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

Научно-производственный периодический журнал Theresearch-productionperiodicmagazine
Включен в международную базу данных Agris
№1 (31), 2018 г.

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

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

ЗАЗУЛЯ Александр Николаевич — главный редактор, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник,ФГБНУ ВНИИТиН

НАГОРНОВ Станислав Александрович — зам. главного редактора, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник ФГБНУ ВНИИТиН

ГОЛУБЕВ Иван Григорьевич — доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки Московской области,заведующий отделом научно-информационного обеспечения инновационного развития АПК ФГБНУ «Росинформагротех»

ГОРБАЧЕВ Иван Васильевич — член-корреспондент РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры сельскохозяйственных машин РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

ЕРОХИН Михаил Никитьевич — академик РАН, заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор, лауреат премии Правительства РФ, профессор кафедры сопротивление материалов и детали машин РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

ЖАЛНИН Эдуард Викторович — доктор технических наук, профессор, лауреат Государственной премии РФ в области науки и техники, заведующий отделом механизации уборки зерновых и послеуборочной обработки зерна и семян ФГБНУ ФНАЦ ВИМ

ЗАВРАЖНОВ Анатолий Иванович — академик РАН, доктор технических наук, профессор, главный научный консультант ФГБОУ ВО МичГАУ

КНЯЗЕВА Лариса Геннадьевна— доктор химических наук, доцент, главный научный сотрудник с возложением обязанностей Ученого секретаря ФГБНУ ВНИИТиН

КОВАЛЕВ Михаил Михайлович — доктор технических наук, старший научный сотрудник, научный руководитель ФГБНУ ВНИИМЛ

ЛАРЮШИН Николай Петрович — доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заслуженный работник сельского хозяйства, профессор кафедры «Механизация технологических процессов в АПК» ФГБОУ ВПО «Пензенский ГАУ»

ЛЯЛЯКИН Валентин Павлович — доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ,ведущий научный сотрудник ФГБНУ ФНАЦ ВИМ

МИЩЕНКО Сергей Владимирович — доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РФ, лауреат премии Правительства РФ, член Национального комитета по теплофизическим свойствам веществ РАН, член Международной академии информатизации и Международной инженерной академии, профессор кафедры "Управление качеством и сертификация" ФГБОУ ВО ТГТУ

ПОПОВ Владимир Дмитриевич — академик РАН, доктор технических наук, профессор, президент Региональной областной организации «Санкт-Петербургская ассоциация инженеров сельского хозяйства – СПА-ИСХ»,научный руководительФГБНУ «Институт агроинженерных и экологических проблем сельскохозяйственного производства»

СТРЕБКОВ Дмитрий Семенович — академик РАН, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, заместитель председателя Российского комитета по использованию возобновляемых источников энергии, председатель рабочей группы Европейского бюро ЮНЕСКО по образованию в области солнечной энергии, главный научный сотрудник ФГБНУ ФНАЦ ВИМ

ФЕДОРЕНКО Вячеслав Филиппович — академик РАН**,** доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники РФ, директор ФГБНУ «Росинформагротех»

КАЗАКЕВИЧ Петр Петрович —член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, доктор технических наук, профессор, иностранный член РАН, заместитель Председателя Президиума, Национальная академия наук Беларуси, Республика Беларусь

BIANCO Vincenzo — Ph.D., Associate Professor, Department of mechanical, energy, management and transportation engineering. Associate Professor, University of Genoa, Italy.

Редакция

Журнал «НаукавЦентральнойРоссии Science in the central Russia»
Учредитель: ФГБНУ ВНИИТИН
Главный редактор: Зазуля А.Н.
№ 1 (31) 25.02.2018, Тираж - 100 экз. Свободная цена
Адрес редакции и издателя: **392022, г. Тамбов, пер. Ново-Рубежный, 28, к. 21,** тел. 8(4752)440-241; e-mail: naukacr@yandex.ru
Отпечатано в типографии ООО «Максимал информационные технологии» 398017, г. Липецк, ул. Ушинского, 8
СМИ зарегистрировано в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) ПИ № ФС 77 - 66036 от 10.06.2016 г.
Технический редактор: Левина Эмма Владимировна**, тел. +7 (920) 246-20-64**
Зав. отделом по развитию: Левин Максим Юрьевич**, тел. +7 (920) 240-71-96**

© «Наука в центральной России», 2018

«НАУКА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ» **«SCIENCE IN THE CENTRAL RUSSIA»**
Научно-производственныйпериодическийжурналTheresearch-and-productionperiodicmagazine
№1 (31), 2018 г.
Основанв 2012 г. **It is based in 2012.**
Выходит 6 раз в год **There are 6 times a year**

Учредитель и издатель журнала:
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве
(ФГБНУ ВНИИТИН)

ЭКСПЕРТНЫЙ СОВЕТ
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПЕРИОДИЧЕСКОГО ЖУРНАЛА
«НАУКА В ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ»

Агропромышленные инновационные технологии в растениеводстве

ТИШАНИНОВ Николай Петрович — доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории управления качеством технологических процессов в сельском хозяйстве, ФГБНУ ВНИИТиН
КАПУСТИН Василий Петрович — доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Тамбовский государственный технический университет», профессор кафедры Агроинженерия.
БАЛАШОВ Александр Владимирович — кандидат технических наук, зав. лабораторией использования машинно-тракторных агрегатов, ФГБНУ ВНИИТиН
ЕРОХИН Геннадий Николаевич — кандидат технических наук, зав. лабораторией эксплуатационных требований к сельскохозяйственной технике, ФГБНУ ВНИИТиН

Агропромышленные инновационные технологии в животноводстве

ЦОЙ Юрий Алексеевич — член-корреспондент РАН, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки и техники Российской Федерации, генеральный директор научно-производственного предприятия «Фемакс» (Москва).
ЭНГОВАТОВ Вячеслав Федорович — доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник лаборатории технологии производства свинины, ФГБНУ ВНИИТиН
ДОРОВСКИХ Владимир Иванович — кандидат технических наук, зав. лабораторией управления качеством технологических процессов в животноводстве, ФГБНУ ВНИИТиН
ШУЛАЕВ Геннадий Михайлович — кандидат сельскохозяйственных наук, зав. лабораторией технологии производства свинины, ФГБНУ ВНИИТиН
ФИЛИППОВА Ольга Борисовна — кандидат биологических наук, зав. лабораторией технологии производства молока и говядины, ФГБНУ ВНИИТиН

Эффективное использование нефтепродуктов, альтернативных энергоносителей

ОСТРИКОВ Валерий Васильевич — доктор технических наук, зав. лабораторией использования смазочных материалов и отработанных нефтепродуктов, ФГБНУ ВНИИТиН
ШУВАЛОВ Анатолий Михайлович — доктор технических наук, профессор, зав. лабораторией использования альтернативных источников энергии взамен жидкого топлива, ФГБНУ ВНИИТиН
ПЕТРАШЕВ Александр Иванович — доктор технических наук, зав. лабораторией организации хранения и защиты техники от коррозии, ФГБНУ ВНИИТиН
САЗОНОВ Сергей Николаевич — доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории эксплуатационных требований к сельскохозяйственной технике, ФГБНУ ВНИИТиН

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

© «Наука в центральной России», 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

АГРОПРОМЫШЛЕННЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАСТЕНИЕВОДСТВЕ ***5***

ТИШАНИНОВ КОНСТАНТИН НИКОЛАЕВИЧ
ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ФРАКЦИОННОЙ ВОЗДУШНО-РЕШЕТНОЙ МАШИНЫ ***5***

TISHANINOV KONSTANTIN
JUSTIFICATION OF IS CONSTRUCTIVE-TECHNOLOGICAL SCHEME OF FRACTIONAL AIR-SIEVE MACHINES ***5***

БАЛАШОВ АЛЕКСАНДР ВЛАДИМИРОВИЧ
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЛОЧНО – МОДУЛЬНОГО АГРЕГАТА ДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ ***14***

BALASHOV ALEXANDER
USING A BLOCK-MODULE UNIT FOR PRE-INSPECIAL SOIL PROCESSING ***14***

ТИШАНИНОВ НИКОЛАЙ ПЕТРОВИЧ, АНАШКИН АЛЕКСАНДР ВИТАЛЬЕВИЧ
ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА ИДЕНТИФИКАЦИИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРИЕРОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ СТЕНДОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ***20***

TISHANINOV NIKOLAI, ANASHKIN ALEXANDER
JUSTIFICATION OF THE METHOD OF PERFORMANCE IDENTIFICATION TRIERS ON THE RESULTS OF STANDBY RESEARCH ***20***

ТИШАНИНОВ НИКОЛАЙ ПЕТРОВИЧ, АНАШКИН АЛЕКСАНДР ВИТАЛЬЕВИЧ
АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ТРИЕРА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ СТЕНДОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ***27***

TISHANINOV NIKOLAI, ANASHKIN ALEXANDER
ANALYSIS OF THE INDICATORS OF THE WORK OF TRIER ON RESULTS OF STANDBY RESEARCH ***27***

СКОРЛЯКОВ ВИКТОР ИОСИФОВИЧ, ЮРИНА ТАТЬЯНА АЛЕКСАНДРОВНА, МЕЧКАЛО ЛЕОНИД ФЕДОРОВИЧ
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИМАНОК ДЛЯ МЫШЕВИДНЫХ ГРЫЗУНОВ НА ПОСЕВАХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР ***34***

SKORLYAKOV VICTOR IOSIFOVICH, YURINA TATIANA ALEXANDROVNA, MECHKALO LEONID FEDOROVICH
IMPROVEMENT OF THE PROCESS OF DESTRUCTION OF MICE IN AGRICULTURAL CROPS ***34***

АГРОПРОМЫШЛЕННЫЕ ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ ***43***

МАШКОВ АЛЕКСЕЙ НИКОЛАЕВИЧ
ИССЛЕДОВАНИЕ РАВНОМЕРНОСТИ ПРОГРЕВА КОРМА В АППАРАТАХ БЛОЧНО-МОДУЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ КРЕСТЬЯНСКИХ ХОЗЯЙСТВ ***43***

MASHKOV ALEXEY
INVESTIGATION OF THE UNIVERSALITY OF HEATING FOR THE FOOD IN APPARATUSES OF THE BLOCK-MODULAR INSTALLATION FOR PEASANT (FARM) FARMS ***43***

ДОРОВСКИХ ВЛАДИМИР ИВАНОВИЧ, ДОРОВСКИХ ДМИТРИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ
АНАЛИЗ ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЫМЕНИ КАК ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ***47***

DOROVSKY VLADIMIR, DOROVSKY DMITRIY
ANALYSIS OF THE PHYSICAL MODEL OF CHANGE AS A OBJECT AUTOMATED CONTROL SYSTEM ***47***
ДОРОВСКИХ ВЛАДИМИР ИВАНОВИЧ, ДОРОВСКИХ ДМИТРИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ ВЫМЕНИ ЖИВОТНЫХ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ ***52***
DOROVSKY VLADIMIR, DOROVSKY DMITRIY
RESULTS OF INVESTIGATION OF THE FUNCTIONAL PROPERTIES OF ANIMAL DERIVATION IN PRODUCTION CONDITIONS ***52***
ДОРОВСКИХ ВЛАДИМИР ИВАНОВИЧ, ДОРОВСКИХ ДМИТРИЙ ВЛАДИМИРОВИЧ
ОБОСНОВАНИЕ АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ДОЕНИЯ КОРОВ ***59***
DOROVSKY VLADIMIR, DOROVSKY DMITRIY
THE SUBSTANTIATION OF THE MANAGEMENT ALGORITHMTHE PROCESS OF DROPING COWS ***59***
МАШКОВ АЛЕКСЕЙ НИКОЛАЕВИЧ, ТИХОМИРОВ ДМИТРИЙ АНАТОЛЬЕВИЧ, ШУВАЛОВ АНАТОЛИЙ МИХАЙЛОВИЧ
РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СОИ ***68***
MASHKOV ALEXEY, TIKHOMIROV DMITRY, SHUVALOV ANATOLIY
RESULTS OF PILOT STUDIES OF UNIFORMITY OF WARMING UP OF A FORAGE IN DEVICE OF BLOCK AND MODULAR INSTALLATION FOR COUNTRY FARMS ***68***
ФИЛИППОВА ОЛЬГА БОРИСОВНА, КИЙКО ЕЛЕНА ИЛЬИНИЧНА, ЗАЗУЛЯ АЛЕКСАНДР НИКОЛАЕВИЧ
АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ДОБАВКА В РАЦИОНЫ КОРОВ ***75***
FILIPPOVA OLGA, KIYKO ELENA, ZAZULYA ALEXANDR
ALTERNATIVE POWER ADDITION IN RATIONS OF COWS ***75***

ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ, АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ЭНЕРГОНОСИТЕЛЕЙ ***83***

РЫБЛОВ МИХАИЛ ВЛАДИМИРОВИЧ, УХАНОВ ДЕНИС АЛЕКСАНДРОВИЧ, УХАНОВ АЛЕКСАНДР ПЕТРОВИЧ
РАСПРЕДЕЛЕННОЕ ОБОГАЩЕНИЕ ВОЗДУШНОГО ЗАРЯДА ДИЗЕЛЯ: ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ***83***
RYBLOV MIKHAIL, UKHANOV DENIS, UKHANOV ALEXANDER
MULTI-POINT ENRICHMENT OF DIESEL ENGINE'S AIR CHARGE: TECHNICAL DECISIONS AND THEORETICAL BASIS ***83***

УДК 631.303

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ФРАКЦИОННОЙ ВОЗДУШНО-РЕШЕТНОЙ МАШИНЫ

Тишанинов Константин Николаевич
кандидат технических наук, E-mail: TishaninovKN@rambler.ru
ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Тамбов

Аннотация. *Изучали вопросы разработки технических средств в составе поточной технологии послеуборочной очистки зерна, способных за один технологический цикл довести качество конечного продукта до требуемых показателей по чистоте, а также сортировать зерновой ворох на фракции семян, продовольственного зерна и фуража.Использованы методы теории решения инженерных задач (ТРИЗ), законы развития технических систем, предложенные Альтшуллером Г.С., теоретические основы оценки эффективности решетной и воздушной сепарации зерна. Установлено, что эффективность решетной очистки зависит от скорости решетного стана, длины сепарирующих решет и удельной нагрузки. Выявлены резервы для повышения качества решетной очистки. Обосновано, что интенсивный рост эффективности решетного сепаратора возможен при переложении функции фракционирования зернового вороха с решетного стана на аспирационную систему. Предложено интенсифицировать процесс выделения легкой примеси аспирационной системой за счет повышения скорости воздушного потока в канале, увеличения ширины канала, предварительного формирования зернового потока вибролотком так, чтобы легкие примеси поступили в активной слой до поступления зернового материала в пнемоканал. Выделить трудноотделимые крупные примеси из основной массы очищенного зерна предложено с помощью сортировальных решет с круглыми отверстиями увеличенного диаметра.Установлена целесообразность использования одноярусного расположения колосовых и сортировальных решет.Показано, что увеличение решетного стана до трех решет в одном модуле вместо двух позволит увеличить длину сортировальных решет в 2 раза. Разработана конструктивно-технологическая схема фракционной воздушно-решетной машины, которая улучшает процесс послеуборочной сепарации зерна и позволяет выделить из исходного вороха фуражную, семенную и продовольственную фракции.*

Ключевые слова: *воздушно-решетная машина, фракционирование, интенсификация процесса сепарация зерна, режимы работы, качество процесса.*

JUSTIFICATION OF IS CONSTRUCTIVE-TECHNOLOGICAL SCHEME OF FRACTIONAL AIR-SIEVE MACHINES

Tishaninov Konstantin,
Candidate of Technical Sciences, E-mail: TishaninovKN@rambler.ru

FGBNU "«All-Russian Research Institute for the Use of Machinery and Petroleum Products in agriculture»", Tambov

Annotation. *Issues of the development of technical means as part of the post-harvest grain cleaning technology capable of bringing the quality of the final product to the required purity indicators in a single technological cycle, as well as sorting the grain heap into seed, grain and fodder fractions, were studied. The methods of the theory of solving engineering problems (TRIZ), the laws of the development of technical systems proposed by Altshuller GS, the theoretical basis for as-*

sessing the effectiveness of grating and air separation of grains were used. It is established that the effectiveness of screen cleaning depends on the speed of the grate mill, the length of the separating gratings and the specific load. Reserves for improving the quality of lattice cleaning are revealed. It is substantiated that the intensive growth of the efficiency of the screen separator is possible when the function of fractionating the grain heap from the sieve mill is transferred to the aspiration system. It is proposed to intensify the process of isolation of a light impurity by an aspiration system by increasing the velocity of the airflow in the channel, increasing the width of the channel, preliminary formation of the grain flux by the vibrating channel, so that light impurities enter the active layer before the grain material enters the channel.Separate difficult-to-separate large impurities from the bulk of the cleaned grain is suggested using sorting grids with round holes of increased diameter.The expediency of using the single-tier arrangement of the stripping and sorting sieves is established. It is shown that an increase in the lattice mill to three sieves in one module instead of two will increase the length of sorting sieves in 2 times.The structural-technological scheme of the fractional air-screening machine, which improves the process of post-harvest grain separation and allows to isolate forage, seed and food fractions from the initial heap, was developed

Keywords: *air-sieve machine, fractionation, intensification of the process of separation of the grain, modes of operation, the quality of the process.*

Введение. Послеуборочная очистка зерна является одной из ключевых этапов его производства. Высокая исходная засоренность вороха, морально и технически устаревшее оборудование и другие факторы приводят к низкому качеству конечного продукта, снижая рентабельность процесса подработки и эффективность всего цикла производства зерна. По этим причинам современные зерноочистительные агрегаты все чаще доукомплектовывают машинами для предварительной очистки зерна и пневмосортировальными столами, что отрицательно сказывается на себестоимости очистки, приводит к потерям и дополнительному травмированию зерна. Поэтому создание технических средств в составе поточной технологии послеуборочной очистки зерна, способных за один технологический цикл довести качество конечного продукта до требуемых кондиций по чистоте, а также сортировать зерновой ворох на фракции семян, продовольственного зерна и фуража, является актуальной задачей.

Цель исследования – повышение эффективности и качества воздушно-решетной очистки зерна.

Материалы и методы. Методы теории решения инженерных задач (ТРИЗ), законы развития технических систем, предложенные Альтшуллером Г.С., теоретические основы оценки эффективности решетной и воздушной сепарации зерна.

Результаты и обсуждение. Эффективность очистки зернового вороха решетной машиной (E) определяется следующими факторами [1]:

$$E = 1 + K_{11} \cdot V - K_{12} \cdot K_{13}^{\ L} - (K_{14} \cdot q - K_{15}) \quad (1)$$

где V – амплитудное значение скорости решетного стана, м/с; L – длина сепарирующих решет, м/с; q - удельная нагрузка на решето, кг/м^2·с; K_{11}, K_{12}, K_{13}, K_{14}, K_{15} - коэффициенты соответствия.

Для повышения эффективности очистки зерна решетным станом скорость решета должна быть близка к ее оптимальному значению ($V \rightarrow V_{пр}$, где $V_{пр}$ - предельная скорость грохота). Эту взаимосвязь подробно исследовал Быков В.С. [2]. Как он утверждает, решающим кинематическим фактором, определяющим эффективность очистки зерна (E) грохотом, является скорость грохота (V). Причем неважно как была получена эта скорость – увеличением частоты колебаний или увеличением амплитуды колебаний. Эффективность очистки зерна (E) линейно растет вместе с увеличением скорости грохота (V) до некоторого предельного значе-

ния ($V_{пр}$), затем резко падает. Поэтому для эффективной работы решетной машины необходимо подобрать оптимальный кинематический режим.

Другим фактором, определяющим эффективность решетной очистки зерна, является удельная нагрузка. С увеличением удельной нагрузки необходимо увеличивать скорость решетного стана, уменьшение эффективности очистки при этом должно быть допустимым согласно требованиям, предъявляемым к первичной очистке зерна.

При одинаковой эффективности работы решетного сепаратора удельная нагрузка засорителя ($q \cdot C_з$) определяет конечную засоренность, т.е. качество конечного продукта. Снизить удельную нагрузку засорителя, не изменяя производительность решетной машины, можно переложив функцию выделения легкой примеси на аспирационную систему, которая работает неэффективно (например, аспирационная система ЗВС-20А), выполняя функцию выделения пыли. Как видно из рисунка 1 [3] – фуражную фракцию (зерновая примесь) и отходовую фракцию можно выделить восходящим воздушным потоком внаклонным канале аспирационной системы с последующим их разделением в осадочной камере на фураж и отходы (Рисунок 3).

