ma} для аэротенков и биологических прудов следует определять по формуле [2]

$$N_{ma} = \frac{q_O(L_{en} - L_{ex})W_{at}}{1000 K_T K_3 \left(\frac{C_a - C_0}{C_a} \right) t_{at} Q_{ma}}, \quad (7)$$

где W_{at} - объем сооружения, m^3 ; Q_{ma} - производительность аэратора по кислороду, кг/ч, принимаемая по паспортным данным; t_{at} - продолжительность пребывания жидкости в сооружении, ч.

При определенном числе механических аэраторов необходимо проверять их перемешивающую способность по поддержанию активного ила во взвешенном состоянии.

При определении площади отстойников необходимо учитывать рециркуляционный расход.

Вторичные отстойники всех типов после аэротенков надлежит рассчитывать по гидравлической нагрузке q_{ssa} , $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$, с учетом концентрации активного ила в аэротенке, г/л , его индекса, $\text{см}^3/\text{г}$, и концентрации ила в осветленной воде, мг/л , по формуле [2]

$$q_{ssa} = \frac{4,5 K_{ss} H_{set}^{0,8}}{(0,1 J_i a_i)^{0,5-0,01 a_i}}, \quad (8)$$

где K_{ss} - коэффициент использования объема зоны отстаивания, принимаемый для радиальных отстойников - 0,4, вертикальных - 0,35, вертикальных с периферийным выпуском - 0,5, горизонтальных - 0,45.

Для обеспечения высокой степени очистки сточных вод в ряде случаев одной биохимической очистки производственных сточных вод недостаточно, поэтому в последние годы отмечено возрастающее применение физико-химических методов [4].

Анаэробные биологические методы очистки применяются в различных отраслях промышленности для очистки сточных вод, загрязненных органическими соединениями. Эти методы привлекательны для потребителей тем, что в процессе очистки сточных вод от органических загрязнений, что выражается в уменьшении концентрации ХПК, в качестве конечного продукта образуется биогаз, который можно сжигать, получая либо тепло, либо электричество. Кроме того, при использовании анаэробных методов не образуется большого количества избыточного активного ила [5,6].

На всех животноводческих комплексах должны быть предусмотрены способ и технические средства для бактерицидного обеззараживания стоков.

При возникновении инфекционных болезней стоки обеззараживают одним из следующих способов: биологическим (длительное выдерживание), химическим (аммиаком или формальдегидом), физическим (термическая обработка).

Заключение.

- 1) Большинство существующих технических средств для сепарации животноводческих стоков не обеспечивают выполнение технологического процесса по качественным и энергетическим показателям, характеризуются низким техническим уровнем.
- 2) Охрана окружающей среды в процессе сельскохозяйственного производства пока еще ориентировано на поиск сравнительно частных решений.
- 3) Оптимизация комплекта технологического оборудования для утилизации животноводческих стоков является важной проблемой для решения целостной системы экологических задач.

Библиографический список

1. Ворошилов Ю.И., Дурдыбаев С.Д., Ербанова Л.Н. и др. Животноводческие комплексы и охрана окружающей среды. / М.: Агропромиздат, 1991. - 107 с.
2. СНиП 2.04.03-85 Канализация. Наружные сети и сооружения (6. Очистные сооружения)
3. Гриднев П.И. Технологии и технические средства для уборки и утилизации навоза в фермерских хозяйствах. Гриднев П. И., Мишуров Н. П. - М.: Информагротех, 1996. - 44 с.
4. Ковалев Н. Г. Проектирование систем утилизации навоза на комплексах. Ковалев Н. Г., Глазков И. К. - М.: Агропромиздат, 1989. - 160 с.
5. Киров Ю.А. Обоснование линии по переработке и утилизации бесподстилочного навоза. Киров, Ю.А. Шевяков В.С. // Энергосберегающие технологии механизации сельского хозяйства: Сб. научн. тр. СГСХА.- Самара, 2000. – С. 64...65.
6. Киров Ю.А. Разработка системы очистки и обеззараживания стоков животноводческих ферм и комплексов. Киров, Ю.А. Шевяков В.С. // Совершенствование механизированных процессов сельскохозяйственной техники: Сб. научн. тр. СГСХА. – Самара, 1993. – С. 102...107.

Justification of a set of equipment for recycling cattle breeding stock

Kirov Yu. A., Kirov V. A., Kirova Yu. Z., Sychev A. S., Markovsky D. O.

FGOU VO "Samara State Agricultural Academy".

Keywords: recycling, manure drains, division into firm and liquid fractions, dehydrating, clearing.

Abstract. The main stages of treatment and purification of sewage of cattle-breeding enterprises are determined, including: mechanical cleaning; separation into solid and liquid fractions; biological treatment; bactericidal disinfection. The selection of the optimal equipment for providing the technological process for cleaning manure drains is substantiated. The efficiency of using a set of equipment for cleaning effluents of livestock enterprises in the technological process of manure disposal is shown.

УДК 631

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ МОЛОКА НА ПАСТБИЩАХ

Коршунов, А. Б.

кандидат технических наук, доцент,

Коршунов Б. П.,

кандидат технических наук

Иванов А. В.,

аспирант

Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ
(ФГБНУ ФНАЦ ВИМ),
Москва, Россия, 8 (499) 1174-80-74, e-mail: koral314@yandex.ru

Ключевые слова: аккумуляция, охлаждение, молоко, природный холод.

Аннотация: Своевременное и надежное охлаждение молока является од-

ним из важных условий сохранения его высоких качеств. Одним из способов сохранения его качества в условиях летних молочнотоварных ферм является быстрое охлаждение. Для решения указанных проблем предложена энергосберегающая система с использованием грунтовой термоохлаждающей установки (ГТУ) и хладоносителя с низкой температурой замерзания.

Введение. Получение качественного молока на фермах является очень важной задачей. Согласно стандартов ЕС молоко, соответствующее нашим требованиям первого и тем более второго сорта, считается непригодным к потреблению и должно утилизироваться. В России производится около 90 % такого молока [1]. Поэтому своевременное и надежное охлаждение молока является одним из важных условий сохранения его высоких качеств. Применение традиционных способов первичной обработки молока не приводит к желаемым результатам. Поэтому основным и, пожалуй, единственным способом сохранения высокого качества молока является его быстрое проточное охлаждение. Однако для реализации такого способа охлаждения необходимо значительно увеличить холодопроизводительность действующих стационарных холодильных машин на фермах [2]. Это положение, а также отсутствие какой-бы то ни было мобильности делают технологию поточного (мгновенного) охлаждения молока практически неосуществимой на летних молочных фермах непосредственно на пастбищах, несмотря на то, что здесь имеется возможность наиболее эффективно применять источники природного холода.

Постановка проблемы. В проведенных исследованиях [1...7] для охлаждения молока на пастбищах использовалось только грунтовая вода, температура которой на глубине 8...10 метров находится на уровне 8...9 °С, что не позволяет охладить молоко ниже +9...10 °С. При таком подходе практически не решается одна из наиболее важных задач первичной обработки – сохранение высокого качества производимого молока. Известно, что свежесвыдоенное молоко обладает бактерицидными свойствами, т.е. способностью задерживать размножение бактерий. Одним из способов увеличения сроков бактерицидности молока является

его быстрое охлаждение. Решение проблемы быстрого охлаждения позволяет сохранить вкусовые качества в течение длительного промежутка времени с полной биологической активностью всех витаминов и ферментов.

В связи с этим в ФНАЦ ВИМ проводятся исследования по разработке энергосберегающей системы охлаждения молока на пастбищах с использованием природного холода на основе применения грунтовых термоохлаждающих установок (ГТУ) с двухфазными термостабилизаторами.

Результаты исследований. На рисунке 1 представлена технологическая схема разработанной системы охлаждения молока на пастбищах, состоящей из грунтовой термоохлаждающей установки (ГТУ), грунтового льдоаккумулятора с пластиковыми трубками, заполненными хладоносителем, проточного теплообменника, циркуляционного насоса для подвода и отвода хладоносителя и трубопроводной системы.

В связи с тем, что в зоне расположения пластиковых трубок грунт и вода замерзает, для охлаждения молока предлагается использовать экологически безопасный хладоноситель с низкой температурой замерзания, который циркулирует по замкнутому контуру.

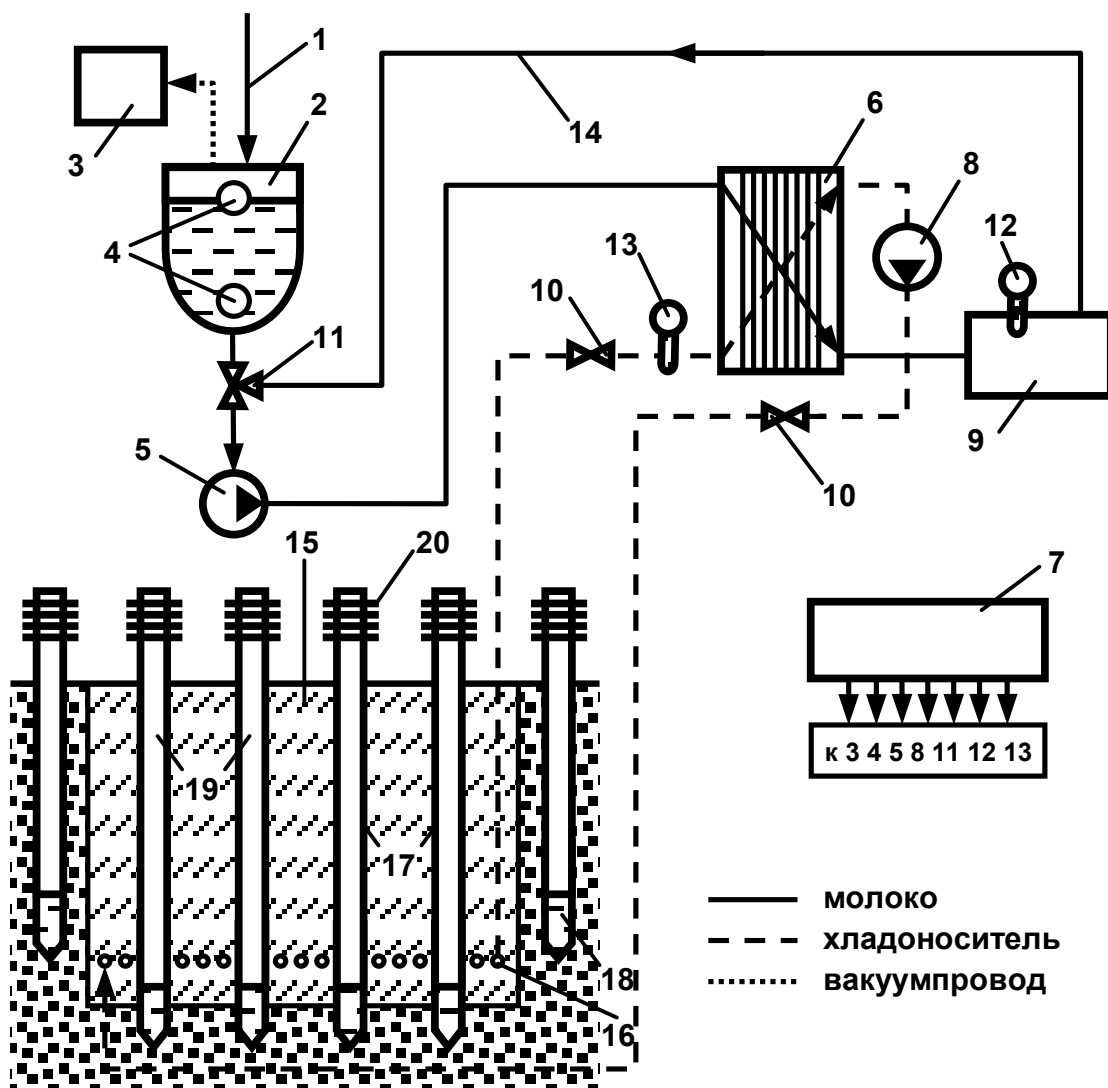


Рисунок 1 – Технологическая схема системы охлаждения молока на пастбищах
 1 – молокопровод доильной установки; 2 – релизер; 3 – вакуумный насос; 4 – датчики уровней; 5 – молочный насос; 6 – проточный пластинчатый теплообменник; 7 – блок управления; 8 – насос хладоносителя; 9 – резервуар-термос для охлажденного молока; 10 – вентили; 11 – регулируемый вентиль; 12 – датчик температуры молока; 13 – датчик хладоносителя; 14 – молокопровод; 15 – грунтовый льдоаккумулятор; 16 – пластиковые трубки; 17 – тепловые трубы термостабилизаторов; 18 – нижняя часть тепловых труб с пропаном; 19 – испарительная часть; 20 – воздушный конденсатор.

Система работает следующим образом. После дойки молоко из молокопровода доильной установки 1 поступает в релизер 2, который вакуумируется насосом 3. Датчики уровней 4 последовательно включают и отключают универсальный молочный насос 5 в зависимости от уровня молока в релизере. Молоко насосом 5 подается в канал проточного теплообменника 6. Таким образом, молоко в

проточном пластинчатом теплообменнике движется дискретно (импульсами). С блока управления 7 синхронно с молочным насосом 5 или по заданной программе включается насос 8 и холодный хладоноситель из пластиковых трубок 16, расположенных в грунтовом льдоаккумуляторе 15, через вентиль 10 попадает в пластинчатый теплообменник 6, где охлаждает молоко, после чего возвращается обратно в грунтовый льдоаккумулятор 15, образуя замкнутый контур. Охлажденное молоко направляется в резервуар-термос 9.

При повышении температуры молока в резервуаре-термосе 9 выше $+6^{\circ}\text{C}$ и когда нет дойки, открывается вентиль 11 и молоко по дополнительному молокопроводу 14 направляется в проточный теплообменник 6 для охлаждения. В этом случае экологически чистый хладоноситель с низкой температурой замерзания циркулирует по тому-же замкнутому контуру, что и при первичном охлаждении молока.

Температура молока и хладоносителя контролируется при помощи датчиков температуры 12 и 13.

Для замораживания грунта в льдоаккумуляторе 15 используются двухфазные термостабилизаторы 17.

Каждый двухфазный термостабилизатор за активный (холодный) период своей работы намораживает ледяной цилиндр в воде или грунте, а в совокупности все установленные термостабилизаторы могут замораживать грунтовый массив практически любой конфигурации и объема.

Грунтовые охлаждающие термоустановки включаются в работу автоматически при температурах атмосферного воздуха ниже температуры грунта. Установки этого типа не требуют энергетических и эксплуатационных затрат и постоянного обслуживающего персонала. Теплоперенос из охлаждаемой среды осуществляется легкокипящим хладагентом - сжиженным пропаном 18 в процессе его естественной конвекции и фазовых превращений.

В холодный период пропан в испарительной части 19 грунтовой охлаждающей термоустановки кипит и испаряется, отбирая тепло от грунта или воды.

Образующийся пар поднимается в конденсаторную часть грунтовой охлаждающей термоустановки, конденсируется в процессе охлаждения наружным воздухом и под действием гравитационных сил возвращается в испарительную часть. В результате среда, окружающая испарительную часть, охлаждается. Когда температура воздуха становится выше, чем температура охлаждаемого грунта, охлаждающая термоустановка запирается. Процесс накопления холода происходит естественно и непрерывно.

Обработанное по предложенной технологии молоко охлаждается практически сразу же после дойки, что позволяет сохранить его высокие качества.

Выводы. Предлагаемая система может быть установлена и в условиях самых удаленных животноводческих ферм, комплексов и на пастбищах, так как здесь имеется возможность наиболее эффективно применять источники природного холода. Термостабилизаторы ГТУ не требуют затрат электроэнергии, обслуживания, срок службы составляет десятки лет, а использование экологически чистого хладоносителя с низкой температурой замерзания позволяет повысить надежность процесса охлаждения молока до необходимой температуры в течение всего года без применения холодильных машин.

Библиографический список

1. Иванов, Ю.А. Качество молока и эффективность его производства [Текст]/ Ю.А. Иванов // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2012. – № 2.– С. 22-24.
2. Коршунов Б.П., Марьяхин Ф.Г., Учеваткин А.И., Коршунов А.Б. Применение природного холода в АПК. М.: ФГБНУ ВИЭСХ, 2015. – 168 с.;
3. Бобков В.А. Производство и применение льда. М.: Пищевая промышленность, 1977. - 232 с.
4. Герасимова О.А., Шилин В.А. "Охлаждение молока на пастбищах" // ж-л "Сельский механизатор", № 5, 2011, с. 27

5. Баясан Р.М., Исмаилов И.А., Коротченко А.Г. и др. Временное руководство по теплотехническому расчету охлаждающих термоустановок. М.: ВНИИГАЗ, 1984.
6. М.Л. Галкин, А.М. Рукавишников, Л.С.Генель. Термостабилизация вечномерзлых грунтов // Холодильная техника. 2013. № 10. С. 44-47.
7. Маринюк Б.Т., Баранник В.П. Экологически безопасные хладоносители, особенности применения, свойства // Холодильная техника. 2004. № 3. С. 12-13.

Energy saving system for cooling milk on pastures

Korshunov B., Korshunov A., Ivanov A.

Federal scientific agro-engineering center VIM, Moscow, Russia.

e-mail: koral314@yandex.ru

Keywords: accumulation, cooling, milk, natural cold.

Abstract. Timely and reliable cooling of milk is one of the important conditions for maintaining its high quality. One way to maintain its quality in summer farms is rapid cooling. To solve these problems, we propose an energy-saving system using thermal stabilizers of soil and coolant with a low freezing point.

УДК 62-738

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ТЕХНИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ В НЕОДНОРОДНОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Кошкина А. О.,

кандидат технических наук,

тел .8-929-797-05-50, e-mail: fallen0008@mail.ru

Абрамов А. Е.,

инженер, тел .8-927-272-41-00, e-mail: abram-alex@mail.ru

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ г.Ульяновск,

Ключевые слова: топливо-смазочные материалы, дизельный двигатель, загрязненность топлива, повышенный износ прецизионных пар топливной аппаратуры прокачиваемость, дисперсная система, седиментации

Аннотация: Работа посвящена теоретическому исследованию процесса очистки дизельных топлив в неоднородном электрическом поле. Авторами выявлены основные зависимости параметров электрического поля от свойств загрязнений, а также механизм взаимодействия частиц загрязнений в неоднородном электрическом поле.

Важнейшей задачей производства и эксплуатации энергетических установок и машин в АПК является снижение абсолютного объёма потребляемых ими топливо-смазочных материалов, повышение их надёжности в условиях эксплуатации и улучшение технико-экономических показателей.

Статистика показывает, что более половины всех неисправностей дизельных двигателей приходится на топливную систему за счет высокой загрязненности топлива, поэтому проблема снижения загрязнённости дизельного топлива является актуальной.

В настоящее время существует множество способов и конструкций для снижения загрязнённости дизельного топлива [2, 3], как минерального, так и растительного происхождения, наиболее перспективным из них является способ электрической очистки, позволяющий его очищать как от механических загрязнений, так и жидких загрязнителей.

Целью настоящего исследования является – разработка способа очистки дизельного топлива в неоднородном электрическом поле.

Для достижения поставленной выше цели разработан способ электрической очистки дизельного топлива в системе питания дизеля, который позволит очищать его от механических примесей и воды. Схема осуществления этого способа представлена на рисунке 1.

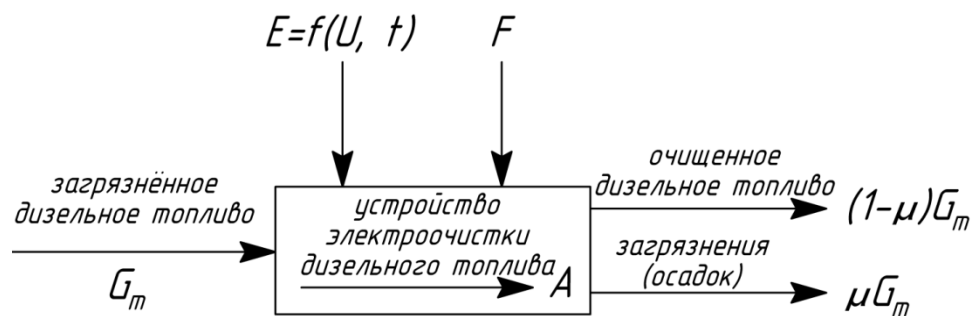


Рисунок 1 – Схема процесса электрической очистки дизельного топлива в системе питания двигателя:

G_T – часовой расход топлива дизеля, U – напряжение на электродах устройства электрической очистки; t – время воздействия электрического поля на дизельное топливо до его полной очистки; A – производительность устройства электрической очистки топлива; μ – доля примесей в дизельном топливе; F – возмущающие случайные факторы.

Автотракторное топливо, в частности, дизельное представляет собой сложную дисперсную систему в виде совокупности различных углеводородов, органических и неорганических загрязнений, включающих воду и твёрдые абразивные загрязнения, в том числе продукты износа дизельной топливной аппаратуры (ТА).

Теория устойчивости и коагуляции дисперсных систем Дерягина-Ландау-Фервея-Овербека (теория ДЛФО) [2] рассматривает агрегативную устойчивость как результат баланса сил молекулярного (Вандерва-а-льсового) притяжения и сил электростатического отталкивания между дисперсными частицами, которая описывается выражением

$$I = \frac{16\pi DaN}{2 \int_a^\infty \exp\left(\frac{W}{RT}\right) \frac{dS}{S^2}} \quad (1)$$

где: a и D — радиус частиц и коэффициент их диффузии; N — число частиц в единице объема; W — энергия взаимодействия частиц; R — универсальная газовая постоянная; T — абсолютная температура; $S = \frac{h}{r}$ (h - расстояние между поверхностями частиц; r - расстояние между центрами частиц).

Механизм поведения частиц загрязнений представлен на рисунке 2.

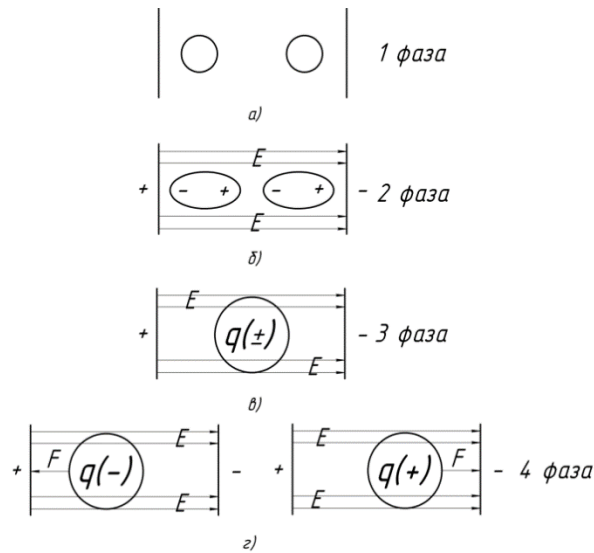


Рисунок 2 – Механизм агрегирования дисперсных систем под действием электрического поля:

E – напряжённость электрического поля; q – суммарный заряд коагулированной частицы; F – сила, действующая на коагулированную частицу со стороны электрического поля.

Процесс коагуляции загрязнений дизельного топлива, и его результат - агрегирование частиц не зависимо от их природы, можно объяснить следующим образом, под действием электрического поля снижается их энергетический барьер настолько, что все частицы легко его преодолевают, в результате чего, все соударения частиц будут эффективны, приведут к слипанию. В отношении жидких диэлектрических сред необходима лишь оговорка, что данный механизм правомерен при достаточно низкой дисперсности, когда явлениями на границе раздела фаз можно пренебречь.

В нашем случае неполярной дисперсной средой является дизельное топливо, представляющую сложную дисперсную систему, состоящую в основном из чистых неполярных диэлектрических жидкостей, в которых могут присутствовать загрязнения различной природы [2, 5].

Взаимодействие частиц радиусов a_1 и a_2 находящихся на расстоянии $r \gg a$ друг от друга в безграничном однородном электрическом поле напряженностью E можно представить графически (см. рисунок 3), математически эту зависимость можно описать, следующим образом:

$$F_1 = \frac{3a_1^2 a_2^3 K^2 E^2}{r^4} \left[2 \left(1 + \frac{2a_1^3 K}{r^3} \right) \cos^2 \theta - \left(1 - \frac{2a_1^3 K}{r^3} \right) \sin^2 \theta \right], \quad (2)$$

$$F_2 = \frac{3a_1^2 a_2^3 K^2 E^2}{r^4} \left(2 + \frac{2a_1^3 K}{r^3} \right) \sin \theta \cos \theta, \quad (3)$$

где: F_1 и F_2 - силы, действующие на частицы в однородном электрическом поле; θ - угол между направлением поля и линией, соединяющей центры частиц; K - параметр определяющий дисперсность среды или характеристику её структуры,

$$K = \frac{\varepsilon_a - \varepsilon_i}{\varepsilon_a + 2\varepsilon_i} \sqrt{\varepsilon_i};$$

где $\varepsilon_a, \varepsilon_i$ - диэлектрические проницаемости среды и частиц.

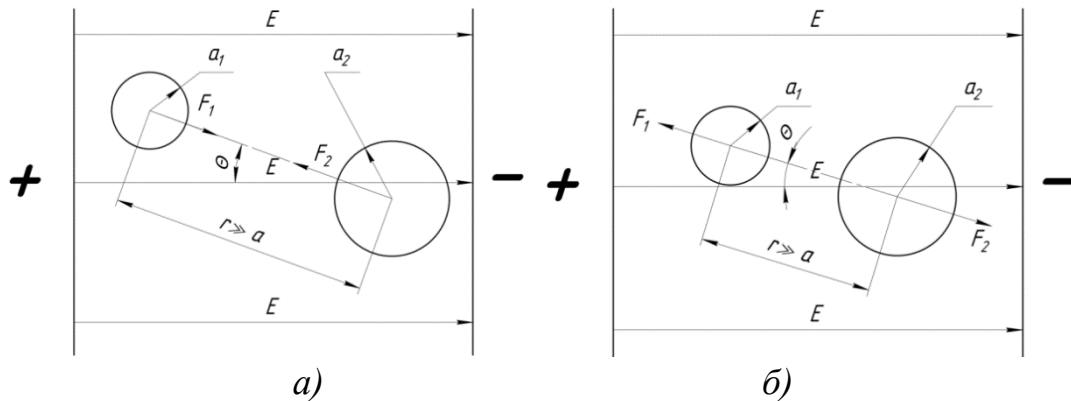


Рисунок 3 – Взаимодействие частиц загрязнений в электрическом поле:
 а) – частицы движутся на встречу, друг другу и коагулируются;
 б) – частицы движутся друг от друга к электродам одноимённых знаков.

Рассмотрим поведение частицы радиуса a , находящейся на расстоянии r от электрода (при $r \gg a$), на неё действует сила, определяемая с помощью уравнения

$$F = -\frac{3E^2 a^6 K^2}{8r^4}, \quad (4)$$

причем она направлена в сторону ближайшего электрода. Силы F_1 и F_2 стремятся свести к минимуму энергию системы и, что приводит к изменению ориентации частиц и их агрегации. В некоторой близости от плоскости, перпендикулярной вектору напряженности электрического поля при $\theta = \arctg \sqrt{C^*} - F_2$ - отталкивающая сила, где C^* - концентрация загрязнений в топливе.

Вращающий момент системы, действующий на пару частиц, ориентирует систему таким образом, что между частицами появляется сила притяжения, которая возрастает по мере её поворота на угол θ . Наиболее интенсивно притяги-

ваются образующиеся агрегаты с помощью седиментации. Это позволяет выделить всю дисперсную фазу системы за секунды или доли секунд при достаточно большой исходной концентрации частиц.

Приближенное выражение для оценки времени сближения двух дисперсных частиц, находящихся в жидкой неполярной среде на расстоянии от r_2 до r_1 можно представить выражением

$$t \cong \frac{2\eta(r_{2np}^5 - r_{1np}^5)}{5\varepsilon_0 E^2 K^2}, \quad (5)$$

или при условии соприкосновения поверхностей частиц

$$t \cong \frac{2\eta r_{2np}^5}{5\varepsilon_0 E^2 K^2},$$

где η - динамическая вязкость среды; ε_0 - диэлектрическая постоянная; r_{1np} , r_{2np} - приведенные расстояния, соответствующие начальному и конечному положению частиц, $r_{np} = \frac{r}{2a}$.

Тогда выражение для определения критической напряженности электрического поля примет вид

$$E_{кр} = \frac{1}{K} \sqrt{\frac{2}{5} \frac{\eta}{\varepsilon_0 t^3 \sqrt{C^5}}}. \quad (7)$$

Как видно из этого выражения, значение $E_{кр}$ не зависит от радиуса частиц, а только от их объемной концентрации C .

Графически зависимость напряженности $E_{кр}$ электрического поля от времени сближения t и динамической вязкости дизельного топлива при концентрации частиц C (в отн. ед. массы) и приведена на рисунке 4 и 5.

Полученное выражение (7) позволяет установить границы исходных параметров и режимов при электрической очистке дизельного топлива в неоднородном поле и тем самым наметить стратегию дальнейших исследований.

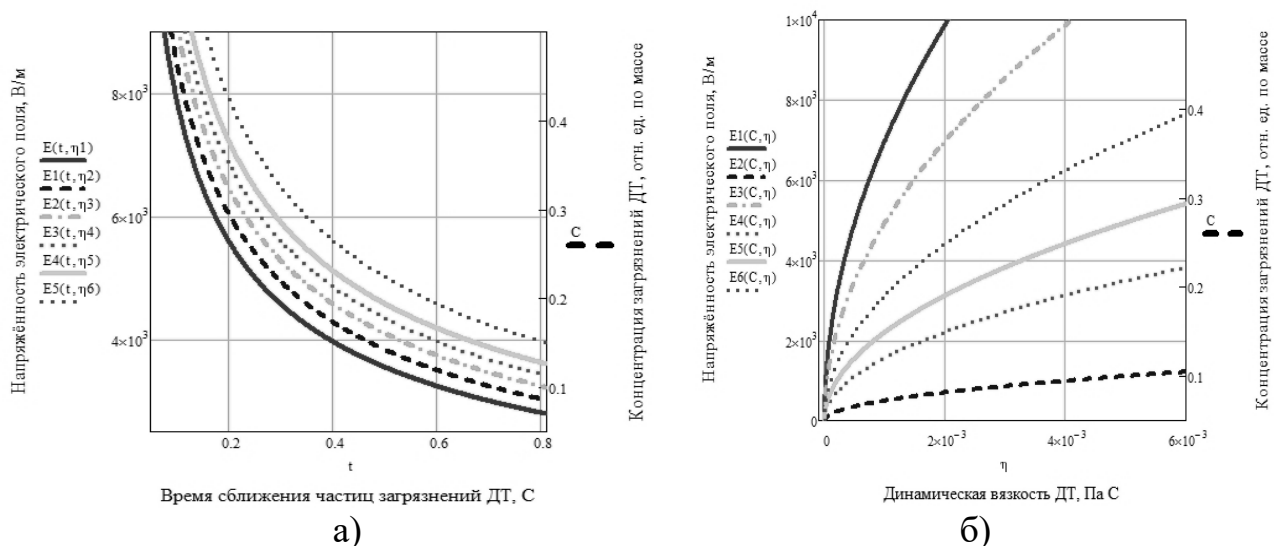


Рисунок 4 - Графики зависимостей:

а) - напряжённости электрического поля от времени сближения частиц загрязнений дизельного топлива при их исходной концентрации и различной вязкости топлива – 3, 3.5, 4, 4.5, 5 и 6 мм²/с; б) - напряжённости электрического поля от динамической вязкости дизельного топлива и концентрации при времени сближения частиц загрязнений равном: 0.05, 0.1, 0.25, 0.5, 1 и 10 с (кривые указаны снизу вверх соответственно)

Очистка в неоднородном электрическом поле имеет следующие особенности. Во-первых, процесс очистки состоит из двух стадий – ионизации и осаждения частиц загрязнений на соответствующем электроде, который имеет заряд противоположного знака. Во-вторых, движение незаряженных частиц в неоднородном поле происходит под действием силы, возникающей вследствие различной диэлектрической проницаемости нефтепродукта и загрязняющих его частиц и направлена в сторону увеличения напряжённости поля. В процессе движения частиц к электроду происходит сорбирование на их поверхности заряженных ионов, в результате чего они приобретают заряд определённого знака и оседают на противоположно заряженном электроде.

По мнению ряда авторов [2, 4, 5] наиболее перспективными системами электродов являются коаксиальные, которые имеют ряд преимуществ: во-первых, их расположение в устройстве компактно; во-вторых, они дают возможность получать неоднородные электрические поля с разными коэффициентами

неоднородности, в-третьих, коаксиальные электродные системы не создают дополнительного гидравлического сопротивления движению топлива и последнее эти системы создают симметричные электрические поля, в том числе однородные и неоднородные, что позволяет равномерно воздействовать на весь объём топлива.

Процесс, объясняющий поведение частиц загрязнений дизельного топлива в неоднородном электрическом поле можно объяснить следующим образом.

Диполь с электрическим моментом p (рис 5) ориентируется вдоль силовых линий под действием механического момента $\vec{M} = [p\vec{E}]$, градиент напряженности вызывает появление пондеромоторной (движущей) силы $F = (\vec{p}\nabla)\vec{E}$. Эта сила приводит к перемещению более полярной, чем среда, частицы в область большей напряженности поля, менее полярной - в зоны с меньшей напряжённостью поля.

Для определения эффективности очистки дизельного топлива от загрязнений необходимо определить значение пондеромоторной силы F .

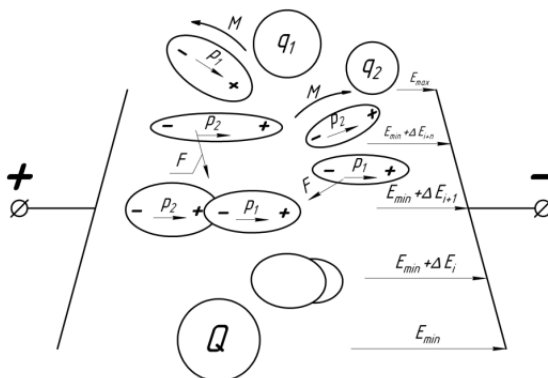


Рисунок 5 – Ориентация частиц загрязнений в неоднородном электрическом поле

Выражение для сил, действующих на частицу загрязнения топлива в неоднородном электрическом поле, конфигурация которого определяется геометрией системы коаксиальных электродов (рис. 6) [1], можно получить, исходя из закона сохранения энергии.

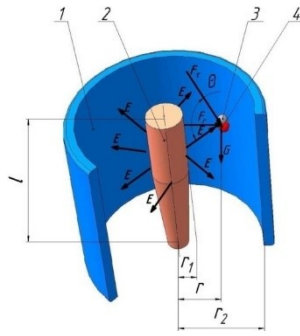


Рисунок 6 – Расположение сил, действующих на частицу загрязнения в топливе при воздействии электрического поля:

1 – внешний электрод; 2 – центральный электрод; 3 – частица загрязнения.

Изменение энергии поля при внесении в среду с диэлектрической проницаемостью ε_i однородной и изотропной частицы с проницаемостью ε_a равно

$$\Delta W = \int_V \left(\frac{\varepsilon_a - \varepsilon_i}{2} \right) \overline{E}_i \overline{E}_a dV, \quad (8)$$

где \overline{E}_i - вектор напряженности поля в среде (топливе); \overline{E}_a - вектор напряженности поля внутри частицы,

$$\overline{E}_a = \frac{3\varepsilon_i}{\varepsilon_a + \varepsilon_i} \overline{E}_i; \quad (9)$$

V - объём частицы.

После подстановки выражения (1) в (2), получим

$$\Delta W = \frac{3}{2} \int_V \frac{\varepsilon_i (\varepsilon_a - \varepsilon_i)}{(\varepsilon_a + 2\varepsilon_i)} \nabla \overline{E}_i^2 dV, \quad (10)$$

взяв первую производную полученного выражения (10) получим необходимое выражение для определения силы действующую на частицу

$$F = 2\pi a^3 \varepsilon_a \varepsilon_i \left(\frac{\varepsilon_a - \varepsilon_i}{\varepsilon_a + 2\varepsilon_i} \right) \nabla \overline{E}_i^2. \quad (11)$$

Зная величину пондеромоторной силы F можно определить величину скорости движения, частицы к электроду v_u ,

$$v_u = 2\pi \frac{a^2 \varepsilon_a \varepsilon_i}{\eta} \left(\frac{\varepsilon_a - \varepsilon_i}{\varepsilon_a + 2\varepsilon_i} \right) \nabla \overline{E}_i^2. \quad (14)$$

Зависимость энергии электрического поля от концентрации загрязнений дизельного топлива будет иметь вид:

$$\Delta W = 12a^3 K \frac{\nabla \overline{E_i^2}}{C} \sqrt{\varepsilon_i} . \quad (15)$$

Полученные выражения (15) выявляют зависимость энергии электрического поля ΔW от размера частицы и их концентрации в дизельном топливе, однако не учитывает характера электрического поля.

Тогда для неоднородного электрического поля с системой электродов типа «коаксиальные цилиндры» выше представленные уравнения примут вид:

$$\Delta W = 12 \chi a^3 K \frac{U^2}{CR^2 \left(\ln \frac{r_2}{r_1} \right)^2} \sqrt{\varepsilon_i} ,$$

$$F = 2\pi \chi \varepsilon_a \varepsilon_i \left(\frac{\varepsilon_a - \varepsilon_i}{\varepsilon_a + 2\varepsilon_i} \right) \frac{a^3 U^2}{R^2 \left(\ln \frac{r_2}{r_1} \right)^2} ,$$

$$v_{\text{ч}} = 2\pi \chi \varepsilon_a \varepsilon_i \left(\frac{\varepsilon_a - \varepsilon_i}{\varepsilon_a + 2\varepsilon_i} \right) \frac{a^2 U^2}{\eta R^2 \left(\ln \frac{r_2}{r_1} \right)^2} .$$

где: χ – коэффициент неоднородности электрического поля, $\chi = f(l, r_l)$; R – расстояние до частицы загрязнения; r_1 – радиус центрального электрода; r_2 – радиус внешнего электрода; C – концентрация загрязнений топлива.

Выводы

На основании проведённых исследований можно сделать следующие выводы:

1. Рассмотрен механизм процесса электрической очистки дизельного топлива в неоднородном электрическом поле.
2. Определены основные теоретические зависимости процесса электрической очистки дизельных топлив.
3. Существенным недостатком выше приведённых зависимостей является отсутствие взаимосвязи, отражающей поведение частицы загрязнения в потоке дизельного топлива, что в дальнейшем необходимо будет устранить.

Библиографический список

1. Абрамов, А.Е. Моделирование процесса очистки топлив ДВС В COSMOSFLO WORKS/ А.Е. Абрамов // Наука в современных условиях: от идеи до внедрения: - материалы конференции/ Технологический институт-филиал Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии – Димитровград, 2009. № 1. С. 13-18.

2. Коваленко В.П. Очистка нефтепродуктов от загрязнения. - М.: «Недра», 1990. - 160 с.:ил.

3. Грановский М.Г., Лавров И.С., Смирнов О.В. Электрообработка жидкостей. Под. ред. докт. техн. наук Лаврова И.С. – Л.: «Химия», 1976. – 216 с.: ил.

4. Патент RUS 2270355 Российская Федерация, F02M27/04, Устройство для обработки и очистки топлива двигателей внутреннего сгорания. /Варнаков В.В., Кожевников А.П., Абрамов А.Е.; заявитель и патентообладатель Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия -№2004115006/06; заявл. 17.05.2004; опубл. 20.02.2006, Бюл. № 5. – 3 с.

5. Патент на изобретение RUS 2320983 Российская Федерация, G 01 N 27 04,G 01 N 27 22,Способ и система контроля качества топлива/Абрамов А.Е., Варнаков В.В., Варнаков Д.В. .; заявитель и патентообладатель Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия -№2005106489/28; заявл. 09.03.2005; опубл. 19.09.2008, Бюл. № 5. – 5 с.

Study of the process of cleaning technical liquid stays in a inhomogeneous electric field

Koshkin A.O., Abramov A.Y.,

Keywords: fuel-lubricants, diesel engine, fuel contamination, increased wear of precision pairs of fuel equipment pumpability, dispersed system, sedimentation

Abstract: The work is devoted to a theoretical study of the process of cleaning diesel fuels in a non-uniform electric field. The authors identified the main dependences of the parameters of the electric field on the properties of pollution, as well as the mechanism of interaction of particles of pollution in a non-uniform electric field.

УДК 631.363

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МОБИЛЬНОГО СМЕСИТЕЛЯ

Красильников О. Ю.,

директор ООО «Биоэнергия и К», тел.: 8-902-86-225-83,
belok_bio@mail.ru;

Маринченко Т. Е.,

научный сотрудник ФГБНУ "Росинформагротех",
тел. +7(495) 993-44-04, 9419428@mail.ru.

Ключевые слова: животноводство, кормление, приготовление кормов, мобильный кормоцех

Аннотация. Совершенствование технических средств кормоподготовки напрямую оказывает влияние на результативность кормления и эффективность производства животноводческой продукции. В практику все шире внедряют кормление, базирующееся на использовании полнорационных кормосмесей. Разработанный мобильный кормоцех «МОБИК» обеспечивает высочайшую степень смешивания многокомпонентных полнорационных кормов без расслаивания комовых компонентов, предоставляя возможность полного самообеспечения сбалансированными кормами с низкой себестоимостью.

Введение. Совершенствование технических средств кормоподготовки напрямую оказывает влияние на результативность кормления и эффективность производства животноводческой продукции. При организации полноценного

кормления животных и птицы одной из важнейших задач становится рациональное использование концентратов, поскольку в составе рациона и структуре себестоимости они занимают существенную часть.

Все большую роль в оптимизации кормления начинают играть мобильные измельчители – смесители-кормораздатчики, которые чаще называют «кормосмесителями». Они позволяют получать грамотно составленные полнорационные, сбалансированные кормосмеси, которые, поедаются на 20-30% охотнее, при этом животные получают смесь постоянного состава и не выбирают какие-то отдельные компоненты, гомогенный состав снижает амплитуду колебаний потребления корма и продуктивности.

В настоящее время накоплен существенный опыт применения кормосмесителей во многих отечественных хозяйствах и получены заметные результаты: в молочных хозяйствах надои увеличиваются, а качество молока только повышается. В ряде хозяйств налажено производство кормосмесей различного состава на основе силоса или сенажа. Такая технология кормопроизводства силосно-сенажных смесей начинает играть все большую роль в отечественной системе автоматизированного группового кормления крупного рогатого скота. Введение в силосную массу влажностью около 65 % концентратов в размере 10,5 % (по массе) и 1 % минеральных добавок повышает поедаемость коровами такого корма и обеспечивает среднесуточные удои молока в пределах 19—26 кг. [1].

Высокая продуктивность и экономное расходование кормов достигаются сбалансированным нормированным кормлением. Рацион, содержащий все необходимые для животного питательные и биологически активные вещества, обуславливает не только полноценные рост и продуктивность животного, но и минимальный расход кормов на единицу получаемой продукции. Организация кормопроизводства на основе собственных кормовых ресурсов, вовлечение отходов сельского хозяйства, животноводства и растениеводства, вторичного сырья перерабатывающей и пищевой промышленности позволяют существенно снизить себестоимость кормов [2, 3].

Материалы и методы исследования. Исследованы и прошли сравнение по эксплуатационным характеристикам кормосмесители вертикального и горизонтального типа.

Кормосмесители бывают стационарные, которые только готовят смеси, размещаемые на постоянном месте для больших объемов и мобильные - прицепные и полуприцепные агрегаты, которые механизмируют загрузку ингредиентов, их смешивание и, зачастую, раздачу животным.

По направлению установки рабочего смешивающего органа выделяют горизонтальные и вертикальные кормосмесители.

Горизонтальный тип кормосмесителя лучше гомогенизирует смесь с меньшими затратами времени (от 5 до 10 минут) и энергии. Процесс кормоподготовки осуществляется вращением двух и более рабочих элементов, расположенных рядом. Этот тип кормосмесителей хуже измельчает и смешивает соломистые корма и более чувствителен к попаданию посторонних предметов.

Вертикальный тип смесителей конструктивно более прост, а значит, более надежен, легко режет и перемешивает грубые корма, допускает ряд модификаций, облегчающих эксплуатацию. Они демонстрируют меньшую, по сравнению с горизонтальными, равномерность смешивания и раздачи, которую осуществляет через раздаточные заслонки или с применением раздаточного транспортера. Кормосмесь готовится примерно 10-15 минут.

Во многих странах применительно к небольшим и средним животноводческим хозяйствам для снижения стоимости корма используются исключительно мобильные комбикормовые заводы. Основной задачей любого кормосмесителя является подготовка качественной кормосмеси заданной рецептуры за короткий промежуток времени [4].

Результаты и обсуждение. Сегодня на рынке представлены разные модели: по мощности, габаритам, мобильные и стационарные. Существующие смесители вертикального действия, выпускаемые в России и за рубежом, имеют одноступенчатое смешивание посредством вертикально расположенного шнека с введением премиксов через боковое загрузочное окно, расположенное на

наклонной стенке смесителя [5]. Такой механизм введения осложнен наличием избыточного давления в смесителе в процессе работы дробилки, поэтому в процессе подачи премиксов воздухом они могут выбрасываются наружу. Образовывающаяся при загрузке и в процессе смешивания пыль улавливается тканевыми фильтрами, расположенными в крепёжной рамке верхней части смесителя. В процессе работы тканевые фильтры неизбежно забиваются кормовой пылью, при этом подача комбикорма в смеситель останавливается, за счет повышения давления в корпусе смесителя. Для очистки тканевых фильтров наносят механические удары по нему, в итоге пыль осаживается на оборудование. Такой смеситель обладает большими габаритами по высоте за счет тканевых фильтров, следовательно, требует специально оборудованного здания. Помещение, в котором происходит кормоприготовление, неизбежно запылено, что ухудшает условия труда персонала, приводит к потере зернопродукта и высокой пожарной опасности. Смешивание комбикорма производится одним шнеком, приводимым в движение электродвигателем, мощностью в 200–300 л.с., что приводит к некачественному смешиванию ингредиентов и его расслаиванию по фракциям. Электродвигатель находится в запыленной зоне, что снижает ресурс его эксплуатации [6].

В СНГ распространение получил комбикормовый завод МКЗ -3214 белорусского предприятия ООО «Мобильные комбикормовые заводы» в Белоруссии, производительностью 8-10 т полнорационного комбикорма в час, расход топлива на 1 т готового комбикорма составляет 3-4 литра. На платформе автомобиля МАЗ монтируется австрийское оборудование, приводимое в работу ДВС, мощностью 300 л.с. [7]. Применяется одноступенчатое смешивание, МКЗ -3214 имеет большое количество гидравлических приводов, которые могут создавать проблемы при минусовых температурах.

В предложенном кормовом смесителе «Мобик» вертикального действия, основанном на использовании реактивной энергии выхлопной струи воздушно-зернового потока устранены некоторые недостатки вертикальных кормосмесителей (рисунок 1).

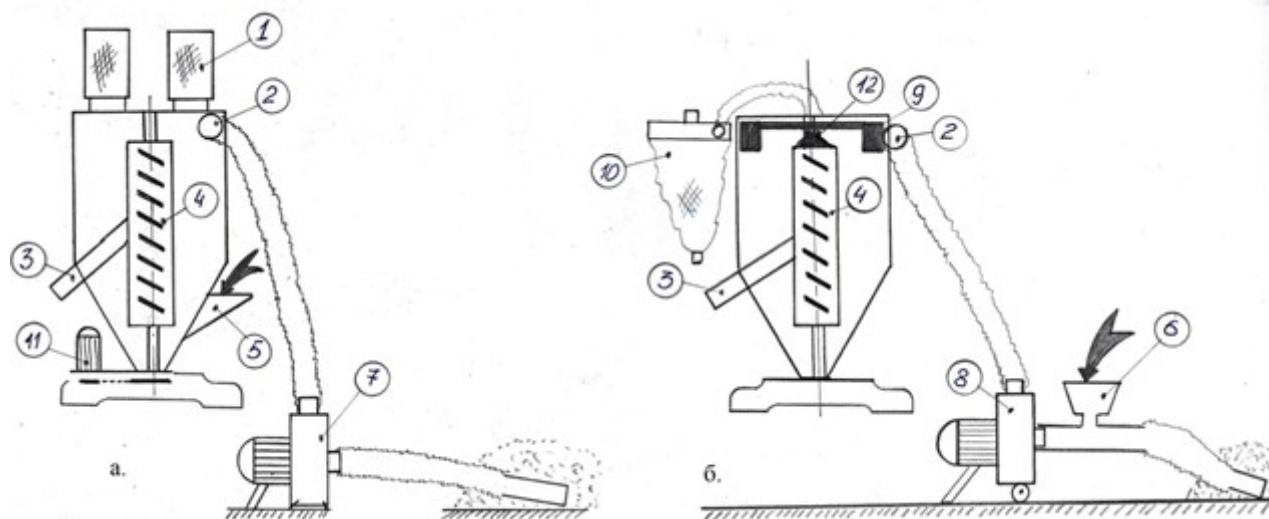


Рисунок 1 – Система смешивания в вертикальном смесителе: а. – существующая; б. – модернизированная. 1 – тканевые фильтры, 2 – ввод сырья в смеситель, 3 – вывод готовой продукции, 4 – смешивающий шнек, 5 – место ввода кормовых добавок в существующих моделях, 6 – место ввода кормовых добавок в разработанной модели, 7 – дробилка молотковая, 8 – дробилка роторная; 9 – ротор привода шнека 4, 10 – циклон-пылеуловитель, 11 – электропривод шнека 4 смесителя, 12 – редуктор планетарный

Смеситель снабжен аспирационным циклоном, который не выводит комбикормовую пыль за верхние габариты смесителя. В процессе работы кормовая пыль осаживается на дне циклона, в конце работы фильтрующие элементы легко очищаются. Премиксы согласно рецептуре вводятся в воздушно-зерновую струю перед дробилкой, следовательно, первая ступень смешивания наступает в процессе подачи основного компонента. Зернофураж закачивается вакуумом дробилкой «Шмель» (патент на изобретение № 63251) с платформы «Мобика», здесь происходит вторая ступень смешивания, поскольку в «Шмель» создается мощную реактивную выхлопную струя воздушно-зерновой смеси. Вращение ротора дробилки «Шмель», оснащенной 8 лопастями, достигает 3000 об./мин. Вес подаваемого продукта определяется весовыми тензодатчиками, показатель веса выводится на световое табло. По окончании набора необходимого веса дроблёное зерно с премиксами «Шмель» начинает воздушно-зерновой струей подаётся во второй смеситель через поворотный клапан, где в верхней части смесителя расположен лопастной ротор-вентилятор, имеющий скорость вращения порядка

1500 об./мин., который порционно разбрасывает кормосмесь в корпусе смесителя, что также является ступенью смешивания. Ротор через планетарный редуктор вращает основной смешивающий шнек конструкции. Таким образом, смеситель «МОБИК» обладает четырехступенчатым смешиванием, что позволяет использовать смесители подобной конструкции для производства сложных полнорационных кормов с высочайшей степенью смешивания без расслаивания кормовых компонентов.

Такая схема работы позволяет производить комбикорм непрерывно и с минимальными затратами энергии. Электродвигатель в конструкции отсутствует, вращение шнека осуществляется за счет реактивной энергии воздушно-зерновой струи. По окончании смешивания комбикорма в одном из смесителей он освобождается открытием выгрузного устройства. После опустошения смесителя процесс изготовления корма повторяется до получения необходимого объёма. В установке «Мобик» используется три привода вращения: два на смесители и один на зернодробилку «Шмель». Для этого на платформе смонтирована гидростанция с приводом от двигателя внутреннего сгорания мощностью 25 л.с. Привод агрегатов осуществляется гидро-моторами. Подобная схема позволяет значительно снизить расход топлива исходя из расчёта на 1 т изготавливаемого комбикорма – 2–2,5 л по сравнению 3,5–4 л на импортных аналогах.

Все комплектующие агрегаты комплекса отечественного производства. Импортные аналоги в России представлены Германией и Австрией. Эти агрегаты отличаются большой стартовой стоимостью и дороговизной в эксплуатации по причине высокой стоимости расходных оригинальных запчастей. Например, австрийский комплекс производительностью 10–12 т/ч продаётся за 17,5 млн руб., немецкий, производительностью 4–6 т/ч., предлагается за 8,5 млн. Стоимость «Мобика», производительностью 3–4 т/ч полнорационного комбикорма, составляет порядка 2,4 млн руб.

Наиболее рациональным вариантом использования кормосмесителя является его использование на кооперативных принципах. В этом случае он будет обслуживать ряд хозяйств, что существенно снижает траты за его приобретение

и эксплуатацию для каждого из этих хозяйств. В этом случае принимается заявка от заказчика на производство кормов по заданной рецептуре и объему. Определяется перечень недостающих у заказчика компонентов, готовится объем кормовых добавок: премикс, патока, травяная мука, фосфат, мел, рыбная и мясокостная мука, микро- и макро-элементы, витаминная группа, недостающих у заказчика. «Мобик» направляется на зерносклад заказчика с готовыми добавками в мешках на своей платформе. По прибытию комплекс приводится в рабочее положение (10–15 мин.) и начинается производство комбикорма необходимого качества и требуемого объема. За счет небольшой стоимости, мобильности, высокого качества смешивания ингредиентов и малой энергоемкости «Мобик» имеет явные конкурентные преимущества на рынке кормосмесителей малой мощности [8].

Выводы. Разработанный мобильный кормоцех «МОБИК» обеспечивает высочайшую степень смешивания многокомпонентных полнорационных кормов без расслаивания комовых компонентов, предоставляя возможность полного самообеспечения сбалансированными кормами с низкой себестоимостью. При этом мобильность кормоцеха предоставляет возможность использовать его в хранилищах кормовых компонентов или непосредственно рядом с животноводческими помещениями и гибко менять рецептуру комбикорма в зависимости от вида, возраста и физиологических потребностей животных. Основным преимуществом кормоцеха является низкая энергоемкость и, соответственно, цена.

Библиографический список

1. Роль кормосмесителей в повышении продуктивности крупного рогатого скота и экономии кормов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biohim.com.ru/articles/kormosmesiteli>, свободный. (дата обращения: 20.01.2018).

2. Красильников О.Ю., Маринченко Т.Е. Мобильный кормоизмельчитель: оптимизация процесса кормоподготовки / Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях: матер. IV национ. научн.-практ. конф.– Саратов, 2018. – С. 433-437.
3. Кузьмин, В.Н. Справочник фермера / В.Н. Кузьмин, В.Ф. Федоренко, Д.С. Буклагин и др./ М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2013. – 616 с.
4. Машины и оборудование для смешивания кормов. Зоотехнические требования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://portal.tpu.ru/shared/L/lexcol/educationalwork/Tab4/Leksia8.pdf>, свободный (дата обращения: 20.01.2018).
5. Васильев С.П. Эффективность применения кормосмесителей раздатчиков/ С.П. Васильев // Аграрная наука XXI века. Актуальные исследования и перспективы: тр. межд. научн.-практ. конф. – 2015. – С. 34-36.
6. Мобильный кормоцех [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://agroserver.ru/b/mobilnyy-kormotsekh-780199.htm>, свободный (дата обращения: 20.01.2018).
7. ООО «Мобильные комбикормовые заводы» – верное решение на пути к выгодному и качественному производству// Знак Качества. – 2012. – № 07-08. – С. 18-20.
8. Мобильный кормоцех «Мобик» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://shmell174.ru/products/mobilnyj-kormotsekh-mobik>, свободный (дата обращения: 20.01.2018).

Modernization of mobile mixer

Krasilnikov O. Yu., Director of Bioenergy and K LLC; Marinchenko T. E., research officer of Rosinformagrotekh.

Keywords: cattle breeding, feeding, preparation of forages, mobile feed preparation station

Abstract. Improving the technical means of feed preparation directly affects the efficiency of feeding and the efficiency of production of livestock products. In practice, feeding is increasingly introduced, based on the use of full-fat feed mixtures. The developed MOBİK mobile feed preparation station ensures the highest degree of mixing of multicomponent full feed without delamination of the components, providing the possibility of complete self-sufficiency in balanced feeds with low cost.

УДК 631.33.022

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЖЕКТОРНОГО ПИТАТЕЛЯ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ВЫСЕВАЮЩЕЙ СИСТЕМЫ МИНИ-СЕЯЛКИ

Крючин Н. П.,

доктор технических наук, профессор,

Крючин А. Н.,

кандидат технических наук, ст. преподаватель,

Карамеева Д. А.,

магистрант

ФГБОУ ВО Самарская ГСХА, тел.: 8 927 609 09 05, e-mail: miignik@mail.ru

Ключевые слова: пневматическая сеялка, эжектор, посев, высевающий аппарат, воздушный поток.

Аннотация. Представлена классификация зерновых сеялок по степени централизации семенного ящика относительно рабочей ширины. Установлено, что на качество работы пневмотранспортирующей системы значительное влияние оказывает способ подачи материала в зону диффузора эжектора. Определена наиболее перспективная конструкция устройства для ввода сыпучих материалов в воздушный поток. Представлены результаты оценки влияния угла наклона дросселирующей пластины на качество работы эжектора.

Повышение производительности посевных агрегатов при достигнутых рабочих скоростях сеялок (3...4 м/с) как у нас, так и за рубежом в последние годы ведется за счет увеличения ширины захвата. Изменения конструкций сеялок и способов их агрегатирования продиктовано также стремлением улучшить использование времени смены. Это проявляется в ускорении технического обслуживания и перестройки сеялок из рабочего в транспортное положение и наоборот [1].

Существенным признаком отличия зерновых сеялок, определяющим их производительность, технические и экономические показатели, является степень централизации семенного ящика относительно рабочей ширины. По этому признаку существующие сеялки можно подразделить на три группы:

1 - сеялки с семенными ящиками, расположенными по всей ширине захвата с механическим дозированием и гравитационным транспортированием семян в сошники;

2 - сеялки с расположением бункера на большей части рабочей ширины и пневмотранспортированием семян в сошники;

3 - сеялки с централизованным бункером, в которых заложен принцип централизованного дозирования семян с последующим распределением по сошникам в процессе пневмотранспортирования [2].