Рисунок 1 – Распределение фракций по скорости витания

Очистка зерна от крупной и мелкой примеси на решетах осуществляется колосовым (Б2) и сортировальным (Г) решетами соответственно (Рисунок 2):

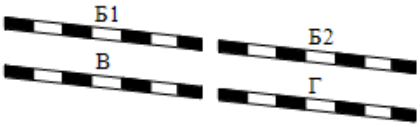


Рисунок 2 – Схема расположения решет в ЗВС-20А

Решето Б1 выполняет роль фракционера, разделяя поток зерна на крупную и мелкую фракции. Увеличить длину сепарирующих (колосовых (Б2) и сортировальных (Г)) решет в два раза, и, как следствие, увеличить эффективность решетной очистки, не изменяя габариты машины, можно переложив функцию фракционера на аспирационную систему. Предлагаемая схема воздушно-решетной машины показана на рисунке 3.

Машина работает следующим образом: зерно из бункера 1 поступает на вибролоток 2, который подает материал в пневмоканал 4. В пневмоканале 4 зерно перемешается по опорной сетке 3 и при этом продувается воздушным потоком со скоростью превышающей критическую так, что легкая фракция зерна вместе с легкой примесью уносятся пневмоканалом в зону расширения 5, где скорость воздушного потока падает до критической, в результате че-

го легкая фракция зерна оседает на нижней стенке и выводится из пневмосепаратора через канал 12.

Тяжелая фракция выводится из пневмоканала 4 через канал 13. Легкая примесь оседает в камере 6 так, что ее более тяжелая составляющая (битое, дробленное зерно и др.) оседает в первом отсеке 7 осадочной камеры 6 и выводится шнеком 9 в бункер фуражного зерна, оставшаяся часть попадает во второй отсек 8 осадочной камеры 6 и выводится шнеком 10 в бункер отходов, пыль оседает в мешке 11. В дальнейшем легкая фракция попадает на решетный стан 14, состоящий только из сортировальных решет (Г), а тяжелая фракция попадает на решетный стан 15, состоящий только из колосовых решет (Б2). Таким образом осуществляется предварительная очистка зерна, в результате которой из зерновой массы выделяется основная часть засорителя.

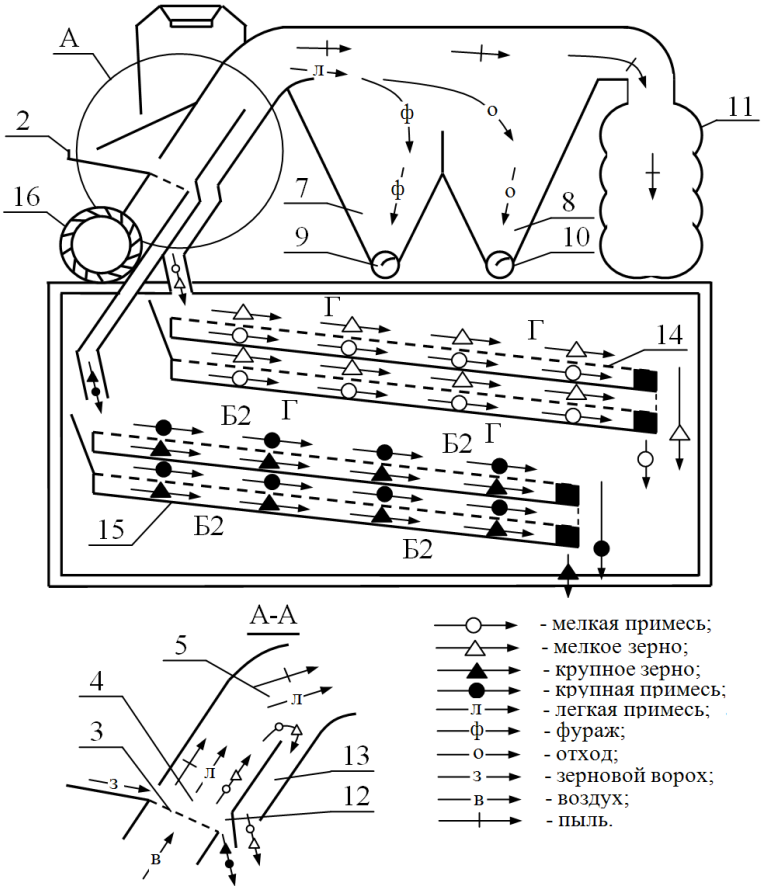


Рисунок 3 – Схема фракционной воздушно-решетной машины

Эффективность очистки зерна от легкой примеси пневмосепаратором зависит от ширины пневмоканала (В), средней скорости воздуха ($v_в$) и удельной зерновой нагрузки (q) в основном диапазоне изменения этих параметров:

$$E = 1 - K_{21} \cdot K_{22}^{B \cdot v_в^2} - (K_{22} \cdot q - K_{24}) \qquad (2)$$

где K_{21}, K_{22}, K_{23}, K_{24}— коэффициенты соответствия.

Повышение скорости воздушного потока в пневмоканале выше критического значения позволяет выделить легкую фракцию зерна и интенсифицирует процесс выделения легкой примеси (см. формулу 2). Для более эффективного выделения легкой фракции зерно предварительно встряхивается вибролотком, что позволяет легкой фракции попасть в активной слой еще до поступления в пневмоканал.

Чтобы повысить качество решетной очистки необходимо выделить трудноотделимые крупные примеси, которые идут проходом через колосовое решето (3,4×20 мм) и сходом с сортировального решета (2,0×20 мм) [4].

Рассмотрим эту задачу более подробно. Как видно из таблицы 1 в легкой фракции зерна содержится часть трудноотделимой крупной примеси. Техническое противоречие состоит в том, что: а) нужно увеличить размер сортировального решета для выделения трудноотделимой крупной примеси; б) нельзя увеличивать размер сортировального решета, так как это приведет к потерям чистого зерна в фураж.

Таблица 1 – Состав схода зерна с сортировального решета в зависимости от размера его отверстий

Виды фракций	Размер отверстий сортировального решета, мм	Выделено зерна, %	Масса 1000 семян, г	Состав компонентов, %			
				целое зерно	дробленое зерно	крупные примеси	мелкие примеси
Тяжелая фракция	3,2	19,4	52,5	86,6	0,9	12,5	0
	3,0	36,2	44,8	95,8	0,9	3,3	0
	2,8	19,2	41,0	97,0	1,6	1,4	0
Легкая фракция	2,6	9,2	35,0	97,2	1,3	1,5	0
	2,4	6,7	26,5	97,7	1,4	0,9	0
	2,2	3,7	22,1	97,6	1,6	0,8	0
	2,0	4,5	19,9	91,6	6,46	-	1,94
	1,8	1,0	11,5	2,1	11,8	-	86,1
	1,6	0,1	9,7	1,0	9,3	-	89,7

Решение этого технического противоречия состоит в возможности использования сортировального решета с круглыми отверстиями при той же площади живого сечения. Увеличение диаметра круглого отверстия приведет к тому, что трудноотделимые крупные примеси будут выделяться сортировальным решетом по ширине. Выделение зерен пшеницы при этом сортировальным решетом с круглыми отверстиями по ширине затруднительно из-за малой вероятности вертикального расположения зерен над центром отверстия.

Из таблицы 1 видно, что небольшой процент чистого зерна выделяется сортировальным решетом с размерами 2,0×20 мм в фураж, что допустимо по условиям задачи.

Необходимо отметить, что в легкой фракции зерна может содержаться примесь с крупными размерами, которая не может выделиться по ширине сортировальным решетом. Такую примесь необходимо выделить соответствующим колосовым решетом.

Тяжелую фракцию зерна необходимо очищать аналогичным образом, выделяя трудноотделимые крупные примеси сортировальным решетом с увеличенным диаметром круглых отверстий.

Другим способом повышения качества решетной очистки является переход к одноярусной схеме расположения сортировальных и колосовых решет.

При двухъярусном расположении колосовых и сортировальных решет, когда основная масса зерна проходит через колосовое решето, активный слой колосового решета уменьшается, и, как следствие, увеличивается вероятность прохода зерна через него. Слой зерна сортировального решета растет, так как из него выделяется меньше примеси, чем на него поступает зерна с колосового решета. В результате, проход с колосового решета не попадает в активной слой сортировального решета и не участвует в очистке.

Если засоренность активного слоя экспоненциально уменьшается вместе с длиной сортировального решета, то уменьшение суммарной засоренности ограничено наличием примеси в верхних слоях ($З_в$) этого решета (Рисунок 4).

Таким образом, улучшить качество решетной очистки можно заменив параллельную работу колосового и сортировального решет последовательной (схема трехрешетного одноярусного модуля рассмотрена в работах [6, 7]). Поэтому целесообразно использовать решетный стан из двух одинаковых модулей, которые содержат последовательно установленные сортировальные и колосовые решета в одном ярусе.

Как было сказано выше, активный слой колосового решета уменьшается по его длине, возрастает вероятность прохода зерна через него, поэтому длина сортировального решета с постоянной величиной активного слоя должна быть существенно выше колосового при одинаковой эффективности их работы.

Рисунок 4 – Изменение засоренности по длине сортировального решета

Увеличение длины сортировальных решет в модуле решетного стана приведет к увеличению стоимости воздушно-решетной машины (Таблица 2).Как видно из таблицы 2 увеличение стоимости машины для первичной очистки зерна на 33% не существенно отразиться на стоимости комплекта оборудования зерноочистительного агрегата. Однако, использование 3-х решет в одном модуле решетного стана вместо 2-х позволит увеличить длину сортировальных решет для выделения трудноотделимых примесей в 2 раза, что существенно увеличивает качество первичной очистки зерна.

Таблица 2 – Анализ стоимости зерноочистительного комплекса ЗАВ-20 (2016 г.)

Наименование	Стоимость, руб
Каркас ЗАВ-20 с бункерами	900.000
Завальная яма (40 тонн)	600.000
Машина предварительной очистки МПО-50	276.000
Нория НПК-50	210.000
Нория НПК-20	393.000
Машина первичной очистки зерна ЗВС-20А	500.000
Триерный блок БТМ-800-8	660.000
Пульт управления ЗАВ	60.000
Комплект зернопроводов	168.000
Комплект электропроводки	50.000
Освещение	30.000

Чтобы равномерно распределить зерновую нагрузку между модулями решетного стана, поток зерна подается в нулевую точку. При отклонении решетного стана (совершающего гармонические колебания) вправо, поток по направляющей попадает на нижний модуль; при отклонении решетного стана влево – на верхний. Погрешность разделения потока определяется формулой (3):

$$\delta = \frac{\Delta}{A} \cdot 100 \ \%, \qquad (3)$$

где Δ - отклонение потока зерна от нулевой точки, мм; А - амплитуда колебаний решетного стана, мм.

Учитывая, что Δ - случайная величина, качество разделения зернового потока между ярусами решетного стана возрастает с увеличением амплитуды колебаний.

Фракционная воздушно-решетная машина для первичной очистки зерна работает следующим образом (Рисунок 5).

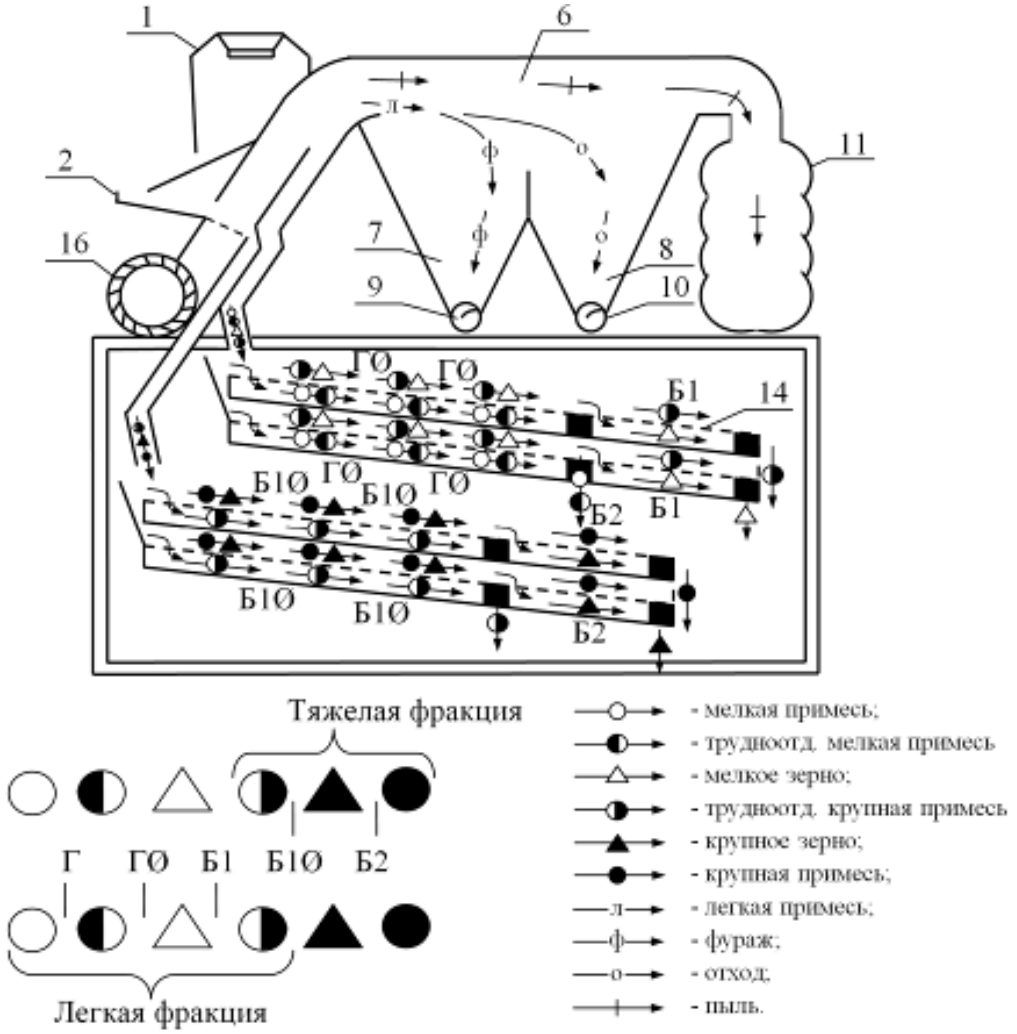


Рисунок 5 — Конструктивная схема фракционной воздушно-решетной машины

Аспирационная система выделяет легкую примесь (часть которой попадает в бункер фуража) и разделяет оставшуюся смесь на легкую и тяжелую фракции. Легкая фракция попадает на решетный стан 14, состоящий из двух одинаковых модулей, которые содержат последовательно работающие сортировальные решета с круглыми отверстиями (ГØ) и колосовые решета с продольными отверстиями (Б1). Эта фракция разбивается на фракцию трудноотде-

лимых крупных примесей, фракцию мелкого зерна, фракцию мелкой и трудноотделимой мелкой примесей.

Тяжелая фракция попадает на решетный стан 15, состоящий из двух одинаковых модулей, которые содержат последовательно работающие сортировальные решета с круглыми отверстиями (Б1Ø) и колосовые решета с продольными отверстиями (Б2□). Эта фракция разбивается на фракцию крупной примеси, фракцию крупного зерна и фракцию трудноотделимой крупной примеси. В дальнейшем фракции с примесью попадают в фураж, фракция крупного зерна дочищается до семенного материала, а фракция мелкого зерна дочищается до продовольственного зерна.

Выводы.

1) Повысить эффективность очистки зерна решетной машиной можно повысив скорость грохота до предельного значения, увеличив длину сепарирующих решет и снизив удельную нагрузку на решетную машину;

2) Скорость грохота определяет длину пути зерна, совершающего возвратно-поступательные движение по поверхности решета. Увеличить длину пути зерна можно и другими способами – уменьшив трение между зерном и решетом, выполнив решетный стан качающимся относительно некоторой оси и др. Целесообразность использования этих способов требуется установить экспериментально;

3) Увеличить длину сепарирующих решет, не изменяя при этом габариты решетной машины можно, переложив функцию фракционирования на аспирационную систему;

4) Уменьшить удельную нагрузку засорителя на решетную машину, не изменяя производительность машины можно, переложив функцию выделения легкой примеси на аспирационную систему, которая работает неэффективно (ЗВС-20А), выполняя функцию выделения пыли.

5) Интенсифицировать процесс выделения легкой примеси пневмосепаратором можно, повысив скорость воздушного потока в канале, увеличив ширину канала до рекомендуемых значений и предварительно сформировав зерновой поток вибролотком так, чтобы легкие примеси поступили в активной слой до поступления зернового материала в пнемоканал;

6) Применение вибролотка позволяет равномерно распределить зерновой материал по глубине пневмоканала, что в дальнейшем обеспечит более равномерное его распределению по ширине сепарирующих решет;

7) Выделить трудноотделимые крупные примеси из основной массы очищенного зерна можно с помощью сортировальных решет с круглыми отверстиями увеличенного диаметра;

8) Двухъярусное расположение колосовых и сортировальных решет приводит к тому, что проход колосового решета не попадает в активный слой сортировального решета, ухудшая качество решетной очистки. Поэтому, целесообразно использовать одноярусное расположение колосовых и сортировальных решет;

9) Увеличение решетного стана до 3-х решет в одном модуле вместо 2-х позволит увеличить длину сортировальных решет в 2 раза, что существенно скажется на качестве первичной очистки зерна;

10) Распределение зернового потока между модулями решетного стана осуществляется подачей зерна в нулевую точку так, что при отклонении стана вправо зерно попадает на нижний модуль, а при отклонении влево – на верхний. Качество разделения зернового потока растет вместе с увеличением амплитуды колебаний грохота.

Список литературы

1. Тишанинов К.Н. Исследование предельной скорости решета с помощью компьютерной модели грохота / Наука в центральной России. – 2017. - №5(29), с. 12…21.

2. Быков В.С. Интенсификация процесса сепарации зерновых смесей на плоских качающихся решетах /Дис. канд. техн. наук. Воронеж, 1991.

3. Конышев Н.Л. Повышение эффективности функционирования замкнутого пневмосепаратора путем совершенствования основных рабочих органов / Дис. канд. техн. наук. Киров, 2000.

4. Оробинский В.И. Совершенствование технологии послеуборочной обработки семян фракционированием и технических средств для ее реализации / Дис. док.техн. наук. Воронеж, 2007.

5. Саитов В.Е. Повышение эффективности функционирования зерноочистительных машин путем совершенствования их основных рабочих органов и пневмосистем с фракционной сепарацией /Дис. док.техн. наук. Киров, 2013

6. Московский М.Н. Интенсификация процесса сепарации семян зерновых в зерноочистительных агрегатах /Дис. канд. техн. наук. Ростов-на-дону, 2005.

7. Шелков М.В. Интенсификация процесса сепарации зерна в отделении очистки зерноочистительного агрегата /Дис. канд. техн. наук. Ростов-на-дону, 2001.

8. Корнеев С.В. Интенсификация рабочего процесса зерноочистительной машины предварительной очистки путем фракционирования зернового материала /Дис. канд.техн. наук. Киров, 2002.

9. Альтшуллер Г.С. Найти идею / Введение в ТРИЗ – теорию решения инженерных задач. Москва, 2011.

References

1. Tishaninova K. N. A study of maximum speed of the sieve with kompyuternoy screen model / Science in Central Russia. – 2017. - №5(29), p. 12...21.

2. Bykov V. S. intensification of the process of separation of grain mixtures on a flat swinging sieve /Dis. Cand. tech. Sciences. Voronezh, 1991.

3. Konyshev N. L. The efficiency of a closed pneumoseparation by improving the basic working bodies / Dis. Cand. tech. Sciences. Kirov, 2000.

4. Orobinsky V. I. improving the technology of post-harvest processing of seeds by fractionation and technical means for its implementation / Dis. Doc.tech. Sciences. Voronezh, 2007.

5. Saitov V. E. Increase of efficiency of functioning of grain cleaning machines by improving their basic working bodies and pneumatic systems with fractional separation /Dis. Doc.tech. Sciences. Kirov, 2013

6. Moscow M. N. Intensification of the separation process of seed grain in grain-cleaning aggregates /Dis. Cand. tech. Sciences. Rostov-on-don, 2005.

7. Shelkov M. V. Intensification of the process of separation of grain in the cleaning section of grain cleaning and Assembly /Dis. Cand. tech. Sciences. Rostov-on-don, 2001.

8. Korneev S. V. Intensification of the working process of grain cleaning machine pre-cleaning by fractionation of the grain material /Dis. Cand.tech. Sciences. Kirov, 2002.

9. Altshuller G. S. to Find an idea: Introduction to TRIZ – theory of solving engineering problems. Moscow, 2011.

УДК 631.63:631. 319

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БЛОЧНО – МОДУЛЬНОГО АГРЕГАТАДЛЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Балашов Александр Владимирович,
кандидат технических наук, доцент, e-mail: ntc.agro@yandex.ru
ФГБНУ «Всероссийский научно- исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Тамбов

Аннотация. *Предложена технологическая схема предпосевной обработки почвы, предусматривающая совмещение последовательно выполняемых операций. Разработан комбинированный агрегат АКШ-6Г на принципах блочно-модульного построения, обеспечивающий: рыхление следов трактора; предварительное выравнивание поверхности почвы; разрушение комков и глыб, измельчение и рыхление почвы на глубине заделки семян и уничтожение сорняков с последующим выравниванием поверхности; измельчение и уплотнение почвы. Проведенные исследования показали, что использование комбинированного агрегата АКШ-6Г позволяет увеличить крошение почвы на глубине заделки семян до 97-98 %, что на 11 % больше, в сравнении с обработкой культиватором КРШ-8,1Г, а плотность почвы при этом доведена до требуемого уровня в 1,28-1,3 г/см^3. Определено, что гребнистость поверхности почвы после обработки агрегатом АКШ-6Г составляет 9-12 мм, а после обработки культиватором КРШ-8,1Г увеличивается в 2,3-2,58 раза. В результате предпосевной обработки почвы 95-98% семян располагались на установленной глубине заделки. Производительность посевного агрегата, работающего на предварительно обработанной комбинированным агрегатом поверхности почвы, за час эксплуатационного времени составила 4,33 га, что на 17,5 % выше производительности посевного агрегата после обработки почвы культиватором КРШ-8,1Г. Исследования показали, что достигнуто снижение погектарного расхода топлива на 11,6 %, а на предпосевной обработке снижение расхода топлива составило 5,7 %. Установлено, что высокое качество предпосевной обработки почвы способствует повышению урожайности сахарной свеклы на 20-30% и снижению потребности средств химизации.*

Ключевые слова: *предпосевнаяобработка почвы, агрегат, качество, производительность.*

USING A BLOCK-MODULE UNIT FOR PRE-INSPECIAL SOIL PROCESSING

Balashov Alexander,
candidate of technical sciences, associate Professor, e-mail: ntc.agro@yandex.ru

FGBNU «All-Russian ResearchInstitute for the Use of Machinery and Petroleum Productsin agriculture», *Tambov*

Annotation. *The technological scheme of pre-sowing tillage, providing for the combination of successive operations is proposed. The combined unit ACSH-6G is developed on the principles of block-modular construction, providing: loosening traces of the tractor; preliminary leveling of the soil surface; destruction of lumps and lumps, crushing and loosening of the soil at the depth of seeding and the destruction of weeds with subsequent leveling of the surface; grinding and compaction of soil. The conducted studies showed that the use of the combined AKSH-6G aggregate allows to increase soil crumbling at the depth of the seeding to 97-98%, which is 11% more compared to the treatment with the KRSH-8,1G cultivator, and the soil density is thus brought to the required*

level in the 1.28-1.3 g / cm^3. It is determined that the combing of the soil surface after treatment with the CASH-6G aggregate is 9-12 mm, and after treatment with the cultivator KRSH-8,1G increases by 2.3-2.58 times. As a result of presowing soil cultivation, 95-98% of the seeds were located at the set depth of embedding. The productivity of the seeding unit operating on a pre-treated combination soil surface aggregate for one hour of operational time was 4.33 hectares, which is 17.5% higher than the productivity of the seeding machine after cultivating the soil with the KRSH-8,1G cultivator. Studies have shown that a decrease in the per-hectare fuel consumption by 11.6% is achieved, and in the pre-sowing treatment the decrease in fuel consumption was 5.7%. It has been established that the high quality of pre-sowing soil cultivation contributes to the increase in the yield of sugar beet by 20-30% and the reduction of the need for chemicals.

Keywords: *pre-sowing tillage, aggregate, quality, productivity.*

Введение. На основании обобщения современных технологий возделывания пропашных культур и тенденций их совершенствования была обоснована целесообразная последовательность выполнения технологических операций предпосевной обработки почвы.

Основной задачей предпосевной обработки почвы под сахарную свеклу является создание мелкокомковатого влажного слоя, позволяющего высевать семена на небольшую (3-4 см) глубину во влажную почву и обеспечение хороших условий для получения дружных всходов.При предпосевной обработке почвы должны соблюдаться важнейшие агротехнические требования: наиболее полное уничтожение сорной растительности в зоне высева, рыхление поверхностного слоя на глубину заделки семян для обеспечения её оптимальной структуры и плотности, а также сохранения в ней влаги; выравненность поверхности почвы и обеспечение её плотности в оптимальных пределах. Исследования и передовой опыт возделывания сахарной свеклы показывают, что при использовании культиватора УСМК-5,4Б с последующим прикатыванием почвы полевая всхожесть семян не превышает 60-65%, что в значительной степени сдерживает применение современных технологий возделывания культуры [1, 2, 3].

Поочередное выполнение технологических операций предпосевной обработки почвы обеспечивает требуемые условия по одному или группе качественных показателей (комковатость, выравненность поверхностного слоя почвы и т.д.) и приводит одновременно в силу многократного воздействия на почву рабочих органов и ходовых систем машин, к ухудшению условий по другим показателям (влажность, плотность почвы и др.).

Выполнение операций по подготовке почвы под посев сахарной свеклы в короткий срок требует концентрации большого количества техники в напряженный период сельскохозяйственных работ. Совмещение этих операций, выполняемых одним агрегатом выгодно с агротехнической точки зрения [4].

В свеклосеющих хозяйствах России используются комбинированные агрегаты зарубежных фирм BBG, Лемкен, Atlas XXL, которые обеспечивают за один проход выравнивание, рыхление и прикатывание, создавая оптимальную структуру поверхности почвы и семенного ложа, ноотличаются повышенной энергоёмкостью, большой глубиной обработки почвы и излишним её уплотнением [5].

Поэтому возникла необходимость создания комбинированных агрегатов или машин, реализующих непрерывный технологический процесс предпосевной подготовки почвы за один проход.

Материалы и методы исследований. Экспериментальные исследования технологических операций по предпосевной обработке почвы под посев сахарной свеклы проводились в полевых условиях в СПК «Голицинский» Никифоровского района Тамбовской области с использованием общепринятых методик в соответствии с действующими ГОСТами. В этом же хозяйстве были проведены государственные испытания комбинированного агрегата АКШ-6Г и широкозахватной сеялки точного высева СТВС-18 Центрально-Черноземной МИС совместно с сотрудниками лаборатории.

Результаты и обсуждение. Обобщение современных технологий возделывания пропашных культур и тенденций их совершенствования позволило обосновать наиболее целесообразную последовательность выполнения технологических операций предпосевной обработки почвы, которая представлена на рисунке 1.

Качественная подготовка почвы под посев пропашных культур обеспечивается за 3-4 и более проходов различных однооперационных машинно-тракторных агрегатов, включающих культиваторы УСМК-5,4В, КРШ-8,1Г и тракторы МТЗ- 80(82), МТЗ-1221, Т-70С и РТ-160-М (ЛТЗ-155). Культиваторы комплектуют рабочими органами (модулями): спаренными стрельчатыми лапами, двухбарабанными спиральными роторами, уголками-выравнивателями.

Использование однооперационных машинно-тракторных агрегатов требует дополнительных затрат труда и средств по предпосевной обработке почвы. Для их исключения целесообразна разработка и внедрение агрегатов, выполняющих за один проход несколько технологических операций.

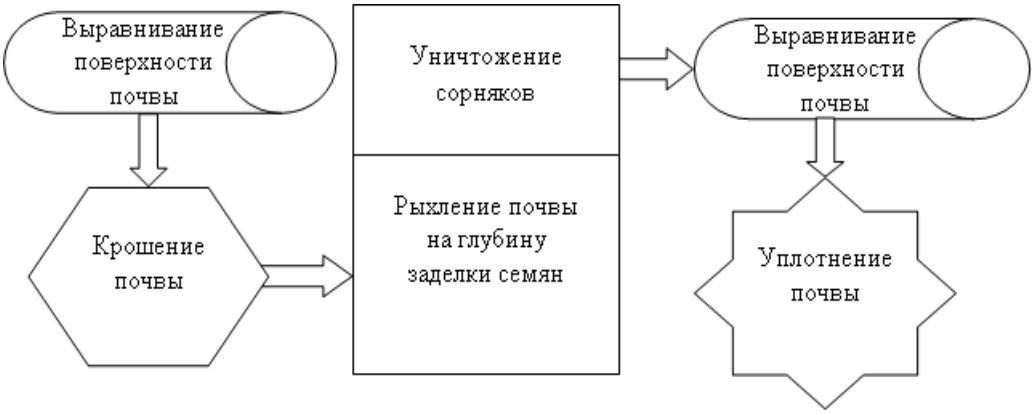


Рисунок 1 – Последовательность выполнения технологических операций предпосевной обработки почвы

На основании агротехнически обоснованной последовательности выполнения технологических операций предпосевной обработки почвы (рисунок 1), по результатам исследований проведенных лабораторией «Использования машинно-тракторных агрегатов» ФГБНУ ВНИИТиНбыла предложена технологическая схема агрегата, которая была реализована ОАО «Грязинский культиваторный завод» (г. Грязи Липецкой области) при создании на принципах блочно-модульного построения комбинированного широкозахватного агрегата АКШ-6Г. Сущность блочно-модульного построения агрегата заключается в наличии энергетического и технологического модуля, в котором использована центральная несущая рама с приставками, а на нее навешиваются различные пассивные и пассивно-активные рабочие органы в зависимости от требований технологии, например, для рыхления, выравнивания и уплотнения почвы.

На созданном комбинированном агрегате технологические модули, обеспечивают: рых-

ление следов трактора универсальными стрельчатыми лапами; предварительное выравнивание поверхности почвы выравнивателями; разрушение комков и глыб, измельчение почвы одинарными прикатывающими катками; рыхление почвы на глубине заделки семян и уничтожение сорняков стрельчатыми лапами на S-образной пружинной стойке с последующим выравниванием поверхности почвы выравнивателями; измельчение и уплотнение почвы спаренными прикатывающими катками (рисунок 2).

Рисунок 2 –Блочно-модульный агрегат для предпосевной обработки почвы ЛТЗ-155+АКШ-6Г

Экспериментальными исследованиями установлена гребнистость поверхности почвы после обработки агрегатом АКШ-6Г в пределах 9-12 мм, а при обработке культиватором КРШ-8,1Г она составила 21-31 мм. Использование комбинированного агрегата АКШ-6Г позволило добиться крошения почвы до 97-98 %, вместо 86-.87 % по сравнению с работой культиватора КРШ-8,1Г, а плотность почвы доведена до уровня 1,28-1,3 г/см^3, вместо 1,03-1,06 г/см^3 (рисунок 3)[6].

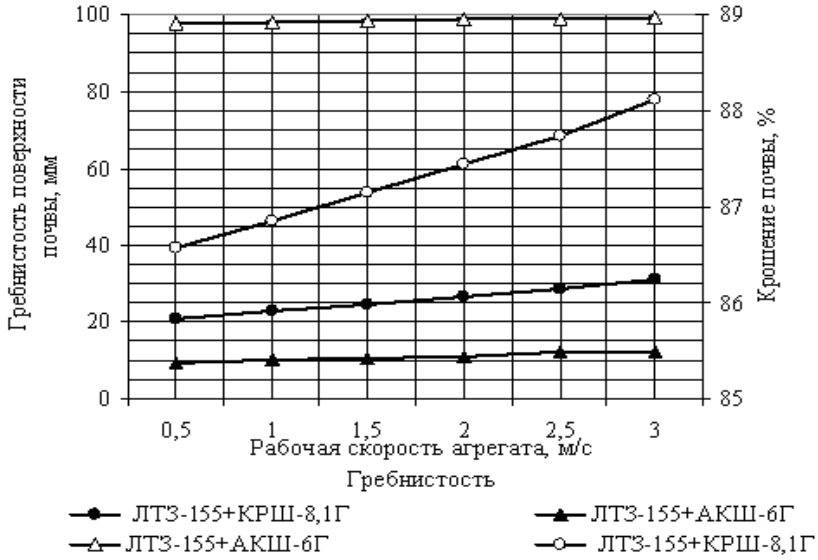


Рисунок 3 – Изменение гребнистости поверхности и крошения почвы после прохода агрегатов для предпосевной обработки почвы

Как видно из рисунка 3 при увеличении скорости движения агрегата АКШ-6Г качественные показатели предпосевной подготовки почвы (крошение и гребнистость) изменяются незначительно.

Эксплуатационно-технологическая оценка АКШ-6Г агрегатируемого с трактором ЛТЗ-155 проведена в ходе государственных испытаний. Производительность агрегата работающего на ско-

ростях 9,8-10,4 км/ч. за час основного времени составила не более 5,7 га, а за час эксплуатационного времени – 4,33 га при коэффициенте использования сменного времени 0,76.[7].

Влажность почвы во время испытаний составляла 9,54-16,7 %, а твердость 0,68-1,18 МПа. Тяговое сопротивление агрегата АКШ-6Г при движении на указанных скоростях составило от 18,70 до 19,77 кН. Загрузка двигателя по мощности достигала 0,64-0,89, что также не превышала ее допустимых значений (0,90-0,95) для данного тягового класса трактора.

Посев сахарной свеклы осуществлялся блочно-модульным агрегатом широкозахватной сеялкой точного высева СТВС-18 с трактором ЛТЗ-155 (рисунок 4) [8]

Рисунок 4 – Блочно-модульный агрегат для посева ЛТЗ-155+СТВС-18

Сравнительными исследованиями была установлена доля семян, расположенных на заданной глубине заделки после предпосевной обработке почвы агрегатом АКШ-6Г, которая в зависимости от рабочей скорости составила 90-99%, а при обработке культиватором КРШ-8,1Г соответственно 87-98% (рисунок 5).

Рисунок 5 – Размещение семян сахарной свеклы по глубине относительно заданной высеянных посевным агрегатом ЛТЗ-155+СТВС-18 после прохода агрегатов для предпосевной обработки почвы

С увеличением скорости движения посевного агрегата глубина заделки семян варьирует незначительно. Это способствует равномерному распределению всходов сахарной свеклы.

Как видно из таблицы 1, повышение производительности посевного агрегата, работающего на предварительно обработанной поверхности почвы рассматриваемыми агрегатами,

составило 17,5 %. Снижение погектарного расхода топлива на операциях по обработке почвы составило 18,6 %, а на посеве - 11,6 % (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели эксплуатационно-технологической оценки применения агрегатов для предпосевной обработки почвы и посева

Выполняемые операции и состав агрегата	Производительность за час сменного времени, га/ч	Расход топлива, кг/га	Урожайность сахарной свеклы,т/га
Предпосевная подготовка почвы: КРШ-8,1Г+НП-5,4А+ ЛТЗ-155 + КРШ-8,1Г ЛТЗ-155+АКШ-6Г	 4,5 4,37	 4,6 3,74	
Посев сахарной свеклы: ЛТЗ-155+СТВС-18 (после КРШ-8,1Г) ЛТЗ-155+СТВС-18 (после АКШ-6Г)	 3,3 4,0	 2,79 2,5	 32,9 41,2

Заключение. Использование комбинированного агрегата АКШ-6Г позволяет добиться требуемого крошения почвы на глубине заделки семян, более равномерной плотности взрыхленного слоя почвы, выравненности поверхности поля и равномерности глубины обработки почвы. Выравненность поверхности почвы, подготовленной под посев и равномерная плотность почвы, непосредственно влияет на равномерность глубины заделки семян. Качественная подготовка поверхности почвы позволяет большинство семян распределить равномерно на установленной глубине, что способствует равномерному распределению всходов сахарной свеклы. Высокое качество предпосевной обработки почвы способствует повышению урожайности культур на 20-30% и снижению потребности в средствах защиты растений.

Список литературы

1. Балашов, А.В. Технология и комплекс машин для возделывания и уборки сахарной свеклы [Текст] / А.В. Балашов, Ю.А. Тырнов, А.А.Армашов // Достижения науки и техники АПК. – 2002, № 1. – С. 27-31.

2. Зазуля, А.Н. Повышение эффективности использования технологий и технических средств для возделывания и уборки пропашных культур (рекомендации). [Текст] / А.Н. Зазуля, Ю.А. Тырнов, А.В. Балашов и [др.]; ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии. – Тамбов: Изд-во Першина Р.В., 2012. – 76 с.

3. Зазуля, А.Н. Энергосберегающая технология возделывания сахарной свеклы [Текст] / А.Н. Зазуля, А.В. Балашов, В.П. Белогорский //Наука в центральной России, №3(15), 2015. С.86-95.

4. Балашов, А.В. Агрегаты для предпосевной обработки почвы [Текст]/ А.В. Балашов // Сельский механизатор. – 2005. – №1. – С. 12-13.

5. Аушев, М.Х. Обоснование конструктивно-технологической схемы комбинированного почвообрабатывающего агрегата для предпосевной подготовки почвы / М.Х. Аушев, Б.И. Хамхоев, Л.М. Хажметов, Ю.А. Шекихачев, А.Н. Эркенов, С.А. Твердохлебов [Электронный ресурс]// Научный журнал КубГАУ. – 2014.-№99(05). – Режим доступа: http://ej.kubagro.ru/2014/05/pdf/91.pdf

6. Балашов, А.В. Использование комбинированных агрегатов для предпосевной обработки почвы при точном высеве сахарной свеклы [Текст]: /Ю.А. Тырнов, А.В. Балашов//Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК:матер. Междунар. науч. практ. конф. 23-25 апреля 2014 года. – Мичуринск: Изд-во Мичуринского госагроуниверситета, 2014. – С. 24-27.

7. Протокол испытаний № 14-50-2002 (4020312) Агрегат комбинированный широкозахватный АКШ-6Г от 29 ноября 2002 годаГосударственное учреждение Центрально-Черноземная машиноиспытательная станция, Камыши-2002.

8. Балашов, А.В. Использование широкозахватных агрегатов для высева сахарной свеклы [Текст] / А.В.Балашов // Сахарная свекла. – 2004. – № 2. – С. 15-16.

References

1. Balashov, A.V. Tehnologija i kompleks mashin dlja vozdelyvanija i uborki saharnoj svekly [Tekst] /A.V. Balashov, Ju.A. Tyrnov, A.A. Armashov // Dostizhenija nauki i tehniki APK. – 2002. – № 1. – S. 27-31.

2. Zazulja, A.N. Povyshenie jeffektivnosti ispol'zovanija tehnologij i tehnicheskih sredstv dlja vozdelyvanija i uborki propashnyh kul'tur (rekomendacii). [Tekst] /A.N. Zazulja, Ju.A. Tyrnov, A.V. Balashov i [dr.]; GNU VNIITiN Rossel'hozakademii. – Tambov: Izd-vo Pershina R.V., 2012. – 76 s.

3. Zazulja, A.N. Jenergosberegajushhaja tehnologija vozdelyvanija saharnoj svekly [Tekst] / A.N. Zazulja, A.V. Balashov, V.P. Belogorskij //Nauka v central'noj Rossii, №3(15), 2015. S.86-95.

4. Balashov, A.V. Agregaty dlja predposevnoj obrabotki pochvy [Tekst] / A.V. Balashov//Sel'skij mehanizator. – 2005. – №1. – S. 12-13.

5. Aushev, M.H. Obosnovanie konstruktivno-tehnologicheskoj shemy kombinirovannogo pochvoobrabatyvajushhego agregata dlja predposevnoj podgotovki pochvy / M.H. Aushev, B.I. Hamhoev, L.M. Hazhmetov, Ju.A. Shekihachev, A.N. Jerkenov, S.A. Tverdohlebov [Jelektronnyj resurs]// Nauchnyj zhurnal KubGAU. – 2014. – №99(05). – Rezhim dostupa: http://ej.kubagro.ru/2014/05/pdf/91.pdf

6. Balashov, A.V. Ispol'zovanie kombinirovannyh agregatov dlja predposevnoj obrabotki pochvy pri tochnom vyseve saharnoj svekly [Tekst]: /Ju.A. Tyrnov, A.V. Balashov// Inzhenernoe obespechenie innovacionnyh tehnologij v APK: mater. Mezhdunar. nauch. prakt. konf. 23-25 aprelja 2014 goda. – Michurinsk: Izd-vo Michurinskogo gosagrouniversiteta, 2014. – S. 24-27.

7. Protokol ispytanij № 14-50-2002 (4020312) Agregat kombinirovannyj shirokozahvatnyj AKSh-6G ot 29 nojabrja 2002 goda Gosudarstvennoe uchrezhdenie Central'no-Chernozemnaja mashinoispytatel'naja stancija, Kamyshi-2002.

8. Balashov, A.V. Ispol'zovanie shirokozahvatnyh agregatov dlja vyseva saharnoj svekly [Tekst] / A.V.Balashov// Saharnaja svekla. – 2004. – № 2. – S. 15-16.