К первой группе относятся сеялки типа СЗ-3,6, имеющие на каждый сошник свой дозатор в виде желобчатой или штифтовой катушки.

Увеличение ширины захвата этих сеялок более 6 м не приносит желаемого результата по росту производительности из-за снижения коэффициента технологического обслуживания, т.е. увеличивается время на загрузку их семенами.

Ко второй группе относятся сеялки типа СПР-6, у которых каждому сошнику также соответствует отдельный высеваящий аппарат. Но за счет более компактного семенного ящика загрузка семенами упрощается, а крайние секции могут легко переводиться в транспортное положение, что улучшает маневренность агрегата.

Однако широкое распространение такие сеялки не получили, так как не дают заметных преимуществ в снижении материалоемкости, ухудшили равномерность высева и не обеспечивают высева овса и больших норм гороха. В виду большой энергоемкости транспортирования высеваемых материалов по семяпроводам небольшого диаметра и значительной их длины, такая система непригодна для широкозахватных сеялок. Поэтому ширина захвата у них не превышает 6 м.

Наибольшее распространение и развитие получили сеялки третьей группы. В зависимости от способа распределения высеваемых материалов по сошникам они делятся на сеялки с одно- и двухступенчатой пневматической высевающей системой [1, 3].

Проведенные исследования показывают, что на качество работы пневмотранспортирующей системы подобных конструкций значительное влияние оказывает способ подачи материала в зону диффузора [4, 5, 6, 7]. Самым сложным местом в эжекторном питателе является вход семян в зону эжектирования, где семена подаются в воздушный поток практически с нулевой скоростью и затем разгоняются под действием энергии воздушного потока.

Известны устройства для ввода сыпучих материалов в воздушный поток с расположенной в приемной камере наклонной дросселирующей пластиной (рис. 1) [8]. Данный элемент образует с боковыми стенками и дном эжектора входное сопло, служащее для создания динамического напора и локального повышения скорости движения аэросмеси. За счет ее применения обеспечивается создание разрежения в приемной камере и стабильное засасывание семенного материала в транспортный трубопровод.

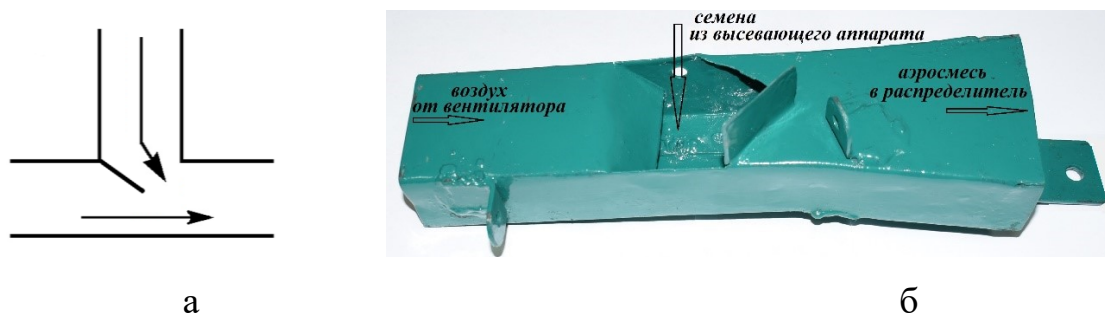


Рисунок 1 – Схема (а) и общий вид (б) эжекторного устройства с наклонной дросселирующей пластиной

Нами был изготовлен экспериментальный образец эжекторного питателя с наклонной дросселирующей пластиной для пневматической мини – сеялки (рис. 2 б).

Он представляет собой патрубок прямоугольного сечения, с одной стороны которого поступает от вентилятора воздушный поток, с другой стороны присоединяется плоский распределитель для распределяется семян по сошникам. В верхней части патрубка выполнено окно, в которое поступают зерно от высевающего аппарата. Для создания разрежения внутри патрубка в зоне загрузочного окна установлена под углом к горизонтальной плоскости наклонная пластина.

Основным параметром эжектора, характеризующим качество ввода семян в воздушный поток, будет служить размер сопла или угол наклона дросселирующей пластины.

По результатам исследований построены графические зависимости (рис. 2) влияния угла наклона дросселирующей пластины на скорость воздуха и количество введенных семян в эжектор.

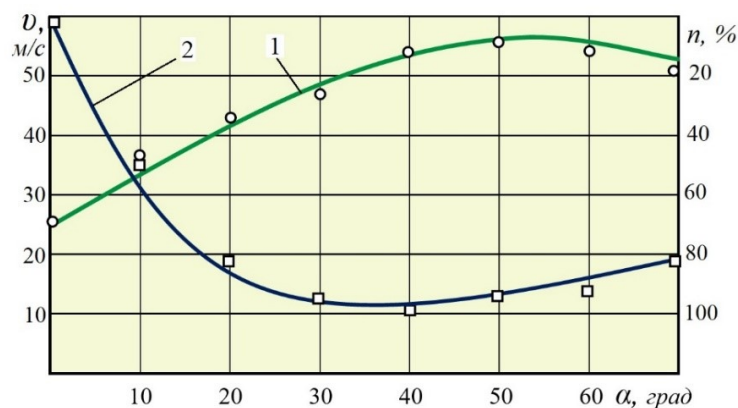


Рисунок 2 – Влияние угла наклона дросселирующей пластины на качество работы эжектора: 1 – $v = f(\alpha)$; 2 – $n = f(\alpha)$

Из полученных результатов видно, что с увеличением угла наклона дросселирующей пластины от 0° до $50...55^\circ$ происходит увеличение скорости воздушного потока (v) от 26 до 54 м/с, при этом увеличивается и количество введенных семян в эжектор (n) от 0 до 100%.

Однако полный прием семян эжекторным устройством наблюдался при угле наклона пластины $\alpha = 38...40^\circ$. При дальнейшем увеличении угла наклона происходит уменьшение скорости воздуха, а при $\alpha = 90^\circ$ пластина полностью перекрывает выходное отверстие эжектора. При углах $\alpha = 35...55^\circ$ процесс ввода семян козлятника восточного происходит устойчиво без выноса семян обратно в бункер. Наклон пластины от 0 до $35...38^\circ$ ведет к выдуванию семян в бункер, а наклон свыше 55° вызывает завалы семян на дне эжектора вследствие резкого падения динамического давления воздуха за соплом и снижение расхода воздуха.

Аналогичный характер протекания процесса ввода семян был получен при высеве зерновых культур (пшеница, ячмень и мелкосемянных (козлятник восточный, люцерна, донник, амарант)).

Таким образом можно сделать вывод, что при высеве семян зерновых и мелкосемянных культур при угле наклона дросселирующей пластины к горизонтальной плоскости в пределах $\alpha = 30...45^\circ$ обеспечивается наилучшее качество работы эжекторного устройства в распределительной системе пневматической мини-сеялки.

Библиографический список

1. Крючин, Н.П. Повышение эффективности распределительно-транспортирующих систем пневматических посевных машин : монография. – Самара : РИЦ СГСХА, 2008. – 176 с.
2. Астахов, В.С. Механико-технологические основы посева сельскохозяйственных культур сеялками с пневматическими системами группового дозирования : дисс. ... д-ра. техн. наук: 05.20.01/ Астахов Василий Сергеевич. – Горки, 2007. – 377 с.
3. Крючин, Н.П. Посевные машины. Особенности конструкций и тенденции развития : Учебное пособие / Н.П. Крючин. – Самара, 2009 – 175 с.
4. Крючин, Н.П. Обоснование параметров пневматической высевальной системы самоходной мини-сеялки / Н. П. Крючин, А. Н. Крючин // Научное обозрение – Саратов, 2016. – №14. – С. 128 - 131.
5. Крючин, Н. П. Технологическое обоснование параметров и разработка распределителя потока семян скоростной пневматической сеялки для посева крупяных культур и чечевицы : дис. ... канд. тех. наук : 05.20.01 / Крючин Николай Павлович. – Саратов, 1990. - 213 с.
6. А.с. 1466675 СССР, МКИ А01С7/20. Распределитель потока семян / С.А. Ивженко, Н.П. Крючин; заявитель и патентообладатель Саратовский институт механизации сельского хозяйства им. М.И. Калинина. – №4272957/30-15; заявл. 26.05.87; опубл. 23.03.89. Бюл. №11. –4 с.
7. Крючин, Н. П. Разработка и обоснование параметров горизонтального распределителя семян для пневматического высева / Н. П. Крючин, А. Н. Андреев А. Н. // Известия Самарской ГСХА – Самара, 2013. – № 3. – С. 3-8.
8. Крючин, Н.П., Анализ устройств для ввода семян в воздушный поток пневматических сеялок / Н.П. Крючин, А.Н. Крючин, Д.А. Карамеева // Вклад молодых ученых в аграрную науку : мат. Международной научно-практической конференции. – Кинель : РИО СГСХА, 2017. – С. 257 - 260.

Development and research of an ejector feeder of a pneumatic seeding system of a mini-seeder

Kryuchin N. P., Kruchin A. N., Karamaeva D. A.

Keywords: air seeder, ejector, seeding, sowing apparatus, air flow.

Abstract. A classification of grain drills according to the degree of centralization of the seed box relative to the working width is presented. It has been established that the quality of operation of the pneumatic conveying system is significantly affected by the method of supplying material to the ejector diffuser area. The most promising design of the device for introducing bulk materials into the air flow has been determined. The results of the evaluation of the influence of the angle of inclination of the throttling plate on the quality of the ejector are presented.

УДК 631:363.3

ОПТИМИЗАЦИЯ УГЛА НАКЛОНА ЛЕЗВИЯ НОЖА ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ-СМЕСИТЕЛЯ КОРМОВ

Курдюмов В. И.,

доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Тел. 8 (8422) 55-95-95, e-mail: vik@ugsha.ru

Ключевые слова: нож, лезвие, разрушающий элемент, измельчитель-смеситель, угол наклона.

Аннотация. Результаты исследований показали, что одним из путей снижения энергоемкости измельчения кормов для животных является оптимизация параметров разрушающего элемента, работающего по принципу (ударного) ре-

зания. Обеспечение правильного угла наклона лезвия поперечного ножа разрушающего элемента ($\approx 30^\circ$) позволяет не только снизить затраты энергии на измельчение, но и обеспечить требуемое качество готового продукта.

Введение. Анализ конструктивных особенностей разрушающих элементов измельчителей-смесителей кормов показал, что к наиболее перспективным направлениям совершенствования таких элементов относят оснащение разрушающих элементов сменными режущими частями и придание последним возможности регулирования своего положения, а также наличие возможности регулировки угла атаки. Этим достигается повышение эффективности работы машины, которое заключается в снижении затрат энергии на реализацию технологического процесса и повышении качества готового продукта.

Материалы и методы исследования. С учетом изложенного выше в Ульяновском ГАУ разработан перспективный разрушающий элемент рабочих органов измельчителей-смесителей кормов [1, 2, 3]. Его особенностями являются: измельчение материала в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, возможность установки углов резания в зависимости от физико-механических свойств измельчаемых кормов, а также меньшее сопротивление воздуха при работе.

Предлагаемый разрушающий элемент (рисунок 1) включает прямоугольную пластину 1 с режущей кромкой 2, выемками 3 цилиндрической формы и расположенным на конце пластины шарнирным креплением 4. На боковой стороне пластины размещены поперечные ножи 5 ромбовидной формы, которые установлены на основании 6. Поперечные ножи 5 расположены перпендикулярно плоскости пластины 1. Основание 6 с симметрично выполненными пазами 7 прикреплено винтами 8 к пластине 1. Кроме того, для установки требуемого угла резания пластина 1 имеет отверстия 9, расположенные по окружности с центром, совпадающим с центром оси шарнирного крепления 4.

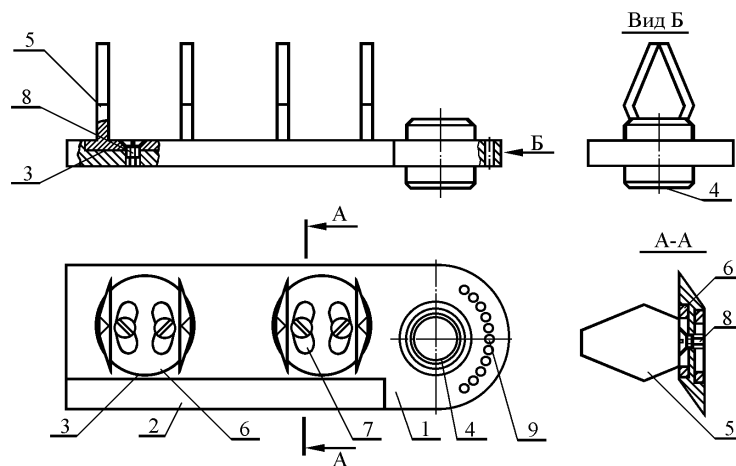


Рисунок 1 – Разрушающий элемент измельчителя-смесителя кормов:
 1 – пластина; 2 – режущая кромка; 3 – выемки; 4 – крепление; 5 – поперечные ножи; 6 – основание; 7 – пазы; 8 – винты; 9 – отверстия

Такая конструкция разрушающего элемента позволяет резать корма одновременно в продольном и поперечном направлениях, что улучшает качество измельченного продукта. При этом угол внедрения поперечных ножей в слой исходного материала можно регулировать в пределах от 0 до 45°. Угол установки продольного ножа также можно изменить путем перестановки штифта в одно из отверстий кронштейна, закрепленного на валу рабочего органа.

Поперечные ножи разрушающего элемента для обеспечения скользящего резания выполнены ромбовидной формы, при этом максимальная ширина ромба не превышает ширину продольного ножа. Боковые стороны ромба расположены под углом γ_n к горизонтали и являются режущими кромками (рисунок 2), которые составляют с осью симметрии угол β_n . Как показали результаты проведенных исследований, с увеличением угла β_n сопротивление резанию уменьшается, однако при некотором значении угла β_n материал остается несрезанным. Поэтому данный угол необходимо оптимизировать.

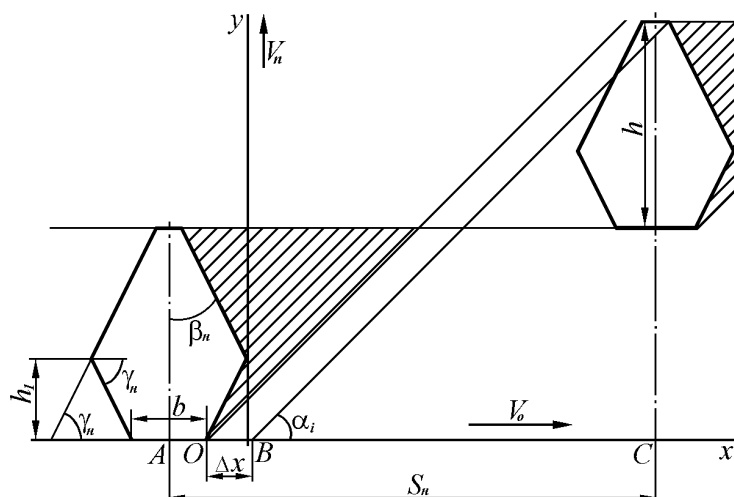


Рисунок 2 – К обоснованию угла наклона лезвия поперечного ножа

Результаты и их обсуждение. При работе измельчителя-смесителя его разрушающие элементы перемещаются со скоростью, равной окружной скорости ротора V_o . Оптимальное размещение поперечных ножей достигается при $\Delta x = 0$ [4], т.е. когда между ними не наблюдается проскальзывания порций измельчаемого корма, движущегося в измельчителе со скоростью V_n под углом α_i , где α_i - угол подъема винтовой поверхности, образуемой режущими элементами рабочего органа.

Введем обозначения: h - высота поперечного ножа, S_n - расстояние между ножами в вертикальной плоскости, b - ширина основания ножа. Выразим отношение h_1/h через η . Тогда условие качественного перерезания слоя материала, которое выполняется при $OB = \Delta x = 0$, выразится следующим образом:

$$S_n = AO + BC.$$

Выполнив соответствующие подстановки, получим:

$$S_n = \eta h \cdot \operatorname{tg} \beta_n - 0,5b + 2h \cdot \operatorname{ctg} \alpha_i,$$

откуда

$$\operatorname{tg} \beta_n = \frac{S_n - 2h \cdot \operatorname{ctg} \alpha_i + 0,5b}{\eta h}.$$

Допуская, что кормовой материал движется по условной винтовой поверхности со скоростями V_o и V_n , где V_n - скорость подачи материала, можно записать, что

$$V_o/V_{\Pi} = \lambda = \operatorname{ctg}\alpha_1.$$

В свою очередь расстояние между ножами в вертикальной плоскости S_n можно определить из формулы:

$$S_n = \pi D_p / k,$$

где D_p – диаметр ротора измельчителя-смесителя; k – число разрушающих элементов на витке винтовой поверхности, образующейся при их вращении.

Тогда оптимальный угол наклона лезвия [5, 6]

$$\beta_n = \operatorname{arctg} \left[\frac{1}{\eta} \left(\frac{\pi D_p}{h} - 2k\lambda + \frac{kb}{2h} \right) \right].$$

Следовательно, угол наклона лезвия β_n зависит от конструктивных параметров измельчающего аппарата, формы поперечных ножей, их числа на витке винтовой поверхности, образованной разрушающими элементами измельчителя, а также от кинематического параметра λ .

Для обеспечения максимального контакта ножа разрушающего элемента с измельчаемым материалом ширина основания поперечного ножа b не должна превышать ширину продольного ножа без режущей кромки. Параметр η из конструктивно-технологических соображений принят равным 0,4.

Высота поперечных ножей h равна измеренному в горизонтальной плоскости расстоянию между соседними на валу ротора разрушающими элементами с учетом монтажного зазора и требуемых размеров измельченных частиц для конкретного вида сельскохозяйственных животных.

Вывод. При выбранных конструктивно-режимных параметрах измельчителя-смесителя расчетное оптимальное значение угла наклона лезвия поперечного ножа разрушающего элемента, подтвержденное результатами лабораторных исследований и производственных исследований, $\approx 30^\circ$. Установка такого угла наклона лезвия позволяет снизить затраты энергии на измельчение кормов и повысить качество получаемого продукта [7].

Библиографический список

1. Авт. св. № 1604241 SU МПК А01F 29/02 (2000.01) Рабочий орган измельчителя-смесителя грубых кормов / В.А. Ермичев, П.Н. Аюгин, А.Я. Элли, В.И. Курдюмов; заявитель и патентообладатель Ульяновский сельскохозяйственный институт. – Заявл. 14.12.1988, опубл. Бюл. № 41 07.11.1990 г.

2. Патент № 2219758 RU МПК А01F 29/02 (2000.01) Рабочий орган измельчителя-смесителя грубых кормов / В.И. Курдюмов, А.С. Корабельщиков; заявитель и патентообладатель Учебно-опытное хозяйство Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – Заявл. 24.08.2001, опубл. Бюл. № 36 27.12.2003 г.

3. Курдюмов, В.И. К обоснованию конструкции разрушающих элементов измельчителей-смесителей кормов / В.И. Курдюмов, В.Ф. Некрашевич // Сборник научных трудов «Проблемы развития машинных технологий и технических средств производства сельскохозяйственной продукции» - Пенза: РИО ПГСХА, 2002, с. 221 – 224.

4. Курдюмов, В.И. Особенности резания материала в роторных измельчителях вертикального типа / Инновационные технологии в аграрном образовании, науке и АПК России: Материалы Всероссийской научно-производственной конференции, ч. III. - Ульяновск, 2003, с. 221 – 224.

5. Курдюмов, В.И. К определению угла установки ножа при резании корнеплодов / В.И. Курдюмов, М.Н. Лемаева // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2004. - № 11. – с. 94-97.

6. Курдюмов, В.И. Обоснование геометрических параметров разрушающих элементов измельчителя-смесителя кормов / Современные технологии, средства механизации и технического обслуживания в АПК: Сборник научных трудов всероссийской научно-технической конференции. – Саранск, Красный октябрь, 2002, с. 69 – 72.

7. Курдюмов, В.И. Энергоемкость процесса смешивания в измельчителе-смесителе вертикального типа / Современные перспективы разработки средств

механизации животноводства и пчеловодства: Сборник научных трудов Рязанской ГСХА. – Рязань, 2003, с. 10 – 13.

Optimisation of the blade inclination angle of the feed mixer knife

Kurdyumov V.I.,

FSBEA HE «Ulyanovsk state agricultural university of P. A. Stolypin »

Keywords: knife, blade, destructive element, chopper-mixer, tilt angle.

Abstract. The results of studies have shown that one of the ways to reduce the energy consumption of animal feed grinding is to optimize the parameters of the destructive element, working on the principle of (shock) cutting. Ensuring the correct angle of inclination of the blade of the transverse knife of the destructive element ($\approx 30^\circ$) allows not only to reduce energy costs for grinding, but also to ensure the required quality of the finished product.

УДК 631.243.33

ОБОСНОВАНИЕ ТЕПЛО-, МАССООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ КОНТАКТНОЙ СУШКИ

Курдюмов В. И.,

доктор технических наук, профессор;

Павлушин А. А.,

доктор технических наук, доцент;

Сулягин С. А.,

кандидат технических наук, доцент;

Карпенко Г. В.,

кандидат технических наук, доцент;

Ерохин Д. П.,

магистрант

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, 89050359200, andrejpavlu@yandex.ru

Ключевые слова: влагообмен, перенос теплоты, контактный нагрев.

Аннотация. Рассмотрены основные тепло-, массообменные процессы, протекающие при контактном способе подвода теплоты к зерну. Выявлено, что основной движущей силой процесса удаления влаги из зерна является градиент влаги. При этом обосновано, что локальная скорость изменения объемной концентрации энтальпии системы равна дивергенции от удельного потока энтальпии.

Введение. Рассмотрим перенос теплоты и влаги связанного вещества в дисперсной среде при наличии фазовых превращений. Дисперсная среда или система капиллярно-пористых тел содержит вещество в парообразном (индекс 1), жидком (2) и твердом (3) состояниях (трехфазная система связанного вещества). Индекс 0 обозначает дисперсную среду, лишенную связанного вещества (скелет дисперсной среды) [1, 2].

Объемная концентрация ω связанного вещества равна произведению удельного массосодержания на плотность среды γ_0 , т.е.

$$\omega = u \gamma_0; \quad u = \sum_{k=1}^3 u_k.$$

При этом локальное изменение связанного вещества в любой фазе может происходить за счет фазового превращения du_{kr} и в результате переноса du_{kf} :

$$du_k = \sum_r du_{kr} + du_{kf}.$$

При этом имеет место равенство (1), отображающее закон сохранения вещества при переходе его из фазы k в фазу r и обратно:

$$du_{kr} = - du_{rk}. \quad (1)$$

Материалы и методы исследования. Используя дифференциальные уравнения переноса вещества, будем иметь:

$$\gamma_0 \frac{\partial u_k}{\partial \tau} = -\nabla \cdot j_{mk} + \sum_r W_{rk},$$

$$\gamma_0 \frac{\partial u}{\partial \tau} = -\nabla \cdot \sum_{k=1}^3 j_{mk},$$

где W_{rk} - удельная мощность источника связанного вещества фазы k (превращение вещества из фазы r в фазу k) [3]:

$$W_{rk} = \gamma_0 \frac{\partial u_{rk}}{\partial \tau}.$$

Дифференциальное уравнение переноса тепла при изобарном сопряжении системы с окружающей средой можно получить из уравнения переноса энтальпии. Локальная скорость изменения объемной концентрации энтальпии γh системы (дисперсная среда и связанное с нею вещество в трехфазном состоянии) равна дивергенции от удельного потока энтальпии. Последний равен сумме удельного потока тепла и произведению удельной энтальпии на удельный поток вещества:

$$\frac{\partial}{\partial \tau} \left(\gamma_0 h_0 + \sum_{k=1}^3 \gamma_0 h_k u_k \right) = -\nabla \cdot \left(j_q + \sum_{k=1}^3 h_k j_{mk} \right).$$

Обозначим удельную изобарную теплоемкость через c_k , а приведенную удельную теплоемкость через c :

$$c_k = \frac{dh_k}{dt}; \quad c_0 = \frac{dh_0}{dt},$$

$$c = c_0 + \sum_{k=1}^3 c_k u_k.$$

Тогда из уравнения переноса энтальпии получаем уравнение переноса теплоты при контактной сушке [4]:

$$c \gamma_0 \frac{\partial t}{\partial \tau} = -\nabla \cdot j_q + \sum_{k=1}^3 \sum_{r=1}^3 h_k W_{kr}.$$

Представляет интерес рассмотреть частный случай двухфазного состояния ($k = 1, 2$) связанного вещества (жидкость и пар), соответствующего области положительных температур по шкале Цельсия. В этом случае уравнение переноса тепла примет вид:

$$c\gamma_0 \frac{\partial t}{\partial \tau} = - \nabla \cdot j_q + \rho W, \quad (2)$$

где ρ - удельная теплота испарения, равная разности энтальпий;

W - источник или сток жидкости.

Если перенос жидкости и пара происходит под действием капиллярных и гидродинамических сил (молярный перенос массы вещества с линейной скоростью ω_k), то в правой части уравнения (2) надо написать дополнительный член, равный [5]:

$$- \sum_{k=1}^2 c_k \gamma_k \omega_k \nabla t.$$

При выводе уравнения (2) нами было использовано соотношение

$$h_1 W_{12} + h_2 W_{21} = (h_1 - h_2) W_{12} = \rho W.$$

Последнее соотношение справедливо в том случае, когда имеет место термодинамическое равновесие пара и жидкости в капиллярах и порах дисперсной среды, что соответствует действительному процессу тепло- и массообмена при медленном движении жидкости и пара.

Дифференциальное уравнение переноса вещества можно написать так:

$$\gamma_0 \frac{\partial u_1}{\partial \tau} = - \nabla \cdot j_1 + W_{21},$$

$$\gamma_0 \frac{\partial u_2}{\partial \tau} = - \nabla \cdot j_2 + W_{12},$$

$$\gamma_0 \frac{\partial u}{\partial \tau} = - \nabla \cdot (j_1 + j_2),$$

При этом надо иметь в виду, что при обычных условиях (давление пара и газа близко к барометрическому) удельное массосодержание пара u_1 в капиллярах зерновки мало по сравнению с массосодержанием жидкости u_2 . Поэтому при массосодержании u_2 отличном от нуля ($u_2 > 0$), можно приближенно считать общее массосодержание u связанного вещества в дисперсной среде равным массосодержанию жидкости ($u \approx u_2$).

Для процесса контактной сушки зерна источник или сток W жидкости может быть выражен через локальную скорость изменения влагосодержания зерновки - при помощи критерия фазового превращения по соотношению:

$$W = \varepsilon \frac{\partial u}{\partial \tau} \gamma_0.$$

Это обусловлено тем обстоятельством, что пар и жидкость не поступают в пористое тело от внешних источников.

Заключение. Таким образом, для того чтобы система дифференциальных уравнений переноса имела законченный вид, необходимо удельные потоки тепла j_q и вещества j_k выразить через термодинамические движущие силы. Последние можно сделать на основе современных представлений о молекулярном переносе энергии и вещества методами термодинамики необратимых процессов.

Библиографический список

1. Курдюмов В.И. Особенности тепловой обработки зерна в установках контактного типа / В.И. Курдюмов, Г.В. Карпенко, А.А. Павлушин // Международный сельскохозяйственный журнал. 2010. - № 5. - С. 50-53.
2. Курдюмов В.И. Тепловая обработка зерна при подготовке комбикорма для поросят / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, Г.В. Карпенко, С.А. Сутягин // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. 2012. - № 3. - С. 102-107.
3. Курдюмов В.И. Особенности тепловой обработки пищевых продуктов в установках контактного типа / В.И. Курдюмов, Г.В., Карпенко, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. - 2011. - Т. 322. - № 4. - С. 90-92.
4. Курдюмов В.И. Теоретические и экспериментальные аспекты контактного способа передачи теплоты при сушке зерна / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - 2011. - № 3. - С. 106-110.

5. Лыков А.В. Теория сушки. - М.: Энергия, 1968. – 425 с.

The rationale of heat and mass transfer processes contact drying

Kurdyumov V. I.; Pavlushin A. A.; Sutyagin S. A.; Karpenko G. V.;

Erokhin D. P.

Key words: moisture exchange, heat transfer, contact heating.

Abstract. The main heat and mass transfer processes occurring in the contact method of heat supply to the grain are considered. It is revealed that the main driving force of the process of removing moisture from the grain is the moisture gradient. It is proved that the local rate of change in the volume enthalpy concentration of the system is equal to the divergence of the specific enthalpy flow.

УДК 631.243.33

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРИТЕРИЕВ ПОДОБИЯ
ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЗЕРНОСУШИЛОК**

Курдюмов В. И.,

доктор технических наук, профессор;

Павлушин А. А.,

доктор технических наук, доцент;

Сутягин С. А.,

кандидат технических наук, доцент;

Карпенко Г. В.,

кандидат технических наук, доцент;

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, 89050359200, andrejpavlu@yandex.ru

Ключевые слова: критерии подобия, контактная зерносушилка, моделирование процесса сушки зерна.

Аннотация. Выявлено, что переходом на новый этап в развитии экспериментально-аналитических методов расчета служит идея совмещения методов

теории подобия и математического планирования эксперимента, т. е. получение уравнений регрессии в виде функциональной связи между обобщенными переменными. Этот подход в настоящее время получает все большее применение.

Введение. Переходом на новый этап в трансформации графоаналитических и экспериментальных способов обоснования основных параметров процесса удаления влаги из зерна, при контактном его нагреве стала идея использования теоретических аспектов методологии подобия.

Распределение безразмерных потенциалов переноса энергии и вещества, равно как скоростей их изменения, зависит от большой группы критериев подобия. На высокоинтенсивный тепло- и массообмен влияют критерии подобия, характеризующие молярный перенос (Bu, Lu_p). Перестройка механизма переноса, связанная с образованием молярного потока вещества и теплоты, по-новому начинает проявляться также на влиянии этой группы критериев. Так, критерии внутреннего тепло- и массообмена (Pn, Ko) не автомодельны более по отношению к полям некоторых потенциалов переноса [1, 2, 3].

Материалы и методы исследования. Критерии поверхностного тепло- и массообмена Bi_q и Bi_m сохраняют характер своего влияния на тепло- и массообмен, наблюдавшийся при молекулярном переносе. Малым значениям критериев Bi_o отвечают неразвитые поля потенциалов, перенос вещества и энергии осуществляется медленно. При значениях критериев Bi_o порядка одного или нескольких десятков в зерновке появляются большие градиенты температуры и массосодержания, в силу чего интенсифицируется перераспределение вещества и теплоты. Вместе с тем в материале образуются большие напряжения, создаются условия для его коробления, образования трещин и пор. Как и при молекулярном переносе, после установления квазирегулярного режима, т.е. начиная с $Fo \approx 0,7 \dots 1,0$, теплообменный критерий Bi_o начинает воздействовать только на термическую характеристику, тогда как массообменный критерий Bi_o влияет только на поле безразмерного массосодержания [4].

Совершенно очевидно, что критерии подобия наиболее полно могут быть использованы лишь при отсутствии возможности применить другие методы исчисления.

Поле фильтрационного потенциала становится автомодельным по отношению к обоим критериям. Индеферентность критериев Био к фильтрационному потенциалу, а, следовательно, и к молярному переносу, заставляет предположить о связи критериев поверхностного тепло- и массообмена в основном с молекулярным механизмом переноса. При этом поле безразмерного массосодержания зависит от критерия Bi_m слабее, чем поле безразмерной температуры от критерия Bi_q . Последнее обуславливается большей инерционностью потенциала переноса вещества по сравнению с потенциалом переноса тепла при $Lu < 1$. Анализ полученных решений показывает также [5], что в период регулярного режима скорости измерения потенциала переноса вещества и фильтрационного потенциала линейно убывают с увеличением v и не зависят от величины Bi_q .

В трехмерном координатном пространстве процесс высокоинтенсивного тепло- и массообмена характеризуется некоторой непересекающей кривой, каждая точка которой соответствует своему обобщенному времени (Fo). Меняя один из критериев подобия, мы получаем смещение кривой процесса, образующее поверхность процесса рассматриваемого критерия. Линии, полученные от пересечения поверхностей процесса с координатными поверхностями, дают нам зависимость одних потенциалов от данного критерия при постоянстве других потенциалов [6]. Однозначность получаемой зависимости позволяет сделать выводы о влиянии потенциалов переноса на критерии подобия и на этой основе - сравнить теорию с экспериментом. Так, для критериев поверхностного тепло- и массообмена с ростом v характер изменения критериев хорошо согласуется с результатами экспериментальных исследований, выполненных П.Д. Лебедевым и А.Ф. Чижским [7].

Наличие в материале наряду с молекулярным переносом вещества переноса молярного изменяет зависимость распределения безразмерных потенциалов от критериев внутреннего тепло- и массообмена (Pn, Ko). Молярный перенос

обуславливает появление новой зависимости распределения температур от критерия Rn . При малых Fo температура дисперсной среды заметно увеличивается с ростом Rn , однако стечением времени это влияние уменьшается и при значениях критерия Фурье больше 2 приобретает противоположный характер. Зависимость фильтрационного потенциала от Rn вместе с новым характером воздействия критерия на распределение температур указывает на то, что критерий Поснова связан как с молекулярным, так и с молярным механизмом переноса. Аналогичный вывод можно сделать и относительно критерия Коссовича. Появление в материале мощного молярного переноса в первую очередь сказывается на перераспределении вещества, перераспределение же теплоты является следствием первого. Критерий Поснова, являющийся при молекулярном переносе характеристикой внутренних массообменных процессов, должен отразить появление нового механизма резче, чем критерий Коссовича, характеризующий внутренние теплообменные процессы. Изменение, происшедшее в характере влияния критерия Rn на теплообменный показатель процесса, оказалось более сильным, чем изменение, происшедшее с критерием Ko по отношению к массообменному показателю. С ростом критерия Rn безразмерный потенциал переноса уменьшается.

В связи с разработкой метода определения термических коэффициентов влажных тел некоторый интерес представляет упрощенная схема механизма переноса пара, предложенная О. Кришером и Г. Ронгальтером [7]. Согласно их схеме, перемещение влаги по направлению потока теплоты происходит в виде пара и жидкости со взаимными превращениями одного в другое. На поверхности более нагретой части поры вода испаряется, а на противоположной, менее нагретой части - конденсируется. В этом случае для воздуха, находящегося в порах зерновки, коэффициент равен единице, а удельное теплосодержание пара приблизительно равно удельной теплоте испарения, поскольку перепад температуры в поре очень мал. Температурный коэффициент вычисляется по соответствующим таблицам. Все остальные физические величины и являющиеся функциями температуры, также определяют по таблицам.

Заключение. Следовательно, e критерий определяет количество движущегося пара в пористом влажном теле по отношению к общему потоку жидкости и пара. Если $e = 1$, то перенос вещества происходит только за счет переноса пара ($u_2 = 0$). При $e = 0$ перенос вещества осуществляется путем переноса жидкости. В данном случае источник вещества отсутствует и уравнения, характеризующие контактную сушку превращаются в одно уравнение переноса вещества. При значении e , лежащего в пределах $0 < e < 1$, можно пользоваться обоими уравнениями переноса.

При этом следует отметить, что использование расчетов переменных режимов теплового воздействия на зерно, нужно оценивать с коррелирующим изменением текущих свойств высушиваемого продукта.

Процесс тепловой сушки зерна принято рассматривать как макропроцесс, а объект теплового обезвоживания (зерно) - как непрерывную модель, в которой обособленные фазы представлены в виде однородной среды, дискретно размещённой в объёме обрабатываемого в процессе сушки зерна. С развитием взглядов на обоснование тепло-, массообменных процессов при сушке зерна под действием внешних полей необходимо более глубоко рассматривать природу микропроцессов и высушиваемое зерно, как некую корпускулярную модель. При этом становится возможным изучить процессы теплового воздействия на зерно не только как внешний влагообмен, но и как внутренний.

Постоянное развитие технологий и средств механизации сушки зерна, повышение эффективности их работы с обеспечением требуемого качества обрабатываемого зерна, а также обеспечение таких факторов как: экономичность, экологичность и автоматизация производства значительно усложняют этапы создания и внедрения новых зерносушилок.

Использование при теоретическом обосновании и проектировании контактных зерносушилок критериев подобия позволяет снизить сроки разработки.

Библиографический список

1. Курдюмов В.И. Обоснование теплофизических параметров установки

для сушки зерна контактного типа / В.И. Курдюмов, Г.В. Карпенко, А.А. Павлушин, М.А. Карпенко // Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Научное обеспечение устойчивого функционирования и развития АПК». - 2009. С. 84-87.

2. Курдюмов В.И. Тепловая обработка зерна при подготовке комбикорма для поросят / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, Г.В. Карпенко, С.А. Сутягин // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. - 2012. - № 3. - С. 102-107.

3. Курдюмов В.И. Энергозатраты на процесс сушки зерна / Курдюмов В.И., Павлушин А.А., Сутягин С.А. // Вестник ВИЭСХ. - 2012. - Т 2. № 7. - С. 52-54.

4. Курдюмов В.И. Теоретическое обоснование динамики сушки зерна при контактном способе теплоподвода / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, Г.В. Карпенко // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 3 (31). С. 125-130.

5. Курдюмов В.И. Влияние параметров воздушной среды на энергозатраты в зерносушилках контактного типа / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, Г.В. Карпенко // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 1 (29). С. 114-119.

6. Курдюмов В.И. Обоснование оптимальных режимов работы зерносушилок контактного типа / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, Г.В. Карпенко // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. № 4 (28). С. 160-165.

7. Лебедев П.Д. Расчёт и проектирование сушильных установок. - М.: Госэнергоиздат, 1963. – 258 с.

Using similarity criteria when designing grain dryers

Kurdyumov V. I.; Pavlushin A. A.; Sutyagin S. A.; Karpenko G. V.;

Key words: similarity criteria, contact grain dryer, grain drying process modeling.

Annotation. It is revealed that the transition to a new stage in the development of experimental and analytical methods of calculation is the idea of combining the methods of similarity theory and mathematical planning of the experiment, i.e. obtaining regression equations in the form of a functional relationship between the generalized variables. This approach is now increasingly being applied.

УДК 631.333.816.31

МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ КОМПАНИИ "AMAZONEN-WERKE" ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ ЖИДКИХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ПО РАЗ- ЛИЧНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

Милюткин В. А.,

доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО Самарская ГСХА, тел.:
8(927)2644188, oiapp@mail.ru.

Буксман В. Э.,

Dr.-ing., почетный профессор КубГАУ, Амазоне ООО "Подольск" (Рос-
сия), генеральный директор по реализации компании "AMAZONEN-Werke"
(Германия), тел.: +49(0)1739339461.

Длужевский Н. Г.,

зам.дир. ООО "СВРП ОАО "КуйбышевАзот", тел.: 8(927)7847911.

Цирулев А. П.,

канд. с/х наук, доцент, директор ООО «МИП «АгроАкадемия», тел.:
8(927)6524043.

Толпекин С. А.,

технолог, старший преподаватель ФГБОУ ВО Самарская ГСХА.

Ключевые слова: плодородие, удобрения, опрыскиватели, машины, урожайность, качество.

Аннотация. В работе рассматриваются технические средства для внесения жидких минеральных удобрений (ЖМУ) по различным технологиям, в том числе показана тенденция увеличения урожайности и качества сельскохозяйственных

культур в опытах, проводимых Самарской государственной сельхозакадемией совместно с заводом по производству азотных удобрений, в том числе и жидких, - ПАО "КуйбышевАзот", немецкой фирмой "AMAZONEN-Werke" и ее предприятием в России (г.Самара) - АО "Евротехника".

Введение. Несмотря на то, что в России - в АПК - за последние 5 лет увеличено внесение минеральных удобрений на 33% со средней нормой 52 кг/га, данная доза в два раза меньше среднемировой - 100 кг/га, что требует дальнейшего наращивания использования минеральных удобрений для сохранения и увеличения плодородия почв [1, 2, 3], в том числе и в жидком виде, применение которых особенно мало по сравнению с мировыми показателями.

Ограниченное количество вносимых ЖМУ связано главным образом с недостаточной номенклатурой и количеством специальных сельхозмашин для этого. Данную проблему решают многие сельхозмашиностроительные компании, в том числе ведущее в России предприятие по прицепной технике - АО "Евротехника" немецкой компании "AMAZONEN-Werke" [4, 5, 6, 7]. Разрабатываемая и серийно выпускаемая для АПК РФ специальная техника и оборудование к ней для внесения ЖМУ обеспечивает эффективное использование жидких удобрений по разным технологиям с учетом биологических особенностей возделывания сельхозкультур, вида удобрений, передовых приемов внесения как поверхностно, так и внутрипочвенно.

Систематизируя машины и оборудование для внесения ЖМУ компании "AMAZONEN-Werke", можно выделить следующие технологии, выполняемые технической продукцией Amazone (рис. 1):

I. Технология поверхностного опрыскивания почвы (I, 1) и растений (I, 2) штанговыми большеобъемными опрыскивателями [4], оборудованными специальными форсунками, закрепляемыми на штанге;

II. Технология подкормки сельхозкультур опрыскиванием поверхности почвы специальными удлинителями - прорезиненными шлангами с распылителем на конце и грузом для опрыскивания без ограничений при ветре, почвенных

неровностях и т.п. В этом случае штанга опрыскивателя устанавливается на уровне сельхозкультур с некоторым превышением для стабильного равномерного внесения ЖМУ на поверхность почвы;

III. Технология подкормки сельхозкультур опрыскиванием почвы и вегетирующей стебле-лиственной части растения с использованием удлинителей с форсунками на конце при приподнятой над растениями штанге опрыскивателя, что обеспечивает обработку и почвы, и растений ЖМУ даже в ветреную погоду;

IV-V. Учитывая возрастающий интерес аграриев к ЖМУ по ряду их преимуществ по сравнению с твердыми минеральными удобрениями, компания "AMAZONEN-Werke" на предприятии АО "Евротехника" в г. Самара разработала универсальный агрегат FDC-6000 для внутрипочвенного внесения ЖМУ: 1 - при обработке почвы агрегатом Ceniус его рыхлящим рабочим органом с установленным по следу его перемещения распылителем, работающему внутри обработанной почвы (рис. 1, IV); 2 - при посеве с одновременным внесением ЖМУ под анкерный (долотовидный) сошник - например, немецких сеялок Primer DMC и Condor, при посеве с одновременным внесением ЖМУ под дисковый сошник пропашной сеялкой точного высева – EDX (рис. 1. V).

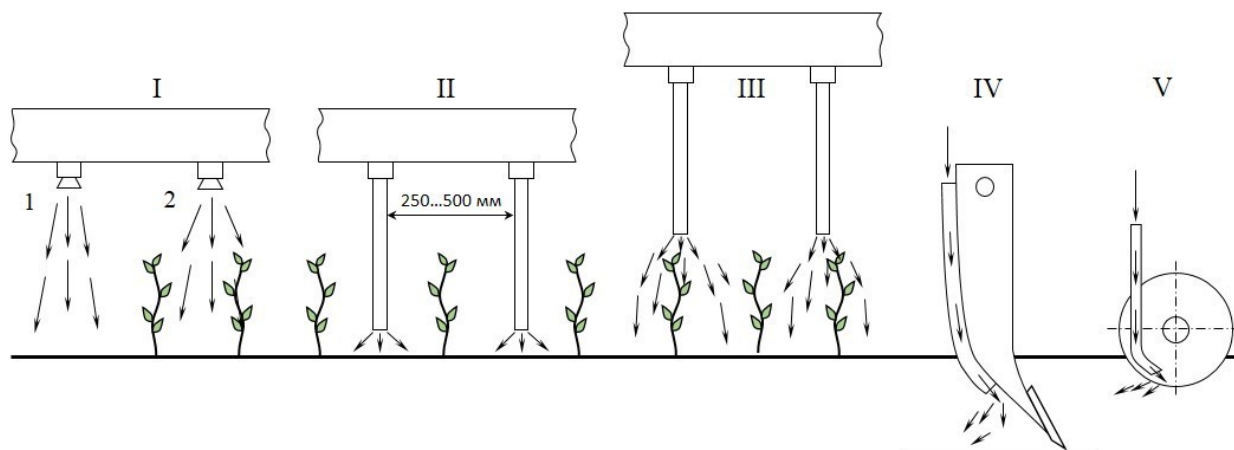


Рисунок 1 – Техничко-технологические схемы внесения жидких минеральных удобрений:

I – форсунками: 1 – на поверхность почвы; 2 – на растения и поверхность почвы; II – шлангами- удлинителями на поверхность почвы; III – шлангами-удлинителями на поверхность почвы и на растения; IV – универсальным агрегатом FDC под рабочие органы культиватора Ceniус, анкерные сошники сеялки Primer DMC и долотовидные сошники сеялки Condor;

V – универсальным агрегатом FDC под дисковые сошники пропашной сеялки точного высева – EDX.

Традиционно уже около 20 лет все новинки АО «Евротехника» в г. Самара немецкой компании «AMAZONEN-Werke» апробируются и исследуются учеными Самарской государственной сельхозакадемии [8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15].

Так же и в 2018 году на полях Самарской ГСХА проводятся исследования эффективности технических средств компании «AMAZONEN-Werke» при внесении жидких минеральных удобрений. Уже в первый год исследований оборудования компании «AMAZONEN-Werke» совместно с крупнейшим заводом, производящим широкую гамму минеральных удобрений ПАО "КуйбышевАзот", в том числе и в жидком виде (КАС-32; КАС-24; КАССА-КАС с серой, РПС и др.), получена тенденция значительного увеличения урожайности и качества продукции таких сельхозкультур, как пшеница озимая, пшеница яровая твердая, соя, подсолнечник, кукуруза на зерно (в статье приводятся предварительные результаты только по озимой пшенице).

Так, посеянная на полях Самарской ГСХА 2017 году озимая пшеница местной селекции Поволжская ГСХА наряду со всеми необходимыми защитными химическими обработками в 2018 году была также дополнительно обработана в фазе кущения жидкими минеральными удобрениями КАС-32 в фазе кущения.

Вегетативные наблюдения показали преимущественное развитие обработанной пшеницы жидким удобрениями (рис. 2) и в целом в засушливый и неблагоприятный по погодным условиям год - была получена достаточно хорошая урожайность 30 ц/га с показателями по клейковине 28, белку - 14,5, ИДК - 85, числу падения – 240 То есть озимая пшеница, обработанная один раз жидкими минеральными удобрениями, отвечала требованиям II класса.



Рисунок 2 – Пшеница озимая необработанная (1) и обработанная (2) удобрением КАС-32

Необработанная пшеница была получена IV класса, с урожайностью 25,5 ц/га или на 15% меньше, чем обработанная жидкими минеральными удобрениями: КАС - 32.

Выводы

1. В настоящее время для внесения жидких минеральных удобрений промышленностью (в том числе - АО "Евротехника" (РФ, г.Самара) немецкой компании "AMAZONEN-Werke") выпускаются различные машины и оборудование.

2. Обработка посевов озимой пшеницы "Поволжская 86" в опытах Самарской государственной сельскохозяйственной академии жидкими минеральными удобрениями КАС-32 в количестве 140 л/га в фазу кущения позволило получить пшеницу 2 класса с урожайностью 30 ц/га по сравнению с 4 классом той же пшеницы с урожайностью 25,5 ц/га, возделываемой без удобрений, что еще раз подтверждает высокую эффективность использования жидких минеральных

удобрений, в нашем случае - в виде листовой подкормки вегетирующей части возделываемой озимой пшеницы.

Библиографический список

1. Милюткин, В.А., Казаков, Г.И. Цирулев, А.П. и др. Повышение продуктивности сельхозугодий внутрипочвенным внесением удобрений при точном (координатном земледелии) / В.А. Милюткин, Г.И. Казаков, А.П. Цирулев и др. - Самара. - 2013. - С.270.

2. Милюткин, В.А., Милюткин, А.В., Золатарев, И.Н., Шишкевич, М.Ю. Нужны неотложные меры по воспроизводству плодородия почв / В.А. Милюткин, А.В. Милюткин, И.Н. Золатарев, М.Ю. Шишкевич // Земледелие. – 1998. - №6. – С. 16 -17.

3. Милюткин, В.А., Толпекин, С.А., Перфилов, А.А. Формирование высокой урожайности сельхозкультур технологическими комплексами немецкой компании «AMAZONEN-Werke» (разбрасыватели минеральных удобрений, опрыскиватели для пестицидов / В.А. Милюткин, С.А. Толпекин, А.А. Перфилов // Материалы IX Международной научно – практической конференции «Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения», 20-21 июня 2018 года. Часть 1. –Ульяновск, ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ. – 2018. – С. 237 - 244.

4. Милюткин, В.А., Толпекин, С.А., Буксман, В.Э. Приоритетные конструктивные и технологические особенности опрыскивателей для защиты растений при техперевооружении агропредприятий АПК // В.А. Милюткин, С.А. Толпекин, В.Э. Буксман // Нива Поволжья. – 2018. - №1. - С. - 97-103.

5. Милюткин, В.А., Буксман, В.Э. Повышение эффективности опрыскивателей для внесения жидких минеральных удобрений / В.А. Милюткин, В.Э. Буксман // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. - №1(69). – С. 119-122.

6. Буксман, В.Э., Милюткин, В.А., Перфилов, А.А., Толпекин, С.А., Константинов, М.М. Совершенствование конструкций рабочих органов и агрегатов для внутривспашечного внесения минеральных удобрений / В.Э. Буксман, В.А. Милюткин, А.А. Перфилов, С.А. Толпекин, М.М. Константинов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2018. - №2. – С. 127-130.
7. Милюткин, В.А., Буксман, В.Э. Интеллектуальный опрыскиватель нового поколения / В.А. Милюткин, В.Э. Буксман // Техника и оборудование для села. - 2018. - №7. – С. 10 – 12.
8. Милюткин, В.А., Стребков, Н.Ф., Соловьев, С.А., Макаровская, З.В. Технические решения для технологий NO-TILL и STRIP-TILL / В.А.Милюткин, Н.Ф.Стребков, С.А.Соловьев, З.В. Макаровская //Известия Оренбургского государственного аграрного университета.2014.№6(50).С.61-63.
9. Милюткин, В.А., Бородулин, И.В., Антонова, З.П, и др. Управление производством сельскохозяйственных культур созданием оптимальных параметров влажности и температуры почвы/В.А.Милюткин, И.В.Бородулин, З.П.Антонова // Harvard Journal of Fundamental and Applis.2015.Т.XI.С.117-128.
10. Милюткин, В.А., Канаев, М.А., Кузнецов, М.А. Система механизации мониторинга и управления плодородием почвы в режиме ON-LINE/ В.А.Милюткин, М.А.Канаев, М.А.Кузнецов // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. - 2013. - №3. - С.34-39.
11. Милюткин, В.А., Канаев, М.А., Милюткин, А.В. Разработка машин для подпочвенного внесения удобрений на основании агробиологических характеристик растений /В.А.Милюткин, М.А.Канаев, А.В.Милюткин //Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. - 2012. - №4. - С.9-13.
12. Милюткин, В.А. Эффективность комбинированного почвообрабатывающе-посевного агрегата АУП-18 / В.А.Милюткин // Тракторы и сельскохозяйственные машины. - 1996. - №3. - С. 5-7.

13. Милюткин, В.А. Милюткин, А.В., Беляев, М.А. Эффективность дифференцированного внесения минеральных удобрений комбинированным агрегатом при энерго-ресурсосберегающих технологиях/ В.А.Милюткин, А.В.Милюткин, М.А.Беляев // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2011. - №4. С. 73-74.

14. Милюткин, В.А. Эффективная политика аграрных машиностроительных фирм в развитии интеллектуальных технологий в земледелии (на примере совместной деятельности компании «AMAZONEN – Werke» (Германия) в России – АО «Евротехника» (Самара)) / В.А.Милюткин // Агрофорсайт. - 2017. - № 2. - С. 1-5.

15. Милюткин, В.А., Ларионов, Ю.В., Канаев, М.А. Способ и устройство для внесения удобрения при культивировании. - Патент на изобретение RUS 2376743. – 27.08.2007.

MACHINES AND EQUIPMENT OF THE COMPANY "AMAZONEN-WERKE" FOR THE INTRODUCTION OF LIQUID MINERAL FERTILIZERS BY DIFFERENT TECHNOLOGIES

Milyutkin V. A., doctor of technical sciences, professor, Samara State Agricultural Academy, tel .: 8 (927) 2644188, oiapp@mail.ru.

Buksman V. E., Dr.-ing., Honorary Professor of KubSAU, Amazon LLC "Podolsk" (Russia), General Director for the implementation of the company "AMAZONEN-Werke" (Germany), tel .: +49 (0) 1739339461.

Dluzhevsky N. G., Deputy Head LLC SVRP OJSC KuibyshevAzot, tel .: 8 (927) 7847911.

Tsirulev A. P., cand. agricultural sciences, associate professor, director of LLC MIP "Agro-Academy", tel .: 8 (927) 6524043.

Tolpekin S. A., technologist, senior teacher of Samara State Agricultural Academy.

Keywords: fertility, fertilizers, sprayers, machines, yield, quality.

Abstract. The paper discusses the technical means for the application of liquid mineral fertilizers (LMU) using various technologies, including the tendency to increase the yield and quality of agricultural crops in the experiments conducted by the Samara State Agricultural Academy together with the plant for the production of nitrogen fertilizers, including and liquid, - PJSC "KuibyshevAzot", German company "AMAZONEN-Werke" and its enterprise in Russia (Samara) - JSC "Euro-technology".

УДК 51-74:631.3

КОЭФФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ ВАКУУМНЫХ ВОДОКОЛЬЦЕВЫХ НАСОСОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ДОИЛЬНЫХ УСТАНОВКАХ

Наумов В. А.,

доктор технических наук, профессор
Калининградский государственный технический университет
236022, Россия, Калининград, Советский пр., 1, КГТУ
Тел.: 8(4012)99-53-37, E-mail: van-old@mail.ru

Ключевые слова: установки машинного доения, водокольцевые вакуумные насосы, коэффициент полезного действия.

Аннотация. Главным недостатком водокольцевых вакуумных насосов в установках машинного доения является низкий коэффициент полезного действия. Его значений нет ни в опубликованных результатах исследований, ни в документах производителей. В статье предложен метод расчета изотермного коэффициента полезного действия вакуумных насосов во всем диапазоне давлений всасывания с использованием аппроксимаций нагрузочных характеристик. Максимальное значение коэффициента полезного действия таких насосов наблюдается при номинальном давлении всасывания и составляет примерно 40 %.

Введение. Механизация процессов в молочном животноводстве невозможна без применения установок машинного доения [1]. В состав доильной машины входят: вакуумная установка, включающая вакуумный насос с электродвигателем, глушителем и предохранителем; вакуум-балон; вакуум-провод с вакуум-регулятором; доильные аппараты, подключаемые к вакуумной линии [2]. В доильных установках используются вакуумные насосы различных типов, чаще всего пластинчато-роторные, водокольцевые и поршневые. В ряде опубликованных работ (см. [3-5] и библиографию в них) показаны преимущества использования в установках машинного доения водокольцевых вакуумных насосов (ВВН). В частности, простота конструкции и низкие эксплуатационные расходы, воздух в насосе не загрязняется смазкой; мелкие механические примеси, попадающие в насос, не наносят вреда.

В водокольцевом насосе единственным движущимся элементом является рабочее колесо. При этом его вращение происходит без соприкосновения с корпусом. Это приводит к снижению износа деталей по сравнению с другими типами насосов. При одинаковой производительности ВВН дешевле ротационных в два, а поршневых в три раза [5], что имеет большое значение для себестоимости производства молока.

Главным недостатком ВВН является низкий коэффициент полезного действия (КПД), что приводит к невысокой энергетической эффективности доильных установок на их основе. Продолжается поиск путей ее повышения. В [3] было экспериментально установлено, что энергоемкость процесса и подача эффективности работы ВВН увеличивается с ростом числа Рейнольдса. Авторы [4] полагают, что для малогабаритных доильных агрегатов способствовать решению этой задачи будет определение основных конструктивных параметров и режимов работы ВВН.

В [6] разработан энергосберегающий привод ВВН экспериментальной доильной установки с переменной подачей воздуха за счет изменения частоты вращения ротора регулированием частоты питающей сети. Авторы [7] считают, что

исследование амплитуды частоты колебаний давления в вакуумной системе в зависимости от количества одновременно работающих доильных аппаратов позволит согласовать конструкционно-технологические параметры вакуумной системы и уменьшить затраты энергии на технологический процесс машинного доения коров.

Заметим, что во всех перечисленных работах отсутствуют какие-либо количественные оценки КПД ВВН. Цель данной работы – дать оценку КПД ВВН, применяемых в отечественных установках машинного доения.

Объекты, материалы и методы исследования. В [2] отмечено, что в установках машинного доения коров российского производства широко используются водокольцевые вакуумные насосы моделей ВВН1-3, ВВН1-6, ВВН1-12. Единица в обозначении модели говорит, что номинальное давление всасывания равно 40 кПа (60% вакуума от барометрического давления). Последнее число представляет собой номинальную производительность Q (скорость откачки, кубические метры в минуту), приведенную к давлению всасывания. Насосы вакуумные водокольцевые типа ВВН выпускают ЗАО «Беском», АО «ГМС Ливгидромаш», ЗАО «Пензагрореммаш» и другие российские производители [8-10]. Все они указывают, что концентрация примесей применяемой в качестве рабочей жидкости воды не должна превышать 25 мг/л, а общая жёсткость – 3 мг.экв/л. Допустимый размер механических примесей в рабочей жидкости – до 0,1 мм.

Кроме производительности, к основным параметрам насосной установки относятся: N – потребляемая (затраченная) мощность на валу насоса, n – частота вращения вала электродвигателя, q – количество воды подаваемой в насос, m – масса насоса. Указанные параметры внесены в табл. 1, у разных производителей они, практически, не отличаются.