УДК 631.303

ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДА ИДЕНТИФИКАЦИИ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИТРИЕРОВ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ СТЕНДОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Тишанинов Николай Петрович,
доктор технических наук, профессор, e-mail: av-anashkin@mail.ru
Анашкин Александр Витальевич,
кандидат технических наук, заведующий лабораторией, e-mail: av-anashkin@mail.ru

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

Аннотация. *Обоснована возможность использования стендов циклического действия для выявления динамики непрерывного процесса выделения зерновок основной культуры из зерносмеси, адаптированной к произвольной длине ячеистой поверхности. Определены предпосылки разработки метода идентификации расходных характеристик, подтверждающие возможность воспроизведения реального технологического процесса с использованием стенда циклического действия. Обоснована последовательность действий на основе интервальных оценок выделенных масс зерновок основной культуры из зерносмеси. Получены математические зависимости для расчета производительности выделения зерновок из зерносмеси стандартным или проектируемым ячеистым цилиндром произвольной длины. Расчетная информация по взаимосвязи скорости осевого смещения сегмента, времени перемещения сегмента зерносмеси на длину стендового ячеистого цилиндра с величиной загрузки стенда и скоростным режимом работы получена на основе обобщения исследований профессора Летошнева М.Н. с учетом свойств рабочей среды и исследуемого диапазона скоростного режима работы стенда. Расчет производительности стандартного ячеистого цилиндра по результатам интервальных оценок выделенных масс зерновок основной культуры из зерносмеси с использованием стенда показал, что предложенный метод позволяет достоверно определять производительность ячеистых цилиндров произвольной длины. Выбранный диапазон скоростного режима (30…45 об/мин) работы стенда для анализа процесса обеспечивает изменение расходных характеристик в пределах 1,17…4,98 т/ч, что достаточно для управляемости существующих триерных блоков по критериям качества работы в широком диапазоне исходных свойств зерносмеси. Преимущества предлагаемого метода заключаются в возможности определения: эффективно используемой длины и длины свободной части ячеистой поверхности; величины потерь зерна сходом для произвольно выбранной длины ячеистого цилиндра; динамики выделения зерновок по длине рабочей поверхности.*

Ключевые слова. *Стенд, ячеистый цилиндр,производительность, режим работы, интервальные оценки выделенных масс, последовательность действий, расчетные зависимости.*

JUSTIFICATION OF THE METHOD OF PERFORMANCE IDENTIFICATIONTRIERS ON THE RESULTS OF STANDBY RESEARCH

Tishaninov Nikolai,
Full Doctor of Technical Sciences, Professor, e-mail: av-anashkin@mail.ru
Anashkin Alexander,
Candidate of Technical Sciences, Head of Laboratory
FGBIU All-Russian Scientific Research Institute for the Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture, Tambov

Annotation*. The possibility of using cyclic action stands to reveal the dynamics of the continuous process of isolating the grain of the main crop from a grain mix adapted to an arbitrary length of the cellular surface is justified. The prerequisites for the development of a method for identifying consumption characteristics, which confirm the possibility of reproducing a real technological process using a cyclic action stand, are defined.The sequence of actions based on interval estimates of the allocated masses of the main crop grains from the grain mix is justified.Mathematical dependencies for calculating the productivity of grain separation from a grain mix using a standard or projected by a cylindrical barrel of arbitrary length are obtained. Calculated information on the*

relationship between the speed of the axial displacement of the segment, the time of movement of the grain-mix segment to the length of the bench mesh cylinder with the load of the stand and the speed regime of operation was obtained on the basis of the generalization of the researches of Professor M. Letoshnev. taking into account the properties of the working environment and the investigated range of the high-speed mode of the stand. Calculation of the productivity of a standard mesh cylinder according to the results of interval estimates of the isolated masses of the main crop grains from a grain mix using a stand showed that the proposed method allows to reliably determine the productivity of mesh cylinders of arbitrary length. The selected speed range (30 ... 45 rpm) of the stand for process analysis provides a change in the flow characteristics within the limits of 1.17 ... 4.98 t / h, which is sufficient for the controllability of existing trier units according to the performance criteria in a wide range of initial properties grain mixture.Advantages of the proposed method are the ability to determine: the effective length and length of the free part of the cellular surface; the values of the grain loss for the randomly chosen length of the mesh cylinder; dynamics of grain separation along the length of the working surface.

Keywords.*Stand, cellular cylinder, performance, mode of operation, interval estimates of allocated masses, sequence of actions, calculated dependencies.*

Введение.Для сбалансирования технологических процессов выделения длинных и коротких примесей из зерносмеси необходимо знание величины зоны интенсивного выделения зерновок основной культуры из зерносмеси овсюжным цилиндром при установленных настроечных параметрах и скоростных режимах работы с тем, чтобы обеспечить управляемость процессов и минимальные потери сходом зерновок основной культуры. При этом величина подачи зерносмеси в овсюжный цилиндр должна соответствовать выбранным настроечным параметрам и скоростному режиму работы и не превышала возможности выделения коротких примесей в последовательном процессе триерной очистки с использованием кукольного ячеистого цилиндра. Эти знания в литературе отсутствуют, что сдерживает модернизацию триерных блоков по критериям качества технологического процесса. Возможность установления указанных взаимосвязей появилась с созданием в ФГБНУ ВНИИТиН специального стендового оборудования. Поэтому исследования расходных характеристик овсюжного цилиндра при выделении зерновок основной культуры из зерносмеси с использованием стендов циклического действия являются актуальными.

Методы и средства. В работе использовались базовые положения классической теории триеров, разработанные частные методики исследований ячеистых поверхностей, созданное стендовое оборудование, специальные средства измерений и управления технологическим процессом.

Результаты и обсуждение. Преимущества стендов циклического действия (патент РФ № 2616201) при исследовании ячеистых поверхностей заключаются в следующем: компактность конструкции и снижение затрат на изготовление; снижение трудоемкости экспериментальных работ; повышение достоверности результатов исследований за счет улучшения воспроизводимости условий опытов и управляемости экспериментом; обеспечение инвариантности результатов относительно длины исследуемой ячеистой поверхности; не имеют ограничений по исследуемым диапазонам исходной и остаточной засоренности зерносмеси, углам выброса частиц из ячей, углам охвата факела выброса частиц кромками приемных емкостей, зазорам между кромками приемных емкостей и внутренней поверхностью ячеистого цилиндра в сравнении с разработанными нами стендами (патенты РФ №№ 2492940, 2492941).

При выделении коротких примесей из зерносмеси стенда циклического действия обеспечивает прямое измерение результативного показателя (остаточную засоренность) в произвольный момент времени и любую, наперед заданную степень выделения примесного компонента, так как продолжительность опыта не ограничена, а условия опыта сохраняются – масса зерновок основной культуры не убывает.

Выделение зерновок основной культуры из зерносмеси стендом циклического действия с укороченной длиной ячеистой поверхности, воспроизводит реальный процесс по времени *(t),* так как весь процесс можно представить уменьшением толщены (высоты) сегмента зерносмеси от начального значения *(h)* до нулевого. То есть инвариантность продолжительности процесса выделения зерновок основной культуры из зерносмеси относительно длины ячеистой поверхности обеспечивается при заданных режимах работы и настроечных параметрах – чем выше подача (W_n) зерносмеси в ячеистый цилиндр, тем выше высота *(h)* сегмента и продолжительность процесса. Однако расходная характеристика (производительность) не инвариантна относительно длины ячеистой поверхности и нелинейно связана с ней, так как при $h \to 0$ контактирующая с ячеями поверхность зернового слоя уменьшается, а условия захвата зерновок ячеями становятся менее вероятными. Учитывая, что производительность триерных блоков является определяющим показателем при проектировании зерноочистительных комплексов и организации их использования, необходим метод идентификации ее величины применительно к реальным условиям по результатам стендовых исследований.

Предпосылки для разработки этого метода имеются, и они заключаются в следующем: продолжительность реального процесса стендом воспроизводится; динамика уменьшения *h* от начального значения до *0* при заданных режимах работы и настроечных параметрах идентична в реальных и стендовых условиях; взаимосвязь скорости осевого смещения зернового сегмента с величиной подачи зерносмеси в ячеистый цилиндр установлена профессором Летошневым М.Н. и другими учеными [1-9].

С учетом изложенных предпосылок для разрабатываемого метода представляется логичной и обоснованной последовательность действий: по взаимосвязи средней скорости осевого смещения *(υ)* зернового сегмента в ячеистом цилиндре с величиной подачи (W_n) зерносмеси в него определить время (t_u), за которое сегмент смещается на величину (l_p), равную рабочей длине ячеистого цилиндра в стенде; по шкале времени для каждой выявленной функции интенсивности выделения $q_i = f_i(t)$ при заданных режимах работы и настроечных параметрах стенда определить число интервалов времени (t_u) от начала до окончания процесса выделения зерновок основной культуры из зерносмеси; проинтегрировать функцию $q_i = f_i(t)$ в пределах каждого интервала и определить среднее интервальное значение интенсивности выделения $(\overline{q_i})$; сложить полученные значения.

С учетом изложенного выше идентифицированная производительность существующего или проектируемого ячеистого цилиндра будет определяться по формуле:

$$W_{\hat{a}} = \sum_{i=1}^{i=n_{\hat{e}}} \left[\int_{t_i}^{t_{i+1}} q_i(t)dt \;/ (t_{i+1} - t_i) \right], \qquad (1)$$

$W_в$– интенсивность (производительность) выделения зерновок из зерносмеси реальным (существующим) или проектируемым ячеистым цилиндром длиной $L_Ц$, *т/ч*;

$i = 1, 2, 3 \ldots n_к$, *шт;*

$n_{ê}$ – кратность соотношения длины реального или проектируемого ячеистого цилиндра и рабочей длины *(l_p)* ячеистого цилиндра стенда;

$q_i(t)$ – интенсивность выделения зерновок основной культуры из зерносмеси по времени *t*в *i*-ом интервале, *т/ч*;

($t_{i+1} - t_i$) – интервал времени осевого смещения сегмента зерносмеси в ячеистом цилиндре при подаче W_n, *с*.

Величина $W_в$связана с величиной подачи соотношением:

$$W_в = W_n - W_{сх}, \quad (2)$$

где $W_{сх}$ – интенсивность схода зерносмеси с ячеистой поверхности, *т/ч*.

Величина l_p определяется по формуле:

$$l_p = l_{цс} - b_{об} - 3_T = 0,5 - 0,02 - 0,01 = 0,47м, \quad (3)$$

где $l_{цс}$ – длина ячеистого цилиндра стенда, *м*; $b_{об}$ – ширина обечайки, предотвращающей пристенный эффект, *м*; 3_T – торцевой зазор между вертикальной стенкой выводного лотка и глухой стенкой стенда, *м*.

Для стандартного ячеистого цилиндра $L_ц = 2,2$ *м*, тогда величина $n_к$ будет

$$n_к = L_ц / l_p = 2,2/0,47 \approx 4,7. \quad (4)$$

Согласно исследованиям профессора Летошнева М.Н. скорость осевого смещения сегмента *(υ)* зерносмеси в диапазоне подач $W_n = 1,2...5$ *т/ч* при величине угла естественного откоса зерна $\beta = 38...40^0$ изменяется в пределах *0,0406…0,0821 м/с.* Диапазон углов внутреннего трения $\beta = 38...40^0$ и верхняя граница диапазона скоростей осевого смещения зернового сегмента в ячеистом цилиндре, которые использует в анализе работы триеров профессор Летошнев М.Н., характерны для повышенной влажности зерна – на уровне 40%. Учитывая свойства исследуемого нами зерна *($\beta = 24,8^0$; W =13%)* диапазон скоростей углового смещения сегмента будет существенно ниже *(υ = 0,0325…0,050 м/с)* в зависимости от величины подачи *(W_n)* при скорости вращения цилиндра ω *= 3,13…4,7 рад/с (30…45 об/мин).*

Скорость осевого сегмента зерна в ячеистом цилиндре с подачей в него связана линейно, а подача*(W_n)*прямо пропорциональна величине загрузки стенда. Взаимосвязь величин загрузки стенда *($m_н$)* и скорости вращения цилиндра *(n)* со скоростью *(υ)* и временем перемещения сегмента *(Δt)* на длине ячеистой поверхности l_p представлена в таблице 1

$$\Delta t = t_{i+1} - t_i.$$

Таблица 1 - Взаимосвязь *υ* и *Δt с* $m_н$ и*n*

Скорость вращения цилиндра *(n), об/мин*	Скорость *(υ, м/с)* и время *(Δt, с)* перемещения сегмента	Величина загрузки стенда *($m_н$), кг*			
		7	9	11	13
1	2	3	4	5	6
30	υ	0,0218	0,0257	0,0295	0,0335
	Δt	21,6	18,3	15,9	14,0
35	υ	0,0254	0,0299	0,0344	0,039
	Δt	18,5	15,7	13,7	12,1
40	υ	0,0289	0,0341	0,0392	0,0445
	Δt	16,3	13,8	12,0	10,6
45	υ	0,0325	0,0383	0,0441	0,050
	Δt	14,5	12,3	10,66	9,4

Значения параметров, представленных в таблице 1, проверены по результатам выборочных экспериментальных исследований. Физическая модель процесса стендового воспроизведения динамики выделения зерновок основной культуры из зерносмеси адекватна реальному процессу. В стенде реализуется идентичный реальному процесс выноса зерновок из сегмента исходных размеров до нулевых. Размеры сегмента по ширине не имеют значения, им всегда соответствует контактирующая длина ячеистой поверхности с одинаковой плотностью размещения ячей. Однако, проверочными могут быть только те реализации эксперимента, где выделенные зерновки полностью попадают в отводной лоток, а сход отсутствует. При наличии схода используют уравнение 2.

Этим требованиям соответствует реализация эксперимента при: $m_н = 13$ *кг*; $n = 45$ *об/мин*; $\gamma_п{}^* = 30^0$. Выделенные массы зерна контролировали с интервалом времени 3 *с*. Результаты этого эксперимента представлены в таблице 2.

Используя численный метод решения уравнения (1), принимая во внимание соотношение (4) и допуская $\Delta t = 9$ *с*, выделяем 5 интервалов оценки слагаемых $W_в$: в первых 4^x по три замера; в последнем - 2. В результате получим значения расходных характеристик по оценочным интервалам: *0,76; 0,40; 0,18; 0,03; 0,008 кг/с.* Производя сложение согласно уравнению (1), получим $W_в = 1{,}378$ *кг/с* $= 4{,}96$ *т/ч.* Это достигается при использовании всей длины стандартного ячеистого цилиндра, полном отводе выделенных масс в лоток и высоком скоростном режиме работы *(n = 45 об/мин)*, что соответствует номинальной производительности.

Таблица 2 - Динамика выделения зерновок основной культуры из зерносмеси при $m_н = 13$ *кг;* $n = 45$ *об/мин*; $\gamma_п = 30^0$

№ замеров с интервалом 3 с	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Выделенная масса по интервалам, кг	3,01	2,23	1,45	1,36	1,18	1,08	0,8	0,56	0,28	0,14	0,09	0,05	0,04	0,03

*$\gamma_п$ – угол подъема верхней кромки передней стенки выводного лотка.

Заключение. Предложенный метод позволяет достоверно определять производительность ячеистых цилиндров произвольной длины при выделении зерновок основной культуры из зерносмеси с использованием стенда циклического действия. Преимущества метода заключаются в возможности определения: эффективно используемой длины ячеистой поверхности; длины свободной части ячеистой поверхности; величины потерь зерна сходом для произвольно выбранной длины ячеистого цилиндра; динамики выделения зерновок по длине рабочей поверхности. Эти задачи решены впервые в мировом опыте исследований ячеистых поверхностей.

Список литературы

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

2 Тишанинов, Н.П. Теоретический анализ динамики выделения коротких примесей из зерносмесей ячеистой поверхностью / Н.П. Тишанинов, А.В. Анашкин // Наука в центральной России. – 2015. – № 1 (13). – С. 46-58.

3 Тишанинов, Н.П. Средства управления опережением подачи зерносмеси в триерные блоки / Н.П. Тишанинов, А.В. Анашкин // Наука в центральной России. – 2015. – № 1 (13). – С. 28-37.

4 Тишанинов, Н.П. Повышение технологических возможностей кукольного цилиндра триерного блока / Н.П. Тишанинов, А.В. Анашкин // Наука в центральной России. – 2015. – № 1 (13). – С. 58-65.

5 Мироненко, Д.Н. Исследование работы фрикционного триерного цилиндра / Д.Н. Мироненко // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2009. – № 2. – С. 45-49.

6 Летошнев, М.Н. Теория триера / М.Н. Летошнев // Сборник научно-технических работ ЛИМЭСХ. – Том 4. – М.: Л.: ОГИЗ Сельхозгиз, 1948.

7 Летошнев, М.Н. Очистка и сортирование семенного материала и зерноочистительные машины / М.Н. Летошнев. – Л.: Гос. институт опытной агрономии, 1929. – 28 с.

8 Летошнев, М.Н. О движении зерна внутри горизонтального вращающегося цилиндра / М.Н. Летошнев // Выпуск 7: сб. научно-технических работ Ленинградского института механизации сельского хозяйства. – Сельхозгиз, 1950.

9 Летошнев, М.Н. Сельскохозяйственные машины, теория, расчет, проектирование и испытание / М.Н. Летошнев. – М.: Л.: Сельхозгиз, 1955. – 856 с.

References

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

2 Tishaninov, N.P. Teoreticheskij analiz dinamiki vydelenija korotkih primesej iz zernosmesej jacheistoj poverhnost'ju / N.P. Tishaninov, A.V. Anashkin // Nauka v central'-noj Rossii. – 2015. – № 1 (13). – S. 46-58.

3 Tishaninov, N.P. Sredstva upravlenija operezheniem podachi zernosmesi v triernye bloki / N.P. Tishaninov, A.V. Anashkin // Nauka v central'noj Rossii. – 2015. – № 1 (13). – S. 28-37.

4 Tishaninov, N.P. Povyshenie tehnologicheskih vozmozhnostej kukol'nogo cilindra triernogo bloka / N.P. Tishaninov, A.V. Anashkin // Nauka v central'noj Rossii. – 2015. – № 1 (13). – S. 58-65.

5 Mironenko, D.N. Issledovanie raboty frikcionnogo triernogo cilindra / D.N. Mironenko // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2009. – № 2. – S. 45-49.

6 Letoshnev, M.N. Teorija triera / M.N. Letoshnev // Sbornik nauchno-tehnicheskih rabot LIMJeSH. – Tom 4. – M.: L.: OGIZ Sel'hozgiz, 1948.

7 Letoshnev, M.N. Ochistka i sortirovanie semennogo materiala i zernoochistitel'nye mashiny / M.N. Letoshnev. – L.: Gos. institut opytnoj agronomii, 1929. – 28 s.

8 Letoshnev, M.N. O dvizhenii zerna vnutri gorizontal'nogo vrashhajushhegosja cilindra / M.N. Letoshnev // Vypusk 7: sb. nauchno-tehnicheskih rabot Leningradskogo instituta meha-nizacii sel'skogo hozjajstva. – Sel'hozgiz, 1950.

9 Letoshnev, M.N. Sel'skohozjajstvennye mashiny, teorija, raschet, proektirovanie i ispytanie / M.N. Letoshnev. – M.: L.: Sel'hozgiz, 1955. – 856 s.

УДК 631.303

АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ТРИЕРАПО РЕЗУЛЬТАТАМ СТЕНДОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Тишанинов Николай Петрович,
доктор технических наук, профессор, e-mail: av-anashkin@mail.ru
Анашкин Александр Витальевич,
кандидат технических наук, заведующий лабораторией, e-mail: av-anashkin@mail.ru

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

Аннотация. *Определены условия для вариативного сопоставления параметров работы овсюжного цилиндра стандартного триерного блока на основе баланса подачи зерносмеси в ячеистый цилиндр (ЯЦ) и отводимых из него потоков зерна и примесей. Исследовали в динамике параметры ЯЦ* с использованием разработанных в ФГБНУ ВНИИТиН исследовательских стендов и измерительных приборов, используя базовые положения теории триеров. *Определена допустимая величина подачи зерносмеси в стандартный ЯЦ по величине загрузки стенда, скорости осевого смещения сегмента зерносмеси и длине ячеистой поверхности стенда. Идентифицированная производительность стандартного ЯЦ составляет 1,17-4,98 т/ч при изменении скорости вращения ЯЦ стенда в диапазоне 30-45 об/мин и величины загрузки 7-13 кг. При увеличении загрузки стенда в указанном диапазоне производительность увеличивается в 2,85 раза при фиксированных остальных факторах, при увеличении скорости вращения – в 1,49 раза. Получены математические зависимости для определения длины свободной поверхности стандартного ЯЦ и величины потерь сходом по результатам оценки расходных стендовых характеристик при различных режимах работы. Получены уравнения для оценки эквивалентной производительности в произвольном сечении стандартного ЯЦ по величине остаточной массы зерносмеси, приходящейся на средину i-того интервала времени измерений с учетом скорости осевого смещения сегмента, насыпной плотности зерносмеси и коэффициента ее динамического разуплотнения. Величина коэффициента разуплотнения определена по соотношению насыпной плотности зерносмеси размещенной в объеме и насыпной плотности зерновок основной культуры, размещенных в один слой, что соответствует реальному процессу послойной циркуляции зерновок в сегменте при вращении ЯЦ. Выявлена последовательность проведения опытов и получены функциональные зависимости для определения технологической надежности работы триера с целью управления процессом очистки зерносмесей по критериям качества за счет изменения угла подъема верхней кромки передней стенки выводного лотка и радиального зазора между последней и внутренней поверхностью ячеистого цилиндра.*

Ключевые слова. *Ячеистый цилиндр,динамика выделения зерновок, расходные характеристики, режимы работы, свободная рабочая поверхность, потери сходом, технологическая надежность.*

ANALYSIS OF THE INDICATORS OF THE WORK OF TRIERON RESULTS OF STANDBY RESEARCH

Tishaninov Nikolai,
Full Doctor of Technical Sciences, Professor, Scientific Head of the Department,
E-mail: av-anashkin@mail.ru
Anashkin Alexander,
Candidate of Technical Sciences, Head of Laboratory, E-mail: av-anashkin@mail.ru

FGBNU «All-Russian Research Institute for the Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture», Tambov,

Annotation*. The conditions for the variational comparison of the parameters of the oviposition cylinder of a standard trier block on the basis of the balance of feeding the grain mixture in a cellular cylinder (JC) and the grain and impurity fluxes removed from it are determined.The parameters of the JC using the research stands and measuring instruments developed in the* FGBNU *of VNIITiN, using the basic provisions of the theory of trier, were investigated in dynamics.The permissible value of the grain mix to the standard fuel cell as to the size of the loading of the stand, the speed of the axial displacement of the grain-mix segment and the length of the mesh surface of the stand is determined.The identified performance of the standard JC is 1.17-4.98 t / h with a change in the speed of rotation of the JT stand in the range of 30-45 rpm and the load in the range of 7-13 kg. The productivity increases by 2.85 times with the increase of the load of the stand in the specified range with fixed other factors, with an increase in the rotation speed - by 1.49 times.Mathematical dependencies for determining the length of the free surface of the standard JC and the magnitude of the losses by withdrawal caused by the results of the evaluation of the expenditure bench characteristics under various operating conditions have been obtained. Equations for estimating the equivalent productivity in an arbitrary cross-section of the standard fuel cell in terms of the residual mass of the grain mixture attributable to the middle of the i-th time interval of measurements taking into account the speed of the axial displacement of the segment, the bulk density of the grain mixture and the coefficient of its dynamic decompression are obtained.The value of the decompaction factor is determined from the ratio of the bulk density of the grain mix placed in the volume, and the bulk density of the main crop grains placed in one layer, which corresponds to the real process of layer-by-layer circulation of grain in the segment under rotation of the JC.The sequence of experiments was determined and functional dependencies were obtained to determine the technological reliability of the triere operation in order to control the process of cleaning the grain mixes according to the quality criteria by changing the elevation angle of the upper edge of the front wall of the output chute and the radial clearance between the last and inner surface of the mesh cylinder.*

Keywords.*Cellular cylinder, the dynamics of grain separation, consumption characteristics, operating modes, free working surface, loss by withdrawal, technological reliability.*

Введение.Баланс подачи зерносмеси в ячеистый цилиндр триера и отводимых из него потоков зерновок основной культуры и примесей невозможно определить на предпроектном этапе. Кроме того, в литературе отсутствует необходимая база знаний для определения длины свободной поверхности ячеистого цилиндра и величины потерь сходом на различных режимах работы и настроечных параметрах триера, что исключает решение задачи управления качеством технологического процесса. Без специальных исследований нельзя определить

убывающие параметры сегмента зерносмеси по длине ячеистой поверхности, что затрудняет анализ динамики процесса. Поэтому исследования параметров работы ячеистого цилиндра триера в динамике являются актуальными.

Методы и средства. Исследования ячеистых поверхностей проводили с использованием разработанных в ФГБНУ ВНИИТиН исследовательских стендов [1, 2] и измерительных приборов, используя базовые положения теории триеров.

Результаты и обсуждение. Исследуя процесс стендового выделения зерновок основной культуры из зерносмеси, в широких диапазонах изменяли основные факторы: скоростной режим работы *(n)*; массу навески ($m_н$); угол подъема передней кромки выводного лотка (γ_n). При этом процесс выделения зерновок с точки зрения оценки расходных характеристик реального (стандартного) цилиндра реализуется многовариантно: интегральная производительность выделения зерновок (W_B) из сегмента зерносмеси равна величине подачи (W_n) и реализуется на всей длине стандартного ячеистого цилиндра и полном охвате факела зерновок кромками выводного лотка; интегральная производительность выведения зерновок выравнивается с W_n за промежуток времени $< 4,7\Delta t$; продолжительность выделения зерновок в опыте превышает величину $4,7\Delta t$из-за низкого скоростного режима и (или) завышенного γ_n.

Величина $(4,7\Delta t)$ характеризует продолжительность смещения сегмента зерносмеси на величину длины *(L)* стандартного цилиндра при различных величинах $m_н$и n. Время Δtхарактеризует продолжительность смещения сегмента на длину стендового ячеистого цилиндра ($l_{цс}$), а (4,7) является соотношением$L/ l_{цс}$.

Этим вариантам стендовой реализации расходных характеристик соответствуют варианты полноты использования длины ячеистой поверхности стандартного или проектируемого триера: длина достаточна, используется полностью и схода нет; длина ячеистой поверхности используется частично; длина недостаточна, сход зерна имеется [3 - 5].

Анализ указанных вариантов по стендовым реализациям расходных характеристик при различных режимах работы и настроечных параметрах необходим для оценки технологического процесса по качественным показателям (потери, остаточная засоренность) и его управления.

С этой целью необходимо рассматривать три условии применительно к стандартному триеру:

$$\begin{cases} W_в = W_n, \; W_{сх} = 0; \; t_o = 4,7\Delta t, \; l_{св} = 0; \\ W_в > W_n, \; t_o < 4,7\Delta t, \; l_{св} > 0; \; W_{сх} = 0; \\ W_в < W_n, \; t_o > 4,7\Delta t, \; l_{св} = 0; \; W_{сх} > 0, \end{cases} \quad (1)$$

где t_o – продолжительность стендового опыта, с; $l_{св}$ – длина свободной ячеистой поверхности, м.

Величина эквивалентной подачи (W_n) определяется по формуле:

$$W_n = S\upsilon\rho, \quad (2)$$

где S – площадь исходного сегмента при загрузке стенда на величину $m_н$, м^2; υ – скорость осевого смещения сегмента при различных $m_н$и n, м/с;ρ – насыпная плотность зерносмеси, кг/м^3.

$$S = m_н / l_{цс}\rho. \quad (3)$$

Тогда формула (2) примет вид:

$$W_n = m_н\upsilon / l_{цс}, \quad (4)$$

где $l_{цс}$ – рабочая длина ячеистого цилиндра стенда, м.

Скорость осевого смещения (υ) в зависимости от n рассчитана по данным профессора Летошнева М.Н. [6, 7]. Расчетные значения W_n для различных $m_н$ и n приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Взаимосвязь W_n с $m_н$ и nпри $l_{цс} = 0,47$ *м*.

Скорость вращения цилиндра стенда (n), *об/мин*	Величина загрузки стенда ($m_н$), *кг*			
	7	9	11	13
30	0,325/1,17	0,492/1,77	0,69/2,49	0,926/3,34
35	0,378/1,36	0,572/2,06	0,805/2,9	1,08/3,88
40	0,43/1,55	0,653/2,35	0,917/3,3	1,23/4,43
45	0,484/1,74	0,733/2,64	1,03/3,72	1,38/4,98

В таблице 1 эквивалентная подача зерносмеси в ячеистый цилиндр стенда представлена в разных размерностях: в числителе – *кг/с*; в знаменателе – *т/ч*.

Первое условие из соотношений (1) для анализа не представляет интереса – потери зерновок основной культуры сходом отсутствуют, свободной длины ячеистой поверхности ($l_{св}$) нет, что исключает риски захвата ячеями длинных частиц и их подачи в лоток с чистым зерном.

При реализации процесса по 2-му условию выделение зерновок основной культуры завершается раньше на величину времени ($4,7\Delta t - t_o$), а длина свободной ячеистой поверхности определяется по формуле:

$$l_{св} = \upsilon(4,7\Delta t - t_o). \tag{5}$$

Величины υ и Δt выбираются для соответствующих режимов работы стенда, а значения t_o– из результатов экспериментальных исследований. Наличие свободного участка ячеистого цилиндра длиной $l_{св}$ стандартного или проектируемого триерного блока создает риски увеличения остаточной засоренности зерносмеси. На этом участке длинные примесные частицы, обладая связностью, захватываются ячеями и подаются в выводной лоток с чистым зерном. Поэтому оценка процесса по 2-му условию его реализации весьма значима.

При реализации процесса выделения зерновок основной культуры из зерносмеси по 3-му условию соотношений (1) неизбежны потери ($П$) полноценного зерна сходом. Их величину можно оценить соотношением:

$$П = \left[\left(\int_0^{t_o} q(t)dt - \int_0^{4,7\Delta t} q(t)dt\right) / \int_0^{t_o} q(t)dt\right] \times 100\ \%. \tag{6}$$

При завершенной реализации процесса, когда суммарная выделенная масса зерна $m_{в\Sigma} \approx m_н - m_{пр}$(часть примесей попадает в зерно), показатель потерь зерна сходом можно рассчитать с использованием следующих соотношений:

$$\begin{cases} П = \left[\left(\sum_1^{K_\Sigma} m_i - \sum_1^{K_1} m_i\right) / \sum_1^{K_\Sigma} m_i\right] \times 100\ \%; \\ \kappa_1 = 4,7\Delta t / t_3; \\ \kappa_\Sigma = t_0 / t_3 \end{cases} \tag{7}$$

где κ_1 – число выделенных навесок за время $4,7\Delta t$, шт; t_3 – интервал времени замеров выделенных навесок, *с*; κ_Σ– число выделенных навесок за время t_o, *шт*; $m_{пр}$– масса примеси в $m_н$, *кг*.

Показатель потерь полноценного зерна в реальных условиях эксплуатации достигает 20 -25%. Они могут быть сокращены за счет оптимизации скоростного режима работы, подачи

зерносмеси в ячеистый цилиндр и угла подъема передней кромки выводного лотка. В этом наборе решений заключается важнейший резерв повышения эффективности использования зерноочистительных агрегатов.

Стендовые исследования позволяют воспроизводить объективную расходную характеристику процесса выделения частиц из зерносмеси по времени. Взаимосвязь расходной характеристики по времени ($W_в$) со скоростью осевого смещения зернового сегмента в ячеистом цилиндре обеспечивает ее привязку к длине цилиндра. Эти взаимосвязи в совокупности позволяют идентифицировать производительность стандартного или проектируемого триера.

Однако, полнота анализа процесса, например, по степени заполнения ячей требует знаний об эквивалентной расходной характеристике и параметров сегмента ячеистого цилиндра в произвольном его сечении. Эти знания позволяют учитывать: возрастающее угловое расстояние между верхней границей циркулирующего слоя и верхней кромкой передней стенки выводного лотка; убывающее число циркулирующих слоев в зерновом сегменте. Указанные факторы оказывают существенное влияние на условия захвата частиц ячеями и параметры факела их выброса из ячей.

Для определения эквивалентной расходной характеристики в i-ом интервале времени необходимо определить величину остаточной массы по формуле:

$$m_{н_{io}} = m_н - \left(\sum_{1}^{i-1} m_{н_{(i-1)}} + m_i / 2 \right), \qquad (8)$$

где $m_{н_{io}}$ - остаточная масса зерносмеси, приходящаяся на средину *i*-го интервала времени измерений, кг; $m_{н_{(i-1)}}$ - интервальные массы выделенных частиц до начала *i*-го интервала, кг; m_i - масса выделенных частиц в *i*-ом интервале, кг;

Площадь сечения зернового сегмента в середине *i*-го интервала (S_i) определяется по формуле, аналогичной формуле (3):

$$S_i = m_{н_{io}} / l_{цс} \rho \ . \qquad (9)$$

Расчетному значению площади сечения (S_i) зернового сегмента в *i*-ом интервале соответствует эквивалентная расходная характеристика реального ячеистого цилиндра, где происходит осевое смещение зернового сегмента. Она определяется по формуле, аналогичной формуле (2):

$$W_{э_i} = S_i \upsilon_i \rho = m_{н_{io}} \upsilon_i / l_{цс} \ , \qquad (10)$$

где υ_i – эквивалентная скорость осевого перемещения зернового сегмента в *i*-ом интервале, м/с.

Далее по расчетной величине υ_i с учетом $m_{н_{io}}$ и заданного скоростного режима рассчитывают величину $W_{э_i}$.

Параметры сегмента (угол охвата α и число циркулирующих слоев) определяют по взаимосвязи $\alpha = f(m_{i_{io}}, n)$ с учетом коэффициента динамического разуплотнения зернового сегмента *($K_р$=1,22).* По установленным значениям $W_{э_i}$ и параметрам зернового сегмента анализируют степень заполнения ячей в произвольном сечении ячеистого цилиндра.

В конструкцию существующих триерных блоков заложен способ управления расходной характеристикой технологического процесса. Он осуществляется путем отсечения части фа-

кела выделенных частиц за счет увеличения угла *(γ_n)* подъема верхней кромки передней стенки выводного лотка в овсюжном цилиндре или уменьшения зазора между ней (кромкой) и внутренней поверхностью цилиндра. Однако в заводской инструкции по эксплуатации не даются конкретные указания по реализации этой возможности.

В научной литературе практически отсутствуют результаты исследований по динамике выделения зерновок основной культуры из зерносмеси и надежности технологического процесса. Профессор Лурье А.Б. приводит в работе [8] аналитические и экспериментальные характеристики процесса триерной очистки зерна, таблица 2.Приведенные в таблице 2 статистические характеристики процесса триерной очистки зерна не увязаны с режимом работы *(n)* и углом подъема *(γ_n)* верхней кромки передней стенки выводного лотка.

Таблица 2. – Характеристики процессов в триерах

Процесс	Математическое ожидание *(m), кг/ч*	Среднеквадратическое отклонение (σ), *кг/ч*	Неравномерность(ν), *%*
Подача – *Q(t)*	853	70	6,6 (8,2)*
Выход чистого зерна – *P(t)*	609	36	5,8 (5,9)*
Отходы *П(t)*	39	11	28
* В скобках указаны уточненные нами расчеты			

Это свидетельствует о том, что полнота отвода факела выброшенных ячеями частиц или степень его отсечения передней стенкой выводного лотка автором не контролировались. То есть – задача управления расходными характеристиками триера путем его настройки не ставилась.

Кроме того, средняя величина подачи *Q(t)* составляет 17% от номинального значения стандартного ячеистого цилиндра, что меньше нижней границы реального диапазона управления расходной характеристикой. Полученные значения $\sigma_И$ и ν достаточно велики для указанной подачи. Не ясна длина задействованной в процессе ячеистой поверхности.

Для общепринятого уровня доверительного интервала исследуемой закономерности при нормальном законе распределения случайной величины, равного ± 2σ, потери зерносмеси в опытах профессора Лурье А.Б. могут достигать 140 кг/ч (16,4%). Это неприемлемый уровень потерь, а представленные результаты исследований, учитывая высказанные выше недостатки, следует отнести к некорректным.

Поэтому для оценки технологической надежности процесса триерной очистки зерносмесей путем изменения настроечных параметров необходимо выявить реальный уровень стабильности расходных характеристик процесса:

$$\begin{cases} W_в = f_1(W_п, n, \gamma_п); \\ W_в = f_2(W_п, n, З_о). \end{cases} \qquad (11)$$

где $З_о$ - зазор между кромкой стенки лотка и ячеистой поверхностью, *м*.

Учитывая идентичность условий повторных опытов, расходные характеристики можно заменить выделенными массами частиц при равных интервалах времени замеров *($t_и$)*за равное число интервалов *($n_и$)*. Тогда суммарная масса выделенных частиц в *j*-ой повторности будет:

$$m_{\Sigma(=)j} = \sum_{2}^{n_и} m_{ij}, \qquad (12)$$

где $m_{\Sigma(=)j}$ - суммарная масса выделенных частиц за равное число интервалов *(n_u),* начиная со второго (без 1-го интервала времени стабилизации процесса) в *j*-ом опыте, кг; m_{ij} - масса выделенных частиц в *i*-ом интервале *j*-го опыта, кг.

Среднее значение выделенных суммарных масс частиц за $n_п$повторностей определяется по формуле:

$$\overline{m}_{\Sigma(=)} = \sum_{1}^{j=n_n} m_{\Sigma(=)j} / n_n \,. \tag{13}$$

Статистические характеристики процесса триерной очистки зерносмесей определяются по формулам:

$$\begin{cases} \sigma = \sqrt{(\overline{m}_{\Sigma(=)} - m_{\Sigma(=)j})^2 / n_ї} \\ \nu = (\sigma / \overline{m}_{\Sigma(=)}) \cdot 100 \ \%. \end{cases} \tag{14}$$

В формуле (14) при ограниченном числе повторностей $\Delta m_{\Sigma(=)j} \neq 0$ надо иметь в виду смещенный числовой ряд. Решение о возможности управления процессом с целью сбалансирования его качества по последовательным технологическим звеньям путем изменения настроечных параметров ($\gamma_п$,3_o) принимается из условий: $\sigma < [\sigma], \ \nu < [\nu]$.

Выводы. Ячеистая поверхность стандартного цилиндра используется частично, если время стендовой продолжительности процесса меньше произведения кратности сложения усредненных оценок расхода на расчетные значения интервалов времени – $< 4{,}7\Delta t$. При $n = 30 \ldots 45$ *об / мин* и $m_н = 7 \ldots 13$ *кг* идентифицированная производительность стандартного ячеистого цилиндра составляет $1{,}17 \ldots 4{,}98$ *т / ч*. С изменением $m_н$ до 13 *кг* производительность увеличивается в 2,85 раза, а с увеличением n до 45 *об / мин* - только в 1,49 раза. Это объясняется снижением высоты сегмента и степени заполнения ячей при уменьшении $m_н$. Возможность управления процессом триерной очистки по расходным характеристикам за счет изменения угла подъема*($\gamma_п$)* верхней кромки передней стенки выводного лотка требует экспериментального подтверждения.

Список литературы

1. Тишанинов Н.П. Обоснование параметров стенда циклического действия для исследований ячеистых поверхностей / Н.П. Тишанинов, А.В. Анашкин, Х.Д.Д. Альшинайиин // Наука в центральной России. – 2016. – № 4 (22). – С. 90-98.

2. Патент РФ № 2616201 Стенд для испытаний ячеистых поверхностей / Н.П. Тишанинов, А.В. Анашкин. – № 2016108182 заявл. 09.03.2016, опубл. 13.04.2017, Бюл. № 11.

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

4. Тишанинов, Н.П. Теоретический анализ динамики выделения коротких примесей из зерносмесей ячеистой поверхностью / Н.П. Тишанинов, А.В. Анашкин // Наука в центральной России. – 2015. – № 1 (13). – С. 46-58.

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

6. Летошнев, М.Н. Сельскохозяйственные машины, теория, расчет, проектирование и испытание / М.Н. Летошнев. – М.: Л.: Сельхозгиз, 1955. – 856 с.

7. Мироненко, Д.Н. Исследование работы фрикционного триерного цилиндра / Д.Н. Мироненко // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2009. – № 2. – С. 45-49.

8. Лурье, А.Б. Расчет и конструирование сельскохозяйственных машин / А.Б. Лурье. – Л.: Машиностроение, 1997. – 526 с.

References

1. Tishaninov N.P. Obosnovanie parametrov stenda ciklicheskogo deyjstviya dlya issledovaniyj yacheistihkh poverkhnosteyj / N.P. Tishaninov, A.V. Anashkin, Kh.D.D. Aljshinayjiin // Nauka v centraljnoyj Rossii. – 2016. – № 4 (22). – S. 90-98.

2. Patent RF № 2616201 Stend dlya ispihtaniyj yacheistihkh poverkhnosteyj / N.P. Tishaninov, A.V. Anashkin. – № 2016108182 zayavl. 09.03.2016, opubl. 13.04.2017, Byul. № 11.

3. Tishaninov, N.P. Rezuljtatih issledovaniyj processa triernoyj separacii zernosmeseyj / N.P. Tishaninov, A.V. Anashkin // Nauka v centraljnoyj Rossii. – 2013. – № 6. – S. 37-45.

4. Tishaninov, N.P. Teoreticheskiyj analiz dinamiki vihdeleniya korotkikh primeseyj iz zernosmeseyj yacheistoyj poverkhnostjyu / N.P. Tishaninov, A.V. Anashkin // Nauka v centraljnoyj Rossii. – 2015. – № 1 (13). – S. 46-58.

5. Tishaninov, N.P. Obosnovanie parametrov stenda dlya issledovaniya yacheistihkh poverkhnosteyj / N.P. Tishaninov, A.V. Anashkin, K.A. Rastyushevskiyj // Tekhnika v seljskom khozyayjstve. – 2013. – № 2. – S. 18-21.

6. Letoshnev, M.N. Seljskokhozyayjstvennihe mashinih, teoriya, raschet, proektirovanie i ispihtanie / M.N. Letoshnev. – M.: L.: Seljkhozgiz, 1955. – 856 s.