Таблица 1 – Основные параметры водокольцевых насосов [8-10]

№ пп	Параметры	Модель насоса			
		ВВН1-1,5	ВВН1-3	ВВН1-6	ВВН1-12
1	Q , м ³ /мин	1,57	3,33	6,20	12,1
2	N , кВт	2,80	5,15	9,60	18,6

3	q , л/мин	5	7	11	23
4	n , об/мин	1500	1500	1500	1000
5	m , кг	32	105	200	410
6	$\eta_{из}$, %	34,62	39,96	39,88	40,17

В отличие, например, от центробежных насосов производители ВВН не приводят КПД. Покажем, как его можно оценить. ВВН относятся к охлаждаемым компрессорным машинам. В таких машинах наименьшая работа затрачивается при изотермическом сжатии газа, поэтому сравнение проводится с условной машиной, сжимающей газ по изотерме. Отношение мощности при изотермическом сжатии $N_{из}$ к затраченной мощности N характеризует совершенство процесса в вакуумном насосе, работающем с охлаждением воздуха, и носит название изотермного КПД (см., например, [11]):

$$\eta_{из} = 100 \cdot N_{из} / N, \quad N_{из}(P) = P \cdot Q(P) \cdot \ln(P_a / P), \quad (1)$$

где P – абсолютное остаточное давление всасывания, Па; P_a – атмосферное давление, Па; Q – производительность ВВН (скорость откачки, приведенная к условиям всасывания), м³/с.

Выполним расчет по (1) для номинального режима моделей ВВН1, учитывая, что $P = 40\,000$ Па, величины N и Q заданы в табл. 1 (только подачу насоса нужно перевести в м³/с). Результаты расчета внесены в табл. 1 (6-я строка). Кроме модели ВВН1-1,5, которая редко используется в доильных установках, у остальных моделей изотермный КПД при номинальной производительности примерно 40 %.

Нередко при исследовании процессов в доильных установках ограничиваются номинальным режимом, не учитывая, что ВВН могут работать при переменном давлении всасывания и производительности. Производители ВВН приводят нагрузочные характеристики (зависимости Q и N от давления всасывания P), с помощью которых можно рассчитать изотермный КПД на режимах, отличных от номинального. На рис. 1 точками показаны экспериментальные данные [8]. Они могут быть аппроксимированы зависимостями:

$$N(P) = A_0 + A_1 \cdot P, \text{ при } P_0 < P < P_a, \quad (2)$$

$$Q(P) = \begin{cases} B_0 + B_1 \cdot P + B_2 \cdot P^2 + B_3 \cdot P^3 + B_4 \cdot P^4, & \text{при } P_0 < P < P_*; \\ Q_* = \text{const}, & \text{при } P_* < P < P_a. \end{cases} \quad (3)$$

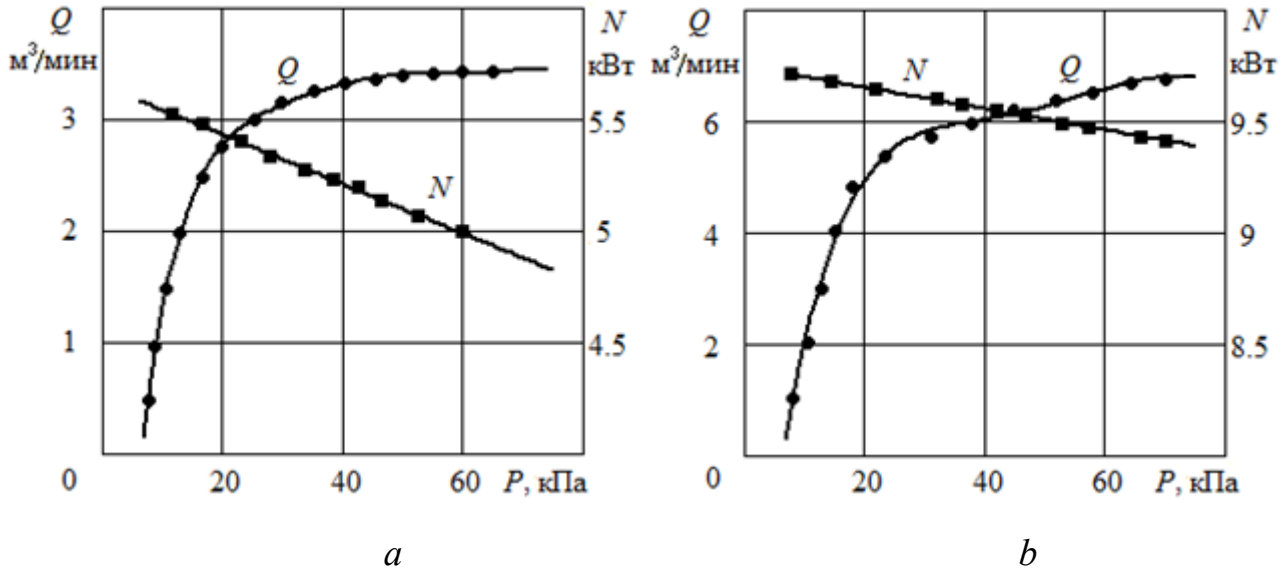


Рисунок 1 – Нагрузочные характеристики водокольцевых вакуумных насосов:

a – ВВН1-3; *b* – ВВН1-6. Точки экспериментальные данные [8], линии – результаты расчета по формулам (2), (3)

Эмпирические константы в формулах (2)-(3) были найдены методом наименьших квадратов. В частности, для модели ВВН1-3:

$$P_0 = 6 \text{ кПа}; P_* = 70 \text{ кПа}; Q_* = 3,44 \text{ м}^3/\text{мин}; A_0 = 5,65 \text{ кВт}; A_1 = -0,0111 \text{ кВт/кПа};$$

$$B_0 = -2,57 \text{ м}^3/\text{мин}; B_1 = 0,531 \text{ м}^3/(\text{мин} \cdot \text{кПа}); B_2 = -0,0176 \text{ м}^3/(\text{мин} \cdot \text{кПа}^2);$$

$$B_3 = 2,511 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3/(\text{мин} \cdot \text{кПа}^3); B_4 = -2,511 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/(\text{мин} \cdot \text{кПа}^4).$$

Результаты и их обсуждение. Подставив зависимости (2), (3) в формулу (1), получим изотермный КПД при произвольных значениях давления всасывания. На рисунок 2 точками показаны результаты расчетов $\eta_{из}$ для трех моделей ВВН. Линия – результат расчета по формуле (4). Точки – значения, полученные по экспериментальным данным: 1 – ВВН1-3, 2 – ВВН1-6, 3 – ВВН1-12

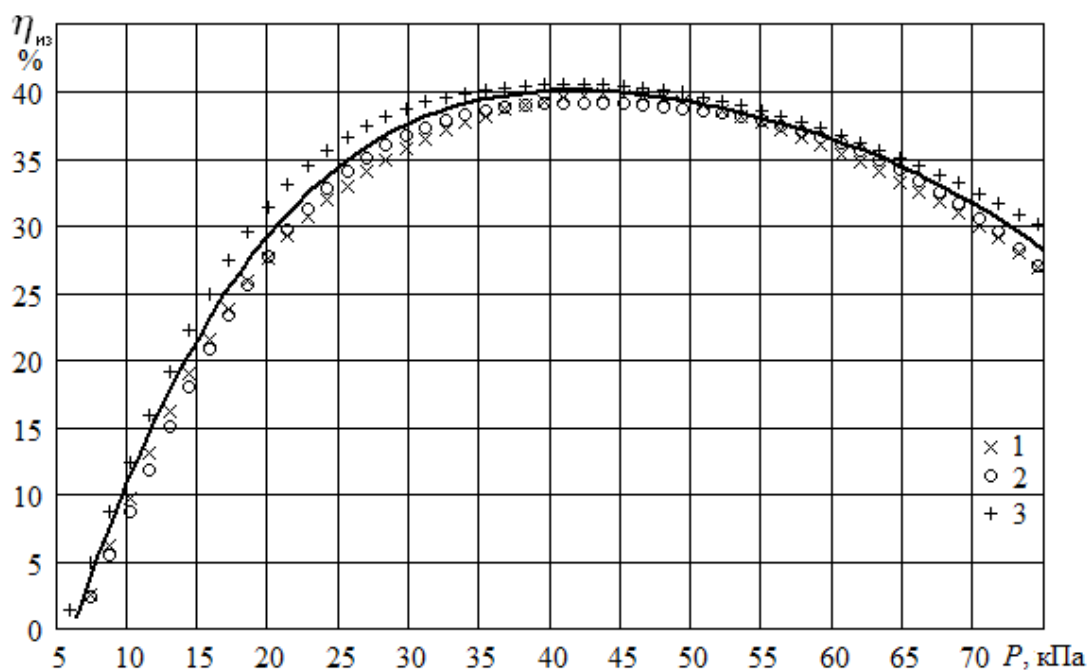


Рисунок 2 – Изотермный КПД водокольцевых вакуумных насосов.

Видно, что во всем диапазоне давлений они отличаются незначительно.

Была получена эмпирическая формула

$$\eta(P) = 100 \cdot (k_0 + k_1 \cdot P + k_2 \cdot P^2 + k_3 \cdot P^3 + k_4 \cdot P^4), \quad \text{при } P_0 < P < P_a, \quad (4)$$

$$k_0 = -0,238; k_1 = 0,0448 \text{ 1/кПа}; k_2 = -1,146 \cdot 10^{-3} \text{ 1/кПа}^2;$$

$$k_3 = 1,299 \cdot 10^{-5} \text{ 1/кПа}^3; k_4 = -5,923 \cdot 10^{-8} \text{ 1/кПа}^4.$$

Индекс детерминации формулы (4) достаточно высок $R^2 = 0,984$. 98,4 % изменений изотермного КПД обусловлены вариацией давления всасывания, и только 1,6 % – другими факторами.

Максимальное значение изотермного КПД наблюдается при номинальном давлении всасывания (40 кПа). В диапазоне от 27 до 60 кПа снижение в пределах 10% от максимальной величины, от 18 до 77 кПа – 20 %. При давлении всасывания 10 кПа изотермный КПД составляет примерно 10 %.

Для расчета КПД ВВН реальных доильных установок нужно учесть отличие процесса сжатия от изотермического, а также механический и объемный КПД. Но и полученные величины могут служить ориентировочной оценкой энергетической эффективности ВВН.

Заключение. Выполнена аппроксимация нагрузочных характеристик ВВН. Предложенный метод с их использованием позволяет количественно оценивать энергетическую эффективность ВВН во всем диапазоне давлений всасывания. Максимальное значение изотермного КПД у ВВН, используемых в доильных установках, наблюдается при номинальном давлении всасывания (40 кПа) и составляет примерно 40 %. При больших или меньших давлениях КПД снижается, при 10 кПа падает до 10 %.

Библиографический список

1. Мельников, С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм / С.В. Мельников. – Ленинград: Колос, 1978. – 560 с.
2. Ведищев, С.М. Механизация доения коров: учебное пособие / С.М. Ведищев. Тамбов: Изд-во Тамбовского государственного технического университета, 2006. – 94 с.
3. Матвеев, А.Н. Обоснование параметров водокольцевого вакуумного насоса двойного действия для доильных установок / А.Н. Матвеев, И.Я. Федоренко // Вестник Алтайской науки. – 2001. – № 2. – С. 162 -165.
4. Исследование доильного аппарата с индивидуальным источником вакуума и обоснование производительности насоса / Б.Г. Зиганшин, И.Е. Волков, Ф.Ф. Ситдииков, Р.Р. Лукманов // Тракторы и сельхозмашины. – 2007. – № 4. – С. 48-49.
5. Кутья, О.В. Преимущества эксплуатации вакуумных водокольцевых насосов / О.В. Кутья // Вестник Харьковского национального технического университета сельского хозяйства. – 2011. – Вып. 110. – С. 69-73.
6. Герасимова, О.А. Экспериментальное исследование энергосберегающего привода водокольцевого вакуумного насоса для доения коров на пастбищах / О.А. Герасимова, Т.Н. Карасева, Е.В. Радкевич // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2016. – № 1 (21). – С. 168-181.

7. Дмитрив, В.Т. Моделирование колебаний давления вакуумной системы доильной установки / В.Т. Дмитрив, И.В. Дмитрив // Вестник Харьковского национального технического университета сельского хозяйства. – 2017. – Вып. 180. – С. 115-123.

8. ЗАО «Беском». Водокольцевые вакуум-насосы и компрессоры. Руководство по эксплуатации [Электронный ресурс]. Режим доступа – свободный: http://servocompressor.ru/docs/vvn/vvn_vk.pdf (дата обращения: 01.09.2018).

9. АО «ГМС Ливгидромаш» Насосы вакуумные водокольцевые типа ВВН. Руководство по эксплуатации [Электронный ресурс]. Режим доступа – свободный: http://www.hms-livgidromash.ru/upload/iblock/6f7/re-vvn1_3-i-vvn-1_12-_-vvn1_6_.pdf (дата обращения: 01.09.2018).

10. ЗАО «Пензаггореммаш». Насосы вакуумные водокольцевые. Техническое описание и инструкция по эксплуатации [Электронный ресурс]. Режим доступа – свободный: http://penzagrm.nt-rt.ru/images/manuals/nasos_vak.pdf (дата обращения: 01.09.2018).

11. Гидромашинны и компрессоры: учебное пособие / В.М. Касьянов, С.В. Кривенков, А.И. Ходырев, А.Г. Чернобыльский. Ч. 3. Компрессорные машины. – Москва: РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2007. – 168 с.

The efficiency of liquid ring vacuum pumps

Used in milking machines

Naumov V. A.

Keywords: milking machines, water ring vacuum pumps, efficiency.

Abstract. Low efficiency is the main drawback of water ring vacuum pumps in milking machines. Its values are neither in the published research results nor in the manufacturers ' documents. The method of calculation of the isothermal efficiency of vacuum pumps in the entire range of suction pressures using approximations of load characteristics is proposed in the article. The maximum value of the efficiency of such pumps is observed at the nominal suction pressure and is about 40 %.

УДК 631.348

НОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР БИОПРЕПАРАТАМИ

¹Нуруллин Э. Г.

доктор технических наук, профессор,

²Зайнутдинов И. Р.

студент магистратуры;

^{1,2}ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»,
¹ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»
Россия, г. Казань; e-mail: nureg@mail.ru

Ключевые слова: органическое земледелие, предпосевная обработка биопрепаратами, семена зерновых культур.

Аннотация: Предложена новая технология предпосевной обработки семян зерновых культур биопрепаратами на основе машины пневмомеханического типа. Предлагаемая технология обеспечивает повышение производительности и снижение энергоемкости технологического процесса, снижение травмирования семян, исключение перерасхода дорогостоящих биопрепаратов и повышение качества обработки, высокую жизнедеятельность и эффективность воздействия микроорганизмов, снижение экологической нагрузки и вредного воздействия на человека.

Введение. Важнейшим аспектом решения проблемы экологии и сохранения здоровья людей во всем мире является развитие органического сельского хозяйства. Одним из основных направлений органического сельскохозяйственного производства выступает органическое земледелие, которое предусматривает охват всех этапов от обработки почвы до послеуборочной обработки, хранения и первичной переработки продукции растениеводства. Анализ научных иссле-

дований и мирового опыта дает основание рассматривать техническое и технологическое обеспечение как главную проблему органического земледелия, в том числе в производстве зерна.

Цель данной статьи – обоснование новой органической технологии предпосевной обработки семян зерновых культур биопрепаратами.

Материалы и методы исследования. В технологии производства зерна важное место занимает предпосевная обработка семян защитными средствами с целью защиты их от болезней и вредителей. В органическом земледелии в качестве защитных средств предлагаются биопрепараты, которые представляют собой микроорганизмы, пожирающие вредителей и распространителей болезней (биопестициды). Однако их применение требует совершенствование существующих технологий и технических средств предпосевной обработки семян. Наиболее важными факторами, обеспечивающими эффективность процесса предпосевной обработки семян биопестицидами, являются: чистота поверхности семян от пыли и температурный режим. Чистота поверхности семян обеспечивает высокое качество прилипания биопрепарата, а требуемый температурный режим живучесть и эффективность действия микроорганизмов.

Анализ и систематизация накопленных знаний в области подготовки семенного материала показал, что в настоящее время можно выделить два вида технологий предпосевной обработки семян зерновых культур с предварительным очищением от пыли [1, 2, 3, 4, 5].

Однофазная технология, когда семенное зерно после хранения с целью очистки от пыли дополнительно пропускают через зерноочистительное оборудование, проводят предпосевную обработку защитно-стимулирующими средствами, дозируют по весу и затаривают в мешки в едином непрерывном технологическом потоке.

Преимущества однофазной технологии заключаются в следующем:

– семена после очистки непосредственно поступают в машину для предпосевной обработки, исключая соприкосновение очищенных семян с пыльной средой, что обеспечивает высокое качество обработки;

–незакрепленные на поверхности семян защитно-стимулирующие средства также попадают в мешки, что снижает их потери, а при использовании химических препаратов и загрязнение окружающей среды.

В качестве основных недостатков однофазной технологии следует отметить высокую энергоемкость и потребность дополнительных транспортно-перегрузочных работ. По данной технологии работают семенные заводы и семенные линии зерноочистительно-сушильных комплексов сельскохозяйственных предприятий.

Двухфазная технология предусматривает два этапа связанных между собой перегрузочными работами. Семена сначала с мест хранения перевозят на зерноочистительные комплексы и для очистки от пыли пропускают через зерноочистительное оборудование. Очищенные семена перевозят снова в семенной склад, засыпают в бурты и проводят предпосевную обработку на мобильных машинах. Обработанные семена складывают в рассыпном виде или затаривают непосредственно в мешки. С целью снижения энергоемкости и трудоемкости, в некоторых случаях для очистки от пыли используют мобильные зерноочистительные машины непосредственно в семенном складе. Двухфазная технология также энергоемкая и требует дополнительных транспортно-перегрузочных работ. При такой технологии очищенные от пыли семена перед нанесением защитно-стимулирующих средств соприкасаются с пыльной средой, что снижает качество предпосевной обработки.

По такой технологии работают сельскохозяйственные предприятия и фермерские хозяйства, у которых в составе зерноочистительно-сушильных комплексов не имеются семенные линии.

В обеих рассмотренных технологиях семена в процессе движения по рабочим зонам очистительных, загрузочно-разгрузочных, обрабатывающих машин многократно подвергаются интенсивному механическому воздействию, что приводит к увеличению количества травмированных семян, соответственно сни-

жает их всхожесть. При обработке биопрепаратами микроорганизмы также получают жесткие воздействия от механических рабочих органов машины для предпосевной обработки.

Результаты и обсуждение. Предлагается новая технология предпосевной обработки семян зерновых культур биопестицидами обеспечивающая снижение травмирования семян, качество прилипания и высокую эффективность действия биопрепарата на основе машины пневмомеханического типа (рисунок 1).

Главный принцип новой технологии – комбинация нескольких технологических операций в едином непрерывном потоке воздушно-семенной смеси. По предлагаемой технологии предпосевная обработка осуществляется непосредственно на месте хранения семян, что исключает энергоемкие и трудоемкие загрузочно-разгрузочные и перевозочные работы. Она включает следующие основные этапы.

На первом этапе семена, подлежащие предпосевной обработке биопрепаратами, из бурта забираются пневматическим способом и подаются в пылеотделительное устройство. Способ пневмозагрузки исключает жесткое воздействие на семена механических устройств, что исключает травмирование семян. В процессе движения воздушно-зерновой смеси происходит очищение поверхности семян от прилипшей во время хранения пыли и других мелких частиц специальными приспособлениями. Данная технологическая операция создает условия для повышения эффективности обработки за счет улучшения прилипаемости биопрепарата к поверхности семян.

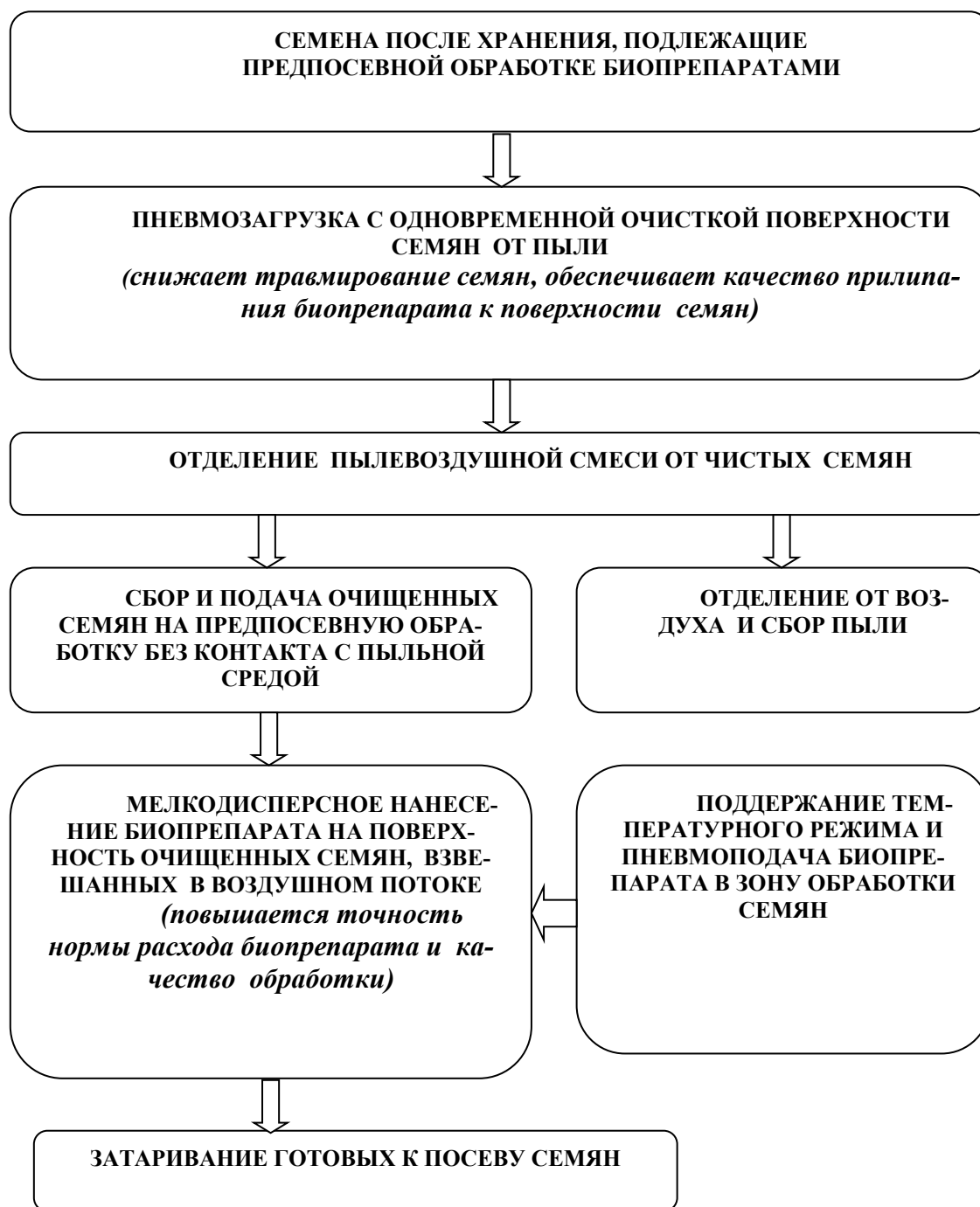


Рисунок 1 – Схема новой органической технологии предпосевной обработки семян зерновых культур биопрепаратами

На следующем этапе происходит отделение семян от пыльно-воздушной смеси. При этом очищенные семена без контакта с пыльной средой направляются на предпосевную обработку. Предпосевная обработка осуществляется нанесением биопрепарата в мелкодисперсном виде на поверхность семян, движущихся во взвешенном состоянии в воздушном потоке. Подача биопрепарата в мелкодисперсном виде обеспечивается также воздушным потоком. Такой способ

нанесения повышает точность нормы расхода и равномерность распределения биопрепарата по массе семян и по поверхности каждого зерна. Необходимая для жизнедеятельности и эффективного воздействия микроорганизмов температура обеспечивается воздушным потоком.

Обработанные биопрепаратами семена затариваются в мешки и направляются на посев. Отделенный от семян пыльный воздух очищается и выбрасывается в атмосферу или может использоваться повторно по замкнутой схеме.

Основой предлагаемой технологии является машина для предпосевной обработки семян (протравливатель семян).

Нами разработаны и запатентованы конструкции протравливателей семян зерновых культур пневмомеханического типа [6, 7, 8, 9, 10, 11]. В результате теоретических и экспериментальных исследований обоснованы их конструктивно-технологические параметры, отвечающие требованиям мелкодисперсного нанесения биопрепарата на поверхность очищенных семян, находящихся во взвешанном состоянии в воздушном потоке, что обеспечивает точность нормы расхода биопрепарата и качество обработки [12, 13, 14, 15, 16].

В настоящее время ведутся научные исследования по обоснованию температурного режима биопрепарата, способа и технических решений подачи его в камеру протравливания с помощью того же потока воздуха, что транспортирует семена.

В качестве такого технического решения этой задачи разработано пневмозагрузочно-пылеочистительное устройство, которое легко встраивается в пневмосистему протравливателя пневмомеханического типа и может адаптировано под все существующие и вновь создаваемые протравливатели семян зерновых культур [17, 18, 19]. В настоящее время проводятся научные изыскания по обоснованию конструктивно-технологических параметров пневмозагрузочно-пылеочистительного устройства [20, 21, 22].

Выводы. Предлагаемая новая технология предпосевной обработки семян зерновых культур, обеспечивает:

- повышение производительности и снижение энергоемкости технологического процесса за счет исключения энерго-металлоемкого технологического оборудования и транспортных средств для очистки семян от пыли и выполнения погрузочно (разгрузочно)-перевозочных работ;
- снижение травмирования семян, что сохраняет их всхожесть, соответственно повышается урожайность;
- исключение перерасхода дорогостоящих биопестицидов и повышение качества обработки за счет их мелкодисперсного нанесения на поверхность семян, движущихся в воздушном потоке во взвешенном состоянии;
- высокую жизнедеятельность и эффективность воздействия микроорганизмов;
- снижение экологической нагрузки и вредного воздействия на человека.

Библиографический список

1. Нуруллин Э. Г. Основные направления совершенствования машин для предпосевной обработки семян // Журнал техника и оборудование для села. 2018. № 3 (249). С. 13 – 15.
2. Нуруллин Э. Г. Предпосевная подготовка семян по новой технологии // Вестник Казан. технол. ун-та. 2016. Т. 19. № 16. С. 28 – 30.
3. Нуруллин Э. Г. Основные направления модернизации технической базы послеуборочной обработки зерна и подготовки семян // Техника и оборудование для села. 2015. № 10 (220). С. 5 – 8.
4. Некоторые рекомендации производителям семян и зерна / И. Х. Габдрахманов, Э. Г. Нуруллин, Ю. В. Еров, Д. З. Салахияев, Н. В. Зарипов, А. А. Железнов // Аграрная тема. 2011. № 7 (24). С. 30 – 33. Их же. № 8 (25). С. 32 – 35. Их же. № 9 (26). С. 44 – 47. Их же. № 10 (27). С. 34 – 37. Их же. № 11(28). С.42 – 43.
5. Инновации в послеуборочной обработке зерна и семян / Э. Г. Нуруллин и [др.]. Казань: «Слово», 2009. 128 с.

6. Нуруллин Э. Г., Салахов И. М. Пневмомеханический протравливатель семян. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2015. 136 с.
7. Нуруллин Э. Г. Основные направления и результаты научной школы по разработке энергосберегающих машин пневмомеханического типа для производства и переработки зерна // Известия Международной академии аграрного образования. 2013. № 17. С. 100 – 104.
8. Салахов И. М., Нуруллин Э. Г. Энергосберегающий протравливатель семян // Сельский механизатор. 2013. №11. С.16 – 17.
9. Протравливатель семян пневмомеханический: пат. 130777 Рос. Федерация. № 2012152119/13; заявл. 04.12.2012; опубл. 10.08.2013. Бюл. № 22.
10. Протравливатель семян пневмомеханического типа с подвижным рабочим органом: пат. № 111382 Рос. Федерация. № 2011117205/13; заявл. 28.04.2011; опубл. 20.12.2011 Бюл. № 35.
11. Протравливатель семян пневмомеханического типа: пат. 2380876 Рос. Федерация. № 2008126363/13; заявл. 27.06.2008; опубл. 10.02.2010. Бюл. № 4.
12. Нуруллин Э. Г., Салахов И.М., Ибяттов Р. И. Математическая модель процесса протравливания семян в предварительной камере пневмомеханического протравливателя // Вестник Казан. технол. ун-та. 2014. Т. 17./ № 14. С. 387 – 390.
13. Нуруллин Э. Г., Салахов И.М. Теоретическое обоснование места и угла установки распылителя рабочей жидкости пневмомеханического протравливателя // Вестник Казан. технол. ун-та. 2014. Т. 17. № 15. С. 207– 209.
14. Нуруллин Э. Г., Салахов И.М., Ибяттов Р. И. Численное решение математической модели процесса протравливания семян в пневмомеханическом протравливателе // Вестник Казан. технол. ун-та. 2014. Т. 17. № 15. С. 212 – 214.
15. Нуруллин Э. Г., Салахов И. М., Дмитриев А. В. Математическая модель движения семян в основной камере пневмомеханического протравливателя // Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2014. Т.9. №1 (31). С. 69 – 72.

16. Салахов И.М., Нуруллин Э.Г. Исследование параметров распыливания рабочей жидкости в пневмомеханическом протравливателе семян // Известия Международной академии аграрного образования. 2013. № 17 (внеочередной). С. 122 – 125.

17. Нуруллин Э. Г., Гарипова А. Н. Пневмомеханический пылеочиститель для протравливателей семян зерновых культур // Вестник Казан. технол. ун-та. 2017. Т. 20. № 10. С. 138-141.

18. Зайнутдинов И. Р., Нуруллин Э. Г. Обоснование структурной модели мобильного протравливателя семян зерновых культур с пневмозагрузочным устройством // Агроинженерная наука XXI века. Труды региональной научно-практической конференции. Научное издание. Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2018. С. 92-95.

19. Зайнутдинов И. Р., Нуруллин Э. Г. Протравливатель семян зерновых культур с пневмозагрузочным устройством // Агроинженерная наука XXI века. Труды региональной научно-практической конференции. Научное издание. Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2018. С. 95-98.

20. Зайнутдинов И. Р., Нуруллин Э. Г. Определение пропускной способности пневмозагрузочного устройства мобильного протравливателя семян зерновых культур // Агроинженерная наука XXI века. Труды региональной научно-практической конференции. Научное издание. Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2018. С. 102-106.

21. Зайнутдинов И. Р., Нуруллин Э.Г. Обоснование режима движения воздушно-зерновой смеси в пневмозагрузочном устройстве протравливателя семян зерновых культур // Агроинженерная наука XXI века. Труды региональной научно-практической конференции. Научное издание. Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2018. С. 98-102.

22. Нуруллин Э.Г., Зайнутдинов И.Р. Теоретическое обоснование диаметра пневмосемяпровода нового загрузочного устройства протравливателя семян // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Мосоловские чтения: материалы

международной научно-практической конференции. Йошкар – Ола. Мар. гос. ун-т, 2018. – С. 444-446.

New technology of cereal seeds presowing processing by biopreparation

Nurullin E. G., Zaynutdinov I. R.

Key words: organic farming, pre-sowing treatment with biological preparations, seeds of grain crops.

Abstract. New technology of cereal seeds presowing processing by biopreparation based on the pneumomechanical machines type are proposed. This technology provides productivity increasing and energy intensity reducing of the technological process, seeds injury reducing, expensive biopreparation overruns exception and processing quality improving, high life activity and efficiency of the action of microorganisms, reducing of environmental load and the harmful effects on humans.

УДК: 631.348

ОБОСНОВАНИЕ ГЕОМЕТРИИ РАЗГРУЗИТЕЛЯ ПНЕВОЗАГРУЗОЧНОГО О УСТРОЙСТВА МОБИЛЬНОГО ПРОТРАВЛИВАТЕЛЯ СЕМЯН

¹**Нуруллин Э. Г.**

доктор технических наук, профессор,

²**Зайнутдинов И. Р.**

студент магистратуры;

³**Файзуллин Р. А.**

студент бакалавриата;

¹²³ФГБОУ ВО «Казанский государственный аграрный университет»,
¹ФГБОУ ВО «Казанский государственный энергетический университет»
Россия, г. Казань; e-mail: nureg@mail.ru

Ключевые слова: машины для защиты растений, протравливатели семян, пневмозагрузочные устройства.

Аннотация. Обоснована форма и определены основные параметры геометрических размеров разгрузителя нового пневмозагрузочного устройства мобильного протравливателя семян. Предложено выбрать за базу конструкции разрабатываемого разгрузителя существующие типовые центробежные (циклонные) разгрузители типа ЦРК (короткие). При обосновании типоразмера базы, в качестве основных размеров определены высота разгрузителя и площадь поперечного сечения его входного патрубка.

Введение. Предпосевная обработка семян рабочими растворами защитно-стимулирующих средств занимает важное место в технологии производства зерна. Для повышения качества предпосевной обработки и сохранения всхожести семян предложена новая технология, основанная на технических средствах пневмомеханического типа, которые меньше травмируют семенной материал и снижают энергоемкость технологического процесса [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Одним из таких технических средств является новое пневмозагрузочное устройство, имеющее возможность устанавливаться на существующих и вновь разрабатываемых машинах для предпосевной обработки семян зерновых культур. Основу новой конструкции составляет разгрузитель [7, 8, 9].

Цель данной статьи – обоснование формы и геометрических размеров разгрузителя пневмозагрузочного устройства протравливателя семян.

Материалы и методы исследования. Анализ и систематизация научных знаний и практики в области подготовки семенного материала, также результаты научно-исследовательских и конструкторских работ по созданию машин пневмомеханического типа позволил выявить новое направление повышения эффективности предпосевной обработки семян. В соответствии с выбранным направлением обоснованы новые технологии предпосевной обработки семян, основанные на технических средствах пневмомеханического типа [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Одним из новых технических средств, обеспечивающих реализацию предложенных технологий является универсальное пневмозагрузочное устройство, ко-

торое обладает возможностью конструктивно легко адаптироваться на всех существующих и вновь создаваемых протравливателях семян зерновых культур [7–9]. Основу конструкции нового пневмозагрузочного устройства составляют генератор воздушного потока, пневмосемяпровод и разгрузитель.

Результаты и обсуждение. Конструктивно-технологическая схема и принцип работы нового мобильного протравливателя семян с пневмозагрузочным устройством подробно описаны в работе [7, 8]. Разгрузитель является одним из основных элементов нового пневмозагрузочного протравливателя семян, оказывающими существенное влияние на протекание технологического процесса. Качество технологического процесса зависит от геометрических параметров разгрузителя.

Для обоснования геометрии разгрузителя пневмозагрузочного устройства протравливателя семян, необходимо рассмотреть его функциональное назначение и принцип работы;

Назначение разгрузителя – качественное разделение полидисперсной смеси, состоящей из семян и пыли, которая поступает в нее из пневмосемяпровода с помощью воздушного потока с определенной скоростью. Причем скорость воздуха и компонентов полидисперсной смеси отличаются [10]. В разгрузителе из смеси под действием силы тяжести отделяются семена, которые оседают в его нижней части, затем через нижнюю выходную горловину поступают в бункер для семян протравливателя. Пыль воздушным потоком через верхнюю горловину выходит из разгрузителя. Главная задача разгрузителя – обеспечить полное отделение пыли от полидисперсной смеси и ее удаление, не допуская при этом уноса семян.

В общем виде протравливателя форма разгрузителя представлялась в виде перевернутого усеченного конуса с углом не менее 70° , исходя из условия исключения заторов при подаче семян в бункер протравливателя [8]. В результате дальнейших исследований было обосновано, что в качестве разгрузителя наиболее целесообразным, с точки зрения уменьшения габаритов, является ис-

пользование центробежного разгрузителя (циклон-разгрузителя) типа ЦРК (короткие) [11]. Конструктивная схема ЦРК с указанием основных геометрических параметров типоразмеров представлена на рисунке 1 [12].

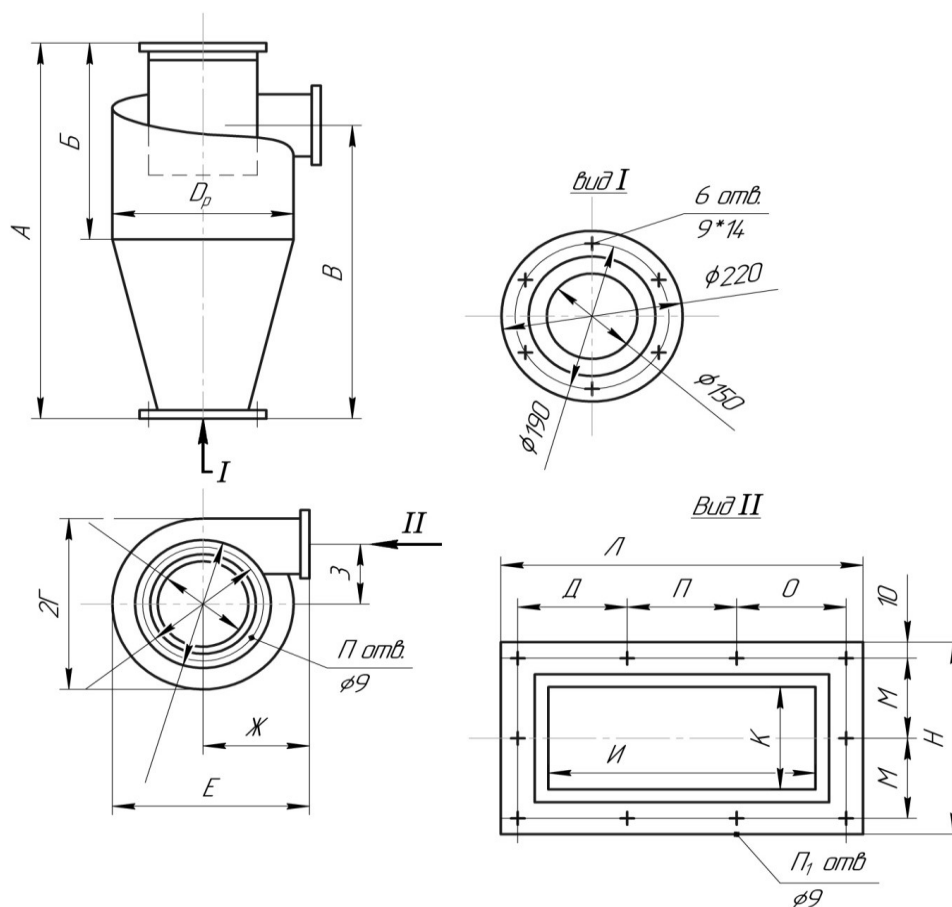


Рисунок 1 – Конструктивная схема типового центробежного (циклонного) разгрузителя.

Центробежные разгрузители типа ЦРК по сравнению с циклон-разгрузителями типов ЦР и УЦ имеют меньшую высоту [12]. Уменьшение высоты обеспечивает снижение энергозатрат на пневоттранспортировку семян из бурта в разгрузитель. Кроме высоты основанием выбора для применения на предлагаемой конструкции протравливателя, является условие равенства площадей поперечного сечения его входного патрубка и пневмосемяпровода нового загрузочного устройства [13, 14].

С учетом указанных условий, из всего типоразмера центробежных разгрузителей данного тип, наиболее подходящими в качестве базовой конструкция являются центробежные разгрузители (циклоны) ЦРК-450 и ЦРК-500 [12].

Для окончательного обоснования геометрических размеров разгрузителя пневмозагрузочного устройства протравливателей семян необходимо провести теоретические и экспериментальные исследования с учетом многих технологических и конструктивных параметров загрузчика и физико-механических свойств воздуха, семян.

Выводы. 1. За основу конструкции разгрузителя нового пневмозагрузочного устройства мобильного протравливателя семян можно принять существующие типовые центробежные (циклонные) разгрузители типа ЦРК (короткие).

2. При обосновании типоразмера базовой конструкции, в качестве основных размеров определены высота разгрузителя и площадь поперечного сечения его входного патрубка, которая должна быть равной площади поперечного сечения пневмосемяпровода.

3. Для окончательного обоснования геометрических размеров разгрузителя необходимо провести теоретические и экспериментальные исследования с учетом конструктивно-технологических параметров загрузчика и физико-механических материала подлежащего загрузке.

Библиографический список

1. Нуруллин Э. Г. Основные направления совершенствования машин для предпосевной обработки семян // Журнал техника и оборудование для села. 2018. № 3 (249). С. 13 – 15.

2. Нуруллин Э. Г. Предпосевная подготовка семян по новой технологии // Вестник Казан. технол. ун-та. 2016. Т. 19. № 16. С. 28 – 30.

3. Нуруллин Э. Г. Основные направления модернизации технической базы послеуборочной обработки зерна и подготовки семян // Техника и оборудование для села. 2015. № 10 (220). С. 5 – 8.

4. Нуруллин Э. Г., Салахов И. М. Пневмомеханический протравливатель семян. Казань: Казанский государственный аграрный университет, 2015. 136 с.

5. Нуруллин Э. Г. Основные направления и результаты научной школы по разработке энергосберегающих машин пневмомеханического типа для производства и переработки зерна // Известия Международной академии аграрного образования. 2013. № 17. С. 100 – 104.

6. Салахов И. М., Нуруллин Э. Г. Энергосберегающий протравливатель семян // Сельский механизатор. 2013. №11. С.16 – 17.

7. Зайнутдинов И. Р., Нуруллин Э. Г. Обоснование структурной модели мобильного протравливателя семян зерновых культур с пневмозагрузочным устройством // Агроинженерная наука XXI века. Труды региональной научно-практической конференции. Научное издание. Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2018. С. 92-95.

8. Зайнутдинов И. Р., Нуруллин Э. Г. Протравливатель семян зерновых культур с пневмозагрузочным устройством // Агроинженерная наука XXI века. Труды региональной научно-практической конференции. Научное издание. Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2018. С. 95-98.

9. Нуруллин Э. Г., Гарипова А. Н. Пневмомеханический пылеочиститель для протравливателей семян зерновых культур // Вестник Казан. технол. ун-та. 2017. Т. 20. № 10. С. 138-141.

10. Зайнутдинов И. Р., Нуруллин Э. Г. Обоснование режима движения воздушно-зерновой смеси в пневмозагрузочном устройстве протравливателя семян зерновых культур // Агроинженерная наука XXI века. Труды региональной научно-практической конференции. Научное издание. Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2018. С. 98-102.

11. Зайнутдинов И.Р., Нуруллин Э.Г. Обоснование типа разгрузителя пневмозагрузочного устройства мобильного протравливателя семян // Современное состояние, проблемы и перспективы развития механизации и технического сервиса агропромышленного комплекса. Материалы международной научно-практической конференции Института механизации и технического сервиса. Казань:

Издательство Казанского ГАУ, 2018. С.144-147. 12. Справочник по аспирационным и пневмотранспортным установкам // Володин Н.П., Касторных М.Г., Кривошеин А.И.. М.: Колос, 1984. 288с.

13. Зайнутдинов И. Р., Нуруллин Э. Г. Определение пропускной способности пневмозагрузочного устройства мобильного протравливателя семян зерновых культур // Агроинженерная наука XXI века. Труды региональной научно-практической конференции. Научное издание. Казань: Издательство Казанского ГАУ, 2018. С. 102-106.

14. Нуруллин Э.Г., Зайнутдинов И.Р. Теоретическое обоснование диаметра пневмосемяпровода нового загрузочного устройства протравливателя семян // Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства: Мосоловские чтения: материалы международной научно-практической конференции. Йошкар – Ола: Мар. гос. ун-т, 2018. С. 444-446.

Justification of the geometry unloader pneumo-loading device for seed treaters

Nurullin E.G., Zaynutdinov I. R., Fayzullin R.A.

Key words: plant protection machines, seed treaters, pneumo-loading devices.

Abstract. The form and main geometrical dimensions of the unloader of a new pneumo-loading device for mobile seed treaters of grain crops are substantiated. The typical centrifugal (cyclonic) short unloader is taken as the base. The height of the unloader and the cross-sectional area of inlet trumpet the base main dimensions are defined.

УДК 504.06

АПРОБАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ УТИЛИЗАЦИИ ПУХО-ПЕРЬЕВОГО СЫРЬЯ В КОРМОВУЮ ДОБАВКУ

Пискаева А. И.

научный сотрудник, кафедра «Бионанотехнология», ФГБОУ ВО «КемГУ», 79236063373, a_piskaeva@mail.ru

Ключевые слова: микроорганизмы, переработка отходов, утилизация, биотехнология, пухо-перьевые отходы.

Аннотация. Авторами представлены технологические этапы утилизации пухо-перьевого сырья в кормовую добавку с применением разработанного консорциума кератинолитических микроорганизмов.

Контроль микробных контаминаций и биоцидная обработка объектов ветеринарного надзора являются базовой частью аспектов обеспечения безопасности этих объектов .

Создание и усовершенствование способов и средств перечисленных этапов безопасности связаны с успехами различных смежных наук, включая молекулярную биологию, иммунологию, нанотехнологию и ее подраздел бионанотехнологию.

Бионанотехнология это ветвь нанотехнологии, которая исследует воздействие объектов наноразмерного диапазона на различные биологические организмы и изучает возможности использования бионаноструктур для решения актуальных задач медицины, экологии, агропромышленного комплекса и других отраслей прикладной или теоретической деятельности [1, 2, 3].

Определенные перспективы бионанотехнологии напрямую относятся к обеспечению здоровья животных и безопасности объектов ветеринарного контроля. Довольно часто и широко используемые на сегодняшний день антибиотики, включая их применение при откорме животных, ведут к распространению антибиотикоустойчивых штаммов бактерий. Остаточные количества антибиотиков способны накапливаться в организме животных и в последующем, попадать с пищей к человеку, оказывая при этом негативное влияние на его здоровье. Применяемые в ветеринарии бактерицидные средства на основе различных химических соединений могут также отрицательно влиять на здоровье животных, человека и окружающую среду. В связи с этим актуальным является поиск новых экологичных биоцидных средств [4].

В данной работе представлены результаты исследования и разработки технологии утилизации отходов птицеводства в кормовую добавку с использованием консорциума микроорганизмов-деструкторов (рисунок 1).

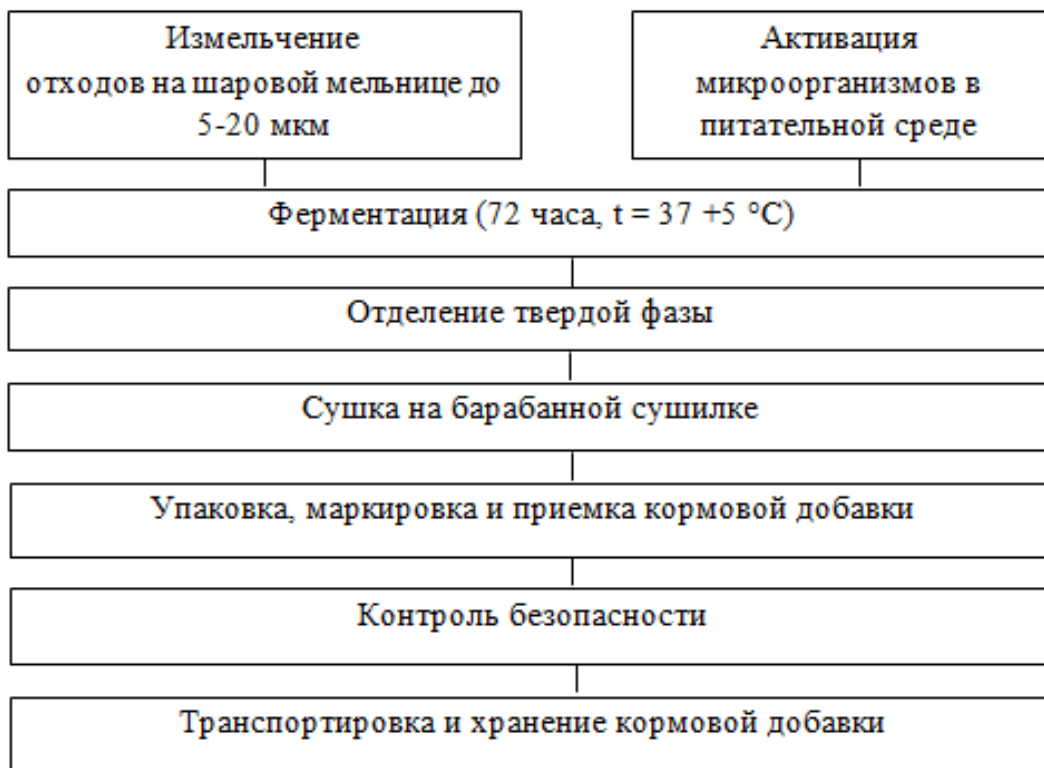


Рисунок 1 – Блок-схема производства кормовой добавки

В качестве отходов птицеводства используется смесь пухо-перьевых отходов и помета в соотношении 8:2. Отходы обрабатываются биопрепаратом на основе консорциума-микроорганизмов, модифицированных кластерным серебром в концентрации 80 мкг/мл для усиления антипатогенных свойств штаммов.

Поскольку навоз на переработку поступает периодически, предусмотрена площадка для его не долгосрочного хранения. При поступлении навоза на площадку, он направляется для измельчения на шаровой мельнице до 5-20 мкм. Затем раствор направляется в резервуар для ферментации, куда одновременно, один добавляется биопрепарат из концентрированного набора микроорганизмов. В этот же резервуар могут также подаваться макро- и микроэлементы, необходимые для корректировки состава корма. После ферментации твердая фаза отделяется на сите и сушится на барабанной установке. Готовый продукт проходит

необходимый контроль качества, фасуется, упаковывается в полиэтиленовые мешки.

Библиографический список

1. Артемов, А. В. Разработка методов и средств обеспечения микробиологической безопасности объектов ветеринарного надзора : диссертация ... кандидата биологических наук : 06.02.05, 06.02.02 / Артем Валерьевич Артемов; [Место защиты: Всерос. науч.-исслед. ин-т ветеринар. санитарии, гигиены и экологии (Всерос. науч.-исслед. ин-т ВСГЭ) РАСХН].- Москва, 2012.- 134 с.: ил. РГБ ОД, 61 12-3/892

2. Зими́на, М.И. Определение оптимальных условий культивирования для синтеза бактериоцинов штаммами *Bacillus endopheticus* и *Bacillus licheniformis* и изучение их стабильности / М.И. Зими́на, А.Ю. Просеков, С.А. Сухих, О.О. Бабич, С.Ю. Носкова // Техника и технология пищевых производств. – 2016. Т. 43. – № 4. – С. 22-29.

3. Prosekov, A.Yu. Antimicrobial activity of fruit and vegetables' natural microflora as a source of receiving biopreservatives / A.Yu. Prosekov, S.A. Sukhikh, M.I. Zimina // Science Evolution. – 2016. – № 1 (1). – С. 103-112.

4. Пискаева, А.И. Влияние кластерного серебра на патогенную микрофлору органических отходов агропромышленного комплекса / А. И. Пискаева, Л.С. Дышлюк, Ю.Ю. Сидорин // Техника и технология пищевых производств. – 2016. – №2. – С. 132–141.

Approbation of technology of processing of feather wastes into food supplement

Piskaeva A.I.

Researcher, the department "Bionanotechnology",

Kemerovo State University

79236063373, a_piskaeva@mail.ru

Key words: microorganisms, waste treatment, utilization, biotechnology, feather wastes.

Abstract. The authors present the technological stages of feather wastes processing into a food supplement using the developed consortium of keratinolytic microorganisms.

УДК 631.363.2

НАПРАВЛЕНИЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ДИСПЕРГАТОРОВ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ БЕЛКОВЫХ КОМБИКОРМОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫМ ЖИВОТНЫМ НА ОСНОВЕ ПАТЕНТНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Припоров И. Е.,

кандидат технических наук

ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина, ya.krip10@ya.ru

Ключевые слова: диспергатор, приготовление белковых комбикормов, сельскохозяйственные животные, направления совершенствования, отходы сахарного производства, грубые корма.

Аннотация. Кавитационная обработка сырья позволяет расширить ассортимент комбикормов, что позволит получать продукты с определенным набором физико-химических и органолептическими свойствами. Для расширения их ассортимента необходимо разработать устройство, которое осуществляло приготовление жидкого белкового комбикорма в сыпучем виде в сочетании с другими кормами, например отходами сахарного производства и грубыми кормами.

Введение. Интенсификация технологических процессов направлена не только на физико-механическое преобразование материала, но и на его структурное изменение, раскрывающее природный потенциал корма [1].

В процессе приготовления жидкой кормосмеси по технологии кавитационного диспергирования она подвергается воздействию его рабочих органов, приводящее к разрушению частиц зерна. Данное воздействие делится на механическое (дробление частиц материала стенками каналов ротора и статора) и гидродинамическое (влияние на частицы зерна пульсаций давления и сдвиговых напряжений в зазоре между ротором и статором) [2].

По мнению А.В. Быкова [3] проблема удешевления кормовых рационов должно идти по пути расширения ассортимента вводимых компонентов, а именно за счет использования вторичных продуктов пищевой промышленности. Применение их в качестве компонентов комбикормов имеет два взаимосвязанных аспекта – экономический и экологический. Экономический аспект направлен на расширение использования неостребованных отходов путем глубокой комплексной их переработки, а экологический – с уменьшением или полным исключением вредного воздействия отходов на окружающую среду.

Одной из перспективных технологий, обеспечивающих значительную интенсификацию производственных процессов и открывающих широкие возможности для расширения ассортимента существующих комбикормов, является кавитационная обработка сырья, которая позволяет получать продукты с определенным набором физико-химических и органолептическими свойствами [3].

Цель исследования – провести анализ конструкций диспергаторов для приготовления белковых кормов сельскохозяйственным животным на основе патентных источников.

Материалы и методы исследования. Имеется ряд технических решений по совершенствованию диспергаторов для приготовления кормов по патентным документам № 2357791 [4], № 2366270 [5], № [2 472 576](#) [6], № [2316 227](#) [7], в которых приведены описание и недостатки других патентов относящиеся к ним.

Для создания простого, ремонтоспособного, эффективного и универсального устройства, предназначенного для приготовления жидких кормов из злаков в гидродинамических кавитаторах предлагается расположить последовательно

круглоцилиндрические насадки Вентури, резонирующие камеры, а также расширяющиеся насадки Борда [4].

Для приготовления обеззараженных жидких кормов из широкого спектра сырья в установке для их приготовления в емкости расположить направляющую решетку, закрепленную на приводном валу два ряда ножей, ротор с всасывающим отверстием и лопастями и статор с кавитационными устройствами. Причем последние расположены в кольце статора радиально и в них последовательно размещены насадки Вентури и Борда [5].

Для повышения качества обработки высокодисперсной взвеси и пастеризации и стерилизации готового корма, устойчивого к расслоению при хранении в измельчителе-диспергаторе закрепить дискообразный корпус с эксцентриситетом относительно оси вращения приводного ротора в сторону от выходного патрубка, который замкнут с входным осевым патрубком посредством трубопровода рециркуляции обрабатываемой взвеси. Количество сопел ротора превышает количество щелей в кольцевом статоре. При этом в трубопроводе рециркуляции обрабатываемой взвеси за нагнетательным насосом смонтировано средство удаления газов, а на торцевой стенке полого ротора закреплены дуговые лопасти, повернутые к его соплам [6].

Для получения корма повышенной усвояемости в установке, в которой имеется три линии для приготовления: гуминовых кислот и гуматов, комбикорма и жидкого корма из растительного сырья расположить весовой дозатор, ленточный конвейер, смеситель, кавитационный диспергатор, емкости для товарных гуминовых кислот и гуматов, кавитационный диспергатор мокрого помола зерна, измельчитель, магнитный железоотделитель [7].

Результаты и их обсуждение. На основании представленных технических решений, которые приведены в патентах [4, 5, 6, 7] рассмотрим их динамику патентования (рисунок 1).

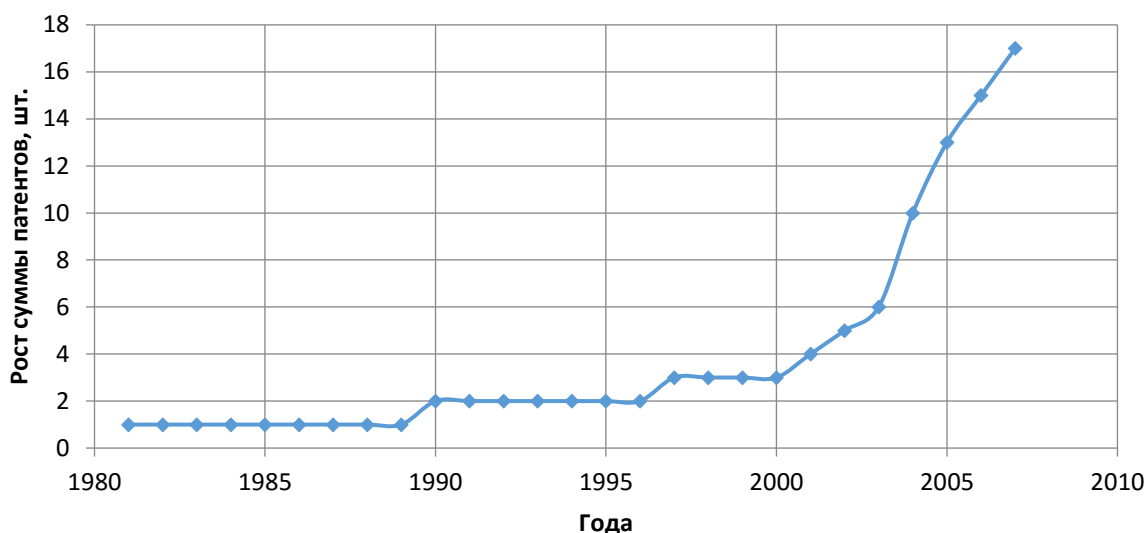


Рисунок 1 – Динамика патентования диспергаторов для приготовления кормов с 1981 по 2007 гг. в России

Заключение. На базе динамики патентования диспергаторов были получены следующие результаты:

- большинство технических средств предназначено для приготовления эмульсии, водоугольного топлива, тонкодисперсного измельчения горных пород, а не кормов для сельскохозяйственных животных;
- они не предназначены для приготовления белковых комбикормов в самих технических устройствах или линиях для их осуществления;
- необходимо разработать устройство, которое осуществляло приготовление жидкого белкового комбикорма в сыпучем виде в сочетании с другими кормами, например отходами сахарного производства и добавлением грубых кормов, что позволило расширить их ассортимент и повысить питательную их ценность.

Библиографический список

1. Червяков А. В., Крупенин П. Ю. Оптимизация параметров роторно-импульсного кавитационного аппарата для интенсификации диспергирования кормовых смесей // [Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии](#). 2014. № 2. С. 194-198.

2. Червяков А.В., Курзенков С.В., Крупенин П.Ю. [Влияние конструктивно-технологических параметров на подачу роторно-импульсного кавитационного диспергатора кормов](#) // [Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии](#). – 2016. – № 1. – С. 102-106.

3. Быков А.В., Межуева Л.В., Мирошников С.А., Быкова Л.А., Тыщенко В.М. Перспективы использования кавитационного гидролиза некрахмальных полисахаридов // Вестник ОГУ. – №4 (123). – 2011. – С. 123-127.

4. Патент 2357791 Российская Федерация: МПК В01F 7/00. Роторный гидродинамический кавитационный аппарат / А. Д. Петраков, С.М. Радченко, О.П. Яковлев; заявитель и патентообладатель Петраков А. Д., Радченко С.М., Яковлев О.П. – № 2007143408/15; заявл. 22.11.2007; опубл. 10.06.2009. Бюл. № 16.

5. Патент 2366270 Российская Федерация: МПК А23К 1/00. Способ приготовления обеззараженных жидких кормов и установка для его осуществления / Петраков Александр Дмитриевич (RU), Радченко Сергей Михайлович; заявитель и патентообладатель Петраков А. Д., Радченко С.М. – [2008107219/13](#), 26.02.2008; опубл. [10.09.2009](#) Бюл. № 25.

6. Патент [2 472 576](#) Российская Федерация: МПК В01F 7/12. Измельчитель-диспергатор / Ковалёв А.В., Сидоров А.В., Очин В.Ф.; заявитель и патентообладатель ООО "КАВИКОРМ". – [2011110787/05](#), 23.03.2011; опубл. [20.01.2013](#) Бюл. № 2.

7. Патент [2 316 227](#) Российская Федерация: МПК А23К 1/00, А23N 17/00. Способ приготовления жидких кормов и установка для его осуществления / Петраков А.Д., Гурков В.В., Яковлев О.П.; заявитель и патентообладатель Петраков Александр Дмитриевич, Гурков Виктор Васильевич, Яковлев Олег Павлович. – [2006113749/13](#), 21.04.2006; опубл. [10.02.2008](#) Бюл. № 4.

Directions of improvement of dispersants for preparation of protein mixed fodder for agricultural animals on the basis of patent sources

Priporov I. E.

Keywords: dispersant, preparation of protein mixed fodder, farm animals, directions of improvement, waste sugar production, roughage.

Abstract. Cavitation processing of raw materials allows to expand the range of compound feeds that will allow to receive products with a certain set of physical, chemical and organoleptic properties. To expand their range, it is necessary to develop a device that carried out the preparation of liquid protein feed in bulk in combination with other feeds, such as sugar waste and coarse feed.

УДК 631.3.004

ВЛИЯНИЕ КОРРОЗИИ НА РАЗРУШЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ТЕХНИКИ ПРИ ХРАНЕНИИ

Стенин С. С.,

кандидат технических наук, доцент

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный агротехнологический университет»

e-mail: ccc62rzn@yandex.ru

Ключевые слова: коррозия, разрушение, сельскохозяйственная техника, защита

Аннотация. Коррозионное разрушение металлических элементов сельскохозяйственной техники в период длительного хранения на открытых площадках является причиной снижения эксплуатационной надежности машин. В статье представлен анализ причин образования очагов коррозии на поверхности оборудования с учетом технологических и конструктивных недостатков при проектировании и изготовлении техники.

Потери металла конструктивных элементов сельскохозяйственной техники в период межсезонного хранения является актуальной проблемой, решение которой сопряжено с рядом трудностей. Во-первых, отсутствием помещений для закрытого хранения машин, исключая прямое воздействие негативных факторов окружающей среды. Во-вторых, использованием устаревших технологий

подготовки техники к хранению и применение для защиты металлических поверхностей малоэффективных противокоррозионных составов. В-третьих, низкой культурой проведения работ по противокоррозионной защите металлических деталей (например, нанесение консерванта на поверхность, не очищенную от загрязнений и продуктов коррозии). Коррозионные потери металла влекут за собой снижение прочностных показателей деталей и узлов машин и как, следствие, негативно сказываются на эксплуатационных характеристиках техники, например, наработке на отказ. Следовательно, для снижения коррозионных потерь до минимального уровня или, в оптимальном варианте, их полного исключения требуется внедрение в процесс подготовки техники к хранению новых прогрессивных технологий, а также применение современных противокоррозионных составов.

Обеспечение сохранности сельскохозяйственной техники от агрессивного влияния окружающей среды в процессе длительного хранения является одной из основных для эксплуатационной службы предприятий агропромышленного комплекса [1]. Объективная реальность свидетельствует о том, что срок службы техники и оборудования в сельском хозяйстве значительно меньше, чем в других областях народного хозяйства [2]. В АПК существенное число машин и агрегатов, эксплуатируемых в растениеводстве, продолжительное время находятся на хранении или используются в довольно сжатые сроки [3]. Наиболее надежным вариантом, практически исключая негативное воздействие климатических условий на технику, является ее хранение в закрытых помещениях, но у большинства хозяйств нет финансовой возможности обеспечить укрытие всех машин [4]. Поэтому в помещениях хранят только наиболее дорогостоящую технику, а большая ее часть, как и раньше, в межсезонный период находится на открытых площадках. В современной практике для предупреждения развития коррозионных процессов на металлических конструкциях машин наиболее часто используются различные противокоррозионные составы, но, к сожалению, большинство из этих составов имеют крайне низкую эффективность при использовании

в труднодоступных местах, например, в сварных и стыковых соединениях деталей машин [5]. Установлено, что коррозионные потери металла в стыковых и сварных соединениях составляют 340...350 г/м² в год, т.е. значительно выше потерь металла основных конструкций [6, 7].

В работах Северного А.Э., Пучина Е.А. и других ученых приводятся сведения о том, что находящиеся в эксплуатации машины уже в начале второго сезона имеют изменения геометрических параметров рамы, разрушение резьбовых и сварных соединений [8]. Причинами этих изменений обусловлены не только тяжелыми условиями эксплуатации, но зачастую конструктивными и технологическими недостатками. Анализ дефектов, выявленных при испытаниях на машинно-испытательных станциях показал, что подавляющее их число вызвано следующими причинами: отступлением от чертежных размеров (22,7%), дефектами сборки (22,1%) и дефектами сварки (12,3%) [9].

Исследования по определению влияния коррозионных процессов на конструктивные элементы комбайнов свидетельствуют о том, что практически во всех металлических конструкциях машин в ходе эксплуатации и хранения появляются коррозионные трещины от нескольких миллиметров до десятков миллиметров [10, 11, 12], в которых скапливаются влага и грязь, и, как следствие, происходит появление новых очагов коррозии [13].

Причины разрушения сварочных швов обусловлены рядом особенностей, характерных сварным соединениям, а также и специфическими условиями эксплуатации машин в сельском хозяйстве.

Известно, что в соединении в процессе сварки возникают структурная, химическая и механическая неоднородности. Наличие этих видов неоднородностей в сварных соединениях углеродистых сталей является причиной коррозионного разрушения сварного шва и околошовной зоны, т.е. в зонах, наиболее подверженных теплофизическому и химико-металлургическому воздействию процесса сварки, в отличие от основного металла сварного соединения, не подверженного такому воздействию. Кроме этого в результате сварки образуются остаточные

сварочные напряжения, возникают концентраторы напряжений в местах перехода сварного шва к основному металлу, что способствует снижению статической и динамической прочности сварных соединений [14, 15].

Среди эксплуатационных причин, вызывающих разрушение сварочных швов, можно выделить следующие:

- неровный профиль дорог, по которым комбайны осуществляют перемещения при уборочных работах;
- неблагоприятные климатические условия (нередко комбайнам приходится работать в условиях осенней распутицы);
- сжатые сроки уборки, вынуждающие осуществлять работу на форсированных режимах.

Возникновение коррозионно-усталостных трещин в процессе эксплуатации техники объясняется тем, что на протяжении длительного времени хранения машины подвержены атмосферной коррозии в сочетании с действующими статическими нагрузками и остаточными сварочными напряжениями, и только в течение непродолжительного временного отрезка (около 10 % календарного времени) на элементы машин, прокорродировавшие в процессе хранения, оказывают действие рабочие нагрузки [16].

Как показали исследования ухудшения состояния техники при хранении наиболее интенсивному коррозионному воздействию при нахождении машин в условиях открытого хранения подвергаются стыковые и сварные соединения и по этой причине происходит до 80% отказов техники, связанных с коррозионно-усталостным разрушением узлов [17].

Для снижения вероятности выхода техники из строя, вызванного не эксплуатационными причинами, необходима разработка и внедрение в технологический процесс подготовки машин к хранению нового консервационного состава, позволяющего обеспечить надежную изоляцию различных соединений конструктивных элементов машин от влияния внешних негативных факторов в период продолжительного хранения на открытых площадках. Применение для этих целей существующих консервационных материалов не позволяет исключить

коррозионный процесс, протекающий в самих соединениях, так как консервант наносится только на их наружные поверхности. Разрабатываемый состав должен обеспечивать возможность проникновения консерванта в микроразоры, а также создавать надежную изоляцию обрабатываемого соединения.

Библиографический список

1. Перспективы организации работ, связанных с хранением сельскохозяйственных машин в сельском хозяйстве / Н.В. Бышов [и др.] – Рязань: ФГБОУ ВО РГАТУ, 2016. – 95 с.

2. Андреев, К.П. Хранение сельскохозяйственной техники: проблемы и решения / К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Вестник АПК Ставрополья. – 2018. – № 1. – С. 11-14.

3. Мелькумова, Т.В. Повышение сохранности резинотехнических изделий сельскохозяйственной техники / Т.В. Мелькумова, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин, К.П. Андреев // Сельский механизатор – 2018. – № 2. – С. 36-38.

4. Андреев, К.П. Подготовка сельскохозяйственной техники к хранению / К.П. Андреев, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Ремонт, восстановление, модернизация. – 2018. – № 9. – С. 36-39.

5. Борычев, С.Н. Защита сельскохозяйственной техники от коррозии / С.Н. Борычев, А.В. Шемякин, В.В. Терентьев, И.А. Киселев // Международный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 90-94.

6. Десятов, Ю.В. К вопросу защиты от коррозии сельскохозяйственной техники при хранении / Ю.В. Десятов, В.В. Терентьев, М.Б. Латышенок // Сб. науч. тр. 50-летию РГСХА посвящается. -Рязань, 1998. -С. 184-185.

7. Латышёнок, М.Б. Ресурсосберегающая технология консервации сельскохозяйственных машин / М.Б. Латышёнок, В.В. Терентьев, С.Г. Малюгин // Современные энерго- и ресурсосберегающие, экологически устойчивые технологии и системы сельскохозяйственного производства. Сборник научных трудов. – Рязань, 1999. – С.98-101.

8. Пучин Е.А. Противокоррозионная защита сварных конструкций зерноуборочных комбайнов при эксплуатации: дис. канд. техн. наук // Е.А. Пучин. – Москва, 1988. – 176 с.

9. Терентьев В.В. Разработка установки для двухслойной консервации сельскохозяйственной техники и обоснование режимов ее работы: дис. ... канд. техн. наук // В.В. Терентьев. – Рязань, 1999. – 173 с.

10. Терентьев, В.В. К вопросу местной консервации сельскохозяйственной техники / В.В. Терентьев, Ю.В. Десятов, М.Б. Латышенок // Сб. науч. тр. 50-летию РГСХА посвящается. – Рязань, 1998. – С. 185-186.

11. Терентьев, В.В. Анализ ухудшения сельскохозяйственной техники в период хранения / В.В. Терентьев, М.Б. Латышенок // Сб. Актуальные проблемы и их инновационные решения в АПК. Материалы науч.-практ. конф., посвященной 165-летию со дня рождения П.А. Костычева. – Рязань, 2010. – С. 23-26.

12. Морозова, Н.М. Методика оценки технологии хранения сельскохозяйственных машин / Н.М. Морозова, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // В сб.: Инновационное развитие современного агропромышленного комплекса России. Материалы нац. науч.-практ. конф.. – Рязань, 2016. – С. 140-144.

13. Шемякин, А.В. Повышение эффективности противокоррозионной защиты стыковых и сварных соединений сельскохозяйственных машин консервационными материалами / А.В.Шемякин[и др.] Известия Юго-Западного государственного университета. – Курск, 2016. – № 2. – С. 87-91.

14. Шемякин, А.В. Применение метода катодной протекторной защиты для снижения потерь металла при хранении сельскохозяйственной техники / А.В.Шемякин, В.В. Терентьев, Н.М. Морозова, С.А. Кожин, А.В. Кирилин // Вестник РГАТУ. – 2016. – № 4 – С. 93-97.

15. Зарубин, И.В. Применение метода катодной протекторной защиты для противокоррозионной защиты стыковых и сварных соединений сельскохозяйственного оборудования / И.В.Зарубин, М.Б. Латышенок, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Сб.: Вавиловские чтения: материалы Международной научно-практической конференции. -Саратов, 2010.-Т.3 -С. 299-300.

16. Морозова, Н.М. Принципы организации выполнения работ по проведению подготовки и хранению зерноуборочных комбайнов / Н.М. Морозова, В.В. Терентьев, А.В. Шемякин // Сб. науч. тр. Международной научно-практической конференции «Научное обеспечение развития АПК в условиях реформирования». – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого. – 2013. – С. 355-358.

17. Шемякин, А.В. Способ повышения срока эксплуатации сельскохозяйственной техники / А.В. Шемякин, М.Б. Латышёнок, В.В. Терентьев // Известия Юго-Западного государственного университета. – Курск, 2017. – № 1. – С. 50-56.

The impact of corrosion to the destruction of agricultural machinery during storage

Stenin S. S.,

candidate of technical Sciences, associate Professor

Keywords: corrosion, destruction, agricultural machinery, protection

Abstract. Corrosion destruction of metal elements of agricultural machinery during long - term storage in open areas is the reason for reducing the operational reliability of machines. The article presents an analysis of the causes of the formation of corrosion centers on the surface of the equipment, taking into account technological and structural shortcomings in the design and manufacture of equipment.

УДК 631.316.02

ОБОСНОВАНИЕ ПРОФИЛЯ СТРЕЛЬЧАТОЙ ЛАПЫ КУЛЬТИВАТОРА МЕТОДОМ ВАРИАЦИОННОГО ИСЧИСЛЕНИЯ

Сыромятников Ю. Н.

аспирант кафедры оптимизации технологических систем им. Т.П. Евсюкова, Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П. Василенко, 61050, Украина, Харьковская область, г. Харьков, пр. Московский, 45, e-mail: gara176@meta.ua

Ключевые слова: почва, стрелчатая лапа, сила сопротивления, профильная линия, коэффициент трения, геометрическая форма.

Аннотация. С применением метода вариационного исчисления поставлена задача определения кривой, описывающей профиль универсальной стрелчатой культиваторной лапы минимального тягового сопротивления. На основании приведенного функционала составлено дифференциальное уравнение Эйлера, в результате решения которого получили выражение описывающее искомый профиль рабочего органа. Определено, что минимальное сопротивление будет иметь место при прямолинейном профиле. Такие профили имеют серийные универсальные культиваторные лапы, лапы культиваторов-плоскорезов и других орудий.

Введение. Обоснованием геометрической формы почвообрабатывающих рабочих органов занимались В.П. Горячкин, П.М. Василенко, А.С. Кушнарев, И.М. Панов, Г.Н. Синеоков, А.Н. Зеленин, Б.А. Нефедов, В.Ф. Пашенко, П.С. Короткевич, В.П. Третьяк и многие другие исследователи. При этом использовались разнообразные подходы к выбору наиболее рационального профиля рабочих органов.

Во многих случаях при обосновании конструкции почвообрабатывающего рабочего органа критерием выбора геометрической формы служила технологичность их изготовления.

Одним из самых распространенных методов обоснования формы лап культиваторов и некоторых других рабочих органов является задание исходных их параметров на основании проведенных исследований и накопленного опыта использования в зависимости от назначения, условий применения и получения гладких переходов между составляющими поверхностями лап. Так, при обосновании геометрической формы стрелчатой лапы культиватора задается ширина захвата, угол крошения, угол заточки лезвия, ширина рабочих полок и толщина материала. Окончательная форма лапы находится путем подбора радиусов закругления в местах перегиба с учетом сечения стойки и конструкции крепления

лапы [1]. Такой же подход используется и при проектировании различных типов лап культиваторов, отвалов бульдозеров и других почвообрабатывающих рабочих органов.

Такой подход к проектированию рабочих органов обеспечивает выполнение требований к качеству обработки почвы, а гладкие переходы между составляющими поверхностями лап способствуют снижению забивания их почвой, растительными остатками и уменьшению затрат энергии на обработку. Однако эта методика не дает ответа на вопрос, какой профиль должны иметь сами составляющие части лап и переходы между ними.

Материалы и методы исследования. Применение методов вариационного исчисления для решения некоторых задач земледельческой механики впервые предложил П.М. Василенко [1]. В дальнейшем эти методы были использованы В.П. Третьяком для обоснования профиля деформатора почвы [2], П.С. Короткевичем – ножа вертикального резания [3], С.В. Сторчаком и П.П. Магдалюком – рыхлительных лап для междурядной обработки пропашных культур [4], В.А. Нефедовым и Н.Ф. Флайшером – стойки почвообрабатывающего рабочего органа [5]. Рассматривался почвообрабатывающий рабочий орган или его стойка в декартовых системах координат. Выбирались две точки с координатами $y(x_0)=y_0$ и $y(x_1)=y_1$, через которые возможно прохождение множества кривых, непрерывных и гладких. Ставится задача определения кривой, описывающей профиль рабочего органа или его стойки минимального тягового сопротивления [6, 7, 8].

Далее на основании приведенного функционала составляется дифференциальное уравнение Эйлера, в результате решения которого получали искомый профиль рабочего органа [9].

Универсальная стрелчатая культиваторная лапа имеет продольную ось симметрии, поэтому для обоснования ее профиля достаточно рассмотреть одно ее крыло. Будем полагать, что крыло лапы перемещается в почве по всей длине на одинаковой глубине, давление почвы на лапу приведено к лезвию. При этом

проекцию давления почвы на направление движения вдоль лезвия считаем постоянной величиной.

Выбираем подвижную систему координат xOy (рисунок 1), плоскость которой параллельна плоскости, проходящей по поверхности почвы. В принятой системе координат рассмотрим лапу криволинейной формы. Граничные точки приведенной линии лапы, используемой в производственных условиях, имеют координаты $y(0)=0$; $y(0,23)=0,135$ м, что обеспечивает процесс подрезания сорных растений со скольжением и тем самым способствует снижению затрат энергии на процесс обработки почвы.

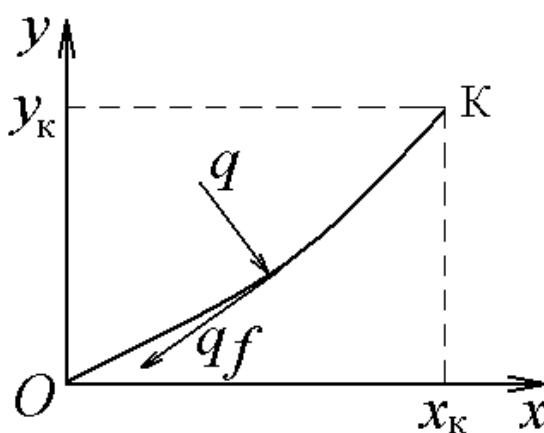


Рисунок 1 – К обоснованию профиля универсальной стрелчатой культиваторной лапы

Из множества кривых, которые могут проходить через заданные точки, требуется выбрать такую, которая обеспечит минимальное тяговое сопротивление лапы в почве. Такие типы задач с применением уравнения Эйлера решены П.С. Короткевичем и В.П. Третьяком [2,].

На лезвии лапы выделяем элементарную площадку dS , на которую воздействует распределенное давление почвы q и сила трения движущейся почвы. Проектируя силы на ось Ox , получим уравнение для определения элементарной силы сопротивления культиваторной лапы в почве

$$dR_x = (q \sin \alpha + qf \cos \alpha) dS.$$

Так как

$$\sin \alpha = \frac{dy}{dS} = \frac{y'^2}{\sqrt{1+y'^2}};$$

$$\cos \alpha = \frac{dx}{dS} = \frac{1}{\sqrt{1+y'^2}};$$

$$dS = K_{\Lambda} \sqrt{dx^2 + dy^2} = K_{\Lambda} \sqrt{1+y'^2} dx,$$

где K_{Λ} – толщина лезвия лапы. После определенных подстановок и преобразований получим

$$dR_x = k_{\Lambda} q (y' + f) dx.$$

Суммарная сила сопротивления крыла лапы определяется по уравнению

$$R_x = \int_0^{x_k} k_{\Lambda} q (y' + f) dx. \quad (1)$$

Результаты и их обсуждение. Из уравнения (1) видно, что сила сопротивления зависит от величины и закономерности распределения давления почвы на лезвие лапы, первой производной его профильной линии, коэффициента трения почвы о металл f и граничных условий. Для принятых условий закономерности распределения давления почвы по всей длине лезвия лапы $q \sin \alpha = C$ при постоянных k_{Λ} и C получим

$$R_x = k_{\Lambda} C \int_0^x (y' + f) \frac{\sqrt{1+y'^2}}{y'} dx.$$

Для получения экстремального значения силы R_x необходимо, чтобы подинтегральная функция

$$F = (y' + f) \frac{\sqrt{1+y'^2}}{y'} dx \quad (2)$$

удовлетворяла дифференциальному уравнению Эйлера.

Всякую кривую $y = y(x)$ можно представить близкой к ней ломаной линией.

Тогда функционал можно заменить приближенной суммой

$$J = J(y_1, \dots, y_n) = \sum_{i=1}^{n+1} F \left(x_i, y_i, \frac{y_i - y_{i-1}}{n} \right) h,$$

где $h = x_i - x_{i-1}$.

В таком случае мы приходим к задаче исследования на экстремум функции с несколькими переменными, которая детально изучена в математическом анализе. Получение точного решения будет найдено в пределе при $n \rightarrow \infty$.

В данном случае

$$\frac{\partial^2 F}{\partial y'^2} = \frac{y'^3 + 3fy'^2 + 2f}{y'^3(1+y'^2)\sqrt{1+y'^2}}; \quad (3)$$

$$\frac{\partial^2 F}{\partial x \partial y'} = 0; \quad \frac{\partial^2 F}{\partial y \partial y'} = 0; \quad \frac{\partial F}{\partial y} = 0.$$

Тогда уравнение Эйлера имеет вид

$$\frac{y'^3 + 3fy'^2 + 2f}{y'^3(1+y'^2)\sqrt{1+y'^2}} y' = 0. \quad (4)$$

Одним из частных решений уравнения является $y' = 0$; $y = C_1x + C_2$. С учетом граничных условий получим

$$y = 0,58x. \quad (5)$$

Второе частное решение дифференциального уравнения (4) при условии $y \neq 0$ получим из уравнения

$$y'^3 + 3f y'^2 + 2f = 0.$$

Решая полученное уравнение с помощью формул Кардана (как алгебраическое уравнение третьей степени относительно y' , найдем значение y' при $f=0,5$; $y'=-1,81$.

Два других корня уравнения являются мнимыми числами и для нас интереса не представляют. Тогда

$$y = -1,81x + C_2.$$

Таким образом, второе частное решение дифференциального уравнения (4) также представляет собой уравнение прямой линии. Однако оно не удовлетворяет краевым условиям поставленной задачи. Поэтому искомый профиль стрелчатой лапы описывается выражением (5).

Для определения характера экстремума воспользуемся условием Лагранжа, в соответствии с которым при $\frac{\partial^2 F}{\partial y'^2} > 0$ сила сопротивления будет иметь минимальное значение.

Из уравнения (3) видно, что при $y' > 0$ $\frac{\partial^2 F}{\partial y'^2} > 0$, что и соответствует минимальному экстремуму.

Заключение. Следовательно, если допустить, что проекция давления почвы на направление движения вдоль лезвия лапы является величиной постоянной, то минимальное ее сопротивление будет иметь место при прямолинейном профиле. Такие профили имеют серийные универсальные культиваторные лапы, лапы культиваторов-плоскорезов и других орудий.

Библиографический список

1. Василенко П.М. Применение методов вариационного исчисления к решению некоторых задач земледельческой механики // Труды КСХИ. Т. VI. – 1953.
2. Третьяк В.П. Влияние формы рабочих органов, движущихся в почве, на тяговое сопротивление // Механизация и электрификация сельского хозяйства: Респ. межвед. тем. науч.-техн. сб. Вып. 8. «Механизация обработки почвы и внесения удобрений». – Киев, 1967. – С. 18–28.
3. Короткевич П.С. О влиянии формы лезвия ножа на сопротивление подрезанию пласта при обработке почвы // Механизация и электрификация сельского хозяйства: Респ. межвед. тем. науч.-техн. сб. «Механизация обработки почвы и внесения удобрений». – Киев, 1967. – Вып. 8. – С. 13–17.

4. Сторчак С.В., Магдалюк П.П. Обоснование параметров рыхлительных лап для обработки междурядий пропашных культур // Пути увеличения продуктивности полей. – Кишинев: Штиинца, 1978. – С. 34–37.

5. Нефедов Б.А., Флайшер Н.М. Изыскание профильной линии рабочего органа минимальной энергоемкости // Теория и расчет почвообрабатывающих машин: Сб. науч. тр. ВИМ. – М., 1989. – Т. 120. – С. 180–198.

6. Сыромятников Ю.Н. Обоснование формы наральника минимального тягового сопротивления // Сільськогосподарські машини. – 2018. – № 39. – С.117–132.

7. Сыромятников Ю.Н. Совершенствование рабочих органов ротора рыхлительно-сепарирующей почвообрабатывающей машины обеспечивающих минимальные затраты энергии на его работу // Інженерія природокористування. – 2018. – № 1 (9). – С. 91–95.

8. Сыромятников Ю.Н. Совершенствование рабочих органов ротора почвообрабатывающей рыхлительно-сепарирующей машины // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2018. – № 6 (164). – С. 171–177.

9. Турчин В.Я. Обоснование профиля плоскорежущей лапы с помощью методов вариационного исчисления / В.Я. Турчин, А.И. Аникеев, Н.С. Храмов. Вісн. ХНТУСГ ім. П. Василенка, техн. науки, вип. 180. Х.: 2017. – С 311–318.

Justification of the profile of the a-hoe blade's shared by method of variation calculation

Syromyatnikov Yu. N.

Keywords: soil, A-hoe blade, resistance force, profile line, coefficient of friction, geometric shape.

Abstract. Using the method of the calculus of variations, the task put of determining the curve describing the profile of the universal lancet cultivator paw of the minimum traction resistance. On the basis of the above functional, the differential Euler equation is compiled, resulting in the solution of the expression describing the needful profile of the working element. It is determined that the minimum resistance will take

place with a rectilinear profile. Such profiles have serial universal cultivator paws, cultivators-flat cutters and other tools.

УДК 631.171:633/635

**ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ И ТЕХНОЛОГИЗАЦИЯ
РАСТЕНИЕВОДСТВА – ЗАЛОГ ПОВЫШЕНИЯ
КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ОТРАСЛИ**

Федоров А. Д.,

кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник;

Кондратьева О. В.,

кандидат экономических наук, зав. отделом;

Слинько О. В.,

старший научный сотрудник

ФГБНУ «Росинформагротех», Тел. 8(495)993-42-92,
e-mail: inform-iko@mail.ru

Ключевые слова: растениеводство, техническая оснащенность, энергообеспеченность, технологизация, точное земледелие.

Аннотация. В статье дан анализ технической оснащенности сельского хозяйства, рассматриваются вопросы энергообеспеченности сельскохозяйственной техникой регионов России. Приводятся данные по реализации в 2016-2017 гг. производителями новой сельскохозяйственной техники сельхозтоваропроизводителям. Отмечается, что в растениеводстве все шире находят применение современные технологии, в частности точного земледелия, что повышает конкурентоспособность отрасли.

Обеспечение продовольственной независимости страны, повышение конкурентоспособности аграрной отрасли и экспортного потенциала, увеличение объемов производства сельскохозяйственной продукции в значительной степени

зависят от технической модернизации сельского хозяйства, в том числе технологизации растениеводства, поэтому и производительность труда зависит от уровня механизации и автоматизации производственных процессов возделывания сельскохозяйственных культур, энергообеспеченности сельскохозяйственных организаций.

В 1990-е годы из-за тяжелого финансового положения материально-техническая база отечественного сельского хозяйства была разрушена, резко сократилось производство сельскохозяйственной техники: тракторов, зерноуборочных и кормоуборочных комбайнов, почвообрабатывающие и посевные агрегаты, машины для внесения удобрений различных марок сельскохозяйственной техники. Российский рынок заняли зарубежные компании-производители сельскохозяйственной техники и оборудования и их дилеры. Однако из-за отсутствия необходимых финансовых средств многие сельхозтоваропроизводители не имели возможности покупать зарубежную сельскохозяйственную технику, цена которой была значительно выше отечественной. Кроме того, в процессе эксплуатации импортные образцы техники требовали более дорогого технического обслуживания и, при необходимости, ремонта. По этим причинам машинно-тракторный парк российского сельского хозяйства устаревал и резко сокращался, так как выбывающие отечественные образцы техники не было возможности заменить новыми.

Если в 1990 г. в сельском хозяйстве насчитывалось 1366 тыс. тракторов, 408 тыс. зерноуборочных комбайнов, 120,1 тыс. кормоуборочных комбайнов, то в 2017 г. – соответственно 453,2 тыс., 125,9 тыс. и 18,2 тыс. Такая же картина наблюдается и с наличием других видов сельскохозяйственной техники. В 2017 г. в сельском хозяйстве было 211,5 тыс. сеялок (в 1990 г. – 582,8 тыс.), 175,6 тыс. культиваторов (в 1990 г. - 541,6 тыс.), 132,9 тыс. плугов (460,3 тыс.) [1].

По данным Минсельхоза России, в 2017 г. производителями сельскохозяйственной техники с господдержкой было реализовано сельскохозяйственным товаропроизводителям 17 157 единиц техники: 6658 зерноуборочных комбайнов, 1531 трактор и 322 кормоуборочных комбайна, 8646 ед. других видов техники.

Кроме того, в соответствии с распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 апреля 2017 г. № 715-р субсидии в размере 7,73 млрд руб. были выделены для 9209 ед. сельскохозяйственной техники, реализованной сельскохозяйственным товаропроизводителям в 2016 г., в том числе 2325 зерноуборочных комбайнов, 582 трактора и 95 кормоуборочных комбайнов, а также 6207 единиц других видов техники (табл.) [2].

Таблица – Реализация производителями новой техники сельхозтоваропроизводителям в 2016-2017 гг.

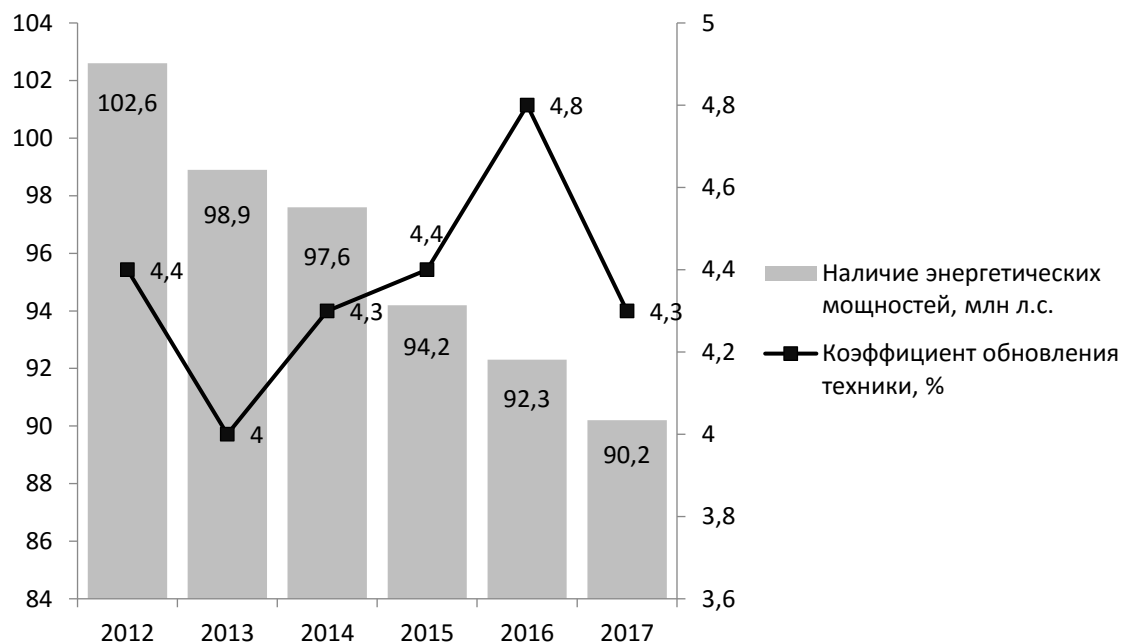
Показатели	2016 г.	2017 г.
Количество новой сельскохозяйственной техники, реализованной аграриям, ед.	17 483	17 157
В том числе:		
зерноуборочные комбайны	31 20	6658
кормоуборочные комбайны	26 0	322
тракторы	10 92	1531
другие виды техники	13 011	8646

По данным Росстата, в 2017 г. по сравнению с 2012 г. наличие энергетических мощностей сельскохозяйственной техники в России уменьшилось на 2,3% (до 90,2 млн л. с.), при этом показатель снизился на 12,4 млн л. с. Коэффициент обновления техники (количество приобретенной техники в процентах к наличию на конец года 2017 г. по сравнению с 2016 г.) снизился на 0,5% (до 4,3%) (рис. 1).

Темпы обновления тракторов и зерноуборочных комбайнов в 2017 г. были на уровне 3,7% и 6,4% соответственно, посевных комплексов и валковых жаток - по 8%, свеклоуборочных машин - 6,9 %.

По расчетам Минсельхоза России, в России на 1 тыс. га пашни приходится 2 трактора и 1,6 комбайна. Для сравнения: в Германии - 65 тракторов и 11,5 комбайна, в США - 25,9 и 17,9, в Канаде - 16 и 7. В Республике Беларусь на 1 тыс. га - 9,3 трактора и 5 комбайнов, в Казахстане - соответственно 6,4 и 2,8. По оценке

Минсельхоза России, для формирования оптимального парка техники в стране с учетом списания старых машин нужно ежегодно покупать 56 тыс. тракторов, 16 тыс. зерноуборочных комбайнов и 2,4 тыс. кормоуборочных комбайнов. Однако в 2017 г., согласно Росстату, аграрии купили около 8,6 тыс. тракторов, 3,7 тыс. зерноуборочных и 628 кормоуборочных комбайнов [3].

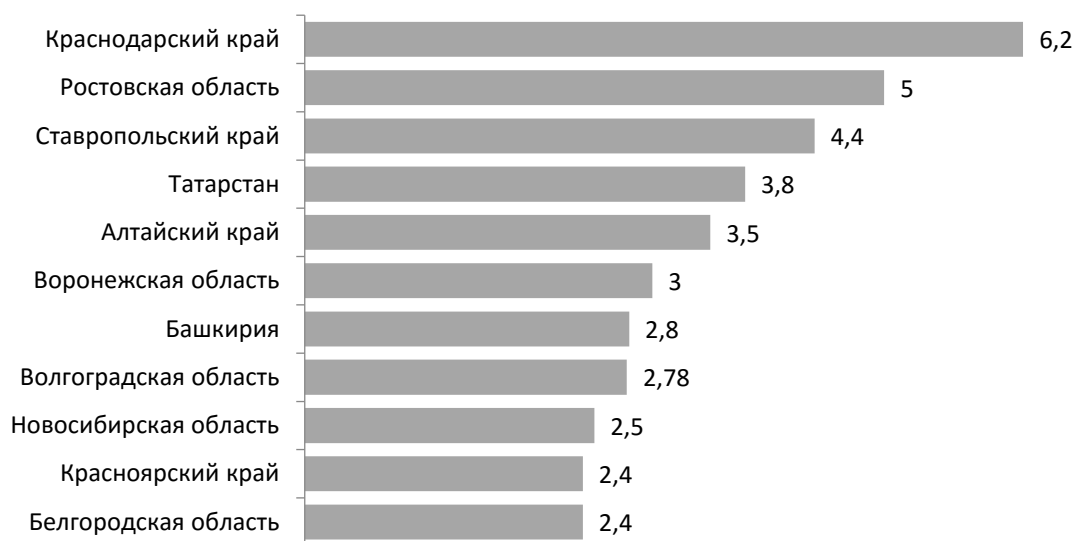


Источник: Росстат

Рисунок 1 - Общая мощность и коэффициент обновления сельскохозяйственной техники [3]

В 2017 г. рейтинг самых энергообеспеченных регионов России (по общей мощности сельскохозяйственной техники), составленный «Агроинвестор» по данным Росстата, показывает, что на первом месте - Краснодарский край, на втором - Ростовская область, на третьем - Ставропольский край (рис. 2) [3].

Млн л.с. (2017)



Источник: «Агроинвестор» (по данным Росстата)

Рисунок 2 – Самые энергообеспеченные (по общей мощности сельскохозяйственной техники) регионы России [3]

Недостаточная обеспеченность аграрного производства сельскохозяйственной техникой приводит к недобору урожая из-за несвоевременной уборки.

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации уделяет большое внимание вопросам технической модернизации и технологизации сельского хозяйства в современных условиях. 7 августа 2018 г. в Минсельхозе России состоялось совещание, на котором обсудили наращивание темпов приобретения сельскохозяйственной техники аграриями. В нем приняли участие руководители Минсельхоза России, заместитель Министра промышленности и торговли Российской Федерации А.Н. Морозов и руководители крупнейших предприятий-производителей сельскохозяйственной техники.

Главными темами обсуждения стали темпы обновления и модернизации отечественного парка сельхозмашин, а также меры, которые помогли бы стимулировать спрос аграриев на отечественную сельскохозяйственную технику.

Первый заместитель Министра сельского хозяйства Российской Федерации Д.Х. Хатуов указал на необходимость наращивать производство и сбыт отечественных сельхозмашин, а также изыскивать возможности для предоставления

дополнительных скидок приобретателям сельскохозяйственной техники российского производства.

Участники совещания обсудили комплекс мер и новые маркетинговые подходы, которые позволили бы стимулировать обновление парка и наращивание производства сельхозтехники как самоходной, так и прицепной.

Федеральной научно-технической программой развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы, утвержденной постановлением Правительства Российской Федерации от 25 августа 2017 г. № 996 в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 21 июля 2016 г. № 350 «О мерах по реализации государственной научно-технической политики в интересах развития сельского хозяйства», предусмотрено создание и внедрение отечественных конкурентоспособных технологий, в том числе и по направлению «растениеводство» [4].

В растениеводстве все более широкое распространение получают технологии точного земледелия. Как отметил в интервью iot.ru на полях форума Smart Farming 2017 руководитель центра прогнозирования и мониторинга технологического развития АПК Евгений Труфляк, в России в последнее время в сфере точного земледелия активнее всего использовались системы параллельного вождения, информатизации и мониторинга, картирования урожайности и дифференцированного внесения удобрений. Многие агрохолдинги и фермерские хозяйства переходят на создание электронных карт полей. В ближайшей перспективе одним из приоритетов развития страны следует считать переход к передовым цифровым, интеллектуальным производственным технологиям и роботизированным системам. По прогнозам, количество умных устройств в сельском хозяйстве через 2-3 года может увеличиться в 1,5-2 раза [5].

Для успешного развития отрасли, повышения ее конкурентоспособности и экспортного потенциала необходима дальнейшая государственная поддержка.

Библиографический список

1. Цели и задачи по производству российской сельскохозяйственной техники и повышение ее качества [Электронный ресурс]. URL: <http://atf.rosspetsmash.ru/upload/iblock/3e1/chekmarev-p.a.pdf> (дата обращения: 07.09.2018).
2. Национальный доклад «О ходе и результатах реализации в 2017 году Государственной программы развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы».
3. В России падает мощность применяемой сельхозтехники [Электронный ресурс]. URL: <https://agronews.com/ru/ru/news/analytics/2018-04-23/moshhnost-selhoztehniki> (дата обращения: 10.09.2018).
4. Федеральная научно-техническая программа развития сельского хозяйства на 2017-2025 годы. Утверждена постановлением Правительства Российской Федерации от 25 августа 2017 г. № 996.
5. Моисеев В. Российские аграрии наращивают использование технологий точного земледелия [Электронный ресурс]. URL: <https://iot.ru/selskoe-khozyaystvo/rossiyskie-agrarii-narashchivayut-ispolzovanie-tekhnologiy-tochnogo-zemledeliya> (дата обращения: 27.07.2018).

Energy supply and technologization of crop production – the key to improving the competitiveness of the industry

Fedorov A. D., Kondratyeva O. V., Slinko O. V.

FSBSI "Rosinformagrotech»

Key words: plant growing, technical equipment, energy supply, technology, precision agriculture.

Abstract. The article gives an analysis of the technical equipment of agriculture, examines the issues of energy supply with agricultural machinery in the regions of

Russia. Data on sales in 2016-2017 are given. producers of new agricultural machinery to agricultural producers. It is noted that modern technologies, particularly precision farming, are increasingly used in plant growing, which increases the competitiveness of the industry.

УДК 631.31: 004.94

К ВОПРОСУ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКОЙ МЕХАНИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПАКЕТА SCILAB

Шамсутдинова Т. М.,

кандидат физико-математических наук, доцент
ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет»,
тел.: (347) 228-2666, эл. почта: tsham@rambler.ru

Ключевые слова: моделирование, механика, земледелие, агрофизика, дифференциальные уравнения, SCILAB.

Аннотация. В данной работе рассматриваются вопросы моделирования динамических процессов агрофизики и земледельческой механики, связанных с механической обработкой почвы. Рассматриваются случаи описания задач с использованием дифференциальных уравнений параболического и гиперболического типа; приводится пример компьютерной модели данных процессов в пакете прикладных математических программ SCILAB.

Введение. Как известно, почва является очень сложной полифункциональной дисперсной открытой системой, выступающей одним из наиболее сложных объектов для моделирования [1].

При этом необходимо учитывать, что «реальные почвы представляют собой дисперсную систему из бесконечного числа твердых почвенных частиц и почвенных агрегатов, связанных между собой межагрегатными связями различ-

ной природы: химической, электрической, физической... Кроме того, необходимо учитывать наличие в пахотном слое почвы множества микро- и макротрещин, пустот, инородных включений и т. п.» [2].

Все это приводит к тому, что фактически до сих пор не существует общепризнанных моделей разрушения (деформации) почвы при ее обработке [3]. Ввиду этого можно сделать вывод, что задача исследования динамических почвенных процессов является востребованной и актуальной, не имеющей однозначного, удовлетворяющего всем требованиям и критериям решения. И даже частичное решение данной проблемы возможно только с применением современных компьютерных технологий и компьютерного моделирования.

Материалы и методы исследования. Проведенное исследование включало в себя постановку проблемы математического моделирования динамических процессов при механической обработке почвы, а также пример компьютерного моделирования с использованием пакета прикладных программ SCILAB. Данный пакет относится к классу прикладных математических программ и предоставляет открытый исходный код для инженерно-технических и научных расчётов.

Для численного решения возникающих в ходе математического моделирования дифференциальных уравнений был использован сеточный метод с построением соответствующей разностной схемы.

Полученные результаты и их обсуждение. В качестве примера приведем результаты компьютерного моделирования задач, представляемых в виде дифференциальных уравнений параболического и гиперболического типа.

Дифференциальные уравнения параболического типа характерны для многих процессов, связанных с динамикой почвы, например, диффузии, теплопроводности и др. Примером параболических уравнений являются элементы системы уравнений Навье-Стокса, описывающие движение жидкости и газов в сложных средах [4].

Как известно [5], уравнение параболического типа в общем случае имеет вид

$$Lu + a \frac{\partial u}{\partial t} = f(x_1, x_2, \dots, x_{n-1}, t) \quad (1)$$

где L - эллиптический оператор, являющийся дифференциальным оператором второго порядка в частных производных при $a \neq 0$.

В общем случае эллиптический оператор L определяется как

$$L(x) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij}(x) \frac{\partial^2}{\partial x_i \partial x_j} + \sum_{k=1}^n b_k(x) \frac{\partial}{\partial x_k} + c \quad (2)$$

при условии, что его квадратичная форма имеет один и тот же знак для всех x .

Для численного решения подобных уравнений используют различные методы, включая разнообразные разностные схемы (методы конечных разностей), метод конечных элементов и др., а также их специальные комбинации.

Для построения компьютерной модели, соответствующей уравнению параболического типа, был использован пакет прикладных программ SCILAB.

В частности, была построена разностная схема с разбиением сеткой на заданное количество узлов.

При этом были реализованы следующие процедуры:

- ввод исходных данных;
- определение расчетного шага сетки по пространственным координатам;
- определение расчетного шага сетки по времени;
- расчет прогоночных коэффициентов в каждом узле разностной сетки;
- расчет функций на границах области;
- графическое отображение полученных результатов.

Результаты моделирования представлены на рисунке 1. Данная модель построена для параболического уравнения частного вида:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + f(x, t) \quad (3)$$

при граничных условиях: $u(0, t) = \mu(t)$, $u(L, t) = \eta(t)$, $u(x, 0) = \varphi(x)$; $0 \leq x \leq L$, $0 \leq t \leq T$. При этом были использованы следующие исходные данные: $f(x, t) = \sin(x * t)$; $a = 0.5$;

$L=5$; $T=2$; начальное условие $\varphi(x) = \exp(-0.2*x)$; условие на левой границе $\mu(t)=0$; условие на правой границе $\eta(t)=0.5$.

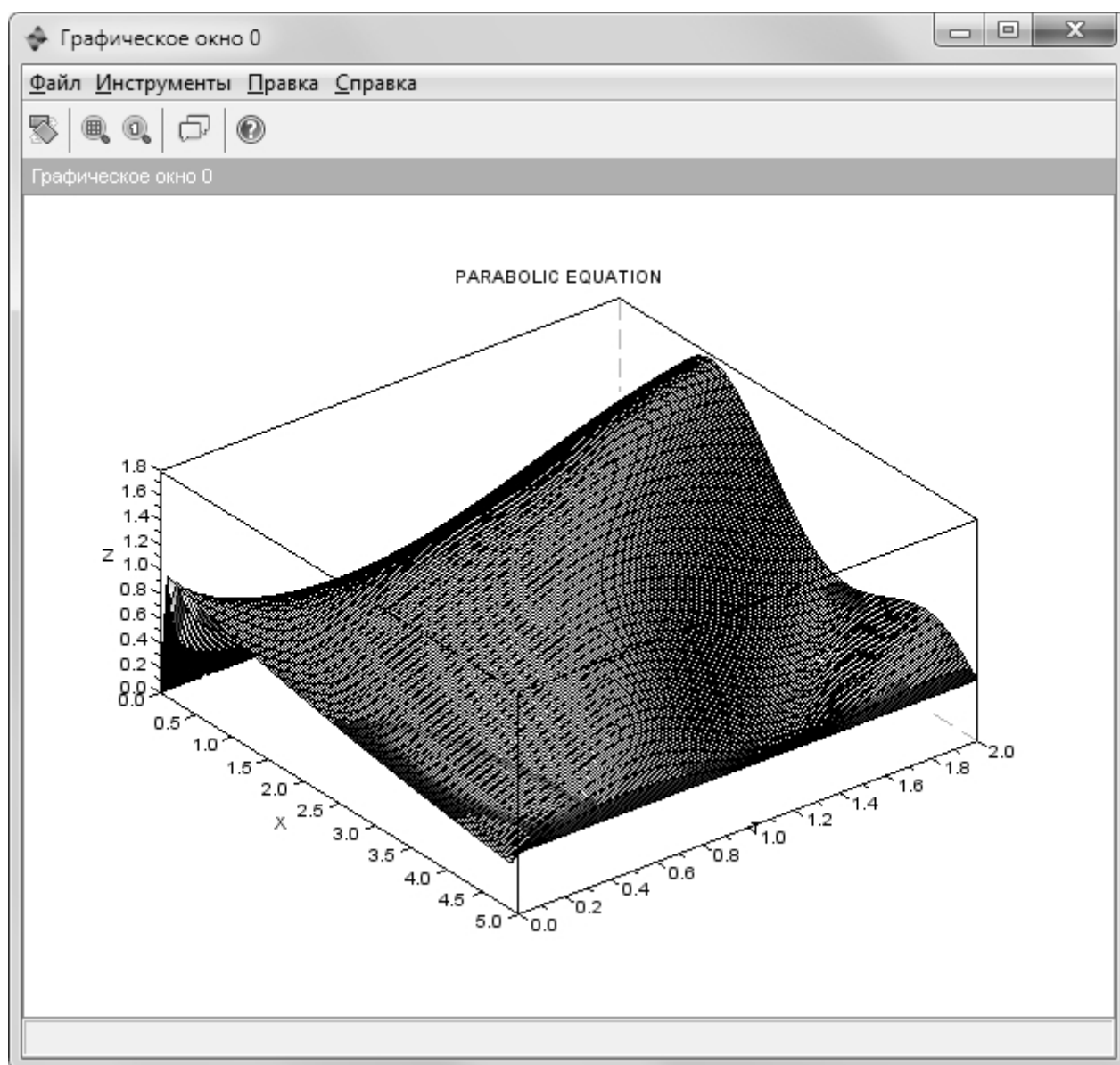


Рисунок 1 – Результаты построения компьютерной модели для уравнения параболического типа

Также был рассмотрен случай дифференциальных уравнений гиперболического типа. Подобные уравнения возникают, например, в разнообразных задачах динамики, связанных с электромагнитными полями, а также для уравнений колебаний (волновых уравнений).

В общем случае уравнение гиперболического типа представляется как

$$Lu - a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = f(x_1, x_2, \dots, x_{n-1}, t) \quad (4)$$

где L - положительно определённый эллиптический оператор, $a \neq 0$.

При моделировании в пакете SCILAB была использована явная разностная схема; результаты моделирования показаны на рисунке 2. Исходные данные модели: $y(x, t) = t * x * \sin(x * t)$; начальные условия $fi(x) = \exp(-0.01 * x)$ и $psi(x) = \exp(-0.05 * x)$; $a = 0.4$; $L = 5$; $T = 3$.

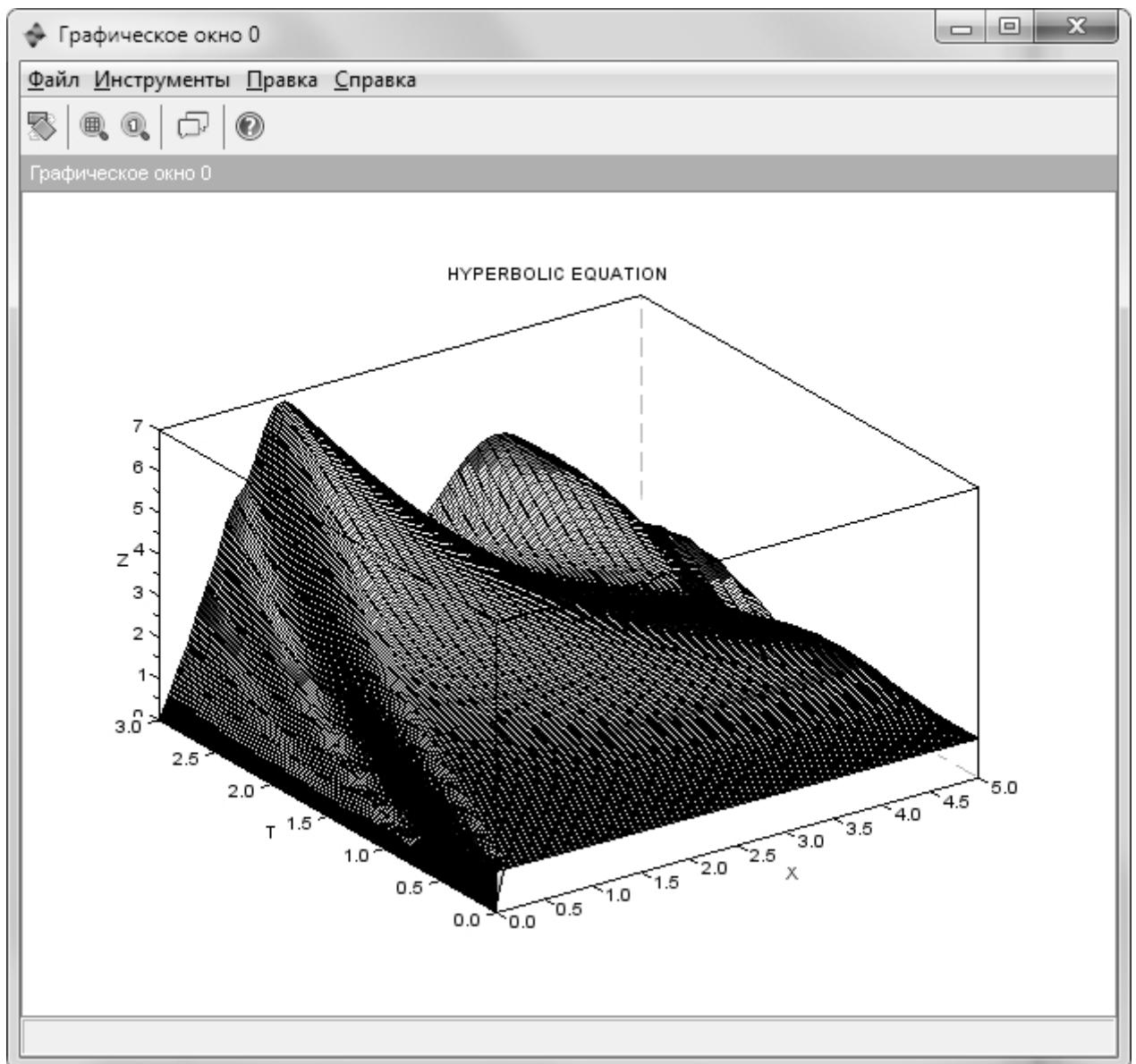


Рисунок 2 – Модель для уравнения гиперболического типа

Выводы. Моделирование почвенных процессов – это одна из сложнейших проблем современной земледельческой механики. Многофазность и неоднородность почв делает данную проблему весьма сложной и зависящей от большого числа разнообразных факторов. Технологии компьютерного моделирования и, в том числе, пакет прикладных программ SCILAB, позволяют выявлять зависимости и закономерности в сложных средах и могут выступать в качестве эффективных средств исследования прикладных задач агрофизики.

Библиографический список

1) Чертов О.Г. Модели динамики органического вещества почв: проблемы и перспективы / О.Г. Чертов, М.А. Надпорожская // Компьютерные исследования и моделирование. 2016. Т. 8. № 2. С. 391-399.

2) Панов И.М. Современное состояние и перспективы развития земледельческой механики в свете трудов В.П. Горячкина / И.М. Панов, В.И. Ветохин // Вестник Федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. 2008. № 2. С. 9-14.

3) Бледных В.В. Разрушение почвы двугранным клином / В.В. Бледных // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2013. № 2 (26). С. 68-70.

4) Шамсутдинова Т.М. Проблемы моделирования динамических процессов при механической обработке почвы // Российский электронный научный журнал. 2018. № 1 (27). С. 145-153.

5) Миранда К. Уравнения с частными производными эллиптического типа / К. Миранда. М.: Издательство иностранной литературы, 1957. 256 с.

**About the modeling of dynamic processes of agricultural mechanics using
the scilab program**

Shamsutdinova T. M.

Keywords: modeling, mechanics, agriculture, agrophysics, differential equations, SCILAB.

Abstract. This article is about the modeling of dynamic processes of agrophysics and agricultural mechanics. These problems are related to the mechanical treatment of the soil. Cases of problems using differential equations of parabolic and hyperbolic type are considered. An example of a computer model of process data in a package of applied mathematical programs SCILAB is given.

УДК 631.331.5

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО-РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО КАТКА

Шаронов И. А.,

кандидат технических наук, доцент
тел. 8(8422)55-95-95, ivanshar2009@yandex.ru

Курдюмов В. И.,

доктор технических наук, профессор
тел. 8(8422) 55-95-95, vik@ugsha.ru

Прошкин Е. Н.,

кандидат технических наук, доцент
тел. 8 (902) 005-23-21, demon7319931@mail.ru

Прошкин В. Е.,

инженер, тел. 8(8422)55-95-95, demon7319931@mail.ru

Роон В. В.,

магистрант

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Ключевые слова: цилиндро-спиральный каток, спиральный рабочий орган, плотность почвы, коэффициент соответствия эталону.

Аннотация. Разработан цилиндро-спиральный почвообрабатывающий каток, обеспечивающий прикатывание почвы с требуемым качеством в процессе предпосевной подготовки почвы и посева. В результате экспериментальных исследований оптимизированы параметры и режимы работы катка, при которых достигается требуемое качество обработки почвы.