7. Mironenko, D.N. Issledovanie rabotih frikcionnogo triernogo cilindra / D.N. Mironenko // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2009. – № 2. – S. 45-49.

8. Lurje, A.B. Raschet i konstruirovanie seljskokhozyayjstvennihkh mashin / A.B. Lurje. – L.: Mashinostroenie, 1997. – 526 s.

УДК 632.693.2

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПРИМАНОК ДЛЯ МЫШЕВИДНЫХ ГРЫЗУНОВ НА ПОСЕВАХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Скорляков Виктор Иосифович,
кандидат технических наук, заведующий отделом, E-mail:skorlv@yandex.ru
Юрина Татьяна Александровна,
заведующий лабораторией, E-mail: agrolaboratoriya@mail.ru
Мечкало Леонид Федорович,
инженер, E-mail:mechkalo2009@yandex.ru
Новокубанский филиал ФГБНУ Росинформагротех (КубНИИТиМ), г. Новокубанск

Аннотация. *По данным ВНИИ защиты растений, сохранение на поле к весне 50 колоний грызунов приводит к потере до 3,5 % урожая, а 100 колоний – к потере до 7 %. Исследовали агро–технологическую и экономическую эффективность применения ручных переносных дозирующих устройств (РПДУ) для подачи зерновых приманок (ЗП) в норы грызунов. Исследования проводили на полях валидационного полигона КубНИИТиМ в первой декаде марта для типичных для центральной зоны восточной подзоны Краснодарского края поч-*

венно-климатических условий. Изучали чернозем типичный, среднегумусный, тяжелосуглинистый. Предшественником озимой пшеницы сорта «Стан» был подсолнечник. Определяли производительность при заполнении рабочих емкостей и при раскладке ЗП, расход приманок на единицу площади и в расчете на одну нору, а также выживаемость грызунов после раскладки приманок сравниваемыми способами. Сравнительные показатели рабочего процесса с применением РПДУ: экономия времени непосредственно на раскладке ЗП в норы на учетной делянке площадью 0,3 га составила 3,41 мин или 23,4 %, по сравнению с хозяйственным способом с помощью ведра и ложки с удлиненной ручкой определены с применением хронометражных наблюдений и полевых опытов. Установлено, что с применением РПДУ возможно существенное повышение эффективности процесса защиты посевов от грызунов. РДПУ обеспечивает: повышение безопасности исполнителей за счет выхода ЗП из закрытой емкости у поверхности поля, исключение потерь ЗП на поверхность поля, повышение производительности труда исполнителей с 0,79 до 1,41 га/ч или в 1,78 раза и повышение точности дозирования.

***Ключевые слова**: мышевидные грызуны, распределение зерновых приманок, ручное переносное дозирующее устройство, производительность труда, экономия затрат.*

IMPROVEMENT OF THE PROCESS OF DESTRUCTION OF MICE IN AGRICULTURAL CROPS

Skorlyakov Victor Iosifovich,
Candidate of Technical Sciences, Head of Department, E-mail:skorlv@yandex.ru
Yurina Tatiana Alexandrovna,
Head of the Laboratory, E-mail:Agrolaboratoriya@mail.ru
Mechkalo Leonid Fedorovich,
Engineer, E-mail:mechkalo2009@yandex.ru
Novokubansky branch of FGBNU Rosinformagrotech (KubNIITiM), Novokubansk

***Annotation**. According to the All-Russia Institute of Plant Protection, the preservation of 50 colonies of rodents on the field by the spring results in a loss of up to 3.5% of the yield, and 100 colonies - to a loss of up to 7%. The agro-technological and economic efficiency of the application of hand-held portable metering devices (RPDU) for supplying cereal baits (PP) to rodent burrows was investigated.The studies were carried out on the fields of the validation site of the KubNITIM in the first ten days of March for soil-climatic conditions typical for the central zone of the eastern subzone of Krasnodar region.Black soil typical, medium humus, heavy loam were studied. The predecessor of the winter wheat variety "Stan" was sunflower. The capacity for filling the working capacities and for the layout of the ZP, the consumption of baits per unit area and per one burrow, and also the survival of the rodents after the bait layout by comparable methods were determined. Comparative indicators of the working process with the use of the RPDU: saving time directly on the layout of the ZP in the holes in the logging area of 0.3 hectares was 3.41 minutes or 23.4%, compared with the economic method using a bucket and a spoon with an elongated handle defined with using timing observations and field experiments. It is established that it is possible to significantly increase the effectiveness of the process of protecting crops from rodents, possibly using RPMU. RDPU provides: increasing the safety of performers due to the release of the ZP from the closed vessel at the field surface, excluding the losses of the ZP on the field surface, increasing the*

labor productivity of the performers from 0.79 to 1.41 ha / h or 1.78 times and increasing the accuracy of dosing.

***Key words**: mouse-shaped rodents, distribution of grain prima-noks, manual portable dosing device, labor productivity, cost saving.*

Введение. Из технологических операций по защите посевов сельскохозяйственных культур наибольшие затраты труда требуются для борьбы с мышевидными грызунами. Согласно действующим регламентам, препараты – родентициды, нанесенные на зерновые приманки (ЗП) должны вноситься непосредственно в норы. С учетом неравномерного расселения грызунов по площади поля это требует ручной раскладки ЗП с привлечением большого числа исполнителей для своевременной обработки. Несвоевременные обработки приводят к быстрому размножению грызунов с соответствующим ростом потерь урожая. Так, по данным ВНИИ защиты растений, сохранение на поле к весне 50 колоний грызунов приводит к потере до 3,5 % урожая, а 100 колоний – к потере до 7 %.

Наряду с совершенствованием препаратов, применяемых для приготовления отравленных приманок, способ их применения за последние десятилетия в основном остается неизменными. В большинстве случаев это их ручная раскладка в норы с применением ложки на длинной ручке и ведра с ЗП. Проблема заключается в том, что наибольшие объемы работ по раскладке приманки выполняются на посевах озимой пшеницы в осенне-зимний и ранневесенний периоды с некомфортными условиями работы (пониженные температуры, ветер и др.). В этих условиях возрастает риск непосредственного контакта исполнителей с родентицидами при требуемых многократных проходах исполнителей по полю. В целом применяемый процесс ручных раскладок ЗП с переносом ведра с приманкой, зачерпыванием из ведра и переносом в нору требуют больших затрат ручного труда и не обеспечивает точности дозирования ЗП из-за налипания части приманок на ложке и из-за потери части зерен приманки на поверхность поля.

В Новокубанском филиале ФГБНУ «Росинформагротех» (КубНИИТиМ) провели исследования технологического процесса раскладки ЗП с применением ручного переносного дозирующего устройства (РПДУ), выполненного по патенту РФ 2573333 [1]. Особенностями РПДУ является повышение точности дозирования ЗП, вносимых в норы грызунов, увеличение производительности труда и повышение санитарной и экологической безопасности, как для исполнителей, так и для окружающей среды.

Рисунок 1 – Общий вид ручного переносного дозирующего устройства

РПДУ состоит из пластикового резервуара трубчатой формы (рисунок 1), являющегося одновременно корпусом аппарата диаметром 75 мм и длиной 1000 мм. В торце трубчатого пластикового корпуса смонтирован дозатор с синхронно взаимодействующими заслонками, нижняя из которых держит выходное отверстие закрытым, а верхняя в исходном положении открыта и обеспечивает загрузку рабочей камеры дозатора. При открытии нижней заслонки синхронно закрывается верхняя заслонка. В результате этого доза ЗП, находившаяся между

заслонками, высыпается наружу. После завершения рабочего цикла выходное отверстие закрывается нижней заслонкой, верхняя заслонка синхронно открывается, обеспечивая заполнение рабочей камеры дозатора рабочей смесью, после чего дозатор готов к следующему рабочему циклу.

В нижней части устройство оснащено упором в виде рамки, необходимым для исключения контакта выходного отверстия с почвой и для динамического контакта с почвой в случае зависания приманки в трубчатом корпусе (рисунок 2).

а) вид сверху

б) вид сбоку

Рисунок 2 – Вид рабочего наконечника переносного дозирующего устройства с упором в виде рамки

Методика и условия полевых оценок. Исследования проводились на полях валидационного полигона КубНИИТиМ в первой декаде марта. Почвенно-климатические условия при исследованиях были типичными для центральной зоны восточной подзоны Краснодарского края (таблица 1). Тип почвы чернозем типичный, среднегумусный, тяжелосуглинистый. Предшественником озимой пшеницы сорта «Стан» был подсолнечник.

Определяли производительность при заполнении рабочих емкостей и при раскладке ЗП, расход приманок на единицу площади и в расчете на одну нору, а также выживаемость грызунов после раскладки приманок сравниваемыми способами.

Для чистоты эксперимента раскладку ЗП каждым из способов выполнял один и тот же исполнитель на той же учетной площадке поля длиной 600 и шириной 5 метров (рисунок 3). Время прохода учетной площадки и количество нор фиксировали с помощью хронометража.

а) с применением РПДУ

б) общепринятым в хозяйстве способом

Рисунок 3 – Раскладка ЗП с применением РПДУ и общепринятым способом (с помощью ведра и ложки с удлиненной ручкой)

Таблица 1 – Характеристика полевых условий и зерновой приманки

Наименование показателя	Значение показателя
Характеристика показателей условий испытаний	
Средняя дневная температура воздуха, ºС	+12,2
Средняя скорость преобладающего ветра, м/с:	3 (Юго-восточный)
Тип почвы и название по механическому составу	Чернозем типичный, тяжелосуглинистый
Рельеф	Ровный
Микрорельеф	Выровненный
Влажность почвы, %, по слоям, см: от 0 до 10	27,6
св. 10 до 20	31,1
св. 20 до 30	30,3
Твердость почвы, Мпа, по слоям, см: от 0 до 10	1,1
св. 10 до 20	2,0
св. 20 до 30	3,1
Засоренность почвы пожнивными остатками, г/м^2	199
Фаза развития растений	Весеннее отрастание
Высота растений, см	9,4
Характеристика отравленной приманки	
Состав отравленной приманки: - количество и состав пищевой основы (зерна)	Зерновые отходы кукурузы, пшеницы, подсолнечника
- количество родентицида	2 л/100 кг (0,02 л/кг)
- количество прилипателя (привлекателя)	10 мл/кг

Результаты и обсуждения. До и после раскладки ЗП каждым способом провели взвешивание заполненных устройств (РПДУ и ведро) для определения израсходованного количества ЗП в каждом из вариантов (способов раскладки). В таблице 2 представлены результаты взвешиваний, а на рисунке 4 - вид дозы ЗП при дозировании каждым способом.

Таблица 2 - Результаты взвешиваний для определения количества ЗП

Наименование показателя	Значение показателя	
	РПДУ	Контрольный вариант (ведро)
Вес пустого устройства (ведра), кг	1,3	0,35
Вес заправленного устройства (ведра), кг	4,35	4,65
Вес заправленной ЗП, кг	3,05	4,3
Вес устройства (ведра) с ЗП оставшейся после раскладки на делянке, кг	4,15	1,0
Вес использованной на делянке ЗП, кг	0,2	3,65
Расход ЗП в расчете на 1 га, кг	0,67	12,17
Наработка с одной заправки, га	4,57(через 9,14 км)	0,35 (через 607 м)

При использовании устройства РПДУ израсходовано 200 г приманок на 162 норы, то есть разовая доза содержала 1,23 г. приманки. В пересчете на средние показатели зерна озимой пшеницы это соответствует примерно 30 зерен. Очевидно, что такое количество зерен вполне достаточно для отравления обитателей одной норы. В базовом варианте разовая доза содержала 22,5 г. приманки или 560 зерен, что явно избыточно.

Необходимо отметить, что в реестре санитарно – эпидемиологических заключений на пестициды и агрохимикаты относительно родентицидов приводятся весьма приближенные

нормы расхода применительно к единице площади. Например, для использованного в опытах родентицида «Изоцин, приманка» в открытом грунте на посевах зерновых и других культур (при заселенности от 10 до 600 нор/га) - в пределах от 1 до 6 кг/га. Однако в каждую нору рекомендуется закладывать по 10 г приманки.

Из рисунка 4 видно, что при дозировании с помощью ложки не обеспечивается компактное размещение ЗП и ее полное попадание внутрь норы.Последнее имеет важное значение при применении токсичного для птиц и диких животных препарата. В этом смысле более предпочтительно размещение ЗП устройством РПДУ благодаря подаче всей дозы ЗП непосредственно в нору, что и предусмотрено регламентом применения родентицида «Изоцин, приманка».

а) с применением РПДУ

а) с применением РПДУ

Рисунок 4 - Вид одноразовой дозы зерновой приманки

В результате хронометражных наблюдений была установлена продолжительность основных элементов рабочего процесса (таблица 3). Экономия времени непосредственно на раскладке ЗП в норы на учетной делянке площадью 0,3 га составила 3,41 мин или 23,4 %.

Таблица 3 – Продолжительность составных элементов рабочего процесса

№ п/п	Показатели	Способ раскладки приманки	
		с применением устройства РПДУ	хозяйственный метод (с помощью ведра и ложки с удлиненной ручкой)
1	Продолжительность заполнения емкостей, мин	6	5
2	Затраты времени на раскладку ЗП на заданной длине (600 м), мин	11,17	14,58

В связи с типичным для хозяйственных условий стремлением к завышению вносимых в норы приманок, был проведен опыт по выживаемости грызунов при уменьшенных дозах ЗП. Параллельно на двух разных участках поля провели раскладку ЗП двумя сравниваемыми способами: на одном - хозяйственным способом, а на другом - с применением РПДУ. После внесения ЗП входы в норы присыпали землей. После окончания срока действия родентицида, использованного в приготовлении отравленной ЗП (через неделю) повторили подсчет жилых нор (с вновь открытыми входами) и подсчитали эффективность применения ЗП в малых дозах (то есть с использованием РПДУ). В таблице 4 представлены усредненные показатели по шести городкам в каждом варианте опыта с количеством нор в городке от 1 до 6.

В результате опыта установлено, что выживаемость мышей в норах, несмотря на значительные различия разовых доз приманок (соответственно 1,23 и 22,5 г.), находится примерно

на одном уровне (14,16 и 13,2 % соответственно). Поэтому нет необходимости увеличивать дозу более 1,23 г в одну нору.

Таким образом, применение уменьшенных доз и более полное их поступление в норы обеспечивает существенную экономию ЗП и применяемого препарата. При этом обеспечивается повышение производительности труда, что позволяет сократить потребность исполнителей и средства на оплату труда.

Таблица 4 - Результаты определения выживаемости грызунов

Наименование показателя	Значение показателя	
	Устройство РПДУ	Хозяйственный метод (с помощью ведра и ложки с удлиненной ручкой)
Среднее количество жилых нор в 6-ти городках до раскладки ЗП	2,33	2,5
Среднее количество жилых нор по окончании действия родентицида:	0,33	0,33
Количество восстановленных нор, %	14,16	13,20

Для оценки экономической эффективности нового способа раскладывания ЗП с применением РПДУ были проведены расчеты ряда исходных показателей и подготовлена другая исходная информация (таблица 5).

Затраты на 1 т приманки: 5000 руб. – зерновая основа, 22620 руб. – родентицид; 600 руб. – привлекатель (подсолнечное масло). Всего затрат 28220 руб. или 28,2 руб/кг.

В среднем, в зависимости от заселенности грызунами, инструкцией по применению изоцина рекомендован расход ЗП в пределах 1-6 кг/га.

В данном конкретном случае применения хозяйственного способа раскладки ЗП их расход составил 12,2 кг/га. Повышенный расход (из-за бытующих соображений повышения вероятности уничтожения грызунов) является типичным для практики борьбы с мышевидными грызунами в хозяйствах.

В выполненном полевом опыте заселенность грызунами на гектаре составила 540 нор. В данных условиях заселенности грызунами опытным путем была установлена достаточность ЗП с дозой 0,67 кг/га, что соответствует 1,23 г на одну нору, что, как минимум, свидетельствует о нецелесообразности выходить за пределы расхода приманки 1-3 кг/га. (Тем не менее, для выработки обоснованных рекомендаций по норме расхода приманки с препаратом, необходимо проведение дополнительных исследований).

С применением РПДУ производительность исполнителей увеличивается с 0,79 до 1,41 га/ч или в 1,78 раза. Это позволяет сократить потребное количество исполнителей на площадь 1000 га с 21 до 12 человек.

Экономия оплаты труда при площади обработок 1000 га за 10-дневный агросрок составляет: (21-12)×500×10 = 45000 руб. или 45 руб/га.

Исходя из возможности снижения принятого в хозяйстве расхода приманки 12,2 кг/га до 1 кг/га экономия затрат составит 310,2 руб/га, что в расчете на 1 тыс. га составит 310,2 тыс. руб. При этом суммарная экономия средств с учетом экономи средств на оплату труда и суммарных дополнительных затрат на РПДУ в размере 13800 руб составит 341,4 тыс. руб. в год.

Экологическая эффективность нового способа заключается в том, что РПДУ позволяет исключить риск контакта оператора с ядами, значительно снизить санитарно-экологическую

безопасность санитарных обработок благодаря нахождению ЗП в процессе работы в закрытой емкости за спиной у исполнителя (а не перед исполнителем в открытой емкости). При этом, очередные дозы ЗП выходят из устройства при воздействии одной руки непосредственно у поверхности поля перед углублением норы. Вторая рука исполнителя свободна для безопасного контакта с предметами личной гигиены и с открытыми участками кожи лица. РПДУ значительно повышает вероятность подачи всей дозы ЗП непосредственно в нору без просыпания зерен на поверхность поля.

Таблица 5 – Источники и показатели эффективности устройства РПДУ

№ п/п	Показатели	Способ раскладки приманки	
		с применением РПДУ	хозяйственный метод
1	Расход приманки, кг/га	0,67	12,17
2	Длина прохода исполнителя по полю с одной заправкой, м (га)	9140 (4,57)	706 (0,35)
3	Потребность ЗП на 1000 га, кг	670	12170
4	Продолжительность заполнения емкостей, мин.	6	5
5	Производительность одного исполнителя с учетом перерывов на отдых (10 % времени смены) и потерь времени для заправок емкости, га/ч	1,41	0,79
6	Расчетное количество заправок емкостей в течение 6-часовой смены	1,8	19,0
7	Выработка одного исполнителя за 6-часовую смену, га/см	8,46	4,74
8	Потери времени на заправки в течение смены, мин	12	95
9	Выработка одного исполнителя за 10-дневный агро срок, га	84,6	47,4
10	Потребное количество исполнителей на площадь 1000 га, чел.	12	21
11	Общая стоимость ЗП, руб./кг, в том числе:	28,22	
	- стоимость зерновой основы, руб./кг	5	
	- стоимость привлекателя, руб.л	60	
	- стоимость родентицида, руб./л	1131	
12	Расход родентицида, мл/кг	20	
13	Расход привлекателя, мл/кг	10	
14	Стоимость применяемого оборудования, руб.	1500	200
15	Срок службы оборудования, лет	5	1
16	Годовая загрузка нового устройства, ч	120	600
17	Агротехнический срок борьбы с грызунами, дней	20 (10 и 10)	20 (10 и 10)
18	Размер оплаты труда, руб./смена	500	500
19	Продолжительность смены, ч	6	6

Применение в РПДУ механического дозатора обеспечивает выход из устройства одинаковой порции приманки вне зависимости от субъективных особенностей исполнителей. Достижение этого базовым способом проблематично из-за различий заполнения применяемых ложек в условиях участия разных исполнителей при нестабильном положении емкости с приманкой, особенно при движении исполнителя по полю с недостаточно выравненными микрорельефом и плотностью поверхностного слоя почвы.

Благодаря применению уменьшенных разовых доз ЗП возможна периодичность заправок устройства РПДУ – через 4,57 га или после прохода 9,1 км, что позволяет загружать устройство два раза в течение смены.

Заключение. В результате исследований установлено:

1 Применение для борьбы с мышевидными грызунами переносных дозирующих устройств является перспективным направлением совершенствования процесса распределения отравленных приманок по норам мышевидных грызунов.

2 Сохранение обитаемых нор после раскладки приманок в полевых опытах с применением РПДУ с разовыми дозами 1,23 г и хозяйственным способом с дозами 22,5 г существенно не различается и составляет соответственно 14,16 и 13,20 %.

3 В связи с отсутствием влияния значений разовых доз ЗП (более 1,23 г.) на выживаемость мышей и сравнительно высокое сохранение обитаемых нор грызунов, для ограничения количества жилых нор более приоритетным является обеспечение необходимого числа обработок в сравнении с увеличением разовых доз обработанных зерновых приманок (свыше 1,23-1,5 г).

4 Установлено, что с применением РПДУ возможно существенное повышение эффективности процесса защиты посевов от грызунов. РДПУ обеспечивает: повышение безопасности исполнителей за счет выхода приманок из закрытой емкости у отверстий нор, исключение потерь на поверхность поля, повышение производительности труда исполнителей с 0,79 до 1,41 га/ч или в 1,78 раза и повышение точности дозирования.

Список литературы

1 Патент РФ№ 2573333Родентецидный переносной аппарат/ А.Ф. Мечкало. - № 2014132040/13, заявл. 01.08.2014, опубл. 20.01.2016, Бюл. № 2.

References

1. Patent of the Russian Federation No. 2573333 Rodentecid portable device / A.F. Sword-cal. - No. 2014132040/13, filed. 08/01/1984, publ. 01.20.2016, Bul. № 2.

УДК 631.017.3: 621.181

ИССЛЕДОВАНИЕ РАВНОМЕРНОСТИ ПРОГРЕВА КОРМА В АППАРАТАХ БЛОЧНО-МОДУЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ КРЕСТЬЯНСКИХ ХОЗЯЙСТВ

Машков Алексей Николаевич,
кандидат технических наук, старший научный сотрудник, ФГБНУ «Всероссийский научно- исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», г. Тамбов, Российская Федерация, E-mail: vniiti@mail.ru

Аннотация. *Изучали процессы нагрева на разработанной в ФГБНУ ВНИИТиН многофункциональной блочно-модульной установке (БМУ) для одновременной термической обработки концентрированных кормов, варки корнеклубней, приготовление пищи, пастеризации молока, сливок, фруктовых соков, приготовления горячей воды и технологического пара. Тепловой поток саморегулируется в каждом аппарате в зависимости от температурного напора, а парогенератор саморегулирует суммарную тепловую нагрузку параллельно работающих аппаратов. Отмечена зависимость качества кормов, получаемых в аппаратах БМУ от равномерности прогрева. При термической обработке корма из 25 кг воды и 20 кг дробленки ячменя температура у стенок варочной емкости через 55 мин достигла 96 - 97 °С, а в центре 76 -77 °С, неравномерность прогрева составляет 20,8 %. Показано повышение неравномерности прогрева с ростом концентрации корма в воде. Установлена зависимость между перемешиванием и неравномерностью прогрева. Наилучшие результаты по равномерности прогрева корма получены при барбатировании паром, время запаривания 45 - 55 минут.* Установлено, что для прогрева корма из 25 кг дробленого ячменя в 30 литрах воды до 96-98 °С требуется нагрев воды до кипения – 40 - 45 минут, запаривание – 45 -55 минут. Время простоя в ожидании разогрева корма до температуры 100 составляет ~ 50 мин и время охлаждения (естественное и охлаждение холодной водой, заливаемой в паровую рубашку) 30 мин.

Ключевые слова: *блочно-модульная установка, термическая обработка, саморегулирование, равномерность прогрева, электроэнергия.*

INVESTIGATION OF THE UNIVERSALITY OF HEATING FOR THE FOOD IN APPARATUSES OF THE BLOCK-MODULAR INSTALLATION FOR PEASANT (FARM) FARMS

Mashkov Alexey,
Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, FGBNU «All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture», Tambov, Russian Federation, E-mail: vniiti@mail.ru

Annotation. *Heating processes on the multifunctional block-modular unit (BMU) developed by the Federal State Biological Research Institute of VNIITiN for simultaneous thermal processing of concentrated feeds, cooking corn-kilns, cooking, pasteurization of milk, cream, fruit juices, cooking hot water and process steam were studied. The heat flow is self-regulating in each unit, depending on the temperature head, and the steam generator self-regulates the total heat load of the parallel units. Dependence of feed quality, obtained in BMU apparatuses, on the uniformity of heating is marked.The temperature at the walls of the cooking pot during the heat treatment of the feed from*

25 kg of water and 20 kg of crushed barley was increased to 96-97 ° C, while in the center to 76-77 ° C after 55 minutes, the warming unevenness was 20.8%.An increase in the non-uniformity of warming up with an increase in the concentration of food in water is shown. The relationship between mixing and uneven heating is established.The best results on the uniformity of the warming up of the feed were obtained by fermenting with steam, the steaming time is 45 - 55 minutes.It is established that for heating the food from 25 kg of crushed barley in 30 liters of water to 96-98 ° C, it is required to heat the water to a boil - 40 - 45minutes, steaming – 45-55 minutes.The idle time in anticipation of heating up the feed to 100 is 50 minutes and the cooling time (natural and cooling with cold water poured into the steam jacket) is 30 minutes.

Keywords: *block and modular installation, heat treatment, self-regulation, uniformity of warming up, electric power.*

Введение. Для крестьянских хозяйств в ФГБНУ ВНИИТиН разработана блочно-модульная, многофункциональная установка (БМУ) для одновременной термической обработки концентрированных кормов, варки корнеклубней, приготовление пищи, пастеризации молока, сливок, фруктовых соков, приготовления горячей воды и технологического пара, состоящая из нескольких варочных аппаратов [1-3].

Следует отметить, что в этой многофункциональной установке применен принципиально новый способ оптимизации энергетических потоков системы энергоподвода всех аппаратов установки за счет специально протекающих тепломассобменных процессов в варочных аппаратах и в электропарогенераторе [4, 5]: в каждом аппарате саморегулируется тепловой поток в зависимости от температурного напора, а парогенератор саморегулирует суммарную тепловую нагрузку параллельно работающих аппаратов. Это позволяет отказаться от сложных и дорогостоящих шкафов управления с терморегулирующей и пусковой аппаратурой.

Качество приготовляемых кормов в аппаратах БМУ зависит от равномерности их прогрева, а равномерность прогрева связана с теплопроводностью корма. Теплопроводность концентрированных кормов низкая, поэтому вдоль стенок паровой рубашки варочного аппарата корм прогреется быстрее и до более высокой температуры, а в середине варочной емкости может оказаться корм недостаточно прогретым. В этой связи возникает задачи провести экспериментальные исследования температурного поля в запариваемом корме. Кроме того, чтобы максимально полезно использовать труд в крестьянском хозяйстве необходимо определить время простоя в ожидании разогрева корма до заданной температуры и время охлаждения (естественное и охлаждение холодной водой, заливаемой в паровую рубашку).

Материалы и методы. Экспериментальные исследования характера изменения температуры в процессе в процессе нагрева корма в варочном аппарате проводилось замерами ее в пяти точках: t_0, t_4 – вблизи стенок паровых рубашек, °С; t_2 – в центре варочной емкости, °С; t_1, t_3 – на одинаковом расстоянии от t_0, t_4, °С (рисунок 1).

Результаты и обсуждение. Результаты исследования термической обработки корма, состоящего из 25 кг воды и 20 кг дробленки ячменя в блочно-модульной, многофункциональной установке (БМУ) показали, что температура корма у стенок варочной емкости через 55 мин достигла 96…97 °С, а в центре емкости всего лишь 76…77 °С, то есть неравномерность прогрева составляет 20,8 %.

Для выявления неравномерности прогрева корма опыты проведены при различной концентрации корма (соотношение массы воды и массы корма), результаты опытов приведены в таблице 1.

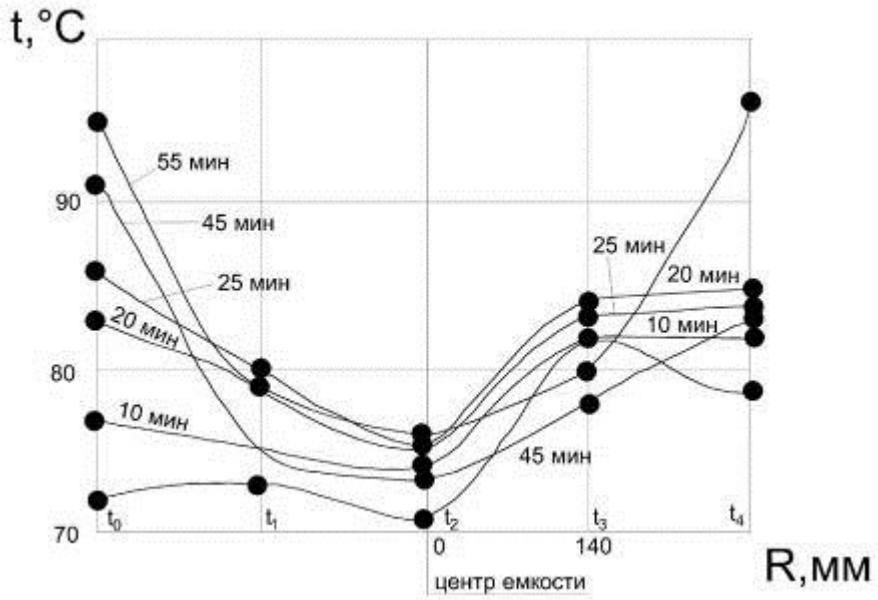


Рисунок 1 – Изменение температурного поля при запаривании кормосмеси (25 л воды, 20 кг ячменя) в аппаратах блочно-модульной установки

Таблица 1 – Зависимость неравномерности прогрева корма от его концентрации в воде.

Концентрация корма в воде, %	Температура кормосмеси, ºС			Неравномерность прогрева, %
	после перемешивания с кипящей водой	через 20 мин нагрева	через 30 мин нагрева	
30	71-82	75-85	77-98	21
25	57-70	71-81	72-83	14,2
20	78-88	86-92	86,5-92,5	6,7
15	78-89	99-100	-	2

Из данных таблицы 1 следует, что чем меньше концентрация корма (15 %), тем меньше неравномерность прогрева (2 %), самая высокая неравномерность была при концентрации 30 %. Для снижения неравномерности прогрева необходимо использовать перемешивание: вручную, или с помощью электромеханической мешалки. Исследования показали, одним перемешиванием корма вручную можно снизить неравномерность прогрева на 2 %, а чтобы снизить неравномерность на 15 % следует 8 раз перемешать корм.

Наилучшие результаты по равномерности прогрева корма получены при барбатировании паром. Установлено, что через 40 минут прогрева разность температур не превышала 5 - 6 °С. Для барбатирования корма на дно варочного аппарата опускали трубку в виде кольца с отверстиями для выхода пара. Это оказался наиболее доступный по сравнению с мешалками способ выравнивания температурного поля.

В то же время следует отметить в личных подсобных хозяйствах с небольшим поголовьем свиней (2-3 свиньи) корма требуется не более 30 кг в день целесообразно применять самый простой способ выравнивания температурного поля – ручное перемешивание.

Для определения времени запарки корма в аппарат заливали 30 литров воды и доводили до кипения и затем засыпали 25 кг дробленного ячменя.Установлено, что для прогрева корма до 96-98 °С требуется нагрев воды до кипения – 40 - 45 минут, запаривание – 45 - 55 минут

(от 50 до 100 минут). Из полученных результатов (рисунок 2) видно, что только у стен паровой рубашки температура поднялась до 95-96 °С через 55 мин.

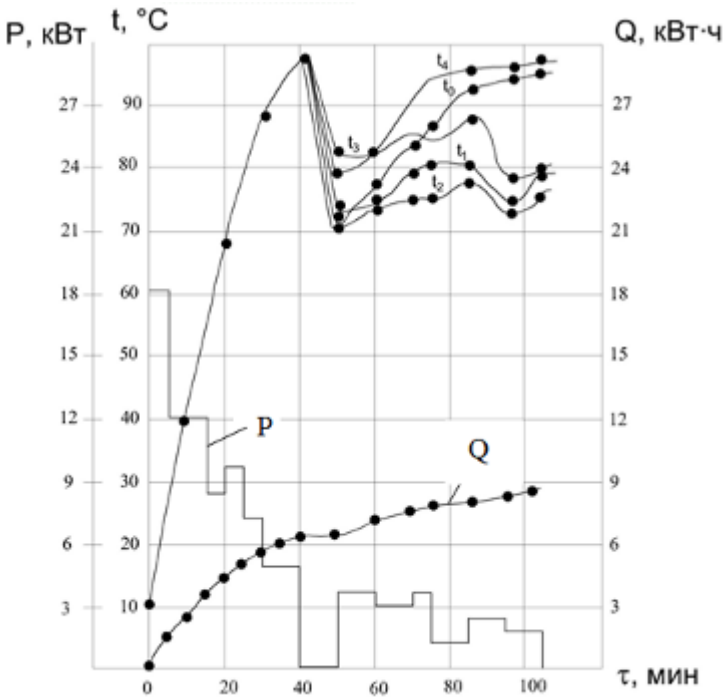


Рисунок 2 – Изменение параметров (*P*- мощность электропарогенератора, *Q* – расход электроэнергии, t_0, t_4 – вблизи стенок паровых рубашек, °С; t_2 – в центре варочной емкости, °С; t_1, t_3 – на одинаковом расстоянии от t_0, t_4, °С) в аппаратах блочно-модульной установки при запаривании кормосмеси (30 л воды, 20 кг ячменя).

При нагреве воды до 90 – 95 °С уменьшился суммарный потребляемый тепловой поток из-за снижения до минимума температурного напора (разность температур между температурой пара и стенками рабочих емкостей), пропорционально снизилась мощность электропарогенератора (кривая Р, рисунок 2), при добавлении ячменя в аппарат, усилился процесс образования конденсата на стенках паровой рубашки, увеличился потребляемый тепловой поток и пропорционально увеличилась мощность электропарогенератора.

Время простоя в ожидании разогрева корма до температуры 100 составляет 50 мин и время охлаждения (естественное и охлаждение холодной водой, заливаемой в паровую рубашку) 30 мин

Заключение. Для блочно-модульной, многофункциональной установки (БМУ) установлено, что для прогрева корма до 96-98 °С требуется нагрев воды до кипения – 40-45 минут, запаривание – 45 -55 минут (от 40 до 100 минут). Для обеспечения достаточно высокой равномерности прогревания корма ($\Delta t \leq 5$ °С) необходимо проводить барбатирование паром.

Список литературы

1. Шувалов, А.М. Многофункциональная энерготехнологическая установка / Шувалов А.М., Машков А.Н. // Сельский механизатор. – 2010. – № 12. – С. 23.

2. Шувалов, А.М. Многоцелевая энерготехнологическая установка для крестьянских хозяйств / Шувалов А.М., Машков А.Н., Калинин В.Ф., Набатов К.А. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2010. – №5. – С. 20- 22.

3. Патент №2454911 Российская Федерация. МПК A47J27/17. Пищеварочная линия. / Шувалов А.М., Зазуля А.Н., Набатов К.А., Машков А.Н.; заявитель и патентообладатель

ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии. – №2011107747/12, заяв. 28.02.2011; опубл. 10.07.2012. Бюл. №19. – 5 С.: ил.

4. Зазуля, А.Н. Многофункциональная энерготехнологическая установка для крестьянского хозяйства / А.Н. Зазуля, А.М. Шувалов, А.Н. Машков, К.А. Набатов // Тракторы и сельхозмашины. – 2014. – № 4. – С. 10-11.

5. Шувалов А.М. Многоцелевой термоагрегат. / А.М. Шувалов, А.Н. Машков, К.А. Набатов, Д.С. Чернов. // Сельский механизатор. – 2014. – №3(16). – С. 10–11.

References

1. Shuvalov, A.M. Mnogofunkcional'naja jenergotehnologicheskaja ustanovka / Shuvalov A.M., Mashkov A.N. // Sel'skij mehanizator. – 2010. – № 12. – S. 23.

2. Shuvalov, A.M. Mnogocelevaja jenergotehnologicheskaja ustanovka dlja krest'janskih hozjajstv / Shuvalov A.M., Mashkov A.N., Kalinin V.F., Nabatov K.A. // Mehanizacija i jelektrifikacija sel'skogo hozjajstva. – 2010. – №5. – S. 20- 22.

3. Patent №2454911 Rossijskaja Federacija. MPK A47J27/17. Pishhevarochnaja linija. / Shuvalov A.M., Zazulja A.N., Nabatov K.A., Mashkov A.N.; zajavitel' i patentoobladatel' GNU VNIITiN Rossel'hozakademii. – №2011107747/12, zajav. 28.02.2011; opubl. 10.07.2012. Bjul. №19. – 5 S.: il.

4. Zazulja, A.N. Mnogofunkcional'naja jenergotehnologicheskaja ustanovka dlja krest'janskogo hozjajstva / A.N. Zazulja, A.M. Shuvalov, A.N. Mashkov, K.A. Nabatov // Traktory i sel'hozmashiny. – 2014. – № 4. – S. 10-11.

5. Shuvalov A.M. Mnogocelevoj termoagregat. / A.M. Shuvalov, A.N. Mashkov, K.A. Nabatov, D.S. Chernov. // Sel'skij mehanizator. – 2014. – №3(16). – S. 10–11.

УДК 637.116

АНАЛИЗ ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЫМЕНИ КАК ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Доровских Владимир Иванович
кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», E-mail: dorovskih50@mail.ru

Доровских Дмитрий Владимирович
кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», E-mail: dima.dorovskikh@yandex.

Аннотация. *Рассмотрена физическая модель вымени как объект управления качеством процесса доения. Альвеолы молочной железы в своей совокупности представлены как первая емкость соединенная молочными протоками с цистерной - второй емкостью. Цистерна доли вымени рассмотрена как оболочка, которая, в зависимости от конкретных условий, может изменять свой объем в значительных пределах. Формализован процесс истечения молока из альвеолярного отдела вымени в цистерну и из цистерны в подсосковую камеру доильного аппарата. Анализ физической модели вымени животного позволил обосновать параметры количественной оценки звеньев биотехнической системы: отсасывающую способность доильного аппарата, тугодойность коров, параметр молокоотдачи. Рассмотрен оптимальный режим выведения молока, при котором вся энергия подвозимого в подсосковое*

пространство вакуума расходуется на извлечение молока, то есть обеспечивается равенство расходов молока из альвеолярного отдела вымени в цистерну и из цистерны в подсосковую камеру доильного аппарата. Формализована закономерность изменения внутривыменного давления в процессе молоковыведения. Получены функции управления процессом молоковыведения путем изменения вакуума в подсосковой камере или соотношением тактов доильного аппарата. Они определяются разовым удоем, периодом молоковыведения, тугодойностью и относительной длительностью такта сосания.

Ключевые слова: *модель, вымя, молоковыведение, процесс истечения, внутривыменное давление, параметры доильного аппарата.*

ANALYSIS OF THE PHYSICAL MODEL OF CHANGE AS A OBJECT AUTOMATED CONTROL SYSTEM

Dorovsky Vladimir,
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,Leading Researcher,FGBNU «All-Russian ResearchInstitute for the Use of Machinery and Petroleum Productsin agriculture», E-mail: dorovskih50@mail.ru
Dorovsky Dmitriy,
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,FGBOU VO "The Tambov stateTechnical University",E-mail: dima.dorovskikh@yandex.

Annotation.*The physical model of the udder as an object of controlling the quality of the milking process is considered. The alveoli of the breast are collectively represented as the first container connected by the milk ducts to the tank - the second reservoir. The udder fraction cistern is considered as a shell, which, depending on specific conditions, can vary its volume in significant limits.The process of the expiration of milk from the alveolar section of the udder to the cistern and from the cistern into the sucker chamber of the milking machine is formalized. Analysis of the physical model of the animal's udder allowed to substantiate the parameters of the quantitative evaluation of the links in the biotechnical system: the sucking capacity of the milking machine, the crawiness of the cows, the milk yield parameter. The optimal mode of milk elimination, in which all the energy of the vacuum supplied to the subsurface space is expended on the extraction of milk, that is, the equality of milk costs from the alveolar section of the udder to the cistern and from the cistern into the sucker chamber of the milking machine is considered. The pattern of changes in intramuscular pressure during the lactation process is formalized.The functions of controlling the process of lactation by changing the vacuum in the suction chamber or the ratio of the clock cycles of the milking machine are obtained. They are determined by one-time milking, the period of lactation, the dysfunction and the relative duration of the sucking cycle.*

Key words: *model, udder, lactation, expiration process, intra-venous pressure, parameters of the milking machine.*

Результаты исследований. Разработка способов и технических средств, обеспечивающих физиологичность процесса доения [1 - 5], вызывает необходимость рассмотрения физической модели вымени как объекта управления качеством процесса доения.

На рисунке 1 представлена структурная схема процесса выведения молока.

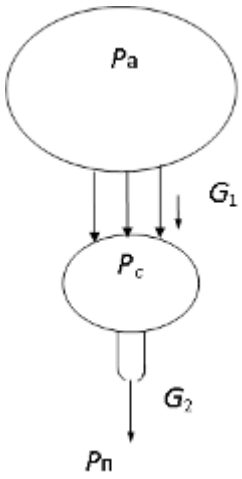


Рисунок 1 - Структурная схема процесса выведения молока

Альвеолы молочной железы в своей совокупности представляют первую емкость соединенную молочными протоками с цистерной - второй емкостью. Система молочных протоков обладает некоторым гидравлическим сопротивлением. Цистерна доли вымени представляет собой оболочку, которая в зависимости от конкретных условий может изменять свой объем в значительных пределах.

Сфинктер соска представляет собой второе гидравлическое сопротивление.