Введение. В комплексе агротехнических мероприятий обработки почвы с целью обеспечения требуемого водно-воздушного и теплового режимов развития растений в начальный после посева период используют почвообрабатывающие катки, как в качестве отдельных орудий, так и в составе комбинированных агрегатов [1, 6]. Применяемые катки разнообразны по конструктивному исполнению, что связано с особенностями возделывания различных сельскохозяйственных культур. Поэтому актуальным является совершенствование конструкций катков с учетом условий их функционирования и требований к возделыванию различных культур, а также обоснование конструктивных параметров и режимов работы разрабатываемых орудий.

Материалы и методы исследований. Значимой проблемой является низкая полевая всхожесть возделываемых культур по сравнению с лабораторной, что приводит к недополучению урожая и, как следствие, вызывает снижение прибыли. Достоверно известно, что почвообрабатывающие катки обеспечивают необходимую для семян плотность почвы, разрушают крупные почвенные комки, выравнивают поверхность поля и обеспечивают подъем влаги из нижних слоев почвы [2, 3]. Катки с негладкой рабочей поверхностью уплотняют посевной слой почвы и создают мульчированный поверхностный слой. Поэтому прикатывание почвы является обязательной операцией в технологиях посева сельскохозяйственных культур и способствует повышению полевой всхожести семян.

В связи с этим для обеспечения требуемого качества прикатывания нами предложен цилиндро-спиральный почвообрабатывающий каток [4, 5]. Каток (рисунок 1) выполнен из цилиндрической трубы 1, торцы которой закрыты

дисками 2. По периферии гладкой цилиндрической поверхности катка в продольном направлении через равные интервалы выполнены отверстия прямоугольной формы, в которых установлены спиральные рабочие органы 3. Спиральные винты 3 установлены с возможностью изменения их вылета h относительно гладкой цилиндрической поверхности катка и шага витка l спирального винта 3.

Каток в процессе работы спиральями 3 разрушает комки почвы, а цилиндрической частью между спиральями 3 уплотняет почву. Это обеспечивает требуемые почвенные условия для прорастания и развития культурных растений. Кроме того такая конструкция катка обеспечивает снижение металлоемкости в 1,7 раза по сравнению с серийно выпускаемыми катками ККШ-6.

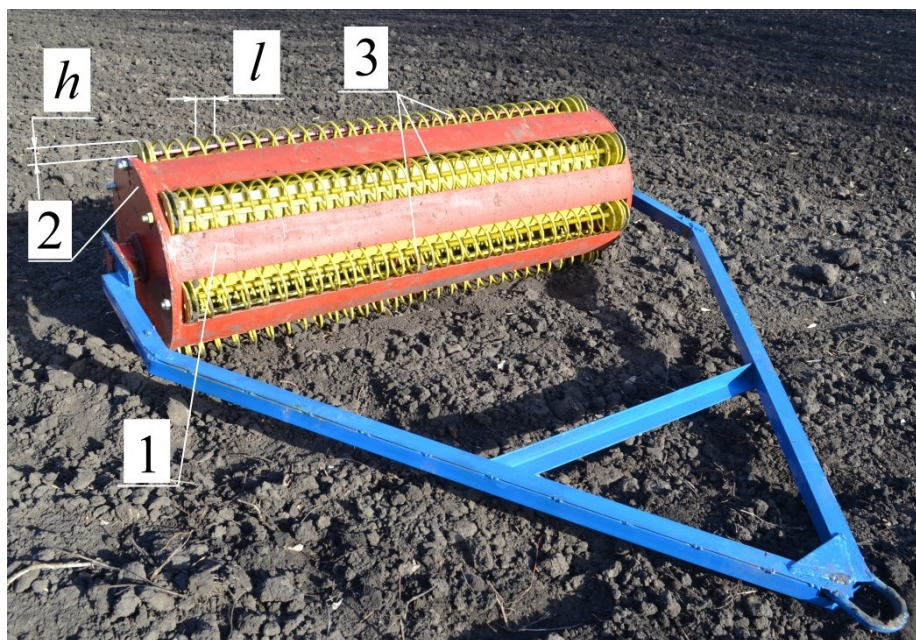


Рисунок 1 – Цилиндро-спиральный каток (обозначения в тексте)

Результаты исследований и их обсуждение. В процессе экспериментальных исследований предложенного катка для оценки качества обработки почвы с позиции соответствия плотности почвы агротехническим требованиям принят коэффициент соответствия эталону [1]:

$$k_{сэ} = 1 - (|\rho_{\text{опт}} - \rho_3|/\rho_{\text{опт}}), \quad (1)$$

где $\rho_{\text{опт}}$, ρ_3 – оптимальная и замеряемая плотность почвы на глубине заделки семян, кг/м³ ($\rho_{\text{опт}} = 1200$ кг/м³).

На процесс обработки почвы цилиндро-спиральным катком влияет множество факторов, из которых были выбраны следующие независимые факторы: v (x_1) – скорость движения катка, км/ч; m (x_2) – масса балласта, кг; h (x_3) – вылет спирали, мм; l (x_4) – шаг витка спирали, мм. При полном соответствии плотности посевного слоя почвы агротехническим требованиям $k_{c3} = 1$. После обработки результатов исследований получены адекватные математические модели процесса прикатывания почвы цилиндро-спиральным катком, выраженные уравнениями регрессии. Уравнения в натуральных (2) и кодированных (3) значениях факторов, характеризующие влияние массы балласта и шага витка спирали на критерий оптимизации:

$$k_{c3} = 0,784 + 0,0058l + 0,0006m - 0,000065l^2 - 0,0000052lm - 0,000002m^2; \quad (2)$$

$$k_{c3} = 0,918 - 0,014x_4 - 0,042x_2 - 0,015x_4^2 - 0,012x_4x_2 - 0,049x_2^2. \quad (3)$$

Проанализировав полученные математические модели, выявлено, что на участке после прикатывания цилиндро-спиральным катком $k_{c3} = 0,98$ (соответствует плотности почвы $\rho = 1185 \dots 1215$ кг/м³), что полностью удовлетворяет агротехнически заданному пределу плотности почвы на глубине заделки семян 1100...1300 кг/м³. Максимальное значение $k_{c3} = 0,98$ достигается при скорости движения агрегата $v = 11$ км/ч, массе балласта $m_6 = 100$ кг, шаге витка спирали $l = 40$ мм.

В ходе полевых исследований на опытном поле Ульяновского ГАУ выявлено, что урожайность яровой пшеницы после поверхностной обработки почвы цилиндро-спиральным катком превысила на 5,1 % и 8,6 % соответственно урожайность этой культуры после прикатывания катком ККШ-6 и каточками сеялки СЗ-5,4.

Заключение. Разработанный цилиндро-спиральный каток качественно выравнивает поверхность почвы, обеспечивая равномерность заделки семян по глубине, а также повышает урожайность возделываемых культур. Экономический эффект от внедрения предложенного катка за счет увеличения урожайности

достигает 1533...2688 рублей на 1 га посевов яровой пшеницы.

Библиографический список

1. Курдюмов В.И. Экспериментальные исследования почвообрабатывающего катка [Текст] / В.И. Курдюмов, И.А. Шаронов, В.Е. Прошкин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2014. – № 2. – С. 141-145.

2. Семенихина Ю.А. Анализ ротационных устройств для выравнивания и уплотнения почвы [Текст] // Повышение эффективности использования ресурсов при производстве сельскохозяйственной продукции – новые технологии и техника нового поколения для растениеводства и животноводства: Сборник научных докладов XVIII Международной научно-практической конференции. - Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2015. – С. 157-169.

3. Курушин В.В. Определение конструктивных параметров катка-гребнеобразователя [Текст] / В.В. Курушин, И.А. Шаронов, В.И. Курдюмов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2015. – № 3. – С. 131-135.

4. Патент 2567207 Российская Федерация, МПК А01В 29/02 (2006.01). Орудие для прикатывания почвы / В.И. Курдюмов, И.А. Шаронов, А.С. Егоров; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина». - 2014146182/13, заявл. 17.11.2014; опубл. 10.11.2015, Бюл. № 31.

5. Патент 2567208 Российская Федерация, МПК А01В 29/02 (2006.01). Орудие для прикатывания почвы / В.И. Курдюмов, И.А. Шаронов, А.С. Егоров; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина». - 2014146180/13, заявл. 17.11.2014; опубл. 10.11.2015, Бюл. № 31.

6. Руденко Н.Е. Как снизить энергозатраты и повысить качественные показатели при сплошной обработке почвы // Н.Е. Руденко, К.Д. Падальцин // Вестник АПК Ставрополя. – 2014. – № 1(13). – С. 66-68.

Substantiation of the parameters of tillage rink

Sharonov I. A., Kurdyumov V. I., Proshkin V. E., Roon V. V.

Keywords: cylinder-spiral roller, spiral working body, soil density, the coefficient of compliance with the standard.

Abstract. The cylinder-spiral soil-cultivating skating rink providing soil rolling with the required quality in the course of presowing preparation of the soil and sowing is developed. As a result of experimental studies optimized parameters and modes of operation of the roller, which achieved the required quality of soil treatment

УДК 639.349

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УБОРКИ И ПЕРЕРАБОТКИ ЖИДКОГО НАВОЗА

Шигапов И. И.,

доктор технических наук, доцент

Полякова Ю. В.,

студентка гр-ТПо-21.

Технологический институт – филиал ФГБОУ ВО «Ульяновская ГАУ»

Ключевые слова: спираль, пружина, навозная масса, очистка, осадок.

Аннотация. Животноводческая отрасль в настоящее время представлена в виде многочисленных мелких хозяйств, не имеющая современные средства автоматизации и механизации. Технологии и машины, которые обеспечивали механизацию технологических процессов уборки и переработки навозной массы, повсеместно отработали свой ресурс и являются в основном неработоспособными, а их замена требует огромных материальных затрат, в связи с этим разработка новых пружинно-транспортирующих технических средств, машин и агрегатов, а также новых технологии приводят к снижению на порядок (в 10 раз) за-

трат труда, материалов и энергии во многих технологических процессах растениеводства и животноводства, в частности уборки и переработки навозной массы в животноводческих помещениях.

При развитии сельскохозяйственного производства существующие технологии и машины для обеспечения полной механизации технологических процессов уборки и переработки жидкого навоза, и помета повсеместно отработали свой ресурс и являются в основном неработоспособными, а их замена требует огромных материальных затрат и возросшие цены на энергоносители практически исключают перспективу механизации данных процессов старыми технологиями. Существующие технические средства являются неэффективными.

Жидкий навоз убирается механическим, гидравлическим и комбинированными способами. При механическом – транспортеры и скреперные устройства движутся в каналах, перекрытых сверх решетчатыми настилами. Принцип работы гидравлического транспорта основан на способности потока воды перемещать материалы во взвешенном состоянии.

Для уменьшения металло-энергоёмкости мы рекомендуем использование спирально-винтовые рабочие органы, представляющие из себя в общем виде вращающуюся в кожухе (трубе, канале) пружину с шагом винтовой линии примерно равным диаметру пружины.

При использовании подобных устройств необходимы продольные и все другие каналы делать треугольного поперечного сечения глубиной около 0,5 м и уложить в данный канал вращающуюся пружину (рисунок 1), а воду подавать лишь для лучшей промывки канала.

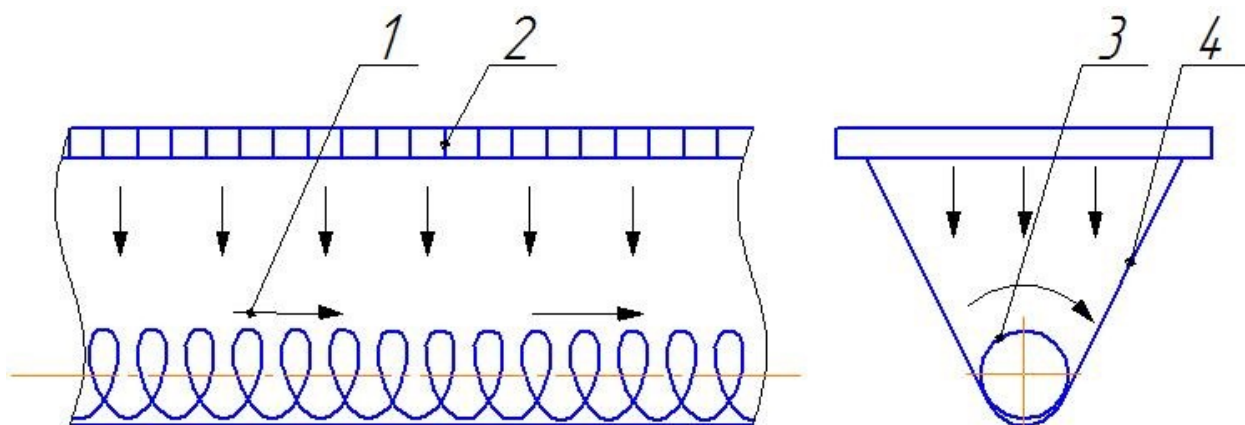


Рисунок 1 – Принципиальная схема перемещения пульпы: 1 - вода; 2 - решетка; 3 - рабочая пружина; 4 - канал глубиной 50 см

Для выкачки навозной жижи из колодца рабочая пружина помещается в полиэтиленовый кожух и устанавливается согласно рисунку 2, угол наклона кожуха может находиться в пределах $45...90^\circ$, или может поднимать жижу и в вертикальном положении.

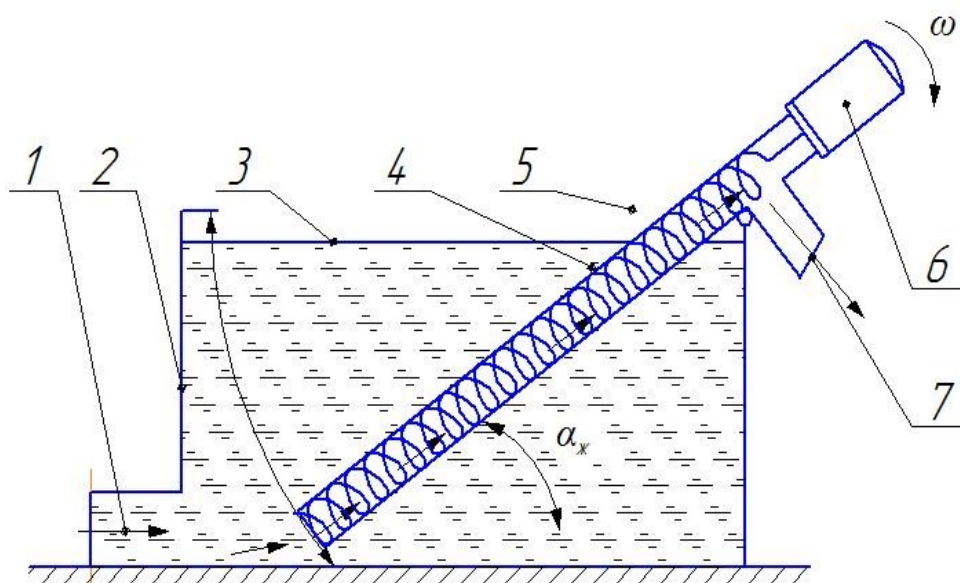


Рисунок 2 – Принципиальная схема насосного варианта пружинного транспортера: 1 – вход пульпы в колодец; 2 - колодец; 3 - жижа; 4 - пружина; 5 - полиэтиленовый кожух; 6 – приводное устройство; 7 – лоток

С учетом конкретной ситуации и с целью выгрузки жижи из самого навозохранилища из под твердой фракции навоза рабочий орган монтируется по пологонаклонной трассе (рисунок 3).

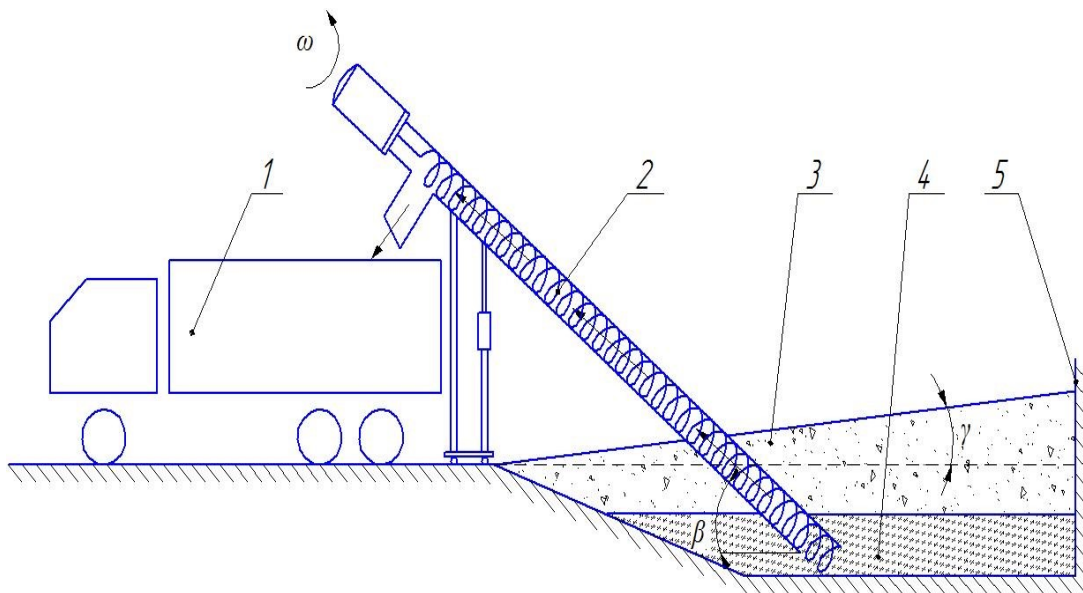


Рисунок 3 – Схема выгрузки жижи из навозохранилища: 1 – транспортное средство (емкость), 2 – насос пружинный; 3 - твердая фракция навоза; 4 - жижа; 5 - обваловка земляная

Тогда длина транспортеров насосов выбирается в пределах 16...30 м. Все рабочие пружины имеют идентичное конструктивное исполнение и изготавливаются из пружинной проволоки материала Ст.65 Г, в данном случае лучше диаметром проволоки 8 мм. Учитывая специфические условия, связанных с крупностью частиц навоза, принимаем: $d = 90$ мм; наружный диаметр пружины; $d_{ср}$ и $d_{вн} = 82$ и 74 мм - средний и внутренний диаметр пружины; $S = 90$ мм - шаг винтовой линии пружины; $\alpha = \arctg \frac{S}{\pi d_{ср}} = 19^{\circ}20'$ - угол наклона винтовой линии пружины; $D_k = 97,5$ мм - внутренний диаметр кожуха (водопроводная полиэтиленовая труба); $(D_k - d)/2 = 3,75$ мм - зазор между внутренней поверхностью кожуха и наружным диаметром пружины; $d_0 = 74 - 4 = 70$ мм - диаметр оправы для навивки пружин. Длина оправы 1,5...4,5 м в зависимости от типа и марки станка.

В случаях, когда диаметр выходного отверстия передней бабки токарного станка более 90 мм пружина, навивается на оправку непосредственно с шагом 90 мм, и длиной равной длине оправы, пропуская далее навитую часть пружины через отверстие передней бабки, а затем повторным закреплением оправы и

одного витка пружины кулачками шпинделя. Например, если необходимо изготовить пружину длиной 30 м и имеем оправку длиной 1,6 м, то количество перекреплений составит $30/1,5=20$.

Готовая часть пружины опускается на пол или выводится через окна, двери в наружу. Техника безопасности при этом соблюдаются, так как частота вращения шпинделя находится в пределах лишь 9...12 мин⁻¹. Продолжительность навивки пружины длиной 1,5 м составит:

$$t = l/Sn = 150/9 \cdot 10 = 1,7 \text{ мин,}$$

а пружины длиной 30 м, соответственно, 34 мин, общая же продолжительность навивки с учетом времени на перекрепление 20 раз в шпинделе ориентировочно составит 2 ч.

Необходимая длина проволоки для изготовления пружины ориентировочно составит трехкратную величину длины пружины, в данном же случае 90 м, масса готовой пружины составит 36 кг, стоимость материала с учетом транспортных расходов составит 720 руб.

При отсутствии токарного станка с большим отверстием передней бабки (90 мм), пружина навивается плотным шагом, в данном случае шагом 8 мм, затем растягивается до получения необходимого шага винтовой линии (90 мм). При таком способе навивки (растяжением) отмечается некоторое уменьшение шага пружины в средней части.

Производительность (подача) подобных рабочих органов определяется по формуле:

$$W = \pi D_k^2 / 4 \cdot S \cdot n \cdot K_v \cdot K_f \cdot \rho \cdot 60, \text{ т/ч,}$$

где n – частота вращения пружины, мин⁻¹; ρ - плотность жижы, т/м³; K_v и K_f - коэффициенты осевого отставания и наполнения кожуха.

Для случая рисунок 1 производительность составит:

$$W = 0,8 \cdot 0,1 \cdot 0,1 \cdot 0,009 \cdot 500 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,000 \cdot 60 = 26 \text{ т/ч}$$

для случая рисунок 2 и рисунок 3:

$$W = 0,8 \cdot 0,1 \cdot 0,1 \cdot 0,009 \cdot 2000 \cdot 0,5 \cdot 0,7 \cdot 1,0 \cdot 60 = 30 \text{ т/ч}$$

Потребная мощность привода, исходя из общеизвестных в науке и практике уравнению:

$$N = W(L \cdot H)C / 367 \text{ кВт},$$

где С - общий коэффициент сопротивления, составит

$$N = 20 \cdot 8 \cdot 5 / 367 = 2,2 \text{ кВт}$$

Приводное устройство состоит во всех случаях из электродвигателя со шкивом, подшипникового устройства со шкивом и клиновидного ремня.

В первом приближении стоимость покупных изделий равняется двойной цене электродвигателя, соответственно и масса насосных устройств.

Выводы. Пружинно-насосные технические средства могут быть изготовлены в условиях механических мастерских. Стоимость рабочего органа, энергозатраты, металлоемкость в 10...15 раз меньше аналогов. Результаты исследований одобрены МСХ РФ, новизна разработок имеют патенты РФ.

Библиографический список

1. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. Химия, М. 1971.
2. Шигапов И.И. Губейдуллин Х.Х. Кинетика процесса переноса воздуха при очистке сточных вод молочных ферм. Сельский механизатор. 2012. №4.с 29.
3. Губейдуллин Х.Х., Артемьев В.Г., Воронина М.В., Шигапов И.И. [Конструирование, изготовление и использование пружин различного назначения](#). Монография / димитровград, 2012.
4. Шигапов И.И., Артемьев В.Г., Кадырова А.М. [Спирально-винтовые транспортеры для уборки навоза](#). [Сельский механизатор](#). 2012. № 10. С. 22-24.
5. 7.Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Бояркина М.А., Чумакова Н.В., Кологреев В.А.Трубчатый барботажный аэратор. [Сельский механизатор](#). 2011. № 4. С. 26-27

6. Шигапов И.И. [Ресурсосберегающие технологии уборки жидкого навоза](#). [Сельский механизатор](#). 2017. № 4. С. 26-27
7. Шигапов И.И. [Уборка и переработка навоза на базе спирально-винтовых механизмов](#). [Сельский механизатор](#). 2017. № 5. С. 22-23.
8. Исаев Ю.М., Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Поросятников А.В. [Спирально-винтовой обезвоживатель навоза](#). [Сельский механизатор](#). 2016. № 12. С. 28-29.
9. Исаев Ю.М., Семашкин Н.М., Шигапов И.И., Джабраилов Т.А., Семашкина А.И.. [Распределение скоростей движения зерна спиральным винтом](#). [Сельский механизатор](#). 2016. № 12. С. 6-7
10. Исаев Ю.М., Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И. Устройство для очистки стойл и кормовых проходов [Сельский механизатор](#). 2016. № 12. С. 30-31.

Modern technologies for cleaning and processing of liquid mix

Shigapov I. I., Polyakova Y. V.

Key words: spiral, spring, manure, cleaning, sediment.

Currently, the livestock sector is represented in the form of numerous small farms that do not have modern means of automation and mechanization. Existing technologies and machines to ensure full mechanization of technological processes for harvesting and processing liquid manure and manure have worked out their resources and are mostly inefficient, and their replacement requires huge material costs, in connection with this, the development of new spring-transporting equipment, machines and aggregates, as well as new technologies lead to a 10-fold decrease in labor, material and energy costs in many technological processes in crop production and livestock, cleaning and processing of manure in livestock premises.

СЕКЦИЯ 2. ТЕХНОЛОГИИ И СРЕДСТВА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

УДК 631.372:629.114.2

PROVIDING THE ABILITY TO CARRY OUT THE WORK OF TRACTORS IN AGRICULTURAL PRODUCTION

Galiev I.G.

Dr.Sci.Tech., professor of chair of technical service;
e-mail drGali@mail.ru

Garifullin R.F.

postgraduate student

Kazan State Agrarian University

Key words: tractor reliability, tractor condition, operation efficiency, planning of mechanized works.

Abstract. Technical condition and techno-economic indicators of machines in the process of operation are constantly changing. These changes are caused by constant increase of wear of machine parts, violation of dimension circuits and conditions of contact in part mates. As a result, the technique goes from working state to non-working, which is accompanied by the emergence of tractor failures of various groups of complexity. The challenge is to prevent these failures. For this purpose the technique of estimation of a condition of tractors which consists in determination of level of ability to perform works is developed. Experimental researches on definition of dependences of level of ability of the tractor to performance of works and indicators of their reliability on the basis of which are received permissible and limit values of levels for the basic kinds of agricultural works.

Introduction. Control of the tractor's ability to perform work, rational use of the resources of the machine-tractor park is a strategic and priority factor to increase its efficiency, because the park of agricultural machinery has a high capital. The cost of the optimal fleet of agricultural machinery in the country is estimated at more than one

trillion rubles [1]. Annually agricultural production sector consumes about 15,6 mln. tonnes of motor fuel. This component of agricultural production forms up to 40... 60% of the final production costs [1]. Therefore, for agriculture management ability to perform work, the strategy of saving the resource of machines is vital, as a basis for ensuring a competitive policy of the agrarian sector of the national economy.

Despite the fact that the potential of domestic tractors is improving, there is a tendency to decrease the efficiency of their operation [2]. The main limiting factor of efficient use of tractors in agriculture remains the problem of management of tractor reliability, as agricultural production is influenced by production, natural and climatic conditions, i.e. depends on the conditions of economic activity [3].

The main factors of increasing the efficiency of tractors use are determined by the level of realization of the following measures aimed at intensification of agricultural production: energy supply of production technologies products; maintenance of tractors in a state of ability to carry out agricultural work.

In this connection, it is necessary to solve the following tasks: to observe qualitatively and precisely the technology of cultivation of agricultural crops; increase the efficiency of tractors operation in agricultural production.

Tasks are solved by ensuring the functioning of tractors without failure of parts, that is, control of the ability to perform work.

Materials and methods. The general indicator of any agricultural work in soil treatment, which affects the reliability of the tractor, is the degree of not uniformity of engine loading. Moreover, there is a tendency-the greater the depth of processing, the greater the coefficient of unevenness, for example: For packing soil - $\delta_m = 0,06... 0,12$, and for plowing - $\delta_m = 0,2... 0,6$ [2]. Obviously, if the engine is loaded unevenly during the agricultural work, then the other systems, the units experience dynamic loads, which is the reason of change of the wear intensity of the parts.

Based on the literary analysis and the real state of use of tractors revealed that the failure of the tractor's ability to perform the work can be expressed by three states:

a) the tractor cannot be used in the performance of a particular agricultural operation, that is, if the tractor is not able to perform any agricultural work due to the

failure of the part, the tractor may remain capable of performing other agricultural operations, the execution of which is not related to the state of this part;

b) use of the tractor is possible, but there is a significant violation of the quality of agricultural work or the threat to the safety of the tractor driver, that is, the wear of tractor parts reached a value in which the likelihood of their failure or reduction of power is large;

c) further use of the tractor is impossible for economic reasons, that is, the specific costs, including the costs of carrying out repair and maintenance effects to maintain and restore the ability of the tractor to do the work, start to increase.

Based on the foregoing, it is possible to draw the following conclusions:

- not all tractor units determine its ability to perform work;
- not all units that determine the ability of the tractor to perform the work,

have an impact on the quality of agricultural work, i.e. a tractor that is unable to perform one group of agricultural work, can perform other groups of agricultural operations, moreover, changing the composition of the unit (reducing resistance, changing the width of the assembly) can change the condition of the tractor to able to perform the job, for example: due to wear of mates, parts and units the engine power has decreased by so much that the tractor cannot be coupled with the calculated number of harrows, but having removed a certain quantity of them it is possible to carry out agricultural work without occurrence of refusal.

Thus, we need an indicator that determines the degree of wear and tear of units and systems of the tractor, the possibility, if necessary, the distribution of tractors for agricultural work on the basis of its ability to perform work without failure parts.

An indicator of state of the art assessment – the level of ability of the tractor to do the job. The level of the ability of the tractor to perform work (Y_p), is the degree of compliance of the parameters of the state of the tractor nominal values. The theoretical level of the tractor's ability to perform work can vary from 0 to 1, which corresponds to, with equal to 0 – it is assumed that the tractor is written off from the balance sheet of the economy; with equal to 1 – the tractor is in good condition and all diagnostic parameters have nominal values.

Thus, the ability and inability of the tractor to perform the work is characterized by the formula (1):

$$0 < Y_p < 1. \quad (1)$$

Thus, the level of the ability of the tractor to perform work tends to decrease, and after the repair and maintenance actions to increase, stabilize and again to decrease during operation.

The results of the theoretical researches and the method of determining the level of the tractor's ability to perform the work are presented in the monograph [4]. Developed by us method of estimation of condition of tractors allow to carry out the differentiated approach in planning of use of technics which consists in a ghost in conformity of level of ability of the tractor to carry out work and planned volume agricultural operations.

Realization of the above is possible only at presence of dependences of influence level of ability of the tractor to carry out work on reliability indicators at performance of various kinds of agricultural works. The task of the experiment was also to check the adequacy of these dependencies and the level of ability of the tractor to perform the work as an indicator reflecting the condition of the tractor.

Collection of information was carried out in the farms typical for the volga zone of the Russian Federation in the direction of economic activity, climatic and soil conditions, in which the tractors perform a characteristic for the given area complex of agricultural works. Since the information should be collected in a short time, the data collection on reliability indicators is carried out by the method of surveys of accounting reports of farms and by the method of momentary observations [5].

The information collected with the help of the momentary observation method should provide for each farm, on average, the estimation of the following indicators: The parameter of the failure flow, the coefficient of readiness, the coefficient of technical use.

In order to observe the widest range of changes in the technical condition of the objects, the tractors in the beginning, middle and end of repair periods were taken under supervision.

The collection of information in the operating conditions for the evaluation of the reliability of tractors was carried out in accordance with the branch standard [6]. Frequency of observations—at least 2 times a month.

The information on refusals was included in the observation sheets: the date of the tractor failure, the tractor's working hours from the beginning of the observations to the moment of the failure of the parts, the name of the failed unit, the short characteristic of the failure. With the characteristic of the tractor failures the recommendations of the branch standard were used [6].

Information from observational sheets was processed in accordance with the classifier of parts failure [6] and was reduced to the table, which indicated the diagnostic parameters of tractor units, levels of their ability to perform work at the beginning of observations, Number of failures of tractors 1, 2, 3 groups of complexity. The experimental data were then processed using mathematical statistics methods.

Results and discussions. As a result of theoretical and experimental researches the dependence of change of failure parameter of different groups of complexity is obtained depending on level of ability of the tractor to perform work for main types of performed Operations, i.e. the degree of unevenness of engine loading.

The results of definition of dependencies are presented in the form of formulas (2, 3, 4, 5):

for ploughing soil

$$\omega = 5,33 \cdot Y_p^{-0,444} - 5,522 + 5,984 - 13,93 \cdot Y_p + 8,46 \cdot Y_p^2 - 0,407 - 4,119 \cdot \text{Log}_{10} Y_p \quad (2)$$

for soil cultivation

$$\omega = 5,369 \cdot 0,053^{Y_p} + 4,264 \cdot 0,037^{Y_p} + 3,68 \cdot 0,0133^{Y_p} \quad (3)$$

for soil harrowing

$$\omega = 4,944 - 12,124 \cdot Y_p + 7,9 \cdot Y_p^2 + 3,667 - 9,549 \cdot Y_p + 6,654 \cdot Y_p^2 - 0,302 - 2,42 \cdot \text{Log}_{10} Y_p \quad (4)$$

for packing soil

$$\omega = 1,808 \cdot Y_p^{-0,443} - 1,789 + 1,205 \cdot Y_p^{-0,461} - 1,241 + 0,813 \cdot Y_p^{-0,491} - 0,925 \quad (5)$$

The obtained regression dependencies allow to evaluate the parameter of the tractor failure flow on the site of 1000 moto hour (mh) depending on the level of the tractor's ability to perform the work. Adequacy of the obtained dependencies was checked by comparing the parameters of the flow of tractor failures in the farms, which did not participate in the experimental studies with the data obtained from the formulas. With a probability of 0,95, the confidence interval value for the failure stream parameter does not exceed 6% of the value obtained by these dependencies.

Using constraints of parameter change the tractor failure rate for the main types of agricultural works, depending on the level of the tractor's ability to perform work, the limit value of the level is revealed.

The basis for determining the limit value is the failure of the details of the third group of complexity with a probability of 0,9. However, performance of agricultural works is connected with expenditure of a resource, i.e. decrease of level of ability of the tractor to carry out work. In this regard, it is necessary to increase the limit values by the intensity of the decrease in the capacity of the tractor to perform work for this type of agricultural operation for the period up to the next maintenance № 3, that is, for 1000 mh. Using dependencies the changes in the level of ability of the tractor to perform work for ploughing the soil (0,21), cultivation (0,15), harrowing (0,12), packing (0,09) are determined.

As a result, obtained limit and permissible values of the level of the tractor's ability to perform work for the main types of agricultural work: for ploughing soil – 0,46...0,67, for soil cultivation - 0,3...0,45, for soil harrowing - 0,26...0,38, for packing soil – 0,19...0,28.

After determining the level of the tractor's ability to perform work, depending on the planned volume of work, it is necessary to determine the required level value [7], the question of possible attraction of a tractor for a particular work on the basis of performance operations without failure of parts.

The required value of the ability level of the tractor to perform the job is determined by the formula (6):

$$Y_{pt} = Y'_{ppi} + Y_{pd1} \cdot X_1 + Y_{pd2} \cdot X_2 + Y_{pd3} \cdot X_3 + Y_{pd4} \cdot X_4 \quad (6)$$

Y_{pt} - the required value of the level of ability of the tractor to do the job; $Y_{p\pi i}$ - the permissible value of the ability level of the tractor to perform the work for the i -th operation; Y'_{ppi} - the highest value of the tractor ability level to perform the work that is included in the work item for the planned period; X_1, X_2, X_3, X_4 - accordingly, the share of plowing, cultivation, harrowing and packing of soil in the total amount of work for the planned period for a particular tractor.

After determining the required level of the tractor's ability to perform work and compare this value to the actual level, there may be a situation where some work may not be performed due to the fact that the state of the equipment is lower the required value of the tractor's ability level to perform the work.

When this situation occurs, the following ways of solving the problem are possible:

- to bring in compliance a condition of equipment with the required value of level of ability of the tractor to perform work, i.e. to increase it by carrying out repair and servicing works;

- to align the required level value with the actual level of the ability of the tractor to perform the work, i.e. to reduce the required level value to the level corresponding to the state of the tractor or to reduce the planned annual load

The first way to solve the problem is now being applied. To do this, it is necessary to identify the tractor units, which have the greatest potential to increase the level of their ability to perform the work [7].

The second way to solve the problem, to match the actual and required values of the level of the tractor's ability to perform the job, is to reduce this value to the actual. The realization of this consists in artificial reduction of the resistance of the Unit, i.e. reduction of the number of hulls, harrows, cultivating paws, etc. or reduction of the planned annual load of the tractor.

This method applies if the cost of loss of crops, due to non-observance of agro-technical terms of operations, is higher than the costs associated with the operation of the tractor with fewer working bodies of agricultural machines or low annual work.

The number of working bodies of the agricultural machine to be removed from the unit will be determined by the formula (7):

$$n_{poi} = \frac{(Y_{pt} - Y_{pf}) \cdot \sum_{i=1}^n W_i \cdot B_{\kappa i} - W_i \cdot Y_{pdi} \cdot B'_{\kappa i}}{(Y_{pt} - Y_{pf}) \cdot B'_{\kappa i} \cdot \sum_{i=1}^n W_i}, \quad (7)$$

n_{poi} - number of working bodies for i -th agricultural machine, pieces; Y_{pdi} - the permissible value of the ability level of the tractor to perform work; Y_{pf} - the actual value of the tractor's ability to perform the work; $B_{\kappa i}$ - structural width of the i -th agricultural machine, m; B'_{κ} - width of capture of one working organ of i -th agricultural machine, m; W_i - volume of agricultural work for i -th agricultural machine, mh.

Conclusions

1. The arguments about necessity of increase of efficiency of operation of tractors are given and the substantiation in necessity of the indicator which estimates ability of the tractor to perform work (level of ability of the tractor to carry out work (Y_p)).
2. The obtained results of experimental researches in the form of dependences of change of parameters of a flow of failures of the tractor of various groups of complexity at performance of basic kinds of agricultural works depending on level of ability of the tractor do the job. Checking the adequacy of these dependencies allows to conclude that with a probability of 0,95 the value of the confidence interval for the parameter of the failure flow, for tractors, not uchuvstvovavshih in the experiment, does not exceed 6% of the value obtained on these dependencies.
3. Based on the dependence of the change of the parameter of the tractor failure rate for the main types of agricultural work, depending on the level of the tractor's ability to perform work, the limit and permissible values of the level are revealed.
4. Using the presented formulas it is possible to pick up for each tractor the kind and volume of works for the planning period. Distribution of agricultural works on tractors depending on their condition, that is selection for each tractor the nomenclature of operations and their volume for the planned period, gives an opportunity to

prevent occurrence of complex failures of the tractor, to plan and optimize the resource consumption, the most rational use of the technique in tense periods. This, in the end, increases the efficiency of tractors operation.

References to literature

1. Strategy of machine-technological support of production of agricultural products of Russia for the period till 2010. Publishing House of the Russian Agricultural Academy, 2003. 149 p.
2. Mihlin V.M. Management of the reliability of agricultural machinery. Moscow: Kolos, 1984. 335 p.
3. Khafizov K.A., Khafizov R.N., Adigamov N.R. The main directions of technical service development in the agricultural complex of Tatarstan. Herald of Kazan State Agrarian University. -Publishing House of Kazan SAU, vol. 9, 2014, № 4 (34), pp. 95-102.
4. Galiev. I.G. Increase of efficiency of tractors operation taking into account conditions of their functioning. Kazan: Publishing House of Kazan State University, 2002. 204 p.
5. Volkov M.K. Research and improvement of the methods of obtaining reliable information about the failures of agricultural machinery: Abstract of the candidate of technical sciences. Chelyabinsk, 1982. 18 p.
6. OST 70.2.8-82. Tests of agricultural machinery. Reliability. Collection and processing of information.
7. Galiev I.G. Management of the equipment efficiency taking into account the conditions of agrarian production. Bulletin of the Kazan State Agrarian University, № 1 (5). 2007, pp. 87-88.

АДАПТАЦИЯ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ РАСТИТЕЛЬНО-МИНЕРАЛЬНОГО ТОПЛИВА

Голубев С. В.,

кандидат экономических наук, доцент

Голубев В. А.,

кандидат технических наук, доцент

Молочников Д. Е.,

кандидат технических наук, доцент

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ тел. 8(8422) 55-95-35,
golubevugsha@mail.ru

Ключевые слова: альтернативные виды топлива, биотопливо, смесевое растительно-минеральное топливо, топливная система дизеля, смеситель.

Аннотация. Описан один из способов обеспечения рабочего процесса дизеля при использовании биотоплива в качестве добавки к минеральному дизельному топливу.

В современных условиях большое количество научно-исследовательских центров и моторостроительных корпораций проводят многочисленные исследования по поиску альтернативных топлив, имеющих целью экономию топлива и снижение экологически вредных выбросов двигателями внутреннего сгорания [1]. В то же время, замена жидких углеводородных топлив новыми альтернативными возобновляемыми видами, позволяет повысить энергетическую независимость и безопасность без исключения любой страны.

Особое место среди альтернативных источников энергии занимает моторное топливо из биологического сырья – биотопливо. Однако высокие показатели

плотности и вязкости получаемого из него растительного масла, которые значительно превышают одноименные показатели минерального дизельного топлива (ДТ), затрудняют их использование в качестве моторного топлива для дизеля.

Наиболее простой и доступный способ использования растительных масел – в качестве добавки к минеральному дизельному топливу [2, 3]. Такая смесь получила название дизельное смесевое растительно-минеральное топливо (ДСТ).

Обеспечить работу дизеля на смесевом топливе позволит разработанная топливная система дизеля Д-245 (рисунок 1 а). ДТ из бака, за счет разрежения создаваемого топливоподкачивающим насосом (ТПН) 5, поступает в смеситель 15 через фильтр грубой очистки 3, где к нему подмешивается заданная порция растительного масла, поступающая из бака 11 через фильтр 13 и дозатор 14. Полученное в смесителе ДСТ подается через фильтр тонкой очистки 4 ТПН 5 в топливный насос высокого давления 6 и далее форсунками 9 впрыскивается в цилиндры двигателя. Прохождение ДСТ через фильтр тонкой очистки повышает ее однородность.

Основным элементом предлагаемой системы является смеситель (рисунок 1 б). Смеситель содержит корпус 2 с интегрированным в него с возможностью вращения смесительным элементом 3 имеющего вход 5 для ДТ, вход 6 для подачи РМ и выпускным отверстием 8 для выхода ДСТ. Значение зазора 18 между корпусом 2 и элементом 3 может изменяться за счет движения по стрелке 7. Отверстия 5 и 6 расположены со смещением относительно друг друга, за счет чего поступающие компоненты тщательно перемешиваются в желаемых количественных пропорциях. Элемент смешивания 3 в районе отверстий 5,6 для входа компонентов смешивания подразумевает цилиндрическую область 9 с ребрами 11. Ребра 12 на поверхности корпуса 10 располагаются между ребрами на смесительном элементе 3. За счет взаимодействия ребер 11 и 12 достигается рассекание потоков жидкости и усиление эффекта перемешивания.

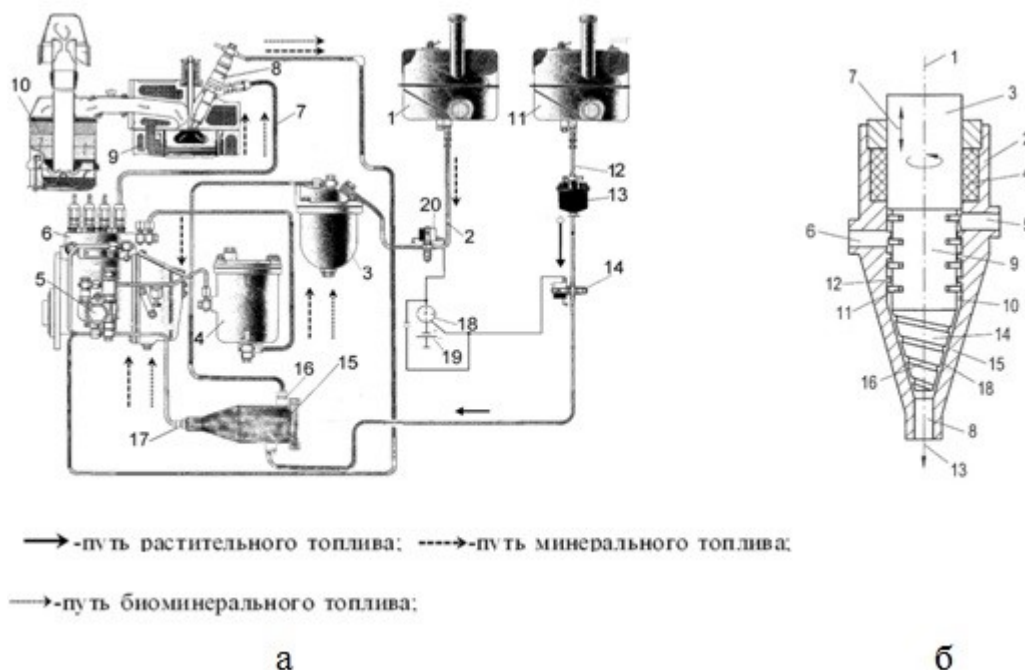


Рисунок 1 – Топливной система дизеля: а - схема топливной системы; б - схема смесителя (пояснения в тексте)

К выходу смесевое топлива 8 смесительный элемент из области 9 переходит в область 14 коническую, так же как область 15 корпуса 2 смесителя топлива. В нижней 14 части смесительного элемента имеются нарезные каналы 16 расположенные под углом относительно оси 7. При транспортировке потоков от входов 5 и 6 постоянно изменяется градиент сдвига и зазор 18.

Лабораторные исследования, проведенные на стенде КИ-22205, показали, что предлагаемая система питания дизеля пригодна для адаптации дизельного двигателя к использованию растительно-минеральных топлив.

Качество перемешивания ДСТ (степень перемешивания) в топливной системе оценивалось коэффициентом однородности смеси, который вычислялся по формуле [4]:

$$K_{oc} = \left(1 - \frac{S}{\bar{X}}\right) \cdot 100\% , \quad (1)$$

где S - среднеквадратическое (стандартное) отклонение содержания РМ в пробах ДСТ; \bar{X} - среднее значение содержания РМ в пробах ДСТ.

Стандартное отклонение вычислялось по формуле:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n_i} (x_i - \bar{x})^2}, \quad (2)$$

где x_i – содержания РМ в i - пробе ДСТ; n - число проб.

Результаты расчетов, представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты оценки качества перемешивания ДСТ

Показатели	Объемная подача топлива ТНВД, см ³ /мин									
	318					126				
	Номер измерения					Номер измерения				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Содержание РМ, (x_i)	0,50	0,50	0,49	0,49	0,48	0,48	0,51	0,51	0,49	0,54
Стандартное отклонение (S)	0,81					0,025				
Коэффициент вариации (V)	0,017					0,049				
K_{oc}	98,3					95,1				

Результаты исследований показывают, что по качеству перемешивания полученное в адаптированной топливной системе дизельное смесевое растительно-минеральное топливо пригодно для эффективной работы дизельного двигателя. Анализ полученных значений коэффициента однородности показывает, что с увеличением расхода топлива, растительно-минеральное топливо становится более однородным.

Библиографический список

1. Голубев, В.А. Экологические показатели работы дизеля на растительно-минеральном топливе / В.А. Голубев // Материалы V Международной научно-практической конференции «Аграрная наука и образование на современном этапе развития: Опыт, проблемы и пути их решения» - Ульяновск: ГСХА им. П.А. Столыпина, 2013, т. II. – С. 243-247.

2. Голубев, В.А. Использование растительных масел в качестве биокомпонента дизельных смесевых топлив // Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения: Материалы III Международной НПК. – Ульяновск: УГСХА, 2011. - С. 225-229.

3. Уханов, А.П. Перспективы использования биотоплива из горчицы / А.П. Уханов, В.А. Голубев // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011. – № 1 (13). – С. 88-90.

4. Голубев, Владимир Александрович. Эффективность использования тракторного агрегата при работе на горчишно-минеральном топливе. 05.20.03 – технологии и средства обслуживания в сельском хозяйстве, 05.20.01 - технологии и средства механизации сельского хозяйства : дис. ... канд. техн. наук / В.А. Голубев. - Пенза, 2012. – 176 с.

Adaptation of the diesel engine to use vegetative mineral fuel

Golubev S.V., Golubev V.A., Molochnikov D.E.

Keywords: Keywords: alternative fuels, biofuel, mixed vegetable and mineral fuel, diesel fuel system, mixer.

Abstract. One of the ways to ensure the working process of a diesel engine using biofuel as an additive to mineral diesel fuel is described.

УДК 621.43:681.51

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ СМЕШАННОГО ТИПА

Гусев Д. А.,

кандидат технических наук, старший преподаватель
ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет»,
450001, Уфа, ул. 50-летия Октября, 34, e-mail: d-a-gusev@yandex.ru.

Ключевые слова: численные исследования, теплоноситель смешанного типа, тепловая подготовка, моделирование, экспериментальная проверка.

Аннотация. В данной статье предлагается методика моделирования процесса образования теплоносителя смешанного типа, позволяющая определить условия, необходимые для получения теплоносителя с заданными параметрами, так же приведена экспериментальная проверка предложенной методики при помощи разработанной универсальной экспериментальной установки, определены некоторые геометрические параметры системы тепловой подготовки.

Для большинства регионов Российской Федерации характерны низкие температуры окружающей среды в зимний период. Это обуславливает проблемы в эксплуатации подвижного состава. Наиболее эффективным способом снижения рисков отказов техники является её хранение в отапливаемых помещениях [1], однако организация такого способа требует больших капиталовложений. Поэтому большое количество техники хранится на открытых площадках или в неотапливаемых ангарах, следовательно проблема подготовки техники к эксплуатации в условиях низких температур является актуальной.

Наиболее очевидным способом подготовки техники к эксплуатации является тепловая подготовка – повышение температуры агрегатов техники от внешних источников тепла до значений, позволяющих обеспечить нормальный режим работы агрегатов [2,6]. Современным средством тепловой подготовки является устройство, обогревающее потоком горячих газов, использующее жидкое топливо [2,3].

Высокой эффективностью обладает разработанная авторами из Башкирского ГАУ система тепловой подготовки, использующая теплоноситель смешанного типа. К преимуществам такой системы относятся уменьшенное время нагрева агрегатов, снижения вероятности термических повреждений деталей. Для формирования теплоносителя смешанного типа большое значение имеет дозирование воды в поток горячих газов в зависимости от внешних условий и требуемой температуры теплоносителя.

Авторами предложен способ определения количества воды, подаваемой в поток горячих газов. Наиболее применимым программным комплексом, пригодным для решения подобных задач является FlowVision [5]. Для его реализации разработана математическая модель процесса движения частиц воды в воздушном потоке газозвушной смеси (ГВС) с учётом испарения, которая решается конечно-разностным методом [7,8]. Для моделирования заданы следующие начальные условия: температура ГВС на входе в жаровую трубу – 550°С, температура окружающей среды минус 40°С, длина подающего патрубка – 1,5 м.

На рисунке 1 представлены результаты моделирования процесса образования теплоносителя смешанного типа (ТСТ) устройством впрыска воды в составе объемного обогревателя Терммикс 15Д-24.

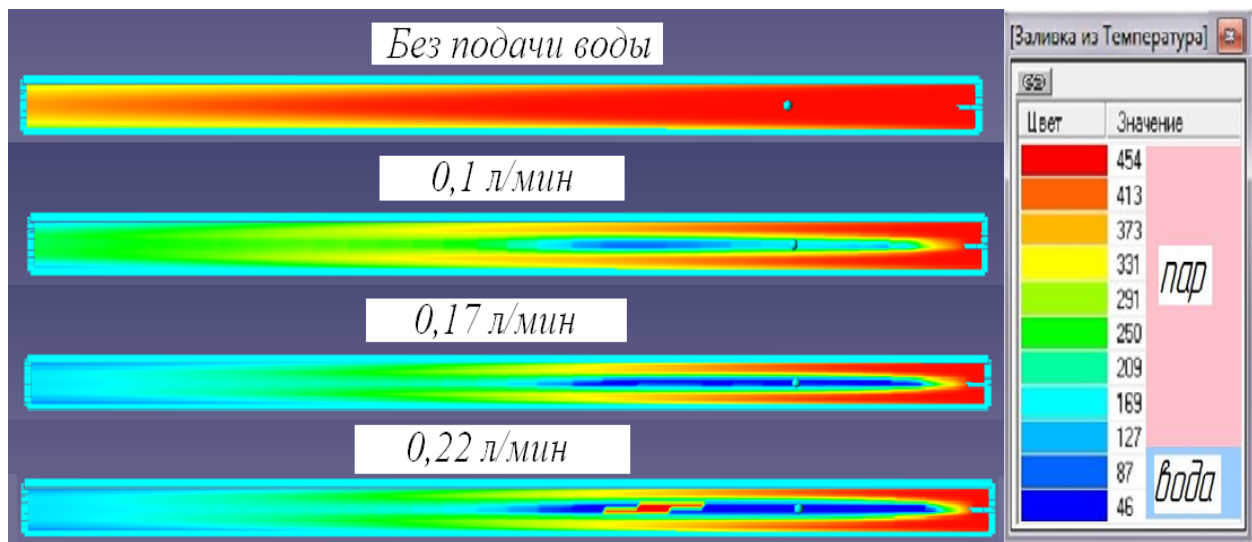


Рисунок 1 – Результаты моделирования процесса образования теплоносителя смешанного типа парогенератором в составе объемного обогревателя

По рисунку 1 видно, что температура потока теплоносителя зависит от подачи воды в поток ГВС. При увеличении подачи воды, температура ГВС снижается. Если без добавления воды, средняя температура потока ГВС на выходе из подающего патрубка составляла около 400°С, при подаче воды 0,05 л/мин, температура снизилась до 320°С, а при при подаче 0,17 л/мин температура теплоносителя снизилась до 150°С. Уже при подаче 0,22 л/мин температура теплоносителя падает до 127...130°С и наблюдаются отдельные капли в потоке ГВС. По результатам численного исследования выявлено, что в заданных условиях

наиболее оптимальным значением подачи воды является 0,17 л/мин, так как при этом обеспечивается максимальное снижение температуры теплоносителя без существенной потери эффективности средства тепловой подготовки.

Таким образом, предложенный метод позволяет находить оптимальный расход воды, для получения теплоносителя с заданными свойствами в различных условия и режимах работы обогревателя. Так как численные реализации представляют собой аппроксимации реальных процессов, они нуждаются в оценке степени достоверности путем общеизвестных процедур верификации и валидации.

Для проверки результатов проведённого численного моделирования построена экспериментальная установка [4], внешний вид и схема работы которой показана на рисунке 2 и разработана методика определения минимальной длины подающего патрубка и расхода воды на образование теплоносителя смешанного типа.

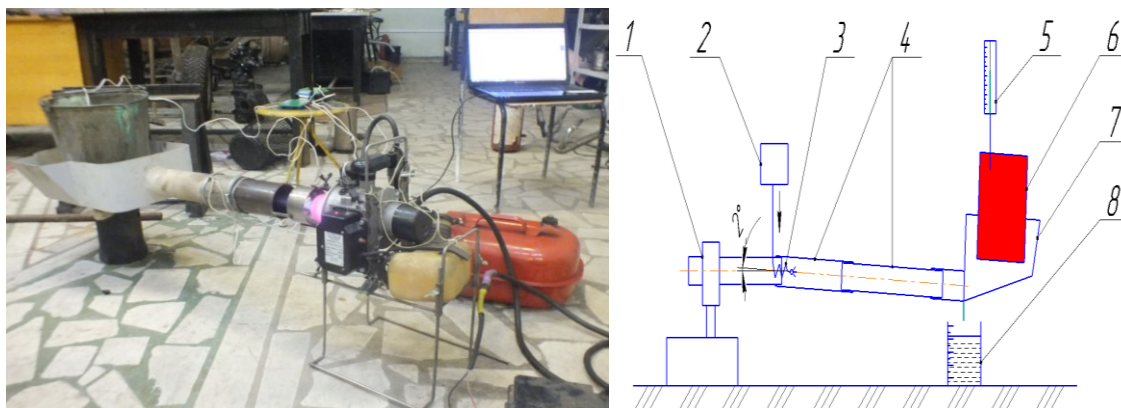


Рисунок 2 – Экспериментальная установка для исследования процесса образования теплоносителя смешанного типа:

1 – обогреватель жидкостный; 2 – градуированный бачок с водой; 3 – установлено устройство впрыскивания воды с распылителем; 4 – патрубок секционный; 5 – термометр; 6 – нагреваемый объект; 7 – направляющее устройство; 8 – мерная ёмкость

Образование теплоносителя смешанного типа зависит от времени, за которое ГВС в смеси с паром и каплями воды проходит по подающему патрубку к направляющему устройству. Однако, на разных режимах работы обогревателя скорость потока ГВС и его температура меняются. Исходя из этого, необходимо

определить минимальную длину подающего патрубка, при которой будет обеспечено стабильное образование ТСТ, а так же выявить зависимость расхода воды на образование ТСТ от режима работы обогревателя.

Для этого была спроектирована экспериментальная установка для исследования процесса образования теплоносителя смешанного типа, схема которой показана на рисунке 2. В жидкостный обогреватель с изменяемым режимом работы 1 установлено устройство впрыскивания воды с распылителем 3, в который подаётся вода из градуированного бачка 2. Секционная труба 4, длина которой изменяется соединена с жаровой трубой. В направляющем 7 устройстве установлен нагреваемый объект 6, имитирующий агрегат автотракторной техники, температура нагреваемого объекта измеряется термометром 5. Излишки воды, вышедшей из секционной трубы, поступают в мерную ёмкость 8. Цель эксперимента – определение оптимальных параметров состава теплоносителя (соотношения горячих газов и воды). Результаты эксперимента с изменением длины секционного патрубка приведены в таблице 1.

Таблица 1 Зависимость объёма излишков воды, при образовании ТСТ от тепловой мощности и размеров подающего патрубка (расход воды, подаваемой в поток ГВС 0,173 л/мин).

Тепловая мощность Р, кВт	Длина, м				
	0	0,5	1,0	1,5	2,0
3,4	0,41	0,351	0,151	0,049	0
7,5	0,351	0,32	0,092	0,02	0
9,4	0,27	0,20	0,04	0	0
10,4	0,16	0,16	0,03	0	0
11,5	0,11	0,04	0,01	0	0
14,5	0,05	0	0	0	0

Значения, полученные в результате эксперимента представлены графически, в виде трёхмерной диаграммы на рисунке 3.

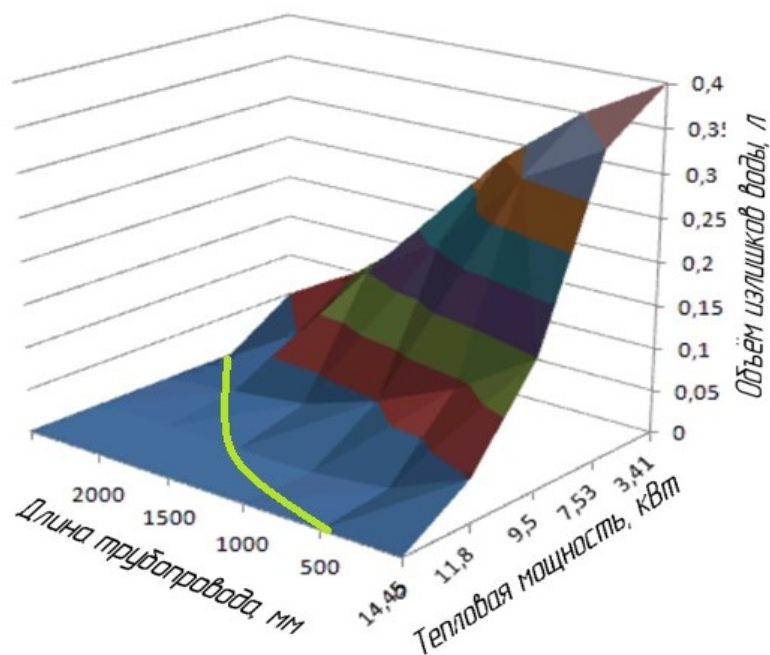


Рисунок 3 – Объем воды, не пошедшей на парообразование в зависимости от длины подающего патрубка и тепловой мощности

По результатам исследования выявлено, что минимальная длина подающего патрубка должна быть не менее 1,5 м. При таких значениях длины подающего патрубка система тепловой подготовки компактна, излишки воды невелики (0...0,01 л/мин.). Кроме того, излишки наблюдаются только на режимах малой (до 40 – 50% от номинальной мощности). Это позволяет сделать вывод о правильности предлагаемой методике моделирования процесса образования ТСТ.

Далее на установке (рисунок 2) был произведён эксперимент, с условиями, аналогичными расчётным, (температура ГВС на входе в жаровую трубу – 550°C, температура окружающей среды минус 40°C, длина подающего патрубка – 1,5 м), В результате эксперимента получено значение оптимального расхода воды, равное 0,173 л/мин.

На рисунке 4 графически показаны значения расходов воды, при которых обеспечиваются требуемая температура теплоносителя при различных значениях температуры воздуха для обогревателя, работающего в режиме максимальной тепловой мощности, полученные с использованием предложенной методики моделирования процесса, и произведено сравнение с данными, полученными экспериментально.

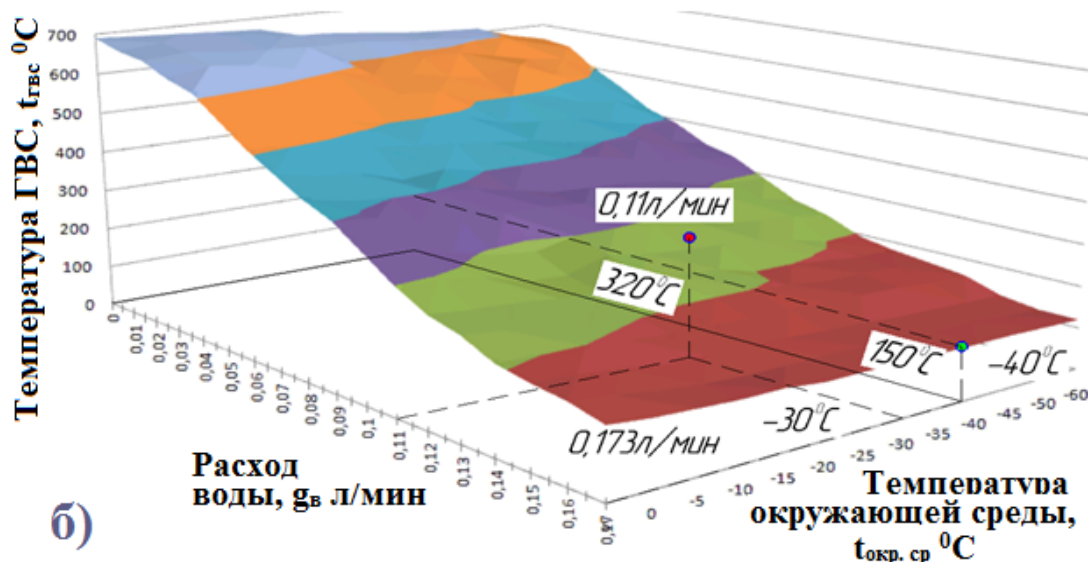
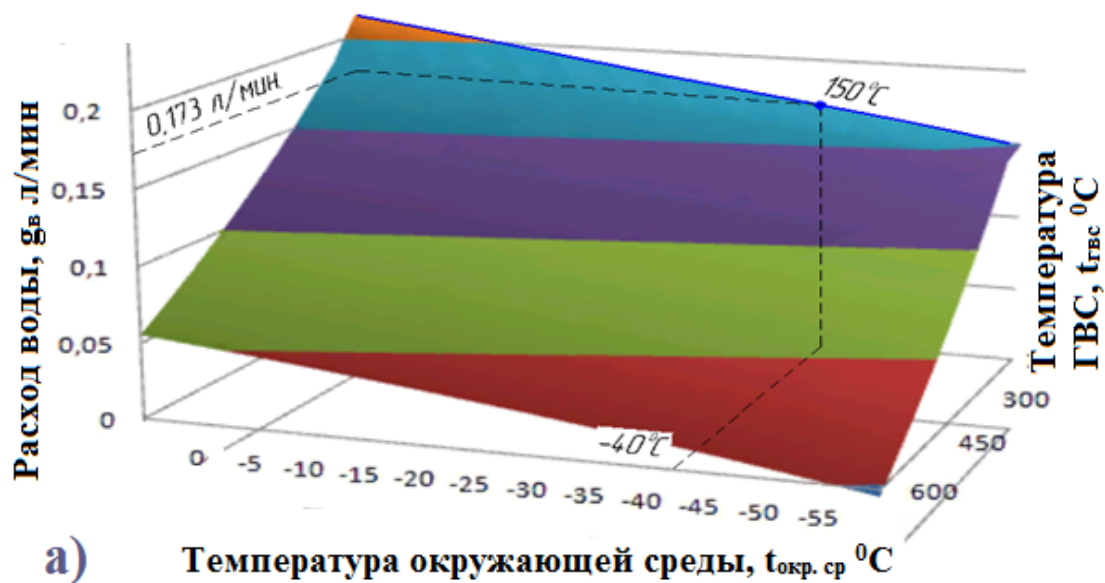


Рисунок 4 – Теоретические зависимости потребной массы воды для обеспечения заданной температуры ГВС (а) и получаемой температуры ГВС от расхода воды (б) при различной температуре окружающей среды и сравнение с экспериментальными данными.

Таким образом, установлена возможность изменения температуры потока теплоносителя путём подмешивания наружного воздуха и воды (водяного пара) в ГВС, для достижения требуемой температуры теплоносителя, равной 150°C

Данные, полученные путем моделирования, были проверены в ходе экспериментальных исследований. Таким образом, предложенная методика моделирования процесса образования ТСТ позволяет определить необходимые режимы

работы обогревателя и устройства подачи воды для обеспечения требуемых параметров теплоносителя в различных условиях.

Библиографический список

1 Неговора А.В., Гусев Д.А. Повышение надёжности агрегатов трансмиссии //Состояние, проблемы и перспективы развития АПК. Материалы международной научно – практической конференции, посвящённой 80-ти летию ФГБОУ ВПО БГАУ. Министерство сельского хозяйства РФ, РБ, Башкирский ГАУ. 2010. № 2. С. 37-39.

2 Неговора А.В., Гусев Д.А. Обоснование конструктивно – режимных параметров предпускового подогревателя // Труды ГОСНИТИ. 2016. Т. 125. С. 90-96.

3 Неговора А.В., Гусев Д.А. Повышение эффективности работы предпускового подогрева двигателя // Проблемы и перспективы развития инновационной деятельности в агропромышленном производстве Материалы всероссийской научно-практической конференции в рамках XVII Международной специализированной выставки "агрокомплекс-2007. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Министерство сельского хозяйства Республики Башкортостан, Башкирский государственный аграрный университет, ОАО "Выставочный комплекс "Башкортостан", Башкирская выставочная кампания. 2007. С. 84-86.

4 Гусев Д.А. Установка для оценки эффективности и определения параметров смешанного теплоносителя // Инженерное обеспечение в АПК, научный сборник. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации, Министерство образования Республики Башкортостан, ФГБОУ ВО «Башкирский государственный аграрный университет», механический факультет. уфа, 2015. с. 37-40.

5 Ахметьянов И.Р. Предварительный нагрев материала при сушке // Пути повышения эффективности АПК в условиях вступления России в ВТО материалы международной научно-практической конференции (к XIII международной специализированной выставке "АГРО-2003"). 2003 с. 225-227.

6 Каримов Х.Т., Масалимов И.Х. Перспективное использование ИК-энергии и вакуума // Стратегические задачи аграрного образования и науки Материалы Международной научно-практической конференции. 2015 С. 170-171.

7. Минасова Н.С., Тархов С.В., Тархова Л.М. Модели формирования и практическая реализация скомпилированных учебных модулей в системе электронного обучения // Открытое образование. 2006. № 5. С. 21-29.

8. Муфтеев В.Г., Марданов А.Р., Семенов А.С., Урманов В.Г. Подготовка nurbs шаблонов аналитических кривых в Mathematica + Faircurvemodeler для САД-систем // Совершенствование конструкции, эксплуатации и технического сервиса автотракторной и сельскохозяйственной техники Материалы Международной научно-практической конференции. 2013. С. 275-282.

Modeling of the parameters of the mixed-type heat coolant.

Gusev D.A.

Keywords: numerical researches, the heat-carrier of the mixed type, thermal preparation, modeling, experimental check.

Abstract. In this paper, we propose a technique for modeling the formation of a mixed-type coolant, which makes it possible to determine the conditions necessary for obtaining a coolant with given parameters, as well as an experimental verification of the proposed technique with the help of the universal experimental setup developed, and certain geometric parameters of the thermal preparation system.

УДК 631.37

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОТСТАИВАНИЯ ВОДЫ В ОТРАБОТАННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ МАСЛАХ

Замальдинов М. М.,

кандидат технических наук, доцент

тел. 8(8422) 55-95-97, zamaldinov.marat@mail.ru

Яковлев С. А.,

кандидат технических наук, доцент
тел. 8(8422) 55-95-97, jakseal@mail.ru

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Замальдинова Ю. М.,
студентка 1 курса, факультета физико-математического и технологического образования ФГБОУ ВО Ульяновского ГПУ
zamaldinova17@gmail.com

Ключевые слова: отстаивание, микрочастицы воды, масляная среда.

Аннотация. В статье рассматривается теоретическое обоснование процесса отстаивания микрочастиц воды в отработанных минеральных маслах. Выделение микрочастиц воды в отработанных минеральных маслах в процессе отстаивания основано на разности удельных весов воды и масла. Осаждение микрочастиц воды происходит под действием силы тяжести и подчиняется закону падения тел небольшого размера в масляной среде.

Эффективность отстаивания снижается присутствующими в маслах моющими и диспергирующими присадками, которые препятствуют перемещению частиц загрязнений и коагуляции микрочастиц воды [1, 2, 3].

Выделение частиц воды из отработанных минеральных масел в процессе отстаивания основано на разности удельных весов воды и масла.

На осаждение микрочастиц воды $\kappa_в$ в масляной среде, в гравитационном поле действуют силы, представленные на рисунке 1.

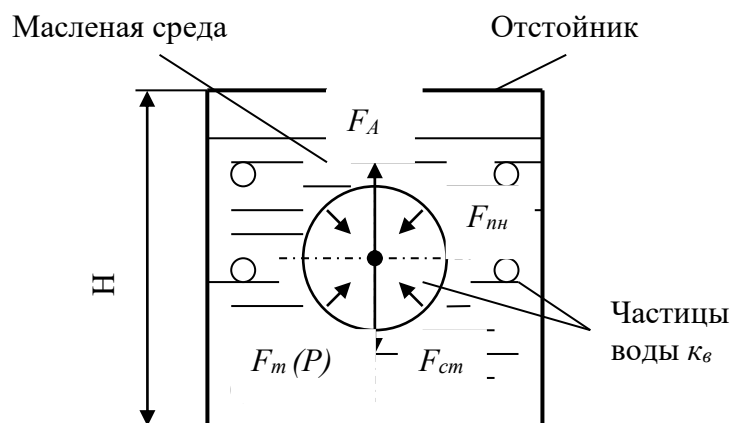


Рисунок 1 – Силы, действующие на частицы воды в масляной среде

Значениями сил поверхностного натяжения F_{nn} пренебрегаем, в виду их незначительности.

Закономерности гравитационного отстаивания водных примесей, рассматриваем применительно к ламинарному режиму движения осаждающих частиц. В этом случае скорость осаждения v_{oc} микрочастицы воды k_6 рассчитывается по формуле:

$$v_{oc} = \frac{F_{cm}}{r_{чв} \cdot \mu}, \quad (1)$$

где F_{cm} – сила сопротивления осаждению частиц, Н; $r_{чв}$ – радиус микрочастицы воды, м; μ – коэффициент динамической вязкости масляной среды.

Более точное значение скорости осаждения v_{oc} можно определить с учетом геометрических параметров масляной среды:

$$v_{oc} = \frac{F_{cm}}{6 \cdot \pi \cdot r_{чв} \cdot \mu}, \quad (2)$$

где $\frac{1}{6 \cdot \pi}$ – коэффициент, учитывающий геометрию потока масляной среды; $6 \cdot \pi \cdot r_{чв} \cdot \mu$ – молекулярный коэффициент трения.

Сила сопротивления F_{cm} осаждению микрочастицы воды определяется как разность двух сил:

$$F_{cm} = F_m - F_a, \quad (3)$$

где F_m – сила тяжести частиц, Н; F_a – Архимедова сила, Н.

Сила тяжести F_m рассчитывается по формуле:

$$F_m = m_6 \cdot r_{чв}. \quad (4)$$

Архимедова сила F_a :

$$F_a = \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r_{чв}^3 \cdot \rho_M, \quad (5)$$

Согласно известным закономерностям, подставив в формулу (3) и сделав соответствующие преобразования, значения сил F_{cm} , F_m и F_a , имеем:

$$\frac{v_{oc} \times d_{чв} \times \rho_в}{\mu} = \frac{1}{18} \times \frac{g \times d_{чв}^3 \times (\rho_в - \rho_M)}{\gamma^2 \times \rho_M} \quad (6)$$

Так как $\gamma = \frac{\mu}{\rho}$, определяем скорость осаждения микрочастиц воды:

$$v_{oc} = \frac{1}{18} \cdot \frac{g \cdot d_{чв}^2 \cdot (\rho_в - \rho_м)}{\mu} = \frac{g \cdot d_{чв}^2 \cdot (\rho_в - \rho_м)}{18 \cdot \mu}, \quad (7)$$

где $d_{чв}$ – диаметр микрочастицы воды, м; γ – кинематическая вязкость масляной среды, мм²/с; $\rho_в$ и $\rho_м$ – соответственно плотность воды и масла, кг/м³; g – ускорение свободного падения, м/с².

Скорость разделяемости масляной среды будет зависеть от объема содержания в ней микрочастиц воды ($V_в$). Введя данный параметр и сделав преобразование формулы (7), в окончательном виде теоретическая скорость осаждения микрочастиц воды будет иметь вид:

$$v_{oc}^T = \frac{\Delta \cdot d_{чв}^2 \cdot g \cdot V_в}{18 \cdot \mu} \quad (8)$$

Скорость осаждения микрочастиц воды в масляной среде, определяемая эмпирическим путем, будет имеет следующий вид:

$$v_{pn}^э = \frac{g^{0,5} \times d_{чв}^{2,5} \times \gamma_м^{0,5} \times \Delta \times V_в}{\rho_м \times \sigma}, \quad (9)$$

где Δ – разность плотностей воды и масла; σ – коэффициент поверхностного натяжения; $\gamma_м$ – кинематическая вязкость масляной среды, мм²/с.

Анализируя теоретическую зависимость скорости осаждения микрочастиц воды в масле, можно сделать вывод: чем меньше вязкость масляной среды, т.е. чем выше ее температура, тем скорость осаждения выше. Скорость осаждения микрочастиц воды находится в прямой зависимости от размеров микрочастиц воды. В масляной среде осаждение микрочастиц воды размером 50 мкм и меньше, в гравитационном поле, в обычных условиях не происходит [4, 5, 6].

Процесс разделения микрочастиц воды в масле можно ускорить путем добавления поверхностно-активных веществ (ПАВ), которые представляют собой производные углеводородных соединений (спирты, фенолы и соли щелочей) [7].

Ускорение этого процесса происходит за счет оседания микрочастиц воды на молекулах ПАВ в масляной среде. Трение между ними снижается, а скорость осаждения микрочастиц воды увеличивается.

Библиографический список

1. Сафаров К.У. [Восстановление моторных масел ступенчатым методом](#) / К.У. Сафаров, В.М. Холманов, М.М. Замальдинов // [Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии](#). - Ульяновск: ГСХА, 2000. №3. С. 84-87.
2. Сафаров К.У. [Экспресс-метод определения содержания топлива в моторном масле](#) / К.У. Сафаров, В.М. Холманов, М.М. Замальдинов // [Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии](#). - Ульяновск: ГСХА, 2000. №3. С. 77-78.
3. Сафаров К.У. [Исследование повышения качества моторных масел](#) / К.У. Сафаров, В.М. Холманов, М.М. Замальдинов // [Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии](#). - Ульяновск: ГСХА, 2000. №3. С. 65-67.
4. Холманов В.М. [Определение оптимального режима работы гидроциклона](#) / В.М. Холманов, М.М. Замальдинов // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «[Современное развитие АПК: региональный опыт, проблемы, перспективы](#)». - Ульяновск: ГСХА, 2005. С. 261-263.
5. Замальдинов М.М. [Математическое описание процесса выпаривания](#) / М.М. Замальдинов, К.У. Сафаров // Материалы III-й Международной научно-практической конференции «[Молодежь и наука XXI века](#)». - Ульяновск: ГСХА, 2010. С. 37-41.
6. Замальдинов М.М. [Математическое описание процесса центрифугирования](#) / М.М. Замальдинов, К.У. Сафаров // Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых «[Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России](#)». - Ульяновск: ГСХА, 2010. С. 138-140.

7. Колокольцев С.А. Очистка и частичное восстановление эксплуатационных свойств отработанных моторных минеральных масел применением модульной установки / С.А. Колокольцев, М.М. Замальдинов // Развитие агропромышленного комплекса юга России: сборник тезисов. – Анапа: Анапский филиал Кубанского Аграрного Университета, 2013. С. 109-113.

Theoretical justification of process of sedimentation of water in the waste mineral oils

Zamaldinov M. M., Yakovlev S. A., Zamaldinova J. M.

Keywords: sedimentation, micro-particles of water, oily environment.

Abstract. The article deals with the theoretical justification of the process of settling microparticles of water in waste mineral oils.

The separation of microparticles of water in waste mineral oils in the sedimentation process is based on the difference between the specific weights of water and oil. The deposition of microparticles of water occurs under the influence of gravity and is subject to the law of falling bodies of small size in an oil medium.

УДК 631.37

**ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОТСТАИВАНИЯ
МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ В ОТРАБОТАННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ
МАСЛАХ**

Замальдинов М. М.,

кандидат технических наук, доцент ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ
тел. 8(8422) 55-95-97, zamaldinov.marat@mail.ru

Замальдинова Ю. М.,

студентка 1 курса, факультета физико-математического и технологического образования, ФГБОУ ВО Ульяновский ГПУ
zamaldinova17@gmail.com

Ключевые слова: отстаивание, частица, механические примеси.

Аннотация. В статье рассматривается теоретическое обоснование процесса отстаивания механических примесей в отработанных минеральных маслах. Закономерности процесса отстаивания механических примесей, находящиеся в постоянном агрегатном состоянии в масляной среде, кроме случая их соединения в коагулянты различного размера, сходны с процессом выделения микрочастиц воды из масляной среды в гравитационном поле.

Закономерности процесса отстаивания механических частиц, которые находятся в постоянном агрегатном состоянии в отработанных минеральных маслах, схожи с процессом выделения частиц воды из масляной среды в гравитационном поле. Ввиду того, что микрочастицам воды свойственно входить в контакт с присадками и при этом преобразовываться в новое качественное состояние, а также при определенных температурах подвергаться испарению, поэтому в процессе разделения масляной среды и механических примесей есть некоторые особенности [1, 2, 3].

Механические частицы, процессе осаждения в масляной среде, находятся под действием сил представленных на рисунке 1: $F_m(P)$ – силы тяжести (вес) частицы, Н; F_a – Архимедовой силы, Н; F_{cm} – силы сопротивления осаждению частиц примесей, Н.

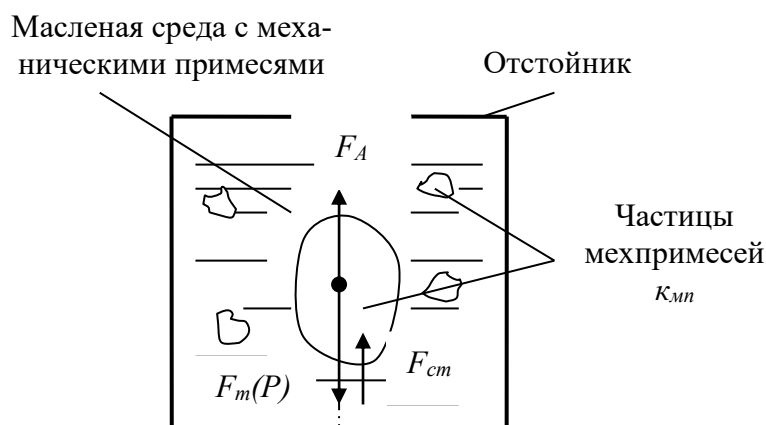


Рисунок 1 – Силы, действующие на механические частицы в масляной среде в гравитационном поле

Так как осаждение механических частиц проходит при постоянной скоростью, то условие равновесия частиц в гравитационном поле будет иметь следующий вид:

$$F_m - F_{cm} - F_a = 0. \quad (1)$$

При этом:

$$\begin{aligned} F_m &= m_{\text{ч}} \cdot r_{\text{ч}}; \\ F_{cm} &= 6 \cdot \pi \cdot r_{\text{ч}} \cdot v_{oc} \cdot \gamma \\ F_a &= \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r_{\text{ч}}^3 \cdot \rho_M, \end{aligned} \quad (2)$$

где $m_{\text{ч}}$ - масса частицы загрязнений, кг; $r_{\text{ч}}$ - радиус частицы механической примеси, м; v_{oc} - скорость осаждения частиц, м/с.

Подставив выражения (2) в уравнение (1), получим:

$$m_{\text{ч}} \cdot r_{\text{ч}} - 6 \cdot \pi \cdot r_{\text{ч}} \cdot v_{oc} \cdot \gamma - \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r_{\text{ч}}^3 \cdot \rho_M = 0. \quad (3)$$

Из уравнения (3) определим скорость осаждения частицы:

$$v_{oc} = \frac{2 \cdot r_{\text{ч}}^2}{9 \cdot \gamma} \cdot (\rho_{\text{ч}} - \rho_M), \quad (4)$$

Ввиду того, что кинематическая вязкость γ зависит от начальной и конечной температуры масляной среды, выразим соотношением:

$$\gamma_K = \gamma_H \cdot \left(\frac{T_K}{T_H} \right)^k, \quad (5)$$

где γ_K - конечная вязкость масла, мм²/с; γ_H - начальная вязкость масла, мм²/с; T_K и T_H - конечная и начальная температуры, К; k - коэффициент, определяющийся опытным путем (для отработанного минерального масла - $2,53 \leq k < 3,27$).

Плотность частицы механических примесей тоже зависит от температуры:

$$\rho_{\text{ч}} = \frac{\rho_{\text{ч}}^0}{1 - \beta \cdot t}, \quad (6)$$

где $\rho_{\text{ч}}^0$ - исходная плотность частиц механических примесей, кг/м³; β - коэффициент объемного расширения материала частиц; t - температура частицы относительно начального состояния (t_H).

Подставив значения выражений (5) и (6) в уравнение (4), скорость осаждения частиц механических примесей, примет следующий вид:

$$v_{oc} = \frac{2 \cdot r_{\text{ч}}^2 \cdot \left[\frac{\rho_{\text{ч}}^0}{1 + \beta \cdot t} - \rho(t) \right]}{9 \cdot \gamma_{\text{н}} \cdot \left(\frac{T_{\text{к}}}{T_{\text{н}}} \right)^k} \quad (7)$$

Фактическая скорость осаждения частиц механических примесей будет меньше расчетной по формуле (7). Это объясняется тем, что происходит обволакивание частиц механических примесей смолистыми составляющими масляной среды, а также конвекционными потоками масляной среды. Данный процесс можно сбалансировать введя обобщенный коэффициент $k_{об}$, который будет являться функцией некоторой постоянной величины $C_{\text{к}}$ и размера частиц механических примесей:

$$k_{об} = C_{\text{к}} - d_{\text{ч.нр}}, \quad (8)$$

где $d_{\text{ч.нр}}$ – диаметр частиц механических примесей, м.

Скорость осаждения частиц механических примесей будет зависеть от объемного их содержания в масляной среде – $V_{\text{нр}}$.

С учетом всех представленных факторов, окончательно скорость осаждения частиц механических примесей примет следующий вид:

$$v_{oc} = \frac{2 \cdot r_{\text{ч}}^2 \cdot \left[\frac{\rho_{\text{ч}}^0}{1 + \beta \cdot t} - \rho(t) \right] \cdot V_{\text{нр}}}{9 \cdot \gamma_{\text{н}} \cdot \left(\frac{T_{\text{к}}}{T_{\text{н}}} \right)^k \cdot k_{об}}, \quad (9)$$

В связи с этим можно сделать следующий вывод. При повышении температуры масляной среды до 80...100⁰С, происходит сокращение длительности осаждения частиц механических примесей в 2...3 раза.

Процесс осаждения частиц механических примесей в отработанных минеральных маслах в гравитационном поле при обычных температурах недостаточно эффективен. При обычных условиях процесс осаждения частиц механических примесей может длиться от одних суток до нескольких месяцев.

Библиографический список

1. Сафаров К.У. Восстановление моторных масел ступенчатым методом / К.У. Сафаров, В.М. Холманов, М.М. Замальдинов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - Ульяновск: ГСХА, 2000. №3. С. 84-87.
2. Сафаров К.У. Исследование повышения качества моторных масел / К.У. Сафаров, В.М. Холманов, М.М. Замальдинов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - Ульяновск: ГСХА, 2000. №3. С. 65-67.
3. Замальдинов М.М. Математическое описание процесса выпаривания / М.М. Замальдинов, К.У. Сафаров // Материалы III-й Международной научно-практической конференции «Молодежь и наука XXI века». - Ульяновск: ГСХА, 2010. С. 37-41.
4. Замальдинов М.М. Математическое описание процесса центрифугирования / М.М. Замальдинов, К.У. Сафаров // Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых «Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России». - Ульяновск: ГСХА, 2010. С. 138-140.
5. Колокольцев С.А. Очистка и частичное восстановление эксплуатационных свойств отработанных моторных минеральных масел применением модульной установки / С.А. Колокольцев, М.М. Замальдинов // Развитие агропромышленного комплекса юга России: сборник тезисов. – Анапа: Анапский филиал Кубанского Аграрного Университета, 2013. С. 109-113.

The theoretical substantiation of the process of settling of mechanical impurities in waste mineral oils

Zamaldinov M. M., Zamaldinova J. M.

Keywords: sedimentation, particle, mechanical impurities.

Abstract. The article deals with the theoretical justification of the process of sedimentation of mechanical impurities in waste mineral oils. The regularities of the process of sedimentation of mechanical impurities, which are in a constant aggregate state in an oil medium, except for the case of their connection to coagulants of various sizes, are similar to the process of isolation of microparticles of water from the oil medium in the gravitational field.

УДК 33.330.36

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНИКИ В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Каратаева О. Г., Каратаев Г. С.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева», Россия, г. Москва, 8-903-123-02-84. E-mail: okarataeva@rgau-msha.ru

Ключевые слова: методические основы, экономическая эффективность, технология, техника, основные фонды, качество продукции.

Аннотация: В статье рассмотрены методические основы определения экономической эффективности технологий и техники в сельскохозяйственном производстве, определены факторы и показатели экономической эффективности новых технологий и техники. Перечислены критерии в расчете экономической эффективности капиталовложений при долгосрочных вложениях в технику, плантации посадок относящихся к основным производственным фондам и качество продукции растениеводства.

Введение. Определение экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники в растениеводстве производится в следующей последовательности (рисунок 1).



Рисунок. 1 – Последовательность экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники в растениеводстве

В растениеводстве объектами экономической оценки являются:

- технологии возделывания и уборки сельскохозяйственных культур;
- севооборот;
- системы машин
- технологические комплексы;
- отдельные машины для возделывания, уборки, доработки и хранения продукции;
- универсальные машины: тракторы, транспортные средства, самоходные машины;
- технологические мобильные и стационарные комплексы;
- комбинированные: совмещающие выполнение нескольких работ за один проход;
- специализированные, предназначенные для выполнения отдельных операций (вспашки, культивации, посева и т.д.);

комплексы оборудования и отдельные виды по доработке и хранению продукции (зерносушильные, картофелесортировальные пункты и т.д.).

Определение экономической эффективности новых технологий и техники проводят на примере типичных (специализированных) и модельных хозяйств, отдельных культур, с учетом факторов и показателей влияющих на экономическую эффективность (табл. 1). [2]

Таблица 1. Факторы и показатели влияющие на экономическую эффективность технологий и техники в растениеводстве

Факторы	Показатели
Технические	тяговые и энергетические показатели тракторов и сельскохозяйственных машин
Природные (нормообразующие)	удельное сопротивление, длина гона, рельеф, конфигурация полей, каменистость
Агротехнические	способы посева (посадки), глубина заделки семян и удобрений, нормы высева семян и внесения удобрений, пестицидов, гербицидов
Биологические	урожайность, влажность убираемой продукции, густота и высота растений, полегаемость травостоя
Производственные	организация использования и проведения технического обслуживания, наличие и квалификация кадров, материальная заинтересованность

Расчетным периодом при определении экономической эффективности технологий и техники в растениеводстве является год, а при необходимости срок службы машин.

Основой для определения экономической эффективности служат технологические карты по возделыванию и уборке сельскохозяйственных культур.

Источниками получения исходной информации для оценки технологий и техники при составлении технологических карт являются следующие показатели:

- производительность техники;
- расхода топлива, масел являются имеющиеся нормативы для тракторов и машин;

- данные сравнительных испытаний технологий и техники в машиноиспытательных станциях;
- производственной проверки в хозяйствах;
- расчет основных показателей до поступления машин к потребителю по соответствующим методам; по данным завода изготовителя (особенно зарубежной техники).

Потребность в технике определяется на основании графика машиноиспользования или по сводному плану механизированных работ по периоду пиковой загрузки, они составляются на основе технологических карт.

Экономическая оценка новых технологий и техники в растениеводстве, проводится после предварительной технической, технологической, социальной и экологической оценки.

Проведенный анализ литературных источников, позволил сделать вывод что основной критерий в расчете экономической эффективности новой технологий и техники:

- снижение технологической или полной себестоимости
- снижение себестоимости используется при определении экономической эффективности технологий и техники при возделывании отдельных культур, продукция которых предназначается для внутрихозяйственного потребления (семена, корма).

При долгосрочных вложениях и изменении текущих издержек экономическую эффективность определяют за весь срок службы машин и оборудования, т.е. по величине прибыли от начала работ по внедрению объекта до конца его «жизненного» цикла, для этого используют дополнительные показатели, позволяющие более полно оценить достоинства или недостатки вариантов технологий и техники, к ним следует отнести:

стоимостные: трудовые;

материальные: качественные.

Для определения размера прибыли рассчитывают себестоимость планируемых объемов и стоимость товарной продукции растениеводства по ценам реализации. Расчет затрат производится по статьям: семена, минеральные и органические удобрения, средства защиты растений, накладные и прочие расходы.

Определение экономической эффективности капитальных вложений в растениеводстве где плантации посадок относятся к основным производственным фондам, т.к. они эксплуатируются от 10 до 15 лет, в зависимости от сорта имеет свои особенности:

В этом случае экономическая эффективность производства и реализации продукции характеризуется системой показателей, к основным из которых относятся урожайность, затраты труда на 1 ц продукции (трудоемкость), прибыль на 1 га посадок, уровень рентабельности.

Экономическая эффективность капитальных вложений в данном случае рассчитывается по следующим показателям: валовая продукция и чистый доход на рубль совокупных вложений, чистым доходом, урожайность плодоносящих насаждений, валовая продукция и чистый доход на гектар плодоносящих насаждений, рентабельность производства продукции.

Срок окупаемости капитальных вложений (Т) определяется с учетом времени выращивания молодых многолетних насаждений и рассчитывается по формуле:

$$T = K_{\text{сов}} / \text{ЧД} * B$$

где: ЧД – чистый доход (в среднем за год), полученный после вступления в полное плодоношение, руб; В – число лет, в течение которых производились капитальные вложения до вступления насаждений в полное плодоношение, лет.

Современное сельскохозяйственное производство – это производство высококачественной продукции. Качество продукции – это своеобразный символ современной экономики предприятия. В качестве продукции заложено качество труда, предметов труда, технологии, управления, производственной сферой в целом. [3]

Основными показателями эффективности повышения качества продукции в растениеводстве являются прирост продукции с улучшенными свойствами и прирост прибыли. Прирост продукции с учетом ее качества исчисляется по формуле:

$$ПП = (\sum O_{iko} \times P_{iko} + \sum O_{ikn} - \sum O_{ikb} \times P_{ikb}) \times V_o,$$

где: $\sum O_{iko}, \sum O_{ikb}$ — масса произведенной продукции i -го вида и k -го качества с единицы площади соответственно в оцениваемом и базовом периодах, ц; $\sum O_{ikn}$ — прирост урожая последующих культур, ц; P_{iko}, P_{ikb} — коэффициенты сохранности продукции и ее качества до момента реализации или потребления соответственно в оцениваемом и базовом периодах; V_o — площадь, занятая под культурой при применении систем качества, программ качества, стандартной технологии, га.

Прирост прибыли или чистого дохода с учетом качества продукции рассчитываем по формуле:

$$\mathcal{E} = \sum [(C_{ic} - C_{io}) - (C_{ib} - C_{ib})] \times ОП_{ic},$$

где: C_{ic}, C_{ib} — цена реализации единицы i -го вида сельскохозяйственной продукции соответственно в оцениваемом и базовом вариантах, руб.; C_{io}, C_{ib} — себестоимость i -го вида сельскохозяйственной продукции соответственно в оцениваемом и базовом вариантах, руб.; $ОП_{ic}$ — масса произведенной сельскохозяйственной продукции соответственно в оцениваемом варианте, ц. [1].

Следовательно для определения экономической эффективности сельскохозяйственного производства целесообразно использовать систему показателей. Необходимость ее применения обусловлена как раз личным характером измерения эффекта, так и разными видами производственных ресурсов, которые отличаются по своей экономической природе и не всегда сопоставимы.

Биографический список

1. Каратаева О.Г. [Повышение эффективности производства и переработки хмеля \(на материалах Чувашской Республики\)](#). Диссертация на соискание ученой степени кандидата экономических наук / Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина. Москва, 2011.
2. Каратаева О.Г. [Инновации и научно-технический прогресс в агропромышленном комплексе России. Бизнес и дизайн ревю](#). 2017. Т. 1. № 1 (5). С. 3.
3. Каратаева О.Г., Гаврилова О.С. Организация предпринимательской деятельности. Учебное электронное издание. Саратов: ООО «Ай Пи Эр Медиа», 2017. ISBN.

Methodical bases for determining the economic efficiency of technologies and engineering in agricultural manufacture

Karataeva O. G., Karataev G. S.

Federal state budgetary educational institution of higher education «Russian state agrarian University – Moscow state agrarian University named after K. A. Timiryazev», Russia, Moscow

Key words: methodical basis, economic efficiency, technology, technology, fixed assets, product quality.

Abstract: In the article methodical bases of definition of economic efficiency of technologies and technics in an agricultural production are considered, factors and indicators of economic efficiency of new technologies and technics are defined. Criteria are listed in calculating the economic efficiency of investments with long-term investments in machinery, plantation plantations belonging to the main production assets and the quality of crop production.

МЕТОД ОБОСНОВАНИЯ ВЫБОРА РЕМОНТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Корнеев В. М.,

кандидат технических наук, доцент,

Кравченко И. Н.,

доктор технических наук, профессор,

Петровский Д. И.,

кандидат технических наук, доцент

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», 8(499)976-01-70, tsmo@rgau-msha.ru

Ключевые слова: ремонтно-технологическое оборудование, оснащение участков.

Аннотация. Предлагается метод выбора ремонтно-технологического оснащения рабочих мест, участков, цехов, позволяющий осуществлять технологический процесс более эффективно на основе обоснованного выбора наиболее предпочтительных вариантов технологического оснащения для конкретных условий производства.

Состав ремонтно-технологического оборудования (РТО) для предприятий технического сервиса определяют, как правило, исходя из технологической необходимости выполнения тех или иных операций в соответствии со специализацией [1].

Однако в ряде случаев, отдельные операции или виды работ при техническом обслуживании и ремонте могут быть выполнены с помощью нескольких взаимозаменяемых типов или марок оборудования. При этом взаимозаменяемое оборудование, обеспечивая качественно одинаковые конечные результаты, может обладать разной производительностью и установленной мощностью. Кроме

того, оно может различаться стоимостью, требовать для своего использования различных производственных условий и т.п. [2].

Так, для осуществления операций наружной очистки трактора может использоваться несколько типов моечных установок с различной производительностью (погружные, камерные и др.). Для окраски машин могут быть применены пневматическое или безвоздушное распыление лакокрасочных материалов и т.д.

Таким образом, перед инженерно-техническим персоналом предприятия формируется задача выбора для конкретных условий производства такого технологического оборудования (оснащение рабочих мест, участков, цехов), которое позволило бы осуществлять процесс производства наиболее эффективно [3].

Применительно к рассматриваемой задаче выбора технологического оборудования можно сформулировать следующее положение: предпочтение в использовании той или иной модели из ряда взаимозаменяемого оборудования должно быть отдано тому из них, применение которого обеспечивает выполнение операций с параметрами, не ниже заданных при наименьших (по сравнению с другими моделями ряда) затратах [4]:

$$G_{опi} = C_i + E_n \cdot K_i \rightarrow \min, \quad (1)$$

где $G_{опi}$ – приведенная стоимость выполнения технологического процесса (операции) по i -му варианту, р.; C_i – себестоимость выполнения процесса (операции) по i -му варианту, р.; E_n – коэффициент эффективности капитальных вложений ($E_n = 0,15$); K_i – удельные капитальные вложения по i -му варианту, р.

Издержки производства, определяющие себестоимость выполнения технологического процесса, складываются из затрат по многим статьям. При выборе технологического оборудования нет необходимости определять для каждого варианта полную себестоимость выполнения процесса. В этих случаях достаточно учесть затраты лишь в тех статьях, где они различны для сопоставляемых вариантов. [5]

В связи с этим выражение для определения приведенной стоимости выполнения технологического процесса можно представить в виде:

$$G_{\text{оп}} = (G_{\text{зп}} \cdot H_{\text{сс}} + G_{\text{мч}}) \cdot T_{\text{оп}} \rightarrow \min, \quad (2)$$

где $G_{\text{зп}}$ – часовая заработная плата (основная и дополнительная) за выполнение технологических операций с помощью сравниваемого оборудования, р.; $H_{\text{сс}}$ – коэффициент, учитывающий начисления на заработную плату; $G_{\text{мч}}$ – приведенная стоимость машино-часа работы сравниваемого оборудования, р.; $T_{\text{оп}}$ – время выполнения операций с помощью сравниваемого оборудования, ч.

В общем случае для большинства видов ремонтно-технологического оборудования приведенная стоимость машино-часа может быть определена из выражения:

$$G_{\text{мч}} = G_{\text{э}} + G_{\text{м}} + G_{\text{тор}} + \frac{Ц(Q + E_{\text{н}}) \cdot n + P_{\text{с}} \cdot S_{\text{р}}}{N \cdot T_{\text{оп}}}, \quad (3)$$

где $G_{\text{э}}$ – энергетические затраты за 1 ч работы сравниваемого оборудования (электроэнергия, сжатый воздух, пар), р.; $G_{\text{м}}$ – расход материалов за 1 ч работы сравниваемого оборудования, р.; $G_{\text{тор}}$ – расходы на техническое обслуживание и ремонт за 1 ч работы оборудования, р.; $Ц$ – цена оборудования, р.; Q – норма амортизационных отчислений, р.; N – число операций в год (программа); n – количество единиц одновременного оборудования, занятого выполнением данной операции; $P_{\text{с}}$ – удельная стоимость 1 м² производственной площади сервисного предприятия, р./м²;

$S_{\text{р}}$ – производственная площадь, занимаемая сравниваемым технологическим оборудованием, м². [6]

Подставляя значение $G_{\text{мч}}$ в формулу (2), получим выражение для определения приведенной стоимости выполнения технологического процесса:

$$G_{\text{оп}} = \left[G_{\text{зп}} \cdot H_{\text{сс}} + G_{\text{э}} + G_{\text{м}} + G_{\text{тор}} + \frac{Ц(Q + E_{\text{н}}) \cdot n + P_{\text{с}} \cdot S_{\text{р}}}{N \cdot T_{\text{оп}}} \right] \cdot T_{\text{оп}} \rightarrow \min.$$

Таким образом, сравнивая для различных видов оборудования стоимости выполнения технологических процессов, можно обоснованно выбрать наиболее предпочтительный вариант для конкретных условий производства.

Библиографический список

1. Корнеев В.М., Петровская Е.А. Система оценки качества услуг предприятий технического сервиса // Вклад молодых учёных в инновационное развитие АПК России: материалы Международной н.–п. конференции молодых учёных (27-28 октября). – Пенза: РИО ПГСХА, 2016. – С. 118-121.
2. Корнеев, В.М. Анализ зависимостей технико-эксплуатационных показателей машин от возраста и способов организации выполнения операций технического обслуживания и ремонта / В.М. Корнеев, А.А. Ивойлов, М.С. Захарова, Д.И. Петровский // Труды ГОСНИТИ. 2015. Т. 121. С. 94-103.
3. Кравченко, И.Н. Анализ технического сервиса машин и оборудования в агропромышленном комплексе / И.Н. Кравченко, Д.И. Петровский // Доклады Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2017. № 288-4. С. 283-286.
4. Петровский, Д.И. Написание курсовой работы по дисциплине «Технологическая подготовка предприятий технического сервиса» / Д.И. Петровский, В.М. Корнеев, Е.А. Петровская. – М.: РГАУ-МСХА, 2015. 32 с.
5. Аксёнова, М.Н. Система технического сервиса в АПК / М.Н. Аксёнова, Д.И. Петровский // В сб.: Актуальные проблемы агроинженерии В XXI веке. Матер. Межд. науч.-практ. конференции. - Майский: Изд-во: Белгородский ГАУ имени В.Я. Горина. 2018. С. 296-299.
6. Корнеев, В.М. Технологическая подготовка предприятий технического сервиса : учеб. пособие / В.М. Корнеев, И.Н. Кравченко, Д.И. Петровский, Ю.А. Шамарин, М.Н. Ерофеев. – М.: ИНФРА-М, 2018. 260 с.

Justification method of selecting a repair process equipment

Korneev V. M., Kravchenko I. N., Petrovsky D. I.,
Russian State Agrarian University –
Moscow Timiryazev Agricultural Academy

Keywords: repair equipment, equipment sites.

Abstract. The method of the choice of repair and technological equipment of workplaces, sites, shops allowing to carry out technological process more effectively on the basis of the reasonable choice of the most preferable options of technological equipment for specific conditions of production is offered.

УДК 620.98

АНАЛИЗ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Kukushkina T. S.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия имени К.А. Тимирязева», Россия, г. Москва, 8-903-570-05-45. E-mail: mapkiza79@mail.ru

Ключевые слова: альтернативные источники энергии, биоэнергетика, биомасса, сельское хозяйство, энергия.

Аннотация: В статье рассмотрены современные тенденции развития альтернативной энергетики в России. Биоэнергетика – одна из самых молодых, быстрорастущих и наиболее перспективных отраслей возобновляемых источников энергии. Приведены примеры использования биоэнергетики, как альтернатива традиционным источникам энергии, перечислены методы переработки биомассы и использования биогаза.

Введение. В связи с ограниченностью запасов ископаемых источников энергии задача удовлетворения нарастающих потребностей населения, промышленности и сельского хозяйства в топливе, электрической и тепловой энергии привела к необходимости поиска альтернативных источников энергии.

[6]

Хронический дефицит в хозяйствах традиционного топлива и постоянный рост цен на него ставят вопрос о применении альтернативных видов энергии в

сельском хозяйстве в качестве основы ресурсосбережения по энергетическим вопросам. [3]

Дефицит энергии и ограниченность топливных ресурсов с всё нарастающей остротой показывает неизбежность скорейшего перехода к нетрадиционным, альтернативным источникам энергии. Они экологичны, возобновляемы, основой их служит энергия Солнца и Земли. [6]

Основные проблемы, указывающие на важность скорейшего перехода к АИЭ (табл. 1).

Таблица 1. Проблемы нетрадиционных энергосберегающих технологий

Проблемы	Решение проблемы
Глобально-экономические	Факт пагубного влияния на окружающую среду
Экономические	Технологии в энергетике позволят сохранить топливные ресурсы страны для переработки в химической и других отраслях промышленности
Политические	Полной способна использование альтернативного источника энергии повозит претендовать на мировое первенство и фактически диктовать цены на предоставляемую энергию
Социальные	Населения постоянно растет, при этом трудно найти районы для строительства АЭС, ГРЭС и т.д., где производство энергии было бы рентабельно и безопасно для окружающей среды. Общеизвестны факты роста онкологических и других тяжелых заболеваний в районах расположения АЭС, крупных ГРЭС, предприятий топливно-энергетического комплекса. Хорошо известен вред, наносимый равнинными гигантскими ГЭС. Также в связи с ограниченностью топливных ресурсов на Земле, а так е нарастанием катастрофических изменений в атмосфере и биосфере планеты, существующая традиционная энергетика представляется тупиковой. Для решения этой проблемы необходимо немедленно начать постепенный переход на альтернативные источники энергии

Использование альтернативной энергетики позволит претендовать на мировое первенство и фактически диктовать цены на предоставляемую энергию.

Альтернативные или возобновляемые источники энергии – это источники, образующиеся на основе постоянно существующих или периодически возникающих процессов в природе, а также жизненных циклов растительного и

животного мира и жизнедеятельности человеческого общества, в названии которых отражаются способы его возникновения (солнечная, геотермальная, гидравлическая и др.), природное явление (ветровая, волновая, приливная и др.) или вид энергоносителя (биомасса, «шахтный» газ и др.) (рис. 1). [6]



Рисунок 1 – Альтернативные источники энергии

Альтернативные источники энергии как производные солнечной активности можно подразделить на две категории: первичные, вторичные (табл.2).

Таблица 2 – Характеристика альтернативных источников энергии

Альтернативные источники энергии	Характеристика альтернативных источников
Первичные – солнце, воздушные, водные потоки. Энергия которых преобразуется непосредственно в электроэнергию	
Солнечная	Область энергетики, связанная с преобразованием солнечной энергии в электрическую и тепловую. Солнечная энергетика является чистым «зеленым» электричеством, которое создается из солнечного света или тепла от солнца
Фотоэлектрическая	Использования солнечной энергии: прямое преобразование в электрическую энергию
Тепловая	Солнечная энергия, преобразованная в тепловую, используется для отопления и горячего водоснабжения жилых и производственных помещений, сушки фруктов, сельскохозяйственных продуктов, сена, подогрева воды в бассейнах
Малая энергетика	Влияет на снижение потребления углеводородного ископаемого топлива и общих выбросов парниковых газов и других вредных выбросов в окружающую среду, вносит вклад в решение проблем энергодефицитных регионов и ресурсосбережения

Ветроэнергетическая	Отрасль энергетики, связанная с разработкой методов и средств преобразования энергии ветра в механическую, тепловую или электрическую энергию
МикроГЭС	Малая гидроэнергетика будет играть ключевую роль в развитии возобновляемых источников энергии в Европе; еще большая роль может быть у малой гидроэнергетики в развивающихся странах
Вторичные – биомасса, использование которой требует переработки с определенными энергетическими затратами в газообразные, жидкие и твердые виды топлива	
Биоэнергетическая	Фундаментальное и прикладное направление, возникшее на границе современных биотехнологий, химической технологии и энергетики, изучающее и разрабатывающее пути биологической конверсии солнечной энергии в топливо и биомассу, а также биологическую и термохимическую трансформацию последней в топливо и энергию

Современные проблемы энергетики могут быть решены только при рациональном использовании всех существующих источников топлива и энергии и применении инноваций [4] в электроэнергетики, инновации в электроэнергетики это использование альтернативных источников энергии, которые выступают как качественно новый продукт, имеющий индивидуальные потребительные свойства по сравнению с другими видами энергии, с этой точки зрения электроэнергия представляет собой новую форму энергии, качественно отличающихся от других В мире и в России все чаще и острее возникает вопрос нехватки энергоресурсов. Борьба за них становится одним из самых существенных факторов, влияющих на направления развития мировых отношений и развитие глобальной политики. В настоящее время успешно развивается ветроэнергетика, солнечная и биоэнергетикаю. [1, 2, 3]

Биоэнергетика – фундаментальное и прикладное направление, возникшее на границе современных биотехнологий, химической технологии и энергетики, изучающее и разрабатывающее пути биологической конверсии солнечной энергии в топливо и биомассу, а также биологическую и термохимическую трансформацию последней в топливо и энергию.

Биомасса – все виды веществ растительного и животного происхождения продукты жизнедеятельности организмов и органические отходы, образующиеся в процессах производства, потребления продукции и на этапах технологического

цикла отходов. Биотопливо – это твердое, жидкое или газообразное топливо, получаемое из биомассы термическим или биологическим способом.

Методы переработки и энергетического использования биомассы показаны на рис. 2.



Рисунок 2 – Методы переработки биомассы в биогаз

Заключение

Электровооруженность общества-основа его научно-технического прогресса. Развивающееся мировое хозяйство требует постоянного наращивания энерговооруженности производства, поэтому актуальность применение бионергетики в России перспективно, необходимо осваивать процессы переработки и утилизации органических отходов путем их разложения и получения горючего газа для применения в производстве.

Биографический список

1. Бубенчиков А.А., Николаев М.И., Киселёв Г.Ю., Есипович Н.В., Феофанов М.К., Шкандюк Д.О. Возможность применения солнечной энергии на территории России и Омской области // Современная наука и практика. 2015. № 4 (4). С. 85-89.
2. Бубенчиков А.А., Артамонова Е.Ю., Р.А. Дайчман Р.А., Файфер Л.А., Катеров Ф.В., Бубенчикова Т.В. Проблемы применения ветроэнергетических установок в регионах с малой ветровой нагрузкой // Международный научно-исследовательский журнал. 2015. № 5-2 (36). С. 39-43.
3. Бубенчиков А.А., Киселёв Г.Ю., Киселёв Б.Ю., Есипович Н.В., Николаев М.И. Целесообразность применения гелиоустановок // Современная наука и практика. 2015. № 4 (4). С. 77-80.
4. Каратаева О.Г. Инновации и научно-технический прогресс в агропромышленном комплексе России. Бизнес и дизайн ревю. 2017. Т. 1. № 1 (5). С. 3.
5. Краснощеков Н.В. Инновационное развитие сельскохозяйственного производства России. – Научное издание. М.:ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 388 с.
6. Федоренко В.Ф. Ресурсосбережение в АПК. – Научное издание. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2012. – 384 с.
7. Буклагин Д.С., Федоров А.Д., Кондратьева О.В., Березенко Н.В., Слинко О.В. Под общей научной редакцией чл.-корр. Росинформагротех – Научное издание. М.:ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 388 с.
8. Каратаева О.Г., Гаврилова О.С. Организация предпринимательской деятельности. Учебное электронное издание. Саратов: ООО «Ай Пи Эр Медиа», 2017. ISBN.
9. https://studwood.ru/2513745/matematika_himiya_fizika/sravnitelnyy_analiz_traditsionnyh_alternativnyh_istochnikov_energii

Analysis of alternative sources of energy

Kukushkina T. S.

Federal state budgetary educational institution of higher education «Russian state agrarian University – Moscow state agrarian University named after K. A. Timiryazev», Russia, Moscow

Key words: alternative energy sources, bioenergy, biomass, agriculture, energy.

Abstract: The article deals with modern problems of power in Russia. Bioenergy – one of the youngest, fastest growing and most promising sectors of the renewable energy sources. Examples of the use of bio-energy, as an alternative to traditional energy sources – oil and natural gas. It presents the most advanced modern

e
q

УДК 631.431

t

ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРИРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ПРИ ВВОДЕ В МАСЛО ПРИСАДОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

n

Карпенко М. А.,

о

кандидат технических наук, доцент
тел. 89050357550, mikhailcarpenko@yandex.ru

l

Карпенко Г. В.,

о

кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

g

Ключевые слова: методика исследований, износ, обкатка, приработка, при-
рабочный состав, ресурс двигателя.

Аннотация. В данной статье приведено обоснование методики экспери-
ментальных исследований приработки деталей при вводе в масло присадочных
материалов. Предложены показатели оценивания степени приработки образцов.

s

и

с

Описаны особенности и даны рекомендации по модернизации оборудования для проведения исследований.

Введение. Разработка метода и оптимизация режимов обкатки двигателей с литровой мощностью 26...27 кВт/л с применением присадок определяют цель экспериментальных исследований. Комплексный метод оценки качества приработки деталей двигателя, включающий лабораторные, стендовые и эксплуатационные испытания обеспечивает получение достоверных результатов исследований [1,2].

Исследование какого-либо одного показателя недостаточно для получения полной характеристики степени приработки деталей двигателя. О качестве приработки деталей можно судить только по совокупности наиболее важных показателей, к числу которых относятся: величина момента механических потерь на трение в период его стабилизации, износ деталей, шероховатость рабочих поверхностей деталей и температура поверхности трения [3].

В большинстве случаев об окончании приработки говорит стабилизация величины момента механических потерь на трение (момента силы трения), т.е. начало периода установившегося изнашивания деталей.

При стабилизации момента силы трения устанавливается постоянная температура трущихся деталей и смазочного состава. Чем меньше значения этих показателей, тем качественнее осуществляется приработка. Поэтому эти показатели широко используются для характеристики процесса приработки [4].

В период приработки происходит изменение размеров детали, сопровождаемое некоторой потерей их массы. Поэтому возможно определять износ деталей при приработке микрометром или взвешиванием. Окончание приработки характеризуется относительным постоянством условий трения и постоянной скоростью изнашивания, характерной для данных условий работы [5].

Методика исследования. Шероховатость поверхности основных деталей двигателей за время приработки как правило уменьшается на 1...3 класса и в

дальнейшем стабилизируется. Поэтому качество приработки деталей можно оценивать по изменению шероховатости поверхности за период их работы. Метод профилографирования, используемый для измерения шероховатости поверхностей деталей, является одним из наиболее важных критериев оценки состояния поверхностей после обкатки. Даже визуальным осмотром возможно определить наличие натиров, заусенцев, сбоин и рисков [6].

В начале процесса приработки температура поверхностей трущихся деталей повышается, затем постепенно снижается и по окончании приработки стабилизируется, оставаясь постоянной при неизменных режимах испытания. Стабилизация температуры свидетельствует также о завершении физико-химических изменений в поверхностных слоях трущихся деталей в процессе приработки. Поэтому температура в зоне трения является одним из основных показателей процесса приработки [7].

Испытания прирабочных композиций разных составов проводили по схеме «ролик – колодка». Лабораторные исследования проводили на машине трения СМТ-1 по стандартной методике.

В процессе испытаний постоянно регистрировали величину момента силы трения, температуру колодки и температуру прирабочной композиции. Кроме того, для удобства работы крышку камеры изготовили из прозрачного материала.

Результаты и их обсуждение. При испытании колодка удерживалась с помощью разработанного на кафедре «Сервис и механика», приспособления, что позволяло ей самоустанавливаться относительно ролика. Оно обеспечивало хорошую воспроизводимость результатов при повторных опытах. Используемые прирабочные композиции заливали в испытательную камеру. В зону трения они доставлялись вращающимся роликом. Частота вращения ролика за весь период испытаний была равна 500 мин^{-1} . Колодки и ролики изготавливали из материалов, применяемых для основных деталей ЦПГ двигателя УМЗ-4216 [3].

Гильзы цилиндров отливают из серого чугуна марки СЧ-25, модифицированного порошковым ферросилицием. Этот чугун обладает определёнными антифрикционными свойствами из-за наличия графитовых включений. Содержание графита колеблется от 3,15 до 3,35 %.

Поршневые кольца изготавливают из серого легированного чугуна с мелкопластинчатым графитом. Основу его составляет сорбированный перлит, который обладает несколько большей твёрдостью по сравнению с обычным серым чугуном. Первое поршневое кольцо покрыто слоем гальванического хрома, толщина которого колеблется от 100 до 200 мкм. Такое покрытие предотвращает износ как колец, так и гильз цилиндров из-за снижения коэффициента трения в 2 раза. Второе поршневое кольцо покрыто слоем олова толщиной от 0,6 до 2 мкм для улучшения приработки [7].

Твёрдость и шероховатость поверхностей колодок и роликов соответствовала техническим требованиям на капитальный ремонт двигателя УМЗ-4216. Нагрузка на образцы соответствовала действующей в реальных парах трения.

Перед проведением испытаний проводили тарировку тахометра, счётчика оборотов, механизма нагружения и индуктивного датчика момента машины трения СМТ-1 согласно руководству по эксплуатации. По результатам тарировки строили тарировочные графики.

Для идентичности условий испытаний колодки, ролики и приработочные композиции при испытаниях использовали однократно.

Момент силы трения и период его стабилизации регистрировали и записывали предварительно протарированным потенциометром КСП-4-049 с точностью 0,1 мВ.

В течение приработки образцов происходило изменение момента силы трения в сторону уменьшения (в некоторых случаях - повышения). За время приработки образцов принимали среднее значение времени стабилизации момента силы трения по трём опытам.

Перед испытанием на износ проводили предварительное взвешивание колодок на весах с точностью измерения 0,0001 г. После проведения испытаний колодки (фрагмента гильзы) промывали в бензине, высушивали в сушильном шкафу в течение 30 минут при 353°К и снова взвешивали. Затем определяли средний износ по трём опытам.

Температура прирабочной композиции в испытательной камере контролировалась с помощью термопары и цифрового мультиметра М 890С имеющего температурную тарировку.

Температура колодки контролировалась с помощью встроенной термопары и цифрового мультиметра М 890С. Перед проведением испытаний проводили тарировку термопары.

Испытания прирабочных составов по схеме «ролик-колодка» проводили на следующих режимах: нагрузка в зоне трения - 400 Н; время испытания - 10 мин; частота вращения ролика - 500 мин⁻¹.

Показания момента силы трения и температуры снимали через каждую минуту и заносили в сводную таблицу.

Заключение. Результаты проведенных исследований показали, что за счет совершенствования испытательного оборудования, верно подобранных показателей оценивания степени приработки образцов, можно получить качественные результаты лабораторных исследований [3].

Библиографический список

1. Карпенко, М.А. Аспекты совершенствования ускоренной приработки деталей двигателей после ремонта // Сборник статей победителей IV Международного научно-практического конкурса «Лучшая научно-исследовательская работа 2016». - Пенза, 2016. - С. 10-14.
2. Карпенко, М.А. Повышение технико-экономических показателей двигателей при проведении обкатки после ремонта. / М.А. Карпенко, Г.В. Карпенко, В.А.

Голубев // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - Ульяновск, УлГАУ – 2017. - № 4 (40). – С. 184-188.

3. Карпенко, М.А. Принцип действия и результаты исследования приработочной присадки ВАРКС для ускоренной обкатки карбюраторных двигателей / М.А. Карпенко, В.В. Варнаков // Вестник УГСХА. №11 Ульяновск, 2004. – С. 88-90.

4. Яковлев, С.А. Исследование износостойкости поверхностей стальных деталей после нанесения антифрикционных материалов с последующей электромеханической обработкой / С.А. Яковлев, М.А. Карпенко // Материалы Всероссийской научно-производственной конференции «Инновационные технологии в аграрном образовании, науке и АПК России». – Ульяновск, 2003. – С. 188-190.

5. Патент на изобретение RUS 2340657. Приработочное масло / А.Н. Литвиненко, В.В. Варнаков, С.М. Сергеев, Н.С. Родионов, В.В. Артемов, М.А. Карпенко; опубл. 10.12.2008; Бюл. № 34.

6. Карпенко, М.А. Теоретические предпосылки и обоснование присадок для ускоренной приработки деталей двигателей после ремонта / М.А. Карпенко // Материалы VI Международной научно-практической конференции «Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения». – Ульяновск: УГСХА, 2015. - С. 168-170.

7. Карпенко, М.А. Ресурсосбережение при проведении обкатки двигателей после ремонта // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. - Ульяновск, УлГАУ – 2017. - № 1(37). – С. 167-170.

Justification of methodology of experimental

Studies of running-in details when entering into the oil filler materials

Карпенко М.А., Карпенко Г.В.

Key words: research method, wear, running-in, break-in period, the running-composition, the life of the engine.

In this article the substantiation of a technique of experimental researches of running-in of details at input in oil of additive materials is resulted. The indicators of evaluation of the degree of running-in of samples are proposed. The features and recommendations for the modernization of equipment for research are described.

УДК 621.311.1

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЕСУРСА ВЕРТИКАЛЬНЫХ РЕЗЕРВУАРОВ

Молочников Д. Е.,

кандидат технических наук, доцент
тел. 8(8422) 55-95-73, denmol@yandex.ru

Яковлев С. А.,

кандидат технических наук, доцент
тел. 8(8422) 55-95-35, jakseal@mail.ru

Голубев С. В.,

кандидат экономических наук, доцент
тел. 8(8422) 55-95-35, golubevugsha@mail.ru

Сотников М. В.,

кандидат технических наук, доцент
тел. 8(8422) 55-95-73, sotnikovmaksim@mail.ru

Козловский Ю. В.,

магистрант 1-го года обучения

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Ключевые слова: надежность, резервуар, остаточный ресурс, оценка, работоспособное состояние, диагностирование, контроль, прогнозирование.

Аннотация. В статье проведено теоретическое обоснование прогнозирования ресурса вертикальных резервуаров для хранения нефтепродуктов. Надежность резервуара представлена в виде элемента, заземленного по контуру как осесимметричная форма равновесия с двумя узловыми диаметрами.

Вертикальные стальные резервуары для хранения нефтепродуктов являются неотъемлемой составляющей технологического оборудования данной отрасли. Они задействованы на всех стадиях производства нефтяного сырья [1]. Для того чтобы предотвратить хрупкое разрушение, необходимо обеспечить надежность, которая является комплексной характеристикой и, в значительной степени, обуславливается на стадии проектирования. Одним из важнейших параметров надежности, задаваемых на стадии проектирования, является срок службы или ресурс, определяющий долговечность резервуара, то есть свойство сохранять работоспособное состояние в течение длительного времени [2].

Для описания надежности резервуара, представим элемент защемленный по контуру как осесимметричная форма равновесия с двумя узловыми диаметрами. Деформация боковых стенок неравномерна и работает на растяжение от внутренних гидравлических сил, верхняя и нижняя кольцевые пластины в стыке сварных соединений работают на изгиб и растяжение. Для описания напряженно-деформированного состояния резервуара рассмотрим днище как круглую пластину, а стенку резервуара как круглое кольцо.

Для круглой пластины (дно резервуара) целесообразно выразить дифференциальным уравнением срединной поверхности в полярной системе координат, отнесенной к центру пластины, рисунок 1, а.

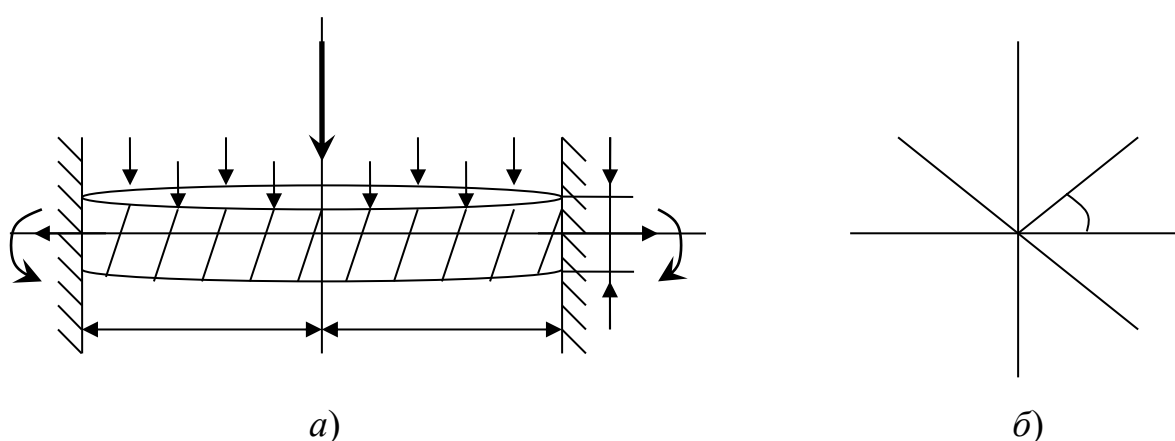


Рисунок 1 – Пластина с защемленным контуром

При некоторой величине этих сил круглая форма пластины перестает быть формой устойчивого равновесия, она искривляется из-за неоднородности и неравномерности толщины пластины. Соответствующее значение интенсивности радиальных растягивающих сил по периметру вызывает критическое $q_{кр}$. Из условия равновесия конечного элемента в прямоугольной системе координат получим дифференциальное уравнение для искривленной пластины с защемленным контуром [3, 4]

$$D_{ж} \left(\frac{\partial^4 w}{\partial x^4} - 2 \frac{\partial^4 w}{\partial x^2 \partial y^2} - \frac{\partial^4 w}{\partial y^4} \right) = N_x \frac{\partial^2 w}{\partial x^2} - N_y \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} - 2S_{xy} \frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} \quad (1)$$

где $D_{ж}$ – жесткость пластины при растяжении; N_x, N_y – интенсивности нормальных сил по осям x и y в гранях конечного элемента; w – прогиб пластины; S_{xy} – интенсивность касательных сил (параллельных плоскости пластины).

Полярные координаты r и φ (рисунок 1, б) связаны с прямоугольными координатами x и y соотношениями

$$r^2 = x^2 + y^2 \quad \text{и} \quad \varphi = \arctg \frac{y}{x}. \quad (2)$$

Представим первые частные производные от уравнения срединной поверхности $w(x, y)$ по координатам x и y в виде

$$\frac{\partial w}{\partial x} = \frac{\partial w}{\partial r} \cdot \frac{\partial r}{\partial x} + \frac{\partial w}{\partial \varphi} \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial x}; \quad (3)$$

$$\frac{\partial w}{\partial y} = \frac{\partial w}{\partial r} \cdot \frac{\partial r}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial \varphi} \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial y} \quad (4)$$

и, следовательно,

$$\frac{\partial w}{\partial x} = \frac{\partial w}{\partial r} \cos \varphi - \frac{\partial w}{\partial \varphi} \cdot \frac{\sin \varphi}{r}; \quad (5)$$

$$\frac{\partial w}{\partial y} = \frac{\partial w}{\partial r} \sin \varphi + \frac{\partial w}{\partial \varphi} \cdot \frac{\cos \varphi}{r}. \quad (6)$$

Вторые частные производные имеют вид

$$\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} = \cos^2 \varphi \frac{\partial^2 w}{\partial r^2} + \sin^2 \varphi \left[\frac{1}{r} \cdot \frac{\partial w}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial \varphi^2} \right] + \sin 2\varphi \left[\frac{1}{r^2} \cdot \frac{\partial w}{\partial \varphi} - \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial \varphi \partial r} \right];$$

$$\frac{\partial^2 w}{\partial y^2} = \sin^2 \varphi \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial r^2} + \cos^2 \varphi \cdot \left[\frac{1}{r} \cdot \frac{\partial w}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial \varphi^2} \right] - \sin 2\varphi \left[\frac{1}{r^2} \cdot \frac{\partial w}{\partial \varphi} - \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial \varphi \partial r} \right]. \quad (7)$$

или

$$\frac{\partial^2 w}{\partial x \partial y} = \sin \varphi \cos \varphi \left[\frac{\partial^2 w}{\partial r^2} - \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial w}{\partial r} - \frac{1}{r^2} \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial \varphi^2} \right] + \cos 2\varphi \left[\frac{1}{r} \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial \varphi \partial r} - \frac{1}{r^2} \cdot \frac{\partial w}{\partial \varphi} \right]. \quad (8)$$

Используя зависимости (7) и (8), получим следующее выражение

$$\begin{aligned} & \left(\frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \cdot \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2} \right) \left(\frac{\partial^2 w}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial w}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial \varphi^2} \right) = \\ & \quad \frac{\partial^4 w}{\partial r^4} + \frac{2}{r} \cdot \frac{\partial^3 w}{\partial r^3} - \frac{1}{r^2} \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial r^2} + \frac{1}{r^3} \times \\ & \quad \times \frac{\partial w}{\partial r} + \frac{2}{r^2} \cdot \frac{\partial^4 w}{\partial r^2 \partial \varphi^2} - \frac{2}{r^3} \cdot \frac{\partial^3 w}{\partial r \partial \varphi^2} + \frac{1}{r^4} \cdot \frac{\partial^4 w}{\partial \varphi^4} + \frac{4}{r^4} \cdot \frac{\partial^2 w}{\partial \varphi^2}. \end{aligned} \quad (9)$$

Круглая сплошная пластина, нагруженная по контуру равномерно распределенными, радиально направленными от центра пластины силами, находятся (до искривления) в однородном поле напряжений растяжений, то есть во всех точках пластины имеют место только одинаковые по величине (для всех площадок, перпендикулярных к плоскости пластины) растягивающие нормальные напряжения. Критическое значение нагрузки соответствует моменту возникновения искривленной формы равновесия пластины.

Библиографический список

1. Левитин, Р.Е. Способ поддержания рабочего объема вертикальных стальных резервуаров / Р.Е. Левитин, В.О. Некрасов, Ю.Д. Земенков // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. – 2014. – № 3. – С. 43–46.

2. Белкин, А.П., Прогноз надежности эксплуатации резервуаров для хранения нефтепродуктов/ А.П. Белкин, Б.С. Квашнин, Е.В. Казаков // Материалы VI горногеологического форума «Природные ресурсы стран СНГ». -СПб.: Изд. центр НТП. – 1998, С. 123-127.

3. Розенштейн И. М. Аварии и надежность стальных резервуаров. М.: Недра, 1995, 253 с.

4. Руководство по безопасности вертикальных цилиндрических стальных резервуаров для нефти и нефтепродуктов. Серия 03. Выпуск 69. -М.: Закрытое акционерное общество «Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности», 2013. -240 с.

Forecasting resource vertical tanks

Molochnikov D.E., Yakovlev S.A., Golubev S.V., Sotnikov M.V.,
Kozlovskii Yu.V.

Keywords: reliability, reservoir, residual life, assessment, working condition, diagnosis, control, forecasting.

Abstract. The article presents a theoretical basis for forecasting the resource of vertical tanks for storage of petroleum products. The reliability of the tank is presented in the form of an element clamped along the contour as an axisymmetric form of equilibrium with two nodal diameters.

УДК 621.787

СТЕНД ДЛЯ ИЗНОСНЫХ ИСПЫТАНИЙ ДЕТАЛЕЙ ГЛАДКИХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОДВИЖНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Морозов А. В.,

кандидат технических наук, доцент,
8(8422)5595-97, alvi.mor@mail.ru

Фрилинг В. А.,

кандидат технических наук, старший преподаватель,
8(8422)5595-97, friling.vladimir@mail.ru

Кундротас К. Р.,

ассистент, +79020022413, kundrotas@mail.ru

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Ключевые слова: втулка, трение, износ, испытания, стенд.

Аннотация. В работе рассмотрены схемы контактного взаимодействия деталей гладких цилиндрических подвижных соединений подверженных одностороннему износу. Предложен стенд для проведения износных испытаний деталей гладких цилиндрических подвижных соединений испытывающих односторонний износ. Разработанный стенд позволяет создать условия работы сопряжения вал - отверстие максимально приближенные к реальным условиям эксплуатации и в результате испытаний получить более достоверные результаты.

Работа значительной доли гладких цилиндрических соединений обусловлена неравномерностью распределения нагрузок на рабочие поверхности деталей [1, 2].

Так, в гладких цилиндрических подвижных соединениях, отверстие может выполнять роль опоры для вала (см. рисунок. 1 а), в этом случае отверстие в детали неподвижно, а вал вращается в отверстии. Также и вал, установленный в отверстии, может служить для данной детали опорой (см. рисунок. 1 б) при этом вал неподвижен, а деталь с отверстием, опирающимся на вал, вращается относительно последнего.

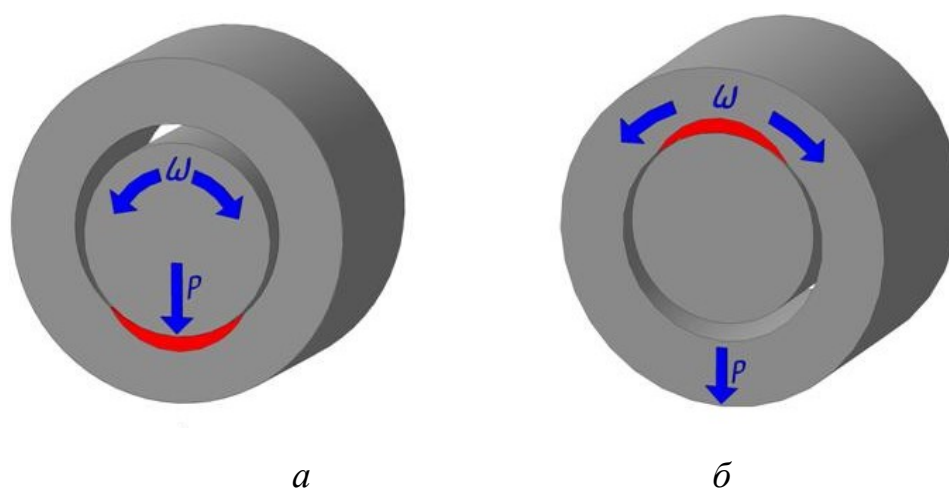


Рисунок 1 – Схемы контактного взаимодействия деталей гладких цилиндрических подвижных соединений: *а* - опорное отверстие и подвижный вал; *б* - опорный вал и деталь с отверстием, опирающаяся на вал

Рассматривая контактное взаимодействие данных соединений, видим, что происходит одностороннее контактирование, так как нагрузку испытывает либо часть поверхности вала, либо часть поверхности отверстия.

При работе подобных соединений с противоположной стороны контакта пары трения образуется зазор. Распределение рабочих давлений и скоростей скольжения происходит по дуге контакта, что приводит к неравномерному износу вдоль образующей поверхности контакта, потере первоначальной геометрической формы, а в результате - к ухудшению работоспособности и уменьшению долговечности пары трения в целом, что не учитывается в настоящее время при проектировании изделий.

Важное значение при проектировании работоспособного состояния сопряжения втулка вал имеют испытания, которые можно разделить на лабораторные, стендовые и эксплуатационные. Проводимые на начальных этапах исследования лабораторные и стендовые испытания очень важны для подбора оптимальных геометрических параметров деталей и технологических режимов. При моделировании стендового испытания необходимо создание условий работы сопряжения наиболее близкого к натуральному.

Для испытания разработан стенд для испытания пар трения вал-втулка (рисунок 2) [3].

Стенд состоит из рамы 1, на которой установлен мотор-редуктор 2 с маховиком 3. Рама с двух сторон содержит кронштейны 4, 5. В отверстия кронштейнов монтируются оси 6, 7 на которые устанавливаются испытуемые втулки 8, 9. Втулки приводятся в движение при помощи кулисных механизмов 10, 11, прикрепленных к ползуну 12 (рисунок 3). Ползун 12 перемещается в направляющих 13, 14. Ползун 12 и маховик 3 мотор-редуктора 2 соединен кривошипом 15.

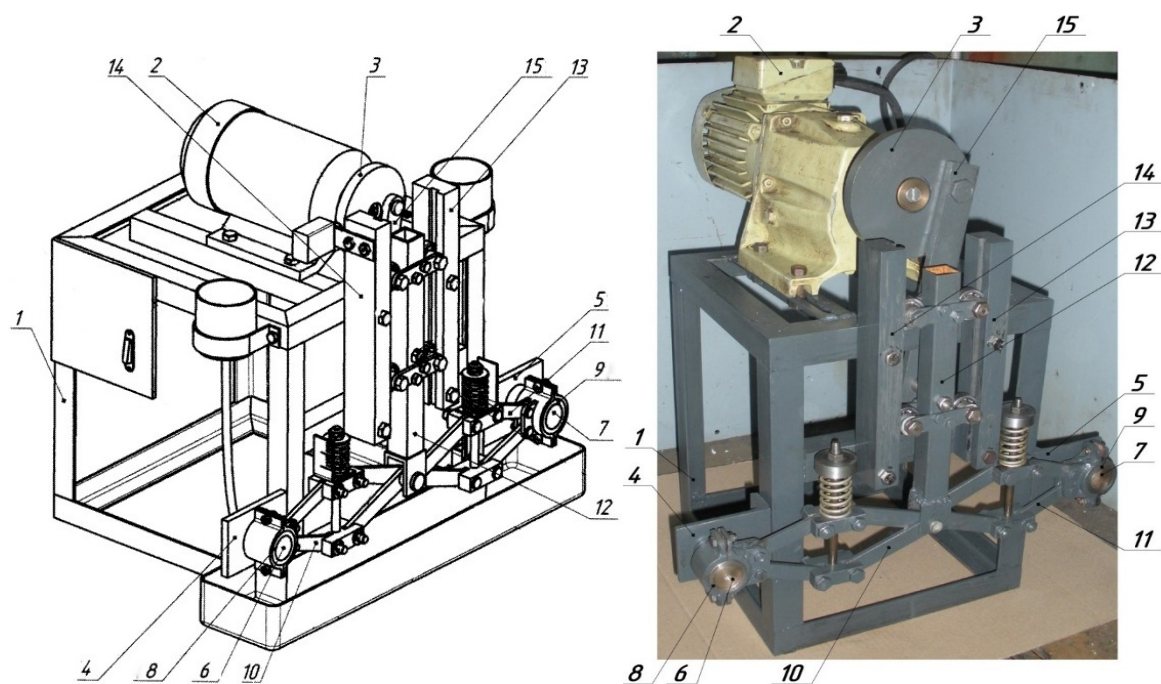


Рисунок 2 – Стенд для сравнительных исследований износостойкости втулок (обозначения в тексте)

Радиальная нагрузка на исследуемые втулки задается сжатием оттарированных пружин на кулисных механизмах. Стенд предусматривает исследование при сухом трении и с подводом смазочного материала в зону трения. Для этого в торце осей имеются каналы для подвода смазочного материала к внутренней поверхности втулки.

При испытании работы узла с использованием пластической смазки, предусмотрено смазывание через пресс-масленки.

Положительной стороной конструкции стенда является возможность установки в испытательном стенде двух втулок, что позволяет проводить сравнительные исследования.

Время испытания втулок измеряется электронными часами снабженными датчиками, фиксирующими начало и конец работы тар трения.

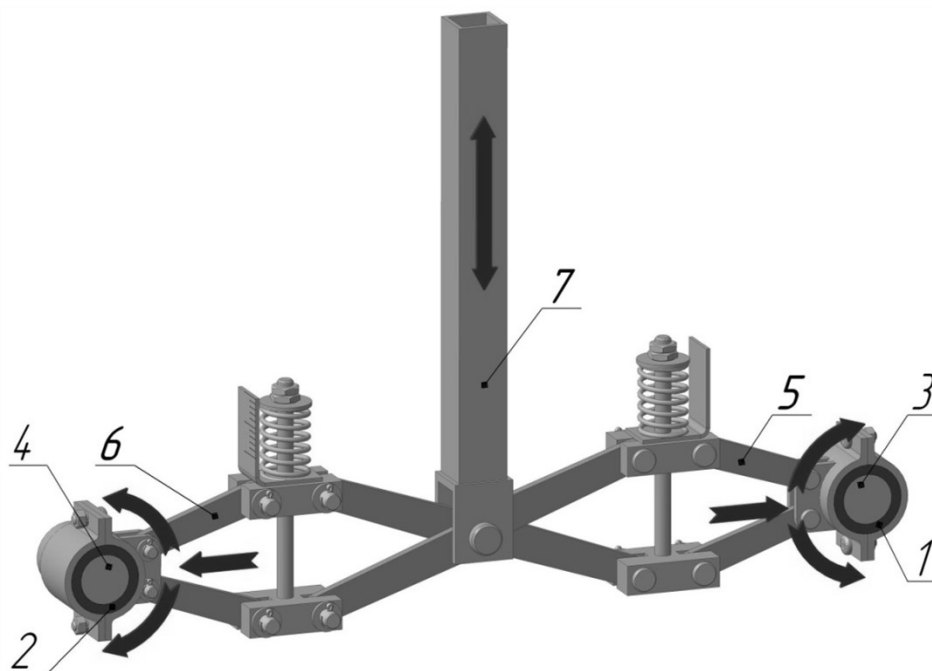


Рисунок 3 – Схема сравнительных стендовых исследований втулок

Измерение частоты вращения в совокупности с контролем времени работы стенда дает возможность установить наработку каждой испытываемой втулки.

Разработанный стенд позволяет проводить износные испытания деталей гладких цилиндрических подвижных соединений, испытывающих односторонний износ, в условиях максимально приближенных к рабочим, в результате чего повысится достоверность результатов.

Библиографический список

1. Морозов, А.В. Анализ причин и характера износа отверстий коромысел клапанов ГРМ двигателя КамАЗ 740.11-240 / А.В. Морозов, В.А. Фрилинг, В.Б. Салов // Материалы Международной научно-практической конференции «Техника и технологии: пути инновационного развития Юго-Западного Государственного университета, г. Курск, 2011

2. Характер эксплуатационного износа гладких цилиндрических подвижных сопряжений применяемых в сельскохозяйственной технике / А.В. Морозов,

В.А. Фрилинг // Материалы III Международной научно-практической конференции «Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения» Ульяновск, 2011. – С. 271-275.

3. Патент RU № 2472128. Стенд для испытания пар трения вал-втулка. / А.В. Морозов, Л.В. Федорова, С.К. Федоров, В.А. Фрилинг; Оpubл. 10.01.2013; Бюл. № 1.

Stand for wrong tests of details of mobile smooth cylindrical compounds

Morozov A.V., Friling V.A., Kundrotas K.R.,
FSBEE «Ulyanovsk SAU»,

Key word: bushing, friction, wear, testing, bench

Abstract. The schemes of contact interaction of details of smooth cylindrical mobile connections exposed to unilateral wear are considered. The proposed test bed to perform wear testing of smooth cylindrical parts movable joints experiencing unilateral wear. The developed stand allows you to create the conditions of the shaft - hole interface as close as possible to the real operating conditions and as a result of tests to obtain more reliable results.

УДК 620.1.051

ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ДОРНОВАНИЯ СВЕРНУТЫХ ВТУЛОК

Морозов А. В.

кандидат технических наук, доцент,
8(8422)559597, alvi.mor@mail.ru

Кундротас К. Р.,

ассистент, +79020022413, kundrotas@mail.ru

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Ключевые слова: свернутая втулка, инструмент, дорн, электромеханическое дорнование, смыкание стыка, подвижное соединение.

Аннотация. Применение свёрнутых втулок в соединениях с натягом связано с низкими затратами на материалы и простотой изготовления. Установка свёрнутых втулок по классической технологии не гарантирует высокого качества подвижного соединения. Разработанный инструмент для электромеханического дорнования свернутых втулок позволит повысить качество подвижного соединения.

В машинах, работающих в сфере агропромышленного комплекса, широко применяются свернутые втулки. Применение свернутых втулок в прессовых соединениях и узлах подшипников скольжения связано с экономией материалов (коэффициент использования металла повышается до 0,98), а также с уменьшением трудоемкости изготовления при получении их гибкой в холодном состоянии из лент различных металлов.

Отрицательным фактором использования свернутых втулок в ремонтном производстве является загиб краев замка вследствие низкой жесткости и устойчивости краев стенки втулки, а также неправильного расчета длины развертки втулки. При возникновении на месте загиба зазора снижается площадь фактического контакта и снижается величина контактных давлений. Исправление загнутых краев и повышение эксплуатационных свойств возможно электромеханическим дорнованием [1, 2, 3, 4, 5, 6], однако применение стандартного дорна [7, 8, 9, 10, 11] для установки втулки может привести к смещению сопрягаемых деталей и не обеспечить допуск по отклонению от цилиндричности [1].

С целью повышения качества смыкания замка при дорновании свернутых втулок нами был разработан инструмент (рисунок 1).

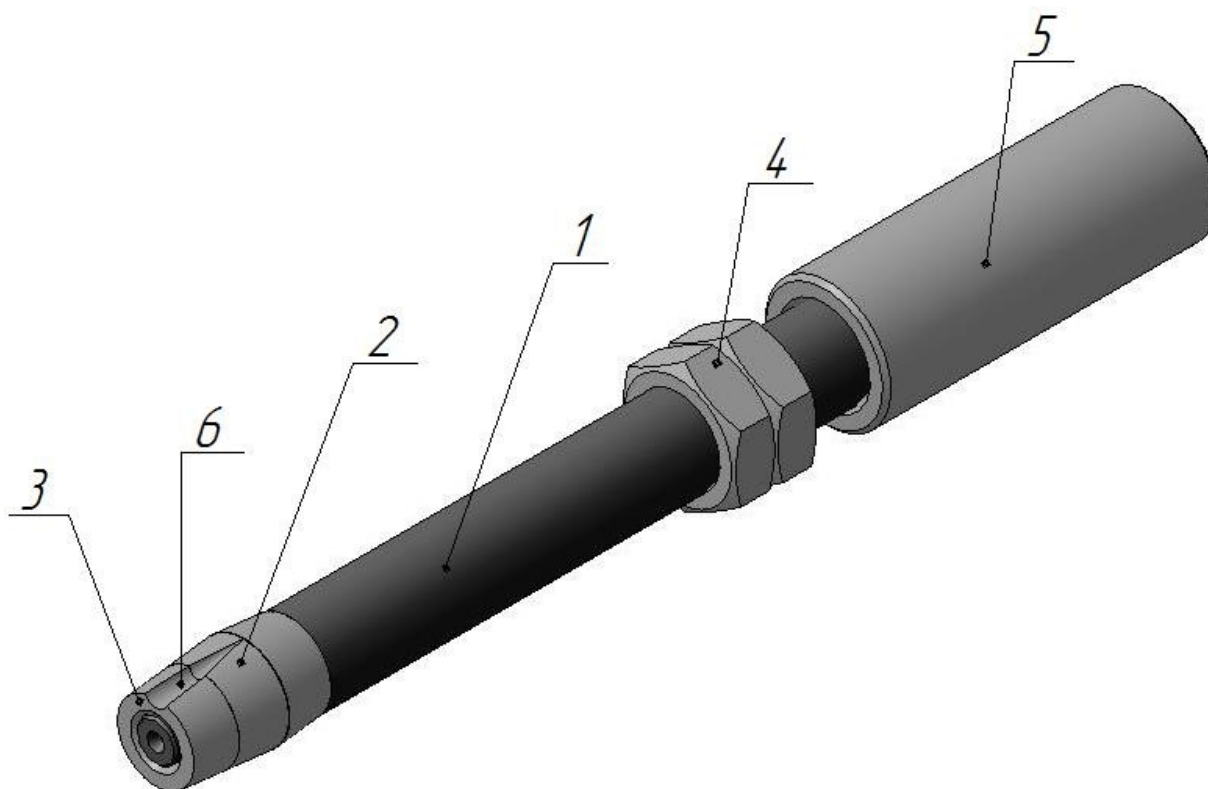


Рисунок 1 – Инструмент для электромеханического дорнования свернутых втулок (обозначения в тексте)

Инструмент для электромеханического дорнования свернутых втулок состоит из оправки 1, калибрующего зуба 2 и гайки 3. Гайка 3 фиксирует калибрующий зуб 2 на оправке 1 и предотвращает его осевое смещение. В хвостовой части дорна нарезана наружная резьба. На наружной резьбе устанавливаются стяжные гайки 4 и токоизоляционная втулка 5. Наружная поверхность токоизоляционной втулки выполнена под конус Морзе. Гайка 3 выполнена в виде усеченного конуса, причем наружный диаметр верхней части соответствует наружному диаметру нижней части калибрующего зуба. На гайке 3 и калибрующем зубе 2 до его сферического пояса выполнен сужающийся паз 6 радиусной формы, причем сужение паза происходит снизу вверх.

Данным инструментом работают следующим образом. Инструмент подводят и прижимают к запрессовываемой в корпус свернутой втулке, таким образом, чтобы сужающийся паз дорна располагался напротив замка втулки. Через место контакта зуба с обрабатываемой поверхностью пропускают ток $80 \dots 100 \text{ А/мм}^2$

для бронзовых и 120...180 А/мм² для стальных свернутых втулок. В результате последующего осевого перемещения дорна относительно оси втулки происходит разогрев кольцевой области калибрующего зуба с внутренней поверхностью втулки до температуры 400...1200 °С.

Благодаря сужающемуся пазу происходят деформационные изменения в свернутой втулке. При этом одновременно с соединением стыка в пазу б и заполнением его частью смещаемого дорном материала осуществляется деформация стенок втулки с образованием цилиндрического отверстия в его сечении. Благодаря разогреву происходит снижение осевого усилия на инструмент при перемещении дорна по внутренней поверхности обрабатываемой детали.

Наличие сужающегося паза радиусной формы, выполненного на конусной гайке и рабочей поверхности калибрующего зуба, позволит повысить качество смыкания замка при электромеханическом дорновании свернутых втулок за счет заполнения его частью смещаемого дорном материала и тем самым качество прессовых соединений «свернутая втулка - корпус».

Библиографический список

1. Морозов, А.В. Формирование свойств поверхности при объемном электромеханическом дорновании втулок из бронзы Бр ОЦС 5-5-5 / А.В. Морозов, А.В. Байгулов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2011.- № 4.– С. 116-121.
2. Морозов, А.В. Рентгеноструктурный анализ поверхности втулки, изготовленной из бронзы Бр. ОЦС 5-5-5, обработанной объемным электромеханическим дорнованием / А.В. Морозов, А.В. Байгулов // Вестник МГАУ. -2011.- №2.- С 31-33.
3. Морозов, А.В. Повышение износостойкости тонкостенных втулок при объемном электромеханическом дорновании / А.В. Морозов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. -2012.- № 2. - С 87-90.

4. Морозов, А.В. Влияние режимов объемного электромеханического дорнования на износостойкость бронзовых втулок / А.В. Морозов, А.В. Байгулов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2013. - № 1. – С. 155-160.
5. Морозов, А.В. Разработка классификации процессов электромеханической обработки отверстий движущимся высокотемпературным полосовым источником / А.В. Морозов, Г.Д. Федотов // Упрочняющие технологии и покрытия. - 2015. -№3. -С. 44-50.
6. Морозов, А.В. Особенности выбора инструмента для электромеханической обработки отверстий деталей машин полосовым высокотемпературным источником / А.В. Морозов, Г.Д. Федотов, С.Н. Петряков, А.Ю. Горшков, Д.Р. Мушаратов // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2016.- № 7(2). – С 258 – 268.
7. Патент RU № 97071. Дорн. / А.В. Морозов, А.В. Байгулов; Оpubл. 27.08.2010; Бюл. № 24.
8. Патент RU № 100754. Дорн с дуплексным инструментом. / А.В. Морозов, А.В. Байгулов; Оpubл. 27.12.2010; Бюл. № 36.
9. Патент RU № 2471608. Дорн для электромеханической обработки. / А.В. Морозов, А.В. Байгулов; Оpubл. 10.01.2013; Бюл. № 1.
10. Патент RU № 166939. Инструмент для электромеханического дорнования. / А.В. Морозов, В.А. Фрилинг, А.Ю. Горшков; Оpubл. 20.12.2016; Бюл. № 35.
11. Патент RU № 167123. Инструмент для электромеханического дорнования цилиндрических отверстий деталей. / А.В. Морозов, В.А. Фрилинг, А.Ю. Горшков; Оpubл. 20.12.2016; Бюл. № 35.
12. Патент RU № 167375. Инструмент для электромеханического дорнования. / А.В. Морозов, В.А. Фрилинг, А.Ю. Горшков; Оpubл. 10.01.2017; Бюл. № 1.
13. А.В. Морозов, А.В. Байгулов. Дорн с дуплексным инструментом. Патент на полезную модель 97071, Оpubл. 27.08.2010, Бюл. №24

Tool for electromechanical mandrel rolled sleeves

Morozov A.V., Kundrotas K.R.

FSBEE «Ulyanovsk SAU»

Key word: rolled sleeve, tool, electromechanical mandrel, movable joint.

Abstract. Brief summary: The use of rolled bushings in tension joints is associated with low material costs and ease of manufacture. Installation of rolled bushings by classical technology does not guarantee high quality of the movable joint. The developed tool for Electromechanical mandrel of rolled bushings will improve the quality of the movable joint.

УДК 621.787

СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ РАБОЧИХ ОРГАНОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОРУДИЙ

Морозов А. В.,

кандидат технических наук, доцент

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

тел. 8(8422)55-95-97, e-mail: alvi.mor@mail.ru

Ключевые слова: рабочие органы сельскохозяйственных орудий, стенд, стендовые испытания, износ.

Аннотация. В работе предложен стенд для износных испытаний рабочих органов сельскохозяйственных орудий и дано описание его конструктивных особенностей.

Стендовые испытания являются важным этапом комплексной оценки эффективности применения упрочняющих технологий к деталям и сопряжениям, подверженных различным видам изнашивания.

При данных испытаниях объекты подвергаются действию нагрузок, сопоставимых или превышающих нагрузки в реальных условиях эксплуатации.

Условия изнашивания в абразивной среде отличаются большой распространенностью и разнообразием факторов, определяющих конечный износ. Основные факторы, определяющие интенсивность изнашивания при движении детали в массе абразива, - плотность и состав абразивной массы, ее влажность, скорость движения [1, 2, 3, 4]. В реальных условиях показатели силового и абразивного воздействия на поверхность изнашивания деталей различны. Приблизить лабораторные условия испытаний к реальным условиям эксплуатации является важной исследовательской задачей и на стадии проектирования стенда и при проведении соответствующих испытаний.

Для стендовых испытаний износостойкости рабочих органов сельскохозяйственных орудий, была разработана и изготовлена установка на базе вертикально-сверлильного станка (рисунок 1). Установка состоит из ёмкости для абразива 1, которую устанавливают на стол вертикально-сверлильного станка, механизма привода - вертикально-сверлильный станок 2, кронштейна для крепления исследуемых рабочих органов 3, вала 4 передающего крутящий момент. В средней части вала установлена крышка 5 с пазами для направляющих. Крышку вместе с валом и кронштейном для крепления исследуемых рабочих органов можно перемещать в вертикальном направлении, при помощи ручной подачи, задавая нужные условия нагружения. С верхней стороны крышки установлен упорный подшипник 6. Выше крышки на валу установлена пружина 7. С верхнего и нижнего торца пружины на валу установлены верхняя и нижняя упорные тарелки 8. На внутренней стороне емкости для абразива установлены две равноудаленные вертикальные направляющие 9. На внешней нижней стороне емкости для абразива установлены две равноудаленные горизонтальные направляющие 10.

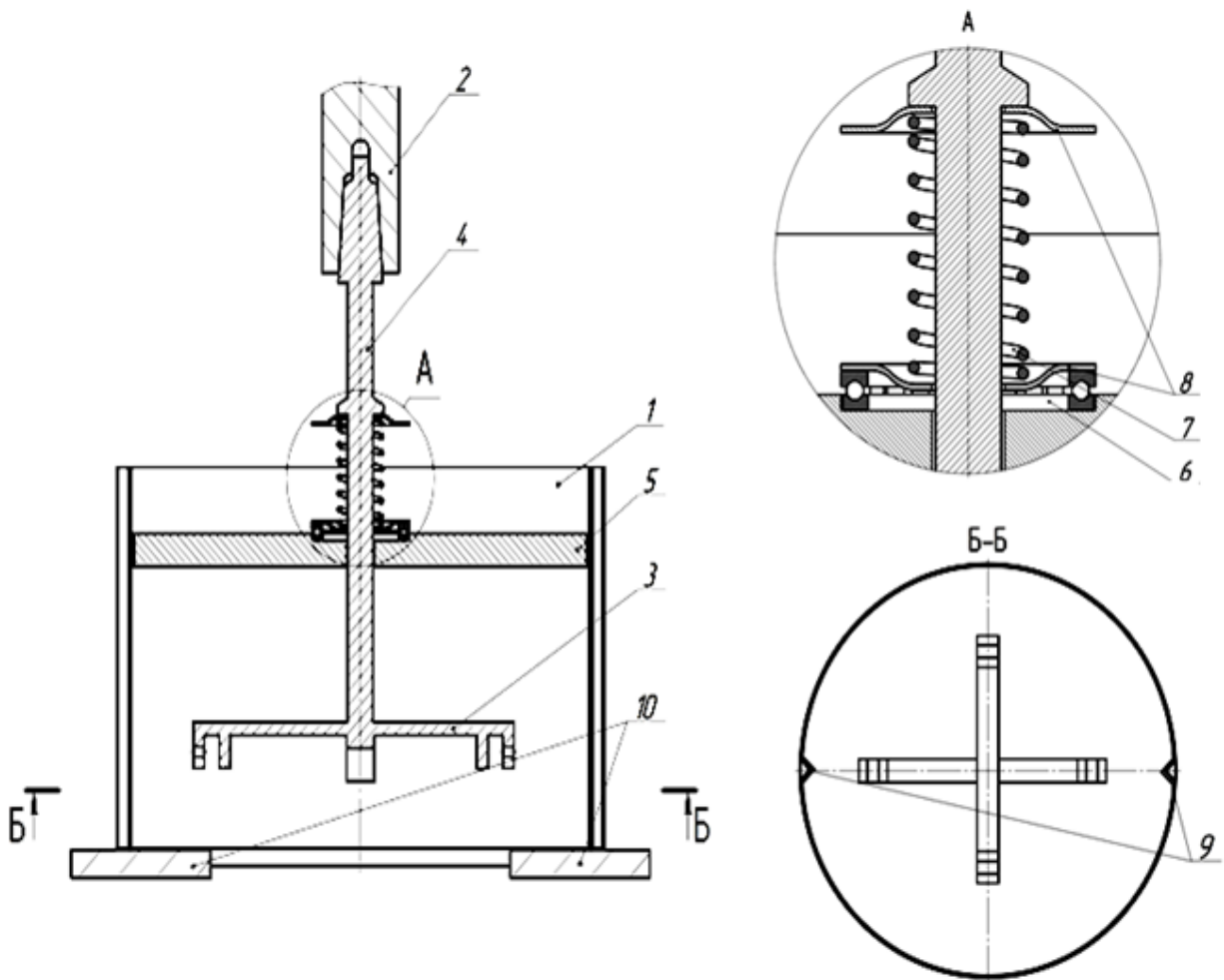


Рисунок 1 – Общий вид установки для исследования износостойкости рабочих органов сельскохозяйственных орудий на базе вертикально-сверлильного станка

На рисунке 2 представлена компоновка установки для исследования износостойкости рабочих органов почвообрабатывающих машин на базе вертикально-сверлильного станка модели 2А135.

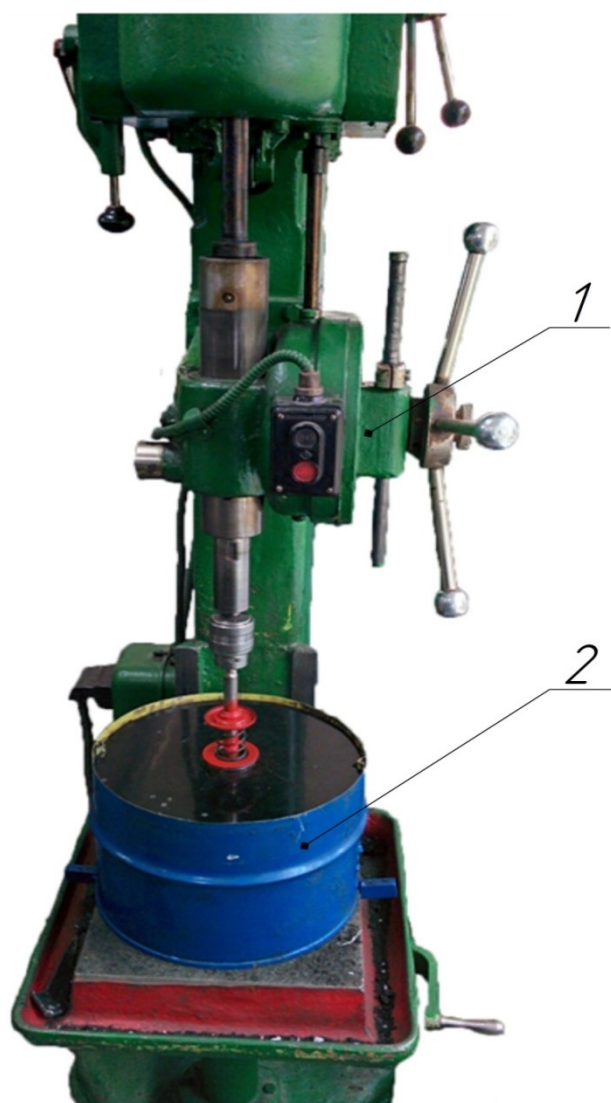


Рисунок 2 – Стенд для исследования износостойкости рабочих органов сельскохозяйственных орудий: 1 - вертикально-сверлильный станок 2А135; 2 - установка для исследования износостойкости рабочих органов сельскохозяйственных орудий

Конструкция стенда позволяет одновременно испытывать четыре образца, а также изменять давление на абразивный материал, находящийся в емкости при помощи крышки и статического нагружающего устройства с тарированной спиральной пружиной (см. рисунок 1).

Применение данного стенда позволит более объективно оценивать эффективности упрочняющих технологий рабочих органов сельскохозяйственных орудий.

Библиографический список

1. Хрущов, М.М. Абразивное изнашивание. / М.М. Хрущов, М.А. Баби-чев. - М., «Наука», 1970. - 252 с.
2. Морозов, А.В. Механизм воздействия абразивных частиц на поверхность деталей рабочих органов сельскохозяйственных орудий / А.В. Морозов, Е.А. Токмаков // Материалы VIII международной научно-практической конференции, Ч. I. - Ульяновск, УГСХА им. П.А. Столыпина, 2017. – С. 196-199.
3. Морозов, А.В. Повышение эффективности электромеханической закалки рабочих поверхностей сельскохозяйственных орудий / А.В. Морозов, Е.А. Токмаков // Международная научно-практическая конференция, Кабардино-Балкарский государственный аграрный университет им. В.М. Кокова, - Нальчик, 2016. - С. 73-76.
4. Морозов, А.В. Экспериментальные исследования влияния электромеханической закалки на микроструктуру и твердость плоских деталей рабочих органов сельскохозяйственных орудий / А.В. Морозов, Е.А. Токмаков // Всероссийский научно-исследовательский институт электрификации сельского хозяйства. Москва, 2016. - С. 252-256.

Stand for tests for wearability of working authorities of agricultural instruments

Morozov A.V.,

FSBEE «Ulyanovsk SAU»

Key words: working bodies of agricultural tools, stand, bench tests, wear.

Abstract. The paper proposed a stand for wear tests of the working bodies of agricultural implements and a description of its design features.

ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА РАЦИОНАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОВЫШЕНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ГЛАДКИХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ ИХ ВОССТАНОВЛЕНИИ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКОЙ

Морозов А. В.,

кандидат технических наук, доцент,

Кретинин И. П.,

магистрант 2 курса инженерного факультета

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

тел. 8(8422)55-95-97, e-mail: alvi.mor@mail.ru

Ключевые слова: гладкие цилиндрические соединения, отверстия, износ, электромеханическая обработка, долговечность

Аннотация. Предложена и обоснована структурная схема технологий повышения долговечности деталей машин и их соединений применением процессов ЭМО отверстий полосовым высокотемпературным источником, позволяющая рационально выбирать технологический маршрут в зависимости от условий их эксплуатации.

В технике широко применяются гладкие цилиндрические соединения. В процессе эксплуатации, более 85% теряют свою работоспособность не из-за поломок, а вследствие изнашивания их рабочих поверхностей. Для повышения их долговечности необходимо формировать высокие эксплуатационные свойства на исполнительных поверхностях. При этом для наружных поверхностей такие технологии разработаны в большом объеме, а для внутренних, на долю которых приходится до 60% всех изнашивающихся поверхностей, упрочняющих технологий, обеспечивающих длительную безотказную работу соединений, разработано недостаточно. Особенно проблематична упрочняющая обработка отверстий

деталей диаметром менее 50 мм, доля которых составляет около 60 % от общего объема.

На основании результатов теоретических и экспериментальных научных исследований были разработаны технологии, позволяющие повысить долговечность гладких цилиндрических подвижных и неподвижных соединений применением процессов электромеханической обработки (ЭМО) полосовым высокотемпературным источником [1, 2, 3, 4, 5, 6] (см. рисунок). Технологии могут применяться как при восстановлении подвижных и неподвижных соединений, так и при изготовлении новых деталей в условиях основного производства, как из чёрных (сталь, чугун), так и из бронзовых сплавов. Это необходимо учитывать при выборе способа обработки отверстий деталей гладких цилиндрических соединений.

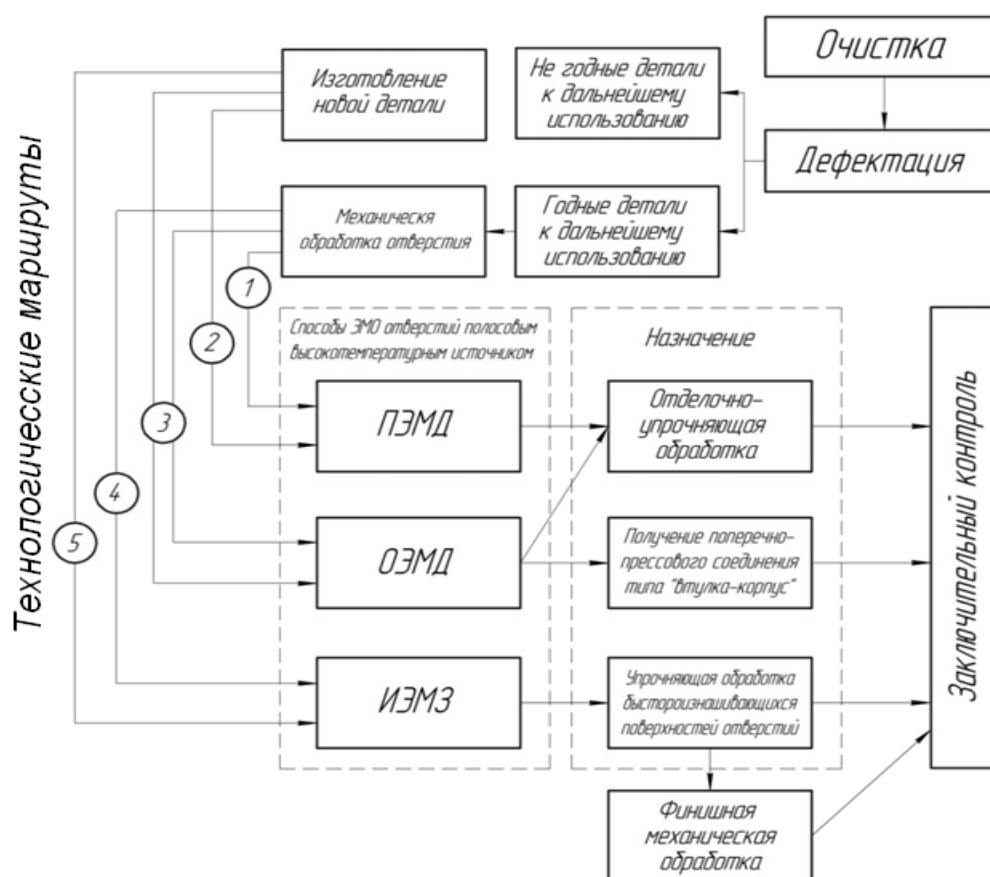


Рисунок 1 – Структурная схема технологий повышения долговечности деталей машин и их соединений применением процессов ЭМО отверстий полосовым высокотемпературным источником

Разработанные способы ЭМО отверстий полосовым высокотемпературным источником имеют пять технологических маршрутов их применения при осуществлении ремонтных воздействий.

Первый технологический маршрут включает механическую обработку изношенного отверстия детали под ремонтный размер с последующим поверхностным электромеханическим дорнованием (ПЭМД) [2, 3], что позволит существенно повысить твердость и снизить шероховатость рабочих поверхностей отверстия.

Второй технологический маршрут предусматривает изготовление новой детали с последующим ПЭМД.

Третий технологический маршрут может применяться как для восстановления отверстий корпусных деталей методом постановки компенсирующей втулки, так и для замены изношенной втулки на новую. При этом отверстие корпусной детали предварительно механически обрабатывается с целью устранения эксплуатационных дефектов, затем в него с переходной посадкой или с зазором устанавливается вновь изготовленная втулка, после чего выполняется объемное электромеханическое дорнование (ОЭМД) [1, 2, 5]. Применение ОЭМД позволяет за один ход инструмента выполнить три технологические операции: произвести закалку и снизить шероховатость исполнительной поверхности втулки, а также получить качественное поперечно-прессовое соединение втулки с корпусом.

Четвертый и пятый технологические маршруты целесообразно применять для деталей, износ отверстий у которых происходит в строго определенном месте. Упрочнению избирательной электромеханической закалкой (ИЭМЗ) [2, 6], подвергается только изнашивающаяся в процессе эксплуатации поверхность отверстия. ИЭМЗ может подвергаться поверхность отверстия обработанного под ремонтный размер (четвертый вариант), а также вновь изготовленной детали (пятый вариант). При необходимости после ИЭМЗ поверхность отверстия может подвергаться финишной чистовой обработке.

Разработанная структурная схема позволяет выбирать рациональный технологический маршрут повышения долговечности деталей машин и их соединений применением процессов ЭМО отверстий полосовым высокотемпературным источником в зависимости от условий их эксплуатации.

Библиографический список

1. Морозов А.В. Объемное электромеханическое дорнование тонкостенных стальных втулок / Монография. – Ульяновск, УГСХА им. П.А. Столыпина, 2013 г. - 193 с.

2. Морозов, А.В. Разработка классификации процессов электромеханической обработки отверстий движущимся высокотемпературным полосовым источником / А.В. Морозов, Г.Д. Федотов // Упрочняющие технологии и покрытия. – 2015. - № 3. С. 44-50.

3. Морозов, А.В. Повышение послеремонтного ресурса сопряжения привода выталкивателя штампа станка ПШ-2 применением процессов электромеханической обработки / А.В. Морозов, Г.Д. Федотов // Журнал «Научное обозрение», № 4. Москва 2012. С. 230-236.

4. Морозов, А.В. Особенности выбора инструмента для электромеханической обработки отверстий деталей машин полосовым высокотемпературным источником / А.В. Морозов, Г.Д. Федотов, С.Н. Петряков, А.Ю. Горшков, Д.Р. Мущарапов // Известия ТулГУ. – 2016. - Выпуск 7 (2). С 258 – 268

5. Морозов А.В., Абрамов А.Е., Байгулов А.В. Качество прессового соединения, полученного объемным электромеханическим дорнованием бронзовых втулок в замкнутом объеме. Журнал «Научное обозрение», № 1. Москва 2013. С 91-97.

6. Федорова, Л.В. Повышение эффективности электромеханической заковки отверстий гладких цилиндрических подвижных сопряжений, испытывающих одностороннюю радиальную нагрузку / Л.В. Федорова, А.В. Морозов, В.А. Фрилинг // Ремонт, восстановление, модернизация. - 2012. - № 8. С. 49 - 52.

Features of the choice of rational technology to increase the durability of smooth cylindrical compounds in their restoration of electromechanical processing

Morozov A.V., Kretinin I.P.,
FSBEE «Ulyanovsk SAU»,

Key words: smooth cylindrical joints, holes, wear, electromechanical processing, durability

Abstract. A block diagram of technologies for improving the durability of machine parts and their connections using the EMP processes of holes by a high-bandwidth source is proposed and substantiated, which makes it possible to rationally choose a technological route depending on the conditions of their operation.

УДК 621.9.08

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВИБРОКОНТАКТНОГО ПРИНЦИПА ИЗМЕРЕНИЯ РАЗМЕРОВ ДЕТАЛЕЙ

Тромпет Г. М.,
кандидат технических наук, доцент,
german.trompet@gmail.com

Александров В. А.,
кандидат технических наук, доцент,
alexandrov_vikt@mail.ru

Уральский государственный аграрный университет,

Ключевые слова: станочное оборудование, измерение, виброконттактный принцип, преобразователь, измерительный наконечник.

Аннотация: в настоящее время широко используется станочное оборудование активного контроля, позволяющее на основании результатов измерения обработанных заготовок оценивать их точность и проводить соответствующую

корректировку параметров технологического процесса, в работе представлены результаты разработки электромагнитных виброконтактных преобразователей для использования в станочном оборудовании в качестве приборов управляющего контроля на металлорежущих станках.

Анализ прогнозов развития технологий, оборудования и материалов в машиностроении, научно-технических публикаций позволяет сформулировать основные направления дальнейшего развития технических средств, реализующих технологические процессы механической обработки [1].

Реализация одного из направлений создания технических средств в значительной мере определяется разработкой станочного оборудования активного контроля (СОАК), обеспечивающего оперативные измерения точности размеров, параметров качества поверхностного слоя заготовки и детали.

Современная продукция машиностроения характеризуется повышенными показателями надежности, определяемыми во многом повышением точностных параметров деталей. За последние десятилетия точность линейных и угловых размеров деталей ряда отраслей машиностроения повысилась в несколько раз [2].

Это привело к широкому использованию на производстве станочного оборудования активного контроля, позволяющего в любой момент времени на основании результатов измерения обработанных заготовок оценивать их точность и в необходимых случаях принимать меры к соответствующей корректировке параметров технологического процесса: смене режущего инструмента, коррекции размерной настройки станка, изменению параметров режима обработки, правке круга и т.д.

В настоящее время в промышленности эксплуатируется большое количество средств послеоперационного контроля и управляющего контроля различного принципа измерения, контактные и бесконтактные устройства.

Определенное место в средствах управляющего контроля занимают системы виброконтактного принципа измерения [3, 4], которые используют преимущества контактных и бесконтактных средств измерения и успешно используются при контроле прерывистых поверхностей заготовок при их технологическом перемещении.

Виброконтактный принцип измерения основан на том, что с контролируемой поверхностью периодически контактирует измерительный наконечник с частотой 50-100 Гц. Это резко снижает измерительное усилие и его износ. В режиме управления (коррекции) предпочтительны выходные управляющие сигналы в виде фазовых значений несущей частоты, изменяющейся в функции контролируемого параметра [5], что присуще виброконтактному принципу измерения.

На современных металлорежущих станках применяют следующие средства контроля [6,7,8]:

- на станках шлифовальной группы применяют СОАК для контроля размеров заготовок (деталей) в процессе обработки (автотолераторы);

- на расточных станках и шлифовальных станках, работающих напроход, применяются СОАК для контроля размеров заготовок (деталей) после обработки резанием (подналадчики);

- на станках с ЧПУ и обрабатывающих центрах применяются широкодиапазонные преобразователи для координатных измерений перемещений рабочих органов станка;

- на сверлильно-фрезерно-расточных станках и обрабатывающих центрах применяются индикаторы контакта для контроля размерных параметров заготовок (деталей) и позиционирования базовых, обрабатываемых поверхностей и режущих кромок инструментов;

- на стендах используются устройства для настройки инструмента вне станка.

Анализ процесса активного контроля размеров заготовок (деталей) с применением автотолераторов показал, что часто детали имеют разрывы поверхностей (обрабатываемых и контролируемых), в связи с чем необходимо использовать в качестве щупов преобразователей ножевидные измерительные наконечники (рисунок 1).

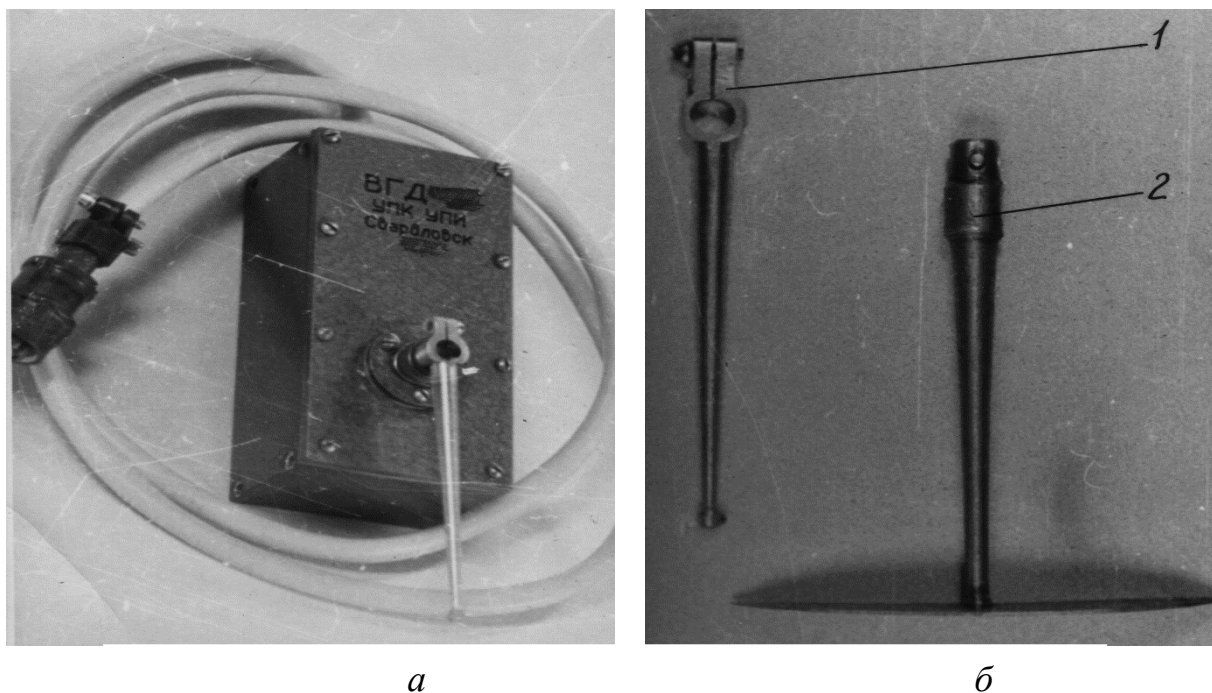


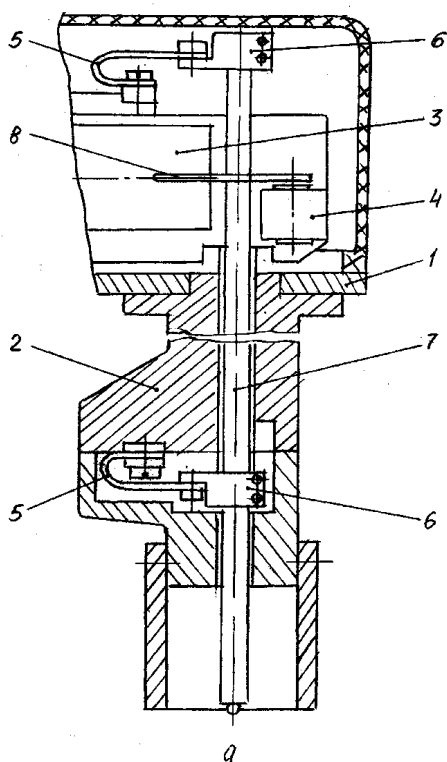
Рисунок 1 – Виброгенераторный преобразователь (а) и измерительные щупы к нему (б) с точечным наконечником (1) и ножевидным (2)

Используя теорию виброконтактных измерительных систем [9, 10] были рассчитаны: вибратор с учетом ножевидного щупа, собственно колебательная система с возможностью регулирования частоты колебаний, входные и выходные параметры виброгенераторного преобразователя.

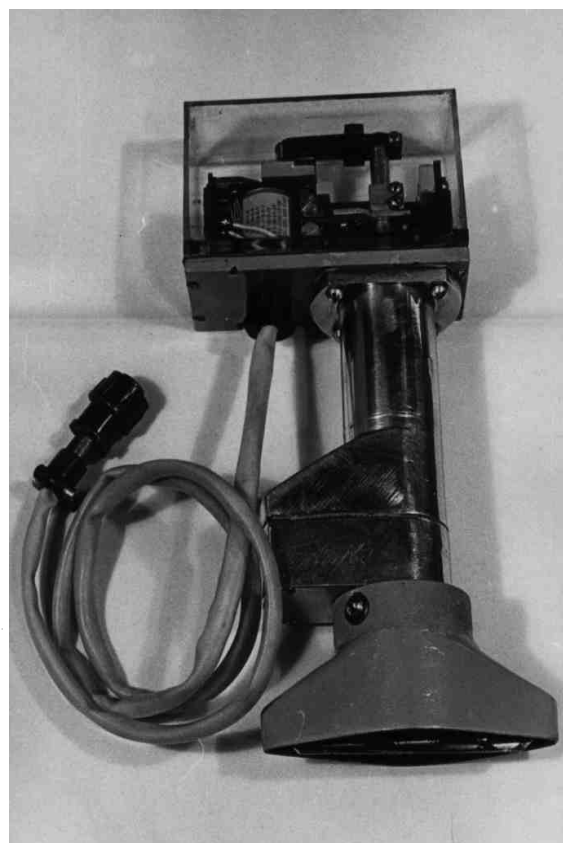
Результатом дальнейшего развития виброконтактных преобразователей для автотолераторов является конструкция виброгенераторного преобразователя (патент № 2270415) [11]. Преобразователь позволяет повысить надежность и долговечность, снизить усталостную нагрузку, воспринимаемую упругими эле-

ментами подвески измерительного стержня, и упростить настройку преобразователя на резонансную рабочую частоту. Задача решена путем создания узлов подвески на специальных упругих элементах, выполненных U-образной формы, имеющих различную длину ветвей и переменное сечение в виде двусторонних серпообразных вырезов, причем короткая ветвь соединена с основанием вибропреобразователя, а длинная ветвь - соединяется с измерительным наконечником.

Виброгенераторный преобразователь (рисунок 2) состоит из корпуса 1, прикрепленного к корпусу основания 2, виброгенератора 3, раскачивающего электромагнита 4, упругих элементов 5, верхнего и нижнего хомутиков 6, с помощью посредством которых измерительный наконечник 7 прикрепляется к основанию 2. С измерительным стержнем 7 жестко связан якорь 8 виброгенератора 3.



a



б

Рисунок 2 – Виброгенераторный преобразователь (патент №2270415): *a* – с точечным наконечником; *б* – с ножевидным наконечником

Разработанный виброгенераторный преобразователь (рис.2) работает так. После подачи на катушку раскачивающего электромагнита 4 напряжения питания измерительный наконечник 7 и якорь 8, жестко связанный с ним, через упругие элементы 5 приводятся в колебательное движение, причем колебания измерительного наконечника 7 и якоря 8 синхронны, и их амплитуды одинаковы. В катушке виброгенератора 3 наводится ЭДС, значение которой пропорционально изменениям скорости магнитного потока, создаваемого постоянным магнитом виброгенератора 3.

В процессе проведения измерений размерных параметров обрабатываемых деталей измерительный наконечник контактирует с измеряемыми поверхностями. В зависимости от изменения размеров деталей изменяется амплитуда колебаний измерительного стержня, а, значит, и якоря генератора, при этом в катушке виброгенератора возбуждается ЭДС, прямо пропорциональная амплитуде колебаний, которая регистрируется отсчетным устройством.

Работа виброгенераторного преобразователя осуществляется в условиях действия определенных механических нагрузок. При этом наиболее нагружены упругие элементы 5, обеспечивающие колебательные движения измерительного наконечника. Для перераспределения нагрузки равномерно по дуге элемента предлагается их выполнить их U-образной формы и имеющими различную длину ветвей и переменное сечение. Серпообразные вырезы позволяют обеспечить быструю настройку рабочей частоты колебаний измерительного наконечника, меняя их с помощью абразивного круга, без жесткого ограничения массы колебательной системы, кроме того, предложенная форма обеспечивает демпфирование ударов измерительного стержня о кромки заготовок.

Это позволяет снизить усталостную нагрузку, действующую на упругие элементы, и повысить надежность работы и ресурс виброгенераторного преобразователя, а наличие серпообразных вырезов - обеспечить оперативную настройку на рабочую частоту колебаний измерительного наконечника.

Эксплуатация станочного оборудования активного контроля в цеховых условиях с использованием предлагаемого виброгенераторного преобразователя

показала достаточно высокую надежность и работоспособность датчика, а применение измерительной системы в составе: датчик, отсчетно-командный блок, система управления станком, заготовка (деталь) обеспечивает повышение точности обработки на 20 % [12] за счет демпфирования ударов кромок проходящих под измерительным наконечником контролируемых деталей.

Таким образом, применение станочного оборудования активного контроля с использованием виброконтактных преобразователей на металлорежущих станках позволяет повысить точность обработки деталей.

Библиографический список

1. 12-я Международная выставка технологий, оборудования и материалов для обработки поверхностей и нанесения покрытий ExpoCoating Moscow // Металлообработка.- 2015.- №1.- С.60-62.
2. Соломенцев, Ю.М., Фролов, Е.Б. Современные методы повышения эффективности машиностроительных производств/ Ю.М. Соломенцев, Е.Б. Фролов // Технология машиностроения.- 2015.- №8.- С.54-58.
3. Основы автоматизации машиностроительного производства/ Е. Р. Ковальчук, М. Г. Косов, В. М. Митрофанов [и др.]; под ред. Ю. М. Соломенцева.- М.: Высш. шк., 1999. -312 с.
4. Тромпет, Г. М. Технологические и метрологические возможности систем управляющего контроля виброконтактного принципа измерения: монография / Г. М. Тромпет.- Екатеринбург: УГТУ – УПИ.- 2009.- 230 с.
5. Волосов, С.С. Управление качеством продукции средствами активного контроля / С. С. Волосов, З. Ш. Гейлер. - М.: Издательство стандартов.- 1989.- 264 с.
6. Соболев М.П. Автоматический размерный контроль на металлорежущих станках/ М.П.Соболев, М.И.Этингоф.- Смоленск: «Ойкумена», 2005.- 300 с.

7. Локтев, Д.А. Современные средства измерения валов/ Д.А. Локтев, С.Б. Егоров, А.В. Капитанов, В.Г. Митрофанов, Т.П. Егорова // СТИН. - 2015. - №9. -С.13-19.
8. Вороничев, П.П. Индикаторы для линейных измерений/ П.П. Вороничев, М.И. Этингоф // СТИН. - 2015. - №9. – С. 19-22.
9. Тромпет, Г. М. Технологические и метрологические возможности систем управляющего контроля виброконтрактного принципа измерения: монография / Г. М. Тромпет. Екатеринбург: УГТУ – УПИ. 2009.- 230 с.
10. Тромпет, Г.М. Разработка систем управляющего контроля с использованием виброконтрактных приборов/Г.М.Тромпет, В.А.Александров// Вестник РГАЗУ. -2007.- №2(7).-С.71-73.
11. Пат. № 2270415 РФ МПК G 01 В7/00 Виброгенераторный преобразователь / Тромпет Г. М., Александров В. А., Кирсанов Ю. А.: опубл. 20.02.2006. Бюл. №5.
12. Тромпет, Г.М. Измерительно-управляющая система при обработке деталей с большой прерывистостью/Г.М. Тромпет, В.А. Федотов, В.А. Александров// Машиностроитель.- 2006.- №7.- С.34-35.

Improvement of machine equipment based on the use of vibration contact principle of measuring the size of parts

Trompet G. M., Aleksandrov V. A.

Key words: machine tools, measurement, vibrometry principle, the converter, the measuring tip.

Abstract: at present, widely used machining equipment active monitoring on the basis of the measurement results of the processed workpieces to assess their accuracy and proper adjustment of process parameters, the paper presents the results of the development of electromagnetic vibrationstechnik converters for use in machine tools as instruments of the management control on machine tools.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОТОПЛИВА ИЗ РАСТИТЕЛЬНЫХ МАСЕЛ В АВТОТРАКТОРНЫХ ДИЗЕЛЯХ

Уханова Д. А.,

аспирант,

Перова Н. А.,

аспирант,

Горбачёва С. В.,

аспирант,

Уханов Д. А.,

доктор технических наук, профессор

ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ, 628517, e-mail: ukhanov.penza@mail.ru

Ключевые слова: автотракторное средство, система питания, минеральное дизельное топливо, растительное масло, биотопливо.

Аннотация. В статье описана новая конструкция двухтопливной системы питания автотракторных средств, обеспечивающая работу дизеля на двух видах моторного топлива: товарном минеральном дизельном топливе (на режимах пуска, прогрева и останова двигателя) и дизельном смесевом топливе (при работе на остальных режимах). Отличительной особенностью данной системы питания дизеля является автоматическое переключение с одного вида моторного топлива на другое.

В настоящее время мировые державы ведут непрерывные научные и практические разработки с целью получения альтернативных видов моторного топлива. Предпринимаются попытки замены нефтяного и газового топлива на биологическое топливо. Сегодня зависимость от импорта нефти и других углеводородных источников энергии рассматривается почти всеми странами как проблема финансового, энергетического и экологического масштаба. Данное положение привело к использованию альтернативных видов моторного топлива и, в

частности, биотоплива на основе растительных масел. Сдерживающим фактором широкого применения жидкого биотоплива является то, что серийно выпускаемые и находящиеся в эксплуатации автотракторные средства не приспособлены к работе на таком виде моторного топлива. Одним из видов жидкого биотоплива является дизельное смесевое топливо, получаемое смешиванием товарного минерального топлива и растительного масла [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9].

Для работы автотракторных дизелей на двух видах моторного топлива (минеральном и смесевом топливе) разработана и запатентована двухтопливная система питания [10], которая содержит, наряду с узлами и агрегатами штатной системы, бак минерального топлива 1 (рисунок 1), бак растительного масла 2, фильтры грубой очистки минерального топлива 3 и растительного масла 4, фильтр тонкой очистки топлива 5, топливоподкачивающий насос 6, электронасосы подачи минерального топлива 7 и растительного масла 8, топливный насос высокого давления 9, форсунки 10 и смеситель 11, во входных каналах 12, 13 которого установлены электродозаторы 14, 15, нагнетательные 16, 17 и перепускные клапаны 18, 19, а также температурный датчик 20 и трехпозиционный электропереключатель 21, при этом для автоматического управления электронасосом подачи растительного масла 8 в качестве температурного датчика 20 является терморезистор 22, размещенный во входном канале топливного насоса высокого давления 9 и электрически соединенный через усилитель электрического сигнала 23 с электронасосом подачи растительного масла 8, причем терморезистор 22 изменяет свое сопротивление при температуре топлива во входном канале топливного насоса высокого давления 9, равной 30 ± 2 °С.

Работает двухтопливная система питания дизеля автотракторного средства следующим образом.

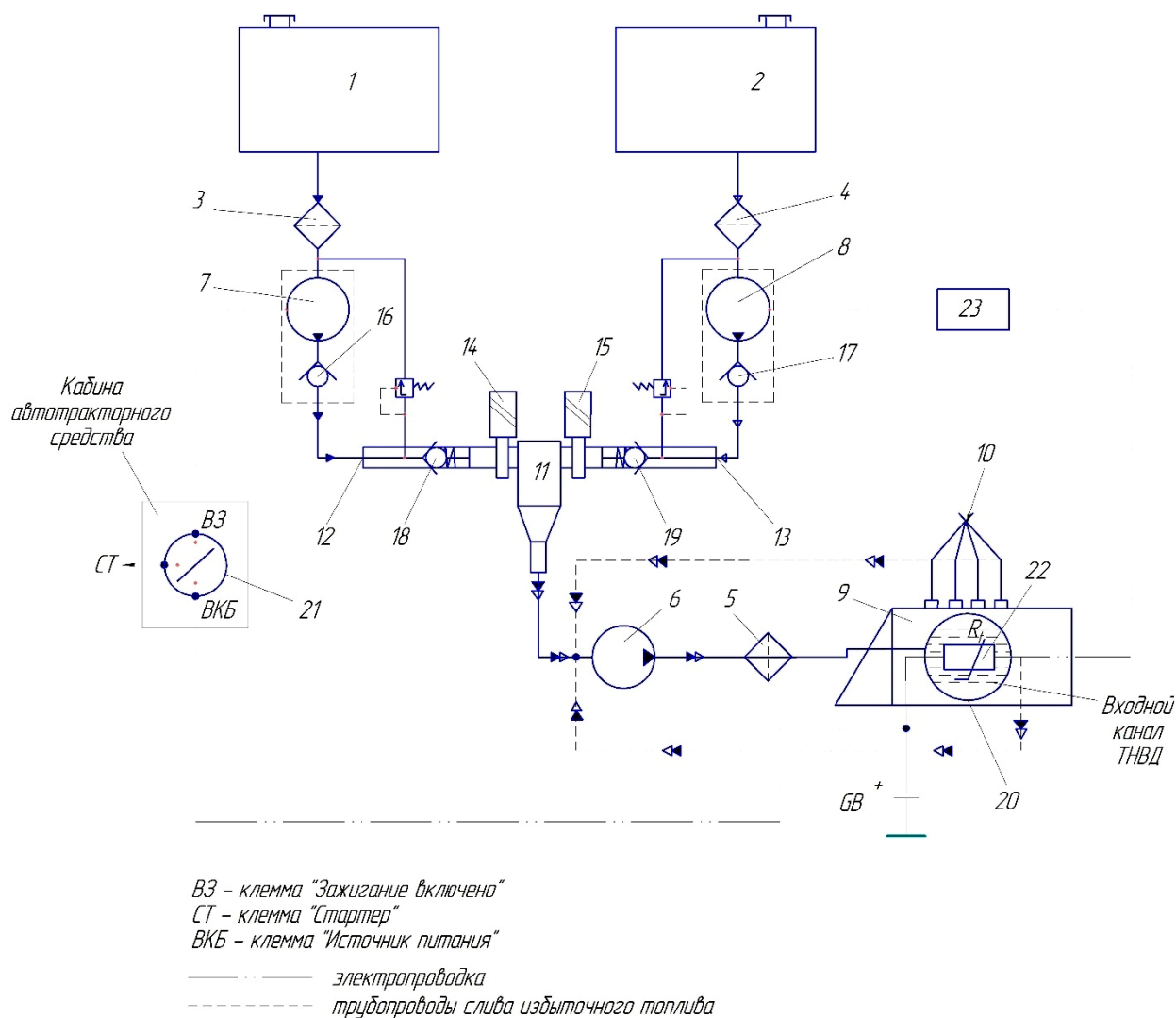


Рисунок 1 – Двухтопливная система питания дизеля автотракторного средства (наименование позиций в тексте)

Пуск дизеля и его прогрев осуществляются на минеральном топливе. При этом электродозатор минерального топлива 14 полностью открыт, а электродозатор растительного масла 15 полностью закрыт. При электростартерном пуске дизеля за счет установки трехпозиционного электропереключателя 21 в положение «Стартер» (СТ) и затем после пуска в положение «Зажигание включено» (ВЗ), включается электронасос подачи минерального топлива 7, который забирает минеральное топливо из бака 1 и фильтра грубой очистки минерального топлива 3. Затем подает его под давлением через нагнетательный и перепускной клапаны 16 и 18, электродозатор 14, смеситель 11, топливоподкачивающий насос 6, фильтр тонкой очистки топлива 5 в ТНВД 9 и далее форсунками 10 впрыскивается в цилиндры дизеля. При температуре топлива во входном канале ТНВД 9

ниже 30 ± 2 °С терморезистор 22 практически не изменяет своего сопротивления, усилитель 23 и электронасос подачи растительного масла 8 не работают.

После достижения температуры топлива во входном канале ТНВД 9, равной 30 ± 2 °С, терморезистор 22 изменяет свое сопротивление и силу тока в электрической цепи, что регистрируется усилителем электрического сигнала 23. Усиленный ток постоянного напряжения поступает в электрическую цепь электронасоса подачи растительного масла 8 и включает его в работу. При этом электродозаторы минерального топлива 14 и растительного масла 15 открыты. Растительное масло из бака 2 через нагнетательный и перепускной клапаны 17 и 19, электродозатор 15 поступает в смеситель 11. Минеральное топливо подается в смеситель 11 аналогично работе дизеля в режиме пуска и прогрева. В смесителе 11 минеральное топливо и растительное масло перемешиваются, образуя смешанное топливо, которое топливоподкачивающим насосом 6 подается через фильтр тонкой очистки 5 в ТНВД 9 и далее форсунками 10 впрыскивается в цилиндры дизеля.

Преимуществом разработанной двухтопливной системы питания дизеля автотракторного средства является практическая возможность автоматического управления электронасосом подачи растительного масла.

Библиографический список

1. Уханов, А.П. Адаптация тракторного дизеля к работе на смешанном топливе / А.П. Уханов, Д.А. Уханов, Е.А. Хохлова // Тракторы и сельхозмашины. – 2013. – № 10. – С. 14-16.

2. Уханов, А.П. Исследование свойств биологических компонентов дизельного смешанного топлива / А.П. Уханов, Д.А. Уханов, И.Ф. Адгамов // Нива Поволжья. – 2014. – № 1 (30). – С. 92-98.

3. Артемов, И.И. Эксплуатационные материалы: Учебник / И.И. Артемов, Ю.В. Гуськов, А.П. Уханов. – Пенза: Инф.-изд. центр ПГУ, 2006. – 414с.

4. Патент 2503491 РФ, МПК В 01 F 5/06. Смеситель минерального топлива и растительного масла с активным приводом / А.П. Уханов, Д.А. Уханов, Е.А. Сидоров, Е.А. Хохлова. – №2012128420/05; Заяв. 05.07.2012; Опубл. 10.01.2014, Бюл. №1.

5. Патент 2426588 РФ, МПК В 01 F 5/06. Смеситель-дозатор топлива / А.П. Уханов, В.А. Голубев, Е.С. Зыкин. – №2009141463/05; Заяв. 09.11.2009; Опубл. 20.08.2011, Бюл. № 23.

6. Патент 2377060 РФ, МПК В 01 F 5/06. Смеситель минеральных и растительных композиций моторного топлива / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, В. А. Иванов, В. А. Рачкин. – № 2007149172/15; Заяв. 28.12.2007; Опубл. 27.12.2009, Бюл. № 36.

7. Патент 2486949 РФ, МПК В 01 F 5/06. Смеситель-фильтр минерального топлива и растительного масла / А.П. Уханов, Д.А. Уханов, В.В. Крюков, Е.А. Сидоров, Е.Д. Година. – № 2012113657/05; Заяв. 06.04.2012; Опубл. 10.07.2013, Бюл. № 19.

8. Устройства для конструктивной адаптации дизелей автотракторной техники к работе на биоминеральном топливе / А.П. Уханов, Д.А. Уханов, Е.А. Хохлова, А.А. Хохлов // Известия Самарской ГСХА. – 2016. – Вып.2. – С. 34-40.

9. Патент 2387867 РФ, МПК F 02 М 43/00. Двухтопливная система тракторного дизеля / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, В. А. Рачкин, В. А. Иванов. – №2008138726/06; Заяв. 29.09.2008; Опубл. 27.04.2010, Бюл. № 12.

10. Патент 2662788 РФ, МПК F 02 М 43/00, F 02 D 19/06, F 02 D 19/08. Двухтопливная система питания дизеля автотракторного средства / Д.А. Уханова, А.П. Уханов, Д.А. Уханов. – №2018102628/06; Заяв. 23.01.2018; Опубл. 30.07.2018, Бюл. №22.

**Prospects for the use of biofuels from vegetable oils
in automotive diesel engines**

Ukhanova D.A., Perova N.A., Gorbacheva S.V., Ukhanov D.A.

Key words: motor vehicle, power system, mineral diesel fuel, vegetable oil, bio-fuel.

Abstract. The article describes a new design of the dual-fuel power system of automotive vehicles, which provides diesel operation on two types of motor fuel: commercial mineral diesel fuel (in the modes of start-up, warm-up and stop of the engine) and diesel mixed fuel (when operating in the axial modes). A distinctive feature of this diesel power system is automatic switching from one type of motor fuel to another.

УДК 621.436

ОЦЕНКА ПУСКОВЫХ СВОЙСТВ ДИЗЕЛЯ Д-243-648 ПРИ РАБОТЕ НА МИНЕРАЛЬНО-СОЕВОМ ТОПЛИВЕ

Уханова Ю. В.,
аспирант,

Горбачёва С.В.,
аспирант,

Перова Н. А.,
аспирант,

Уханов А. П.,
доктор технических наук, профессор

ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ, 628517, e-mail: ukhanov.penza@mail.ru

Ключевые слова: дизель, минеральное топливо, соевое масло, дизельное смесевое топливо, минерально-соевое топливо, пусковые свойства.

Аннотация. В статье дана оценка пусковых свойств дизеля Д-243-648 при работе на смесевом минерально-соевом топливе. Результаты исследований показали, что максимально допустимое содержание соевого масла в дизельном смесевом топливе, при котором обеспечивается надежный пуск дизеля при нормальных температурных условиях (20 °С), составляет не более 30%. Применение смесевое топлива с содержанием соевого масла менее 30% обеспечивает пуск дизеля и при более низких температурах окружающего воздуха.

Экспериментальные исследования показывают, что прогретый автотракторный дизель может работать на смесевом минерально-соевом топливе с любым соотношением биологического и минерального компонентов. Однако с увеличением доли биологического компонента (соевого масла) в смесевом топливе происходит ухудшение мощностных и топливно-экономических показателей дизеля. Поэтому использование дизельного смесевого топлива (ДСТ) с содержанием соевого масла более 50% не рекомендуется ввиду небольшого снижения эффективной мощности дизеля и существенного увеличения удельного эффективного расхода топлива. Экологические показатели дизеля при увеличении содержания биологического компонента в смесевом топливе, напротив, улучшаются, но при превышении более 50% соевого масла в ДСТ происходит ухудшение и данных показателей. Ухудшение мощностных и топливно-экономических показателей дизеля обусловлено тем, что соевое масло обладает по сравнению с нефтяным дизельным топливом (ДТ) повышенными значениями вязкости и плотности, пониженными значениями цетанового числа и низшей теплоты сгорания, а также высоким содержанием растворенного кислорода. Поэтому научный и практический интерес представляет оценка пусковых свойств дизеля при его работе на смесевом минерально-соевом топливе [1, 2].

Процесс пуска дизеля Д-243-648 смоделирован с использованием программы Дизель-РК при его работе на эталонном нефтяном ДТ, товарном нефтяном ДТ марки Л-0,2-62 и смесевом минерально-соевом топливе с процентным соотношением минерального и биологического компонентов 90:10, 80:20, 70:30, 60:40, 50:50.

Расчеты показателей дизеля проводились на пусковой частоте вращения коленчатого вала, равной 200 мин^{-1} , при этом температура пуска варьировалась в интервале от минус $15 \text{ }^\circ\text{C}$ до плюс $20 \text{ }^\circ\text{C}$ с шагом $5 \text{ }^\circ\text{C}$. За оценочный показатель пусковых свойств дизеля принята величина максимального давления цикла.

Расчет максимального давления цикла (P_z) выполняли по формуле:

$$P_z = P_c + 5,39 \cdot 10^{-4} \cdot \frac{m_{vi} \cdot H_{уддс} \cdot (n_1 - 1)}{V_c \cdot 10^{-3}}, \text{ МПа}, \quad (1)$$

где P_c – давление в конце сжатия, МПа; n_1 – показатель политропы сжатия; m_{vi} – общая масса топлива, испарившегося за период задержки воспламенения, кг; $H_{уддс}$ – низшая теплота сгорания смесового топлива, МДж/кг; V_c – объем камеры сжатия, м^3 .

В свою очередь, низшая теплота сгорания ДСТ рассчитывалась по выражению:

$$H_{уддс} = 34,013 \cdot 10^{-2} \cdot (C_1 \cdot K_1 + C_2 \cdot K_2) + 125,6 \cdot 10^{-2} \cdot (H_1 \cdot K_1 + H_2 \cdot K_2) - 10,9 \cdot 10^{-2} \cdot [(O_1 \cdot K_1 + O_2 \cdot K_2) - (S_1 \cdot K_1 + S_2 \cdot K_2)] - 2,512 \cdot 10^{-2} [9 \cdot (H_1 \cdot K_1 + H_2 \cdot K_2) + (W_1 \cdot K_1 + W_2 \cdot K_2)], \text{ МДж/кг}, \quad (2)$$

где S_1, S_2 – содержание серы в минеральном ДТ и соевом масле, W_1, W_2 – содержание воды в минеральном ДТ и соевом масле.

В соответствии с требованиями ГОСТ 305-2013 летнее ДТ рекомендуется применять при температуре окружающего воздуха не ниже минус 5 °С. При более низкой температуре возникают проблемы с пуском дизеля, вызванные ухудшением прокачиваемости топлива через узлы и агрегаты топливной системы вследствие образования кристаллов парафиновых углеводородов [3]. Поэтому условно принимаем, что для обеспечения пуска дизеля должно выполняться условие

$$P_z \geq 3,5, \quad (3)$$

где P_z – расчетное максимальное давление цикла при работе дизеля на исследуемых топливах, МПа; 3,5 – количественное значение максимального давления цикла при работе дизеля на эталонном ДТ при температуре окружающего воздуха минус 5 °С, МПа.

Результаты расчетов максимального давления цикла приведены в таблице 1.

Из анализа данных таблицы 1 следует, что товарное ДТ удовлетворяет условию $P_z \geq 3,5$ даже при минус 10 °С ($3,57 \text{ МПа} \geq 3,5 \text{ МПа}$). Смесовое топливо состава 90:10 может обеспечить пуск дизеля при температуре до 0 °С. Смесовое

топливо с содержанием 20% соевого масла обеспечивает пуск дизеля при температуре не ниже 5 °С. Добавление в товарное ДТ 30% соевого масла может обеспечить пуск дизеля только при температуре 15 °С и выше. Дальнейшее увеличение в ДСТ содержания соевого масла приводит к тому, что смесевое топливо с соотношением компонентов 60:40 и 50:50 не удовлетворяют условию $P_z \geq 3,5$ даже при 20 °С.

Таблица 1 – Результаты расчетов максимального давления цикла при работе дизеля на эталонном дизельном топливе по ГОСТ 305-2013, товарном дизельном топливе Л-0,2-62 и смесевом минерально-соевом топливе

Вид топлива	Максимальное давление цикла, МПа							
	Температура топлива, °С							
	-15	-10	-5	0	5	10	15	20
Эталонное нефтяное дизельное топливо по ГОСТ 305-2013	3,27	3,40	3,5	3,61	3,68	3,79	3,91	3,99
Товарное нефтяное дизельное топливо Л-0,2-62	3,43	3,57	3,68	3,78	3,85	4,0	4,14	4,21
Дизельное смесевое топливо 90:10	3,18	3,28	3,42	3,50	3,64	3,77	3,88	3,96
Дизельное смесевое топливо 80:20	2,99	3,11	3,25	3,34	3,50	3,57	3,68	3,74
Дизельное смесевое топливо 70:30	2,81	2,98	3,09	3,16	3,27	3,38	3,49	3,55
Дизельное смесевое топливо 60:40	2,64	2,86	2,95	3,03	3,15	3,24	3,31	3,37
Дизельное смесевое топливо 50:50	2,62	2,76	2,83	2,90	3,0	3,10	3,16	3,21

Таким образом, максимально допустимое содержание соевого масла в ДСТ, при котором обеспечивается надежный пуск дизеля при нормальных температурных условиях (20 °С), составляет не более 30%. Применение смесевое топлива с содержанием соевого масла менее 30% обеспечивает пуск дизеля и при более низких температурах. Так, смесевое топливо с содержанием 20% соевого масла обеспечивает пуск дизеля при температуре до 5 °С, с содержанием 10% – до 0 °С. Использование смесевое топлива с содержанием соевого масла более 30% для пуска холодного дизеля не рекомендуется даже при нормальных температурных условиях, для этого необходимо в топливной системе предусмотреть подогрев ДСТ. Для приготовления минерально-соевого топлива непосредственно на «борту» автотракторной техники разработаны различные смесители

соевого масла и нефтяного ДТ, а также двухтопливная система питания дизеля [4-10].

Библиографический список

1. Уханов, А.П. Адаптация тракторного дизеля к работе на смесевом топливе / А.П. Уханов, Д.А. Уханов, Е.А. Хохлова // Тракторы и сельхозмашины. – 2013. – № 10. – С. 14-16.

2. Уханов, А.П. Исследование свойств биологических компонентов дизельного смесевоего топлива / А.П. Уханов, Д.А. Уханов, И.Ф. Адгамов // Нива Поволжья. – 2014. – № 1 (30). – С. 92-98.

3. Артемов, И.И. Эксплуатационные материалы: Учебник / И.И. Артемов, Ю.В. Гуськов, А.П. Уханов. – Пенза: Инф.-изд. центр ПГУ, 2006. – 414с.

4. Патент 2503491 РФ, МПК В 01 F 5/06. Смеситель минерального топлива и растительного масла с активным приводом / А.П. Уханов, Д.А. Уханов, Е.А. Сидоров, Е.А. Хохлова. – №2012128420/05; Заяв. 05.07.2012; Оpubл. 10.01.2014, Бюл. №1.

5. Патент 2426588 РФ, МПК В 01 F 5/06. Смеситель-дозатор топлива / А.П. Уханов, В.А. Голубев, Е.С. Зыкин. – №2009141463/05; Заяв. 09.11.2009; Оpubл. 20.08.2011, Бюл. № 23.

6. Патент 2377060 РФ, МПК В 01 F 5/06. Смеситель минеральных и растительных композиций моторного топлива / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, В. А. Иванов, В. А. Рачкин. – № 2007149172/15; Заяв. 28.12.2007; Оpubл. 27.12.2009, Бюл. № 36.

7. Патент 2486949 РФ, МПК В 01 F 5/06. Смеситель-фильтр минерального топлива и растительного масла / А.П. Уханов, Д.А. Уханов, В.В. Крюков, Е.А. Сидоров, Е.Д. Година. – № 2012113657/05; Заяв. 06.04.2012; Оpubл. 10.07.2013, Бюл. № 19.

8. Устройства для конструктивной адаптации дизелей автотракторной техники к работе на биоминеральном топливе / А.П. Уханов, Д.А. Уханов, Е.А. Хохлова, А.А. Хохлов // Известия Самарской ГСХА. – 2016. – Вып.2. – С. 34-40.

9. Патент 2387867 РФ, МПК F 02 M 43/00. Двухтопливная система тракторного дизеля / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, В. А. Рачкин, В. А. Иванов. – №2008138726/06; Заяв. 29.09.2008; Оpubл. 27.04.2010, Бюл. № 12.

10. Патент 2465478 РФ, МПК F 02 D 19/08, F 02 M 43/00. Двухтопливная система питания дизеля / А.П. Уханов, Д.А. Уханов, В.В. Крюков, Д.С. Шеменев. – №2011128953/06; Заяв. 12.07.2011; Оpubл. 27.10.2012, Бюл. №30.

Evaluation of starting properties of diesel D-243 - 648 at work on mineral-soy fuel

Ukhanova Yu.V., Gorbacheva S.V., Perova N.A., Ukhanov A.P.

Key words: diesel, mineral fuels, soybean oil, mixed diesel fuel, mineral-salt fuel, the startability of.

Abstract. In the article the estimation of the starting properties of diesel D-243-648 when working in mixed mineral-soy fuel. The results of the research showed that the maximum permissible content of soybean oil in the diesel mixture top-line, which provides a reliable start of the diesel under normal temperature conditions (20 °C), is not more than 30%. The use of a mixed fuel with a soybean oil content of less than 30% ensures the start of the diesel engine and at lower ambient temperatures.

УДК 631.31

ПРАКТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОСВЕННЫХ ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАССЫ ДЕТАЛЕЙ

Яковлев С. А.,

кандидат технических наук, доцент
Тел. 8(8422)55-95-97, Jakseal@mail.ru

Хабарова В. В.,

кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
тел. 8(8422) 55-95-41, habarova@land.ru

Джабраилов Т. А.,

кандидат физико-математических наук, доцент
тел. 8(8422) 55-95-41, taiyar@mail.ru

Замальдинов М. М.,

кандидат технических наук, доцент
тел. 8(8422) 55-95-97, zamaldinov.marat@mail.ru

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Ключевые слова: косвенные измерения, деталь, масса, плотность, погрешность.

Аннотация. Работа направлена на разработку методики определения массы деталей косвенным методом путем выполнения прямых измерений размеров изделий при выполнении лабораторных работ студентами по дисциплине метрология, стандартизация и сертификация. Предлагаемая методика проведения лабораторной работы закрепляет теоретические знания и практические навыки студентов за счет использования современных методов обработки получаемой информации.

Современные образовательные технологии направлены на глубокое изучение теоретических и практических аспектов изучаемых дисциплин. Особое внимание уделяется применению полученных знаний в практике будущей производственной деятельности выпускников. При этом более полно понять суть происходящих явлений позволяет плавный переход от теории к практике на основе существования междисциплинарных связей изучаемых предметов.

Материалом для исследований являлась методика проведения лабораторной работы «Прямые и косвенные измерения с помощью штангенинструментов» по дисциплине «Метрология, стандартизация и сертификация» [1]. Изучая дан-

ную работу студенты традиционно знакомятся с устройством и метрологическими характеристиками штангенинструментов, получают навыки выполнения прямых измерений. Общий вид измеряемых изделий представлен на рисунке 1.

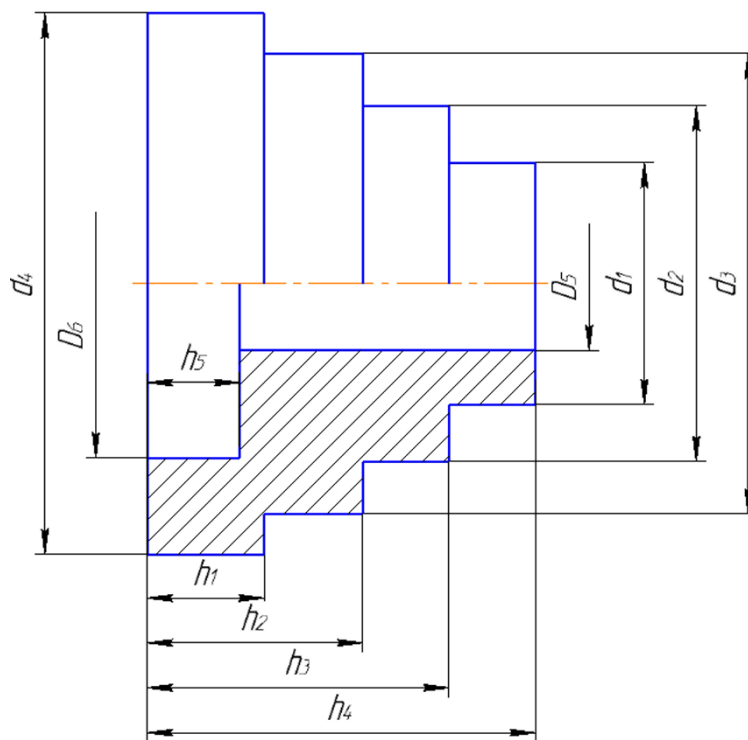


Рисунок 3– Общий вид измеряемых изделий

d_1, d_2, d_3, d_4 – наружные диаметры; D_5 и D_6 – внутренние диаметры; h_1, h_2, h_3, h_4 – размеры буртиков; h_5 – глубина отверстия

Размеры наружных d_1, d_2, d_3, d_4 и внутренних D_5 и D_6 диаметров определяют при помощи штангенциркулей (ГОСТ 166-89), высоту буртиков h_1, h_2, h_3, h_4 – при помощи штангенрейсмасов (ГОСТ 164-90), глубину отверстия h_5 – при помощи штангенглубиномеров (ГОСТ 162-90) [1]. Точность измерений определяется величиной отсчета по шкале нониуса штангенинструментов и составляет 0,1 или 0,05 мм.

Для ознакомления с методикой косвенных измерений с целью получения конкретного практического результата студентам предлагается определить массу изделий m (кг) по известной формуле произведения плотности материала изделия ρ (кг/м³) на его объем V (м³).

Учитывая сложную геометрию изделия, выведена формула для определения массы изделий m , изображенных на рисунке 1, кг [2]:

$$m = \frac{\pi\rho}{4} \left[(d_4^2 - D_6^2)h_5 + (d_4^2 - D_6^2)(h_1 - h_5) + (d_3^2 - D_5^2)(h_2 - h_1) + (d_2^2 - D_5^2)(h_3 - h_2) + (d_1^2 - D_5^2)(h_4 - h_3) \right] 10^{-3}$$

где d_1, d_2, d_3, d_4 – наружные диаметры детали, мм; D_5 и D_6 – внутренние диаметры детали, мм; h_1, h_2, h_3, h_4 – размеры буртиков детали, мм; h_5 – глубина отверстия диаметром D_6 детали, мм; ρ – плотность материала детали, кг/м³.

В виду того, что формуле одиннадцать переменных и подсчет массы детали значительно усложнен, данная формула внесена в программу Microsoft Office Excel компьютера. Студентам следует провести измерения размеров $d_1, d_2, d_3, d_4, D_5, D_6, h_1, h_2, h_3, h_4$ и h_5 , выполненных с помощью перечисленных выше штангенинструментов, занести их в программу Microsoft Office Excel компьютера и на экране появится результат (рисунок 2).

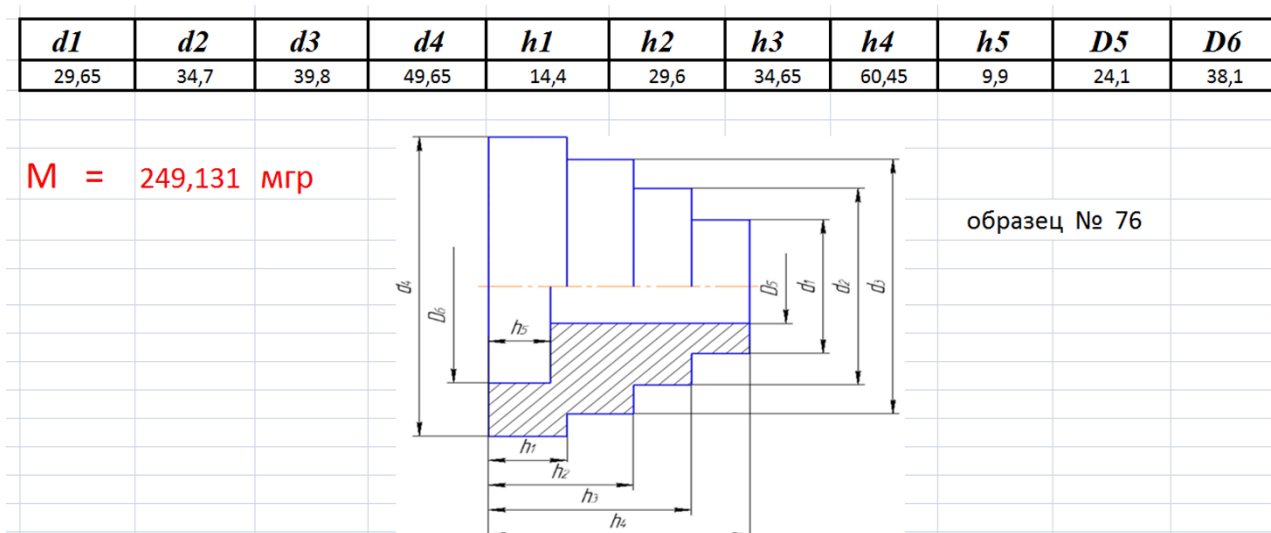


Рисунок 2 – Общий вид решенной практической задачи

Определенная таким образом масса изделия при необходимости может быть проконтролирована с помощью точных весов. Это в значительной степени мотивирует студентов к проведению точных и достоверных измерений.

На предусмотренных учебным планом университета семинарских занятиях проводится обработка результатов измерений для определения доверительных границ косвенных измерений.

Предлагаемая авторами методика проведения прямых и косвенных измерений обеспечивает наличие междисциплинарных связей в формировании инженерных компетенции, обучающиеся мотивированы на проведение точных и достоверных измерений. Описываемая в статье методика проведения практической работы внедрена в учебный процесс студентов инженерного факультета УлГАУ при изучении дисциплины «Метрология, стандартизация и сертификация».

Библиографический список

1. Яковлев С.А. Лабораторный практикум по метрологии: учебное пособие / С.А. Яковлев – Ульяновск: УлГАУ, 2017.- 116 с.

2. Исаев Ю.М. Применение математического аппарата для определения плотности материалов деталей косвенными измерениями / Ю.М. Исаев, С.А. Яковлев, Т.А. Джабраилов // Материалы IX Международной научно-практической конференции «Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения», посвященной 75-летию Ульяновского государственного аграрного университета имени П.А.Столыпина, 20-21 июня 2018 года. Часть 1. - Ульяновск, ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, 2018. С. 187-190.

Practice of use of indirect measurements for determination of mass of details

Yakovlev S.A., Khabarova V.V., Dzhabrailov T.A., Zamaldinov M.M.

Keywords: indirect measurements, detail, weight, density, error.

Abstract. Work is directed on development of a technique of determination of mass of details by an indirect method by performance of direct measurements of the sizes of products when performing laboratory works as students on discipline metrology, standardization and certification. The offered technique of carrying out laboratory work consolidates theoretical knowledge and practical skills of students due to use of modern methods of processing of the received information.

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЖЕСТКОСТИ ЕМКостей ДЛя ПЕРЕВОЗКИ НЕФТЕПРОДУКТОВ АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Яковлев С. А.,

кандидат технических наук, доцент
Тел. 8(8422)55-95-97, Jakseal@mail.ru

Замальдинов М. М.,

кандидат технических наук, доцент
тел. 8(8422) 55-95-97, zamaldinov.marat@mail.ru

Молочников Д. Е.,

кандидат технических наук, доцент
тел. 8(8422) 55-95-41, denmol@yandex.ru

Дудиков М. Ю.,

ведущий специалист международного отдела
тел. 8(927) 272-68-59, dudikov_mihail@mail.ru

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Ключевые слова: способ, жесткость, нефтепродукты, емкость, автомобильный транспорт.

Аннотация. Работа направлена на разработку способов повышения жесткости емкостей для перевозки нефтепродуктов автомобильным транспортом. Установлено, что использование перемычек между волнорезами позволяет повысить жесткость этих перегородок более четырех раз.

Жесткость емкости для перевозки нефтепродуктов может значительно снижаться в результате их неправильной эксплуатации, например, недолива нефтепродуктов в весенний период. Весной на дорогах страны вводятся ограничения по весу для автомобильного транспорта. Во время транспортировки у полупустой емкости, вследствие образования большой волны при разгоне и тормо-

жении, могут разрушиться один или нескольких волнорезов. Это приводит к значительному снижению жесткости в поперечном оси автоцистерны направлении и, следовательно, к образованию усталостных и коррозионно-усталостных трещин в емкостях.

Предлагаемые мероприятия [1] по повышению жесткости автоцистерн в поперечном оси цилиндра направлении путем увеличения количества волнорезов при конструировании и изготовлении, а также сохранения их во время эксплуатации и восстановления волнорезов при ремонте емкостей для перевозки нефтепродуктов автомобильным транспортом решают проблему повышения долговечности лишь частично.

Для увеличения жесткости емкостей в продольном направлении (по патенту № 171201 РФ) предложено «связать волнорезы между собой перемычками в виде труб закрепленных в них с помощью упорных шайб и гаек, при этом перемычки находятся в вертикальной плоскости, проходящей через ось цилиндра, и располагаются симметрично относительно оси цилиндра на расстоянии друг от друга равном $0,1$ и $0,2$ диаметра цилиндра в шахматном порядке» (рисунок 1) [2].

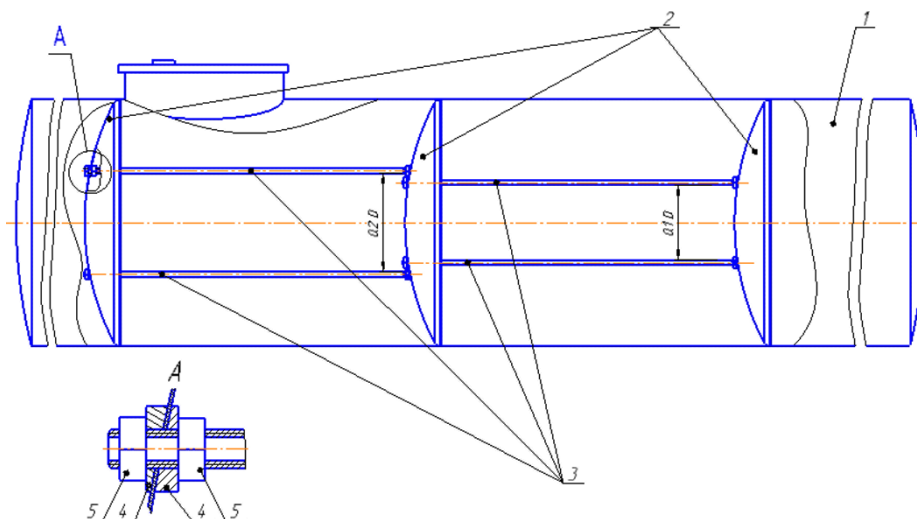


Рисунок 1 – Общий вид емкости для перевозки нефтепродуктов
1- цилиндрический закрытый корпус с заливной горловиной; 2 – волнорезы; 3 - перемычки 3, 4 - упорные шайбы; 5 - гайки

Это обеспечивает жесткость волнорезов в продольном оси цилиндра емкости направлении, что будет препятствовать образованию усталостных и коррозионно-усталостных трещин в волнорезах, приводящих к их разрушению. Такое техническое решение позволяет повысить долговечность емкостей для перевозки нефтепродуктов автомобильным транспортом.

Материалом для исследований являлась жесткость волнорезов автоцистерн для перевозки нефтепродуктов в продольном направлении. Для определения жесткости была изготовлена стальная модель емкости, в которую устанавливалось различное количество волнорезов [3]. Волнорезы модели автоцистерны соединялись между собой в различных вариантах стальными переми́чками (рисунок 2). После этого на волнорезы в продольном оси цилиндра направлении прикладывалась нагрузка (рисунок 3). Жесткость волнорезов модели емкости в продольном оси цилиндра направлении оценивалась по усилию их деформирования на различную величину Δl на приборе МИП-100-2 по методике, приведенной в работе [3].



Рисунок 2 – Общий вид переми́чек

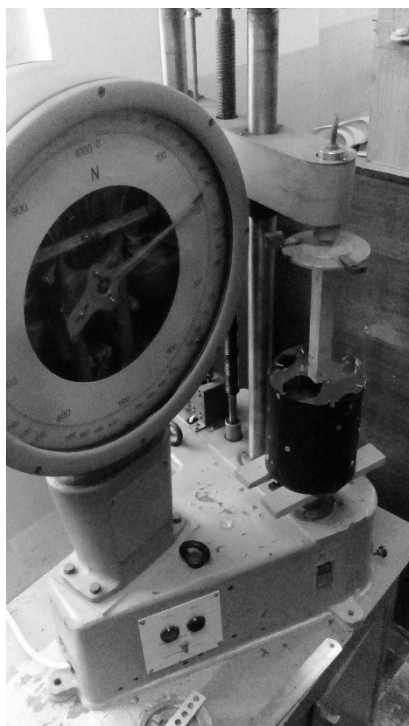


Рисунок 3 – Общий вид нагружения волнорезов емкости в продольном оси цилиндра направлении

Влияние количества соединенных между собой волнорезов на их жесткость в продольном оси емкости направлении, представлено на рисунке 4.

Для деформации одного волнореза в продольном оси цилиндра направлении необходимо минимальное усилие (17 Н для $\Delta l=3$ мм и 25 Н для $\Delta l=5$ мм).

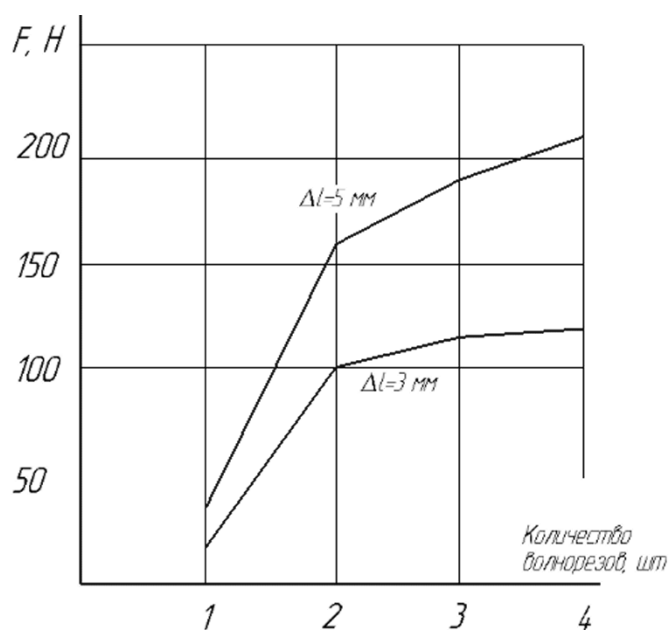


Рисунок 4 – Влияние количества соединенных между собой волнорезов на усилие их деформирования в продольном направлении на 3 и 5 мм

Как видно из рисунка 4, использование перемычек между двумя волнорезами увеличивает необходимое усилие деформирования в продольном оси цилиндра направлении, а следовательно, и жесткость конструкции, более четырех раз (соответственно 100 Н для $\Delta l=3$ мм и 165 Н для $\Delta l=5$ мм).

Дальнейшее увеличение связки волнорезов перемычками увеличивает их жесткость не настолько значительно (на 7...10%).

Установка перемычек между волнорезами «когда перемычки находятся в горизонтальной плоскости, проходящей через ось цилиндра, и располагаются симметрично относительно оси цилиндра на расстоянии друг от друга, равном 0,4 и 0,5 диаметра цилиндра» (по патенту РФ № 181911) [4] позволяет дополнительно повысить жесткость емкостей в продольном направлении на 5... 7% по сравнению с вариантом по патенту № 171201.

Библиографический список

1 Яковлев С.А. Влияние количества волнорезов на жесткость цилиндрических емкостей для перевозки нефтепродуктов / С.А. Яковлев, Д.А. Сытова, Н.Г. Макаров // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – Барнаул : АГАУ, 2016. – № 9(143). – С. 164–168.

2 Пат. 171201. Российская федерация, МПК В65D 88/06 (2006.01). Цистерна для транспортировки жидкостей / С. А. Яковлев, О. И. Зубарев, Д.А. Сытова, Н.Г. Макаров; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Ульяновская ГСХА имени П.А. Столыпина. – № 2016151840; заявл. 27.12.2016; опубл. 23.05.2017. – Бюл. № 15. – 4 с.

3 Яковлев С.А. Повышение жесткости емкостей для перевозки нефтепродуктов в продольном направлении / С.А. Яковлев, Н.Г. Макаров // Материалы VIII Международной научно-практической конференции «Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения» / - Ульяновск: УГСХА, 2017. С. 308...310.

4 Пат. 181911. Российская федерация, МПК В65D 88/06 (2006.01). Цистерна для транспортировки жидкостей / С. А. Яковлев, Н. Г. Макаров; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ имени П.А. Столыпина. – № 2017140285; заявл. 10.11.2017; опубл. 26.07.2018. – Бюл. № 21. – 4 с.

Ways of increase of rigidity of capacities for transportation of oil products by the motor transport

Yakovlev S.A., Zamaldinov M.M., Molochnikov D.E., Dudikov M.Y.

Keywords: way, rigidity, oil products, capacity, motor transport.

Abstract. Work is directed on development of ways of increase of rigidity of capacities for transportation of oil products by the motor transport. It is established that use of crossing points between breakwaters allows to increase rigidity of these partitions more than four times.

ДОСТИЖЕНИЯ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ В АПК

**Материалы Международной научно-практической конференции,
посвященный памяти Почетного работника высшего
профессионального образования, Академика РАН,
доктора технических наук, профессора
ВЛАДИМИРА ГРИГОРЬЕВИЧА АРТЕМЬЕВА**

Ульяновск, УлГАУ, 2018. – 361 с.

Подписано в печать 7 ноября 2018 г.
Формат 60x84/16
Бумага типогр.
Гарнитура Times New Roman

Усл. печ. л. 5,0
Тираж – 100 экз.
Заказ –

432072, Ульяновск, пр. Ульяновский, 14
Типография «Simjet»
www.simjet.ru