Расход молока из альвеолярного отдела вымени (G_1) можно представить уравнением:

$$G_1 = S\sqrt{\frac{2\left[P_a(t) - \right]P_c}{\rho}} \qquad (1)$$

где $P_a(t)$ - давление в альвеолах в процессе выведения молока, кПа; P_c - давление в цистерне, кПа; S – сечение системы молочных протоков, м^2; ρ - плотность молока, кг/м^3.

Расход молока через выводной канал соска (G_2) можно определить из уравнения:

$$G_2 = \tau F \mu \sqrt{\frac{2\left(P_c - P_n\right)}{\rho}}, \qquad (2)$$

где τ - относительная длительность такта сосания; F - площадь выводного канала соска в процессе выведения молока, м^2; μ - коэффициент расхода; P_n - давление в подсосковой камере доильного аппарата, кПа.

В процессе доения необходимо обеспечить полное (максимально возможное) выведение молока, содержащегося в альвеолах (Q) за период молокоотдачи (T), определяемый временем действия окситоцина. Этому условию соответствует уравнение:

$$Q = S\int_0^T \sqrt{\frac{2\left[P_a(t) - P_c\right]}{\rho}}\,dt \qquad (3)$$

Из уравнения (3) можно определить уровень цистериального давления

$$P_c = P(Q, T, S, P_a) \qquad (4)$$

При постоянном в течение периода молокоотдачи значении альвеолярного давления уравнение (4) примет вид:

$$P_c = P_a - \frac{\rho Q^2}{2S^2} \qquad (5)$$

Представим цистерну доли вымени как тонкостенную, сферическую оболочку, работающую в пределах упругих деформаций.

Тогда величину цистернального давления в зависимости от количества, содержащегося в нем молока можно выразить уравнением:

$$P_c = \sqrt[3]{\frac{32\pi}{3}} hgE \left(\frac{1}{\sqrt[3]{V}} - \frac{1}{\sqrt[3]{V_н}} \right), \qquad (6)$$

где V - объем молока в цистерне, м^3; V_H - объем цистерны в недеформированном состоянии, м^3; h - толщина стенки цистерны, м; E - модуль упругости, н/м^2.

Известно, что оптимальным режимом выведения молока является такой, при котором вся энергия подвозимого в подсосковое пространство вакуума расходуется на извлечение молока, то есть $G_1 = G_2$ или с учетом уравнений (1) и (2):

$$S^2 [P_а(t) - P_с] = \tau^2 F^2 \mu^2 (P_с - P_п) \qquad (7)$$

Из анализа уравнения 7 видно, что, во-первых, правая часть, как и левая должна быть функцией времени, то есть $\tau = \tau(t)$ и (или) $P_п = P_п(t)$, во-вторых, значения $\tau(t)$ и $P_п(t)$ должны быть такими, чтобы выполнялось условие уравнения (4).

При постоянной относительной длительности такта сосания (τ) функция $P_п = P_п(t)$ определяется из уравнения:

$$P_п = P_с - \frac{S^2 [P_а(t) - P_с]}{\tau^2 F^2 \mu^2} \qquad (8)$$

При постоянном вакууме в подсосковой камере ($P_п$) функция $\tau(t)$ определяется из уравнения:

$$\tau(t) = \frac{S}{F\mu} \sqrt{\frac{P_а(t) - P_с}{P_с - P_п}} \qquad (9)$$

Закономерность изменения внутривыменного давления (рисунок 2) в процессе доения по данным Грачева И.И. [6] можно представить в виде уравнения второго порядка:

$$P_a = at^2 + вt + c \qquad (10)$$

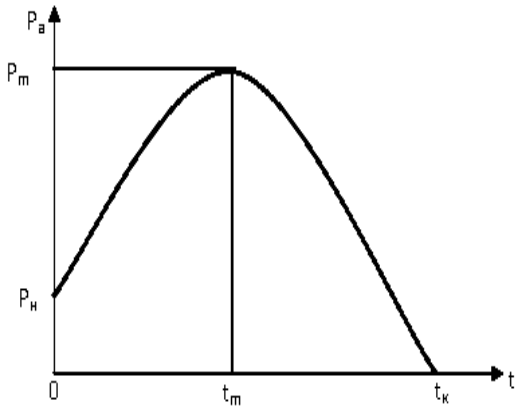


Рисунок 2 – Функция изменения внутривыменного давления

При $t = 0$, $P_a = P_н$, тогда $c = P_н$. Производная $P_a' = 2at + b$ в точке t_m равна 0, тогда в = -2 at. Подставляя значения c и b в уравнение (10) для $t = t_m$ получим:

$$a = \frac{P_н - P_m}{t_m^2}, \quad \text{тогда} \quad b = -2\frac{P_н - P_m}{t_m}$$

Уравнение (10) примет вид:

$$P_a = \frac{P_н - P_m}{t_m^2} t_2 - 2\frac{P_н - P_m}{t_m} + P_н \qquad (11)$$

Учитывая то, что практическое определение зависимости $P_a = f(t)$, сечения молочных протоков *S*, сечения выводного канала соска *F* представляет сложную задачу, определение законов управления целесообразно осуществлять на основе тестирования животных при различных, заданных режимах работы доильного аппарата.

Так период молокоотдачи и сечение выводного канала соска определяются при доении животного в режиме пониженной отсасывающей способности доильного аппарата, когда $G_2 < G_{2опт}$. При этом продолжительность доения совпадает с периодом молокоотдачи, а параметр *F* определяется из выражения $F = \frac{G_{max}}{E}$, где $E = \tau \cdot \mu \sqrt{\frac{2P_п}{\rho}}$ - характеристика отсасывающей способности доильного аппарата, полученная на основе стендовых испытаний при величине вакуума в подсосковой камере, равной P_n.

Разовый удой (*Q*) определяется при доении в режиме повышенной отсасывающей способности доильного аппарата, когда $G_2 < G_{2опт}$.

Тогда функцию $G_1(t)$ (уравнение 1) можно представить в виде:

$$G_1(t) = \frac{6Q}{T^3}(Tt - t^2) \qquad (12)$$

Уравнения (8) и (9) примут вид:

$$P(t) = 18\rho\left[\frac{Q\left(Tt - t^2\right)}{FT^3\tau\mu}\right]^2 \qquad (13)$$

$$\tau(t) = \frac{6Q(Tt - t^2)}{FT^3\sqrt{\frac{2P}{\rho}}}. \qquad (14)$$

Заключение. Анализ физической модели вымени животного позволил обосновать параметры количественной оценки звеньев биотехнической системы: отсасывающую способность доильного аппарата, тугодойность коров, параметр молокоотдачи.

Функция управления отсасывающей способностью доильного аппарата путем изменения вакуума в подсосковой камере определяется разовым удоем, периодом молоковыведения, тугодойностью и относительной длительностью такта сосания.

Функция управления отсасывающей способностью доильного аппарата путем изменения длительности такта сосания определяется разовым удоем, периодом молоковыведения, тугодойностью и вакуумом в подсосковой камере.

Список литературы

1. Патент РФ № 2136145 Российская Федерация, МПК[6] A01J5/00, G09B9/00.Способ оценки соответствия показателей молокоотдачи животного и параметров доильного аппарата / Доровских В.И.; заявитель Всероссийский научно-исследовательский и проектно-технологический институт по использованию техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, патентообладатель Доровских В. И. - 97111258/13, заяв. 02.07.1997. – Опуб.: 10.09.1999

2. Доровских, В.И. Оптимизация процесса молоковыведения при доении коров в стойлах [Текст] / В.И. Доровских, А.П. Дейнега // Вестник Всероссийского научно-

исследовательского института механизации животноводства. – 2008. – Т. 18. - №2. – С. 123 – 128.

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

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

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

6. Грачев, И. И. Физиология лактации сельскохозяйственных животных [Текст] / И.И. Грачев, В.П. Галанцев. – М.: - Колос. - 1974.

References

1. Patent RF № 2136145 Rossiyjskaya Federaciya, MPK6 A01J5/00, G09B9/00. Sposob ocenki sootvetstviya pokazateleyj molokootdachi zhivotnogo i pa-rametrov doiljnogo apparata / Dorovskikh V.I.; zayavitelj Vserossiyjskiyj nauchno-issledovateljskiyj i proektno-tekhnologicheskiyj institut po ispoljzovaniyu tekhniki i nefteproduktov v seljskom khozyayjstve, patentoobladatelj Dorovskikh V. I. - 97111258/13, zayav. 02.07.1997. – Opub.: 10.09.1999

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

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

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

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

6. Grachev, I. I. Fiziologiya laktacii seljskokhozyayjstvennihkh zhivot-nihkh [Tekst] / I.I. Grachev, V.P. Galancev. – M.: - Kolos. - 1974.

УДК 637.116

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ СВОЙСТВ ВЫМЕНИ ЖИВОТНЫХ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Доровских Владимир Иванович,
кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», E-mail: dorovskih50@mail.ru

Доровских Дмитрий Владимирович,
кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», E-mail: dima.dorovskikh@yandex

Аннотация. *Изучали показатели молокоотдачи коров: разовый удой, максимальную и среднюю интенсивность молоковыведения, тугодойность в АО «Голицыно» Никифоровского района Тамбовской области. Значения показателей молокоотдачи определяли по результатам двух контрольных доек с помощью счетчика молока* СМ-16И и секундомера с ценой деления 0,1 с. *Параметр тугодойности определяли при доении животного в режиме пониженного вакуума (42 кПа), когда интенсивность молоковыведения на прямолинейном участке кривой соответствует отсасывающей способности доильного аппарата. Разовый удой, максимальную и среднюю интенсивность молоковыведения определяли при доении животного в номинальном вакуумном режиме (48 кПа). На основе полученных данных производится расчет режимных параметров. Вначале осуществляется ранжирование коров по значению требуемой отсасывающей способности доильного аппарата, затем производится группировка коров по этому параметру и определяется для этих групп рабочий вакуум, а для подгрупп соотношение тактов.* Исследования воспроизводимости функции молоковыведения коров проведены с использованием системы ALPRO. *Определено, что общий характер кривых молоковыведения воспроизводится в последующих дойках с некоторой погрешностью, обусловленной в основном качеством проведения подготовительных операций. Установлено, что у здоровых коров в течение 260 - 270 дней лактации максимальная интенсивность молоковыведения колеблется в пределах 5 - 8% и может использоваться в алгоритмах управления отсасывающей способностью доильного аппарата. Результаты исследований показывают, что селекционная работа должна быть направлена на выведение легкодойных коров, режимы доения должны быть направлены на снижение травмируемости молочной железы.*

Ключевые слова: *функциональные свойства, интенсивность, тугодойность, отсасывающая способность, полнота выдаивания, мастит.*

RESULTS OF INVESTIGATION OF THE FUNCTIONAL PROPERTIES OF ANIMAL DERIVATION IN PRODUCTION CONDITIONS

Dorovsky Vladimir,
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,Leading Researcher,FGBNU VNIITiN «All-Russian ResearchInstitute for the Use of Machinery and Petroleum Productsin agriculture», E-mail: dorovskih50@mail.ru
Dorovsky Dmitriy,
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,FGBOU VO "The Tambov State Technical University",E-mail: dima.dorovskikh@yandex.

Annotation.*Indicators of milk yield of cows: one-time milk, the maximum and average intensity of lactation, the dormancy studied in JSC "Golitsyno" Nikiforovsky district of the Tambov region. The values of the milk yield parameters were determined from the results of two check milking with the help of the CM-16I milk counter and a stopwatch with a divisive price of 0.1 s. The parameter of impairment was determined by milking the animal in the low vacuum mode (42 kPa), when the intensity of lactation on the rectilinear portion of the curve corresponds to the sucking*

power of the milking machine. Single milk yield, the maximum and average intensity of lactation was determined by milking the animal in the nominal vacuum regime (48 kPa). The calculation of the regime parameters is based on the obtained data. Ranking of cows by the value of the required suction capacity of the milking machine is carried out first, then the cows are grouped according to this parameter and the working vacuum is determined for these groups, and for the subgroups the ratio of measures is determined. Studies of the reproducibility of the lactation function of cows were carried out using the ALPRO system. It is determined that the general nature of the lactation curves is reproduced in subsequent milking with a certain error, mainly due to the quality of the preparatory operations. It is established that in healthy cows during 260-270 days of lactation the maximum intensity of lactation varies between 5 and 8% and can be used in algorithms for controlling the aspiration capacity of the milking machine. The results of the research show that selection work should be aimed at breeding light-bodied cows, milking regimens should be aimed at reducing the traumatism of the mammary gland of cows.

Keywords: *functional properties, intensity, fastness, suction ability, completeness of vydayvaniya, mastitis.*

Введение.Пригодность к машинному доению является одним из основных требований к коровам в условиях интенсивных технологий производства молока, поэтомуисследование функциональных свойств вымени животных имеет исключительное значение.

Материалы и методы исследований. В данной работе при измерении показателей молокоотдачи использовано устройство СМ-16И и секундомер с ценой деления 0,1 с.

Входной штуцер счетчика молока присоединяется к молочному шлангу, идущему от коллектора доильного аппарата, а выходной штуцер с помощью короткого шланга подключается к ручке доильного аппарата. При этом счетчик молока висит на шланге таким образом, чтобы был виден индикатор.

Порядок проведения контрольных доек должен соответствовать типовым правилам машинного доения и методическим рекомендациям, изложенным в ранее опубликованных работах [1 - 6]. Параметр тугодойности F определяется при доении животного в режиме пониженного вакуума (42 кПа). В этом случае интенсивность молоковыведения на прямолинейном участке кривой соответствует отсасывающей способности доильного аппарата.

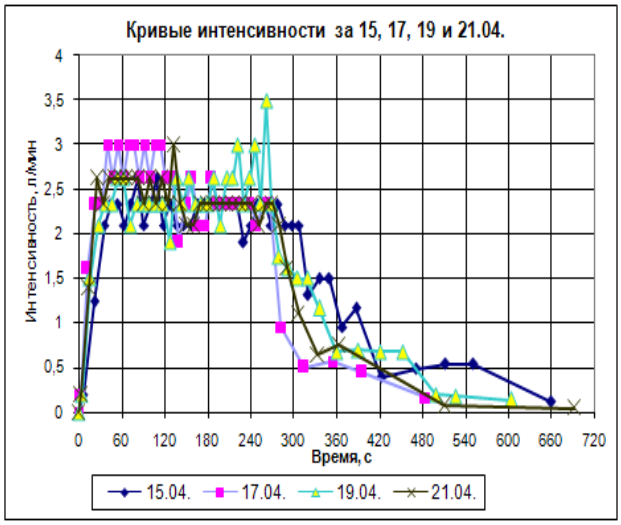
Разовый удой Q, максимальная и средняя интенсивность молоковыведения G_{max}и $G_{ср}$ определяются при доении животного в номинальном вакуумном режиме (48 кПа).

На основе полученных данных производится расчет режимных параметров. Вначале осуществляется ранжирование коров по значению требуемой отсасывающей способности доильного аппарата, затем производится группировка коров по этому параметру и определяется для этих групп рабочий вакуум, а для подгрупп соотношение тактов.

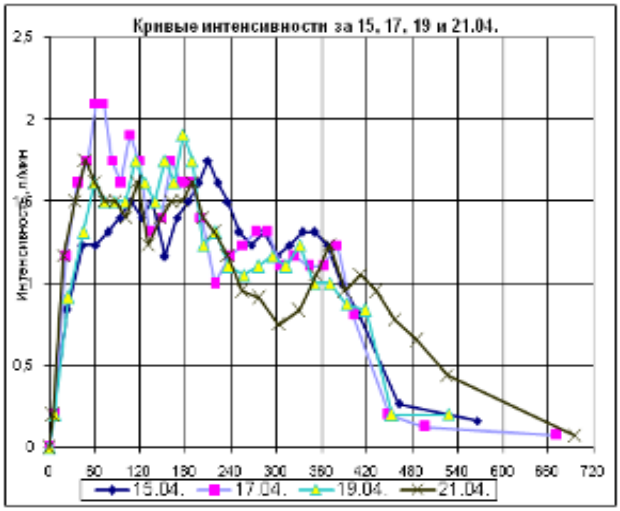
Результаты исследований и их обсуждение. Исследования проводились в АО «Голицыно» Никифоровского района Тамбовской области. На первом этапе с использованием системы ALPRO были проведены исследования воспроизводимости функции молоковыведения коров. Данные для четырех коров представлены на рисунке 1.

Из приведенных данных видно, что общий характер кривых молоковыведения воспроизводится в последующих дойках с некоторой погрешностью, обусловленной в основном качеством проведения подготовительных операций. Далее на рисунках 2 - 6 представлены примеры типичных лактационных кривых коров из разных групп по интенсивности молоковыведения. Лактационная кривая здоровой коровы из группы животных с нормальными па-

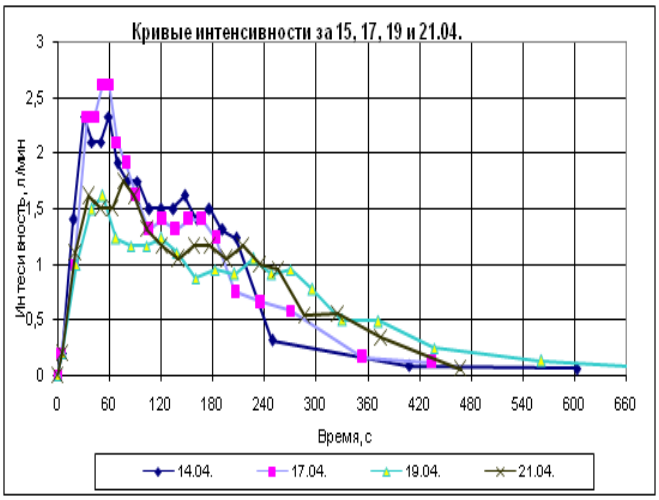
раметрами доения. Интенсивность молоковыведения до 270 дней лактации относительно стабильна и находится в пределах 1,3 - 1,8 л/мин.



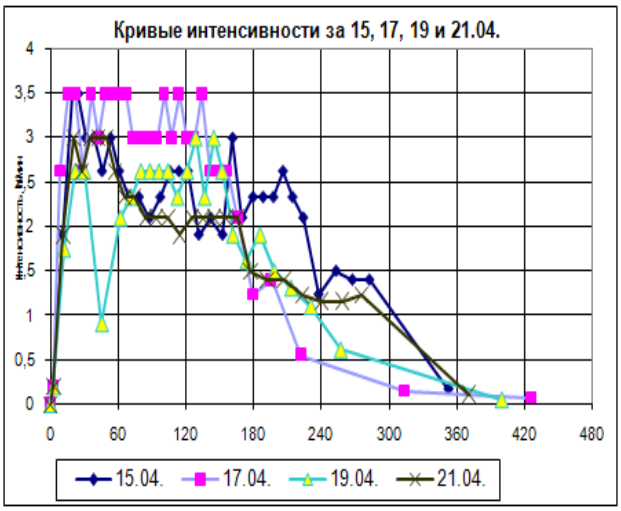
Корова №1



Корова № 2



Корова №3



Корова №4

Рисунок 1 – Кривые молоковыведения коров

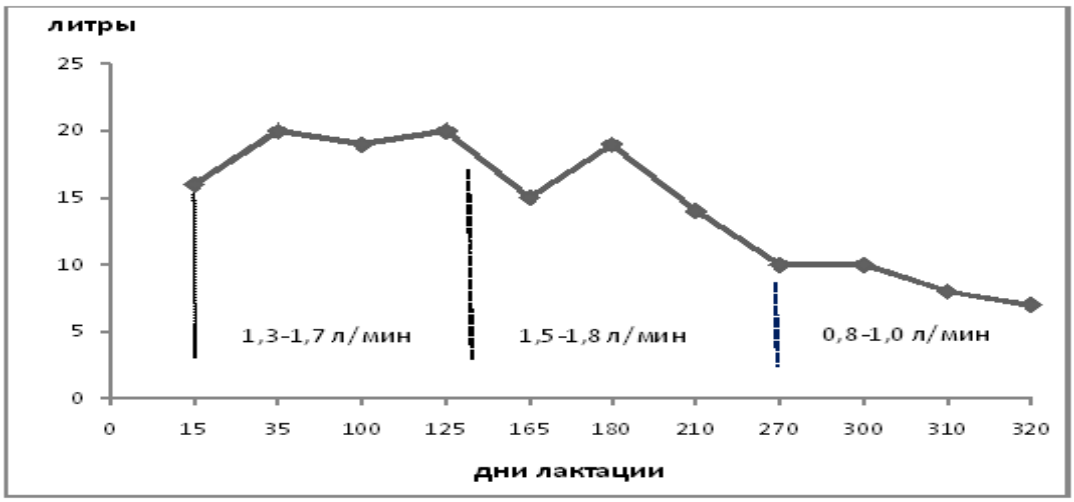


Рисунок 2 - Лактационная кривая коровы № 5

Лактационная кривая коровы из группы животных с нормальными параметрами доения. Заболевание скрытым маститом, переходящим в клинически выраженный мастит. Интенсивность молоковыведения снижается.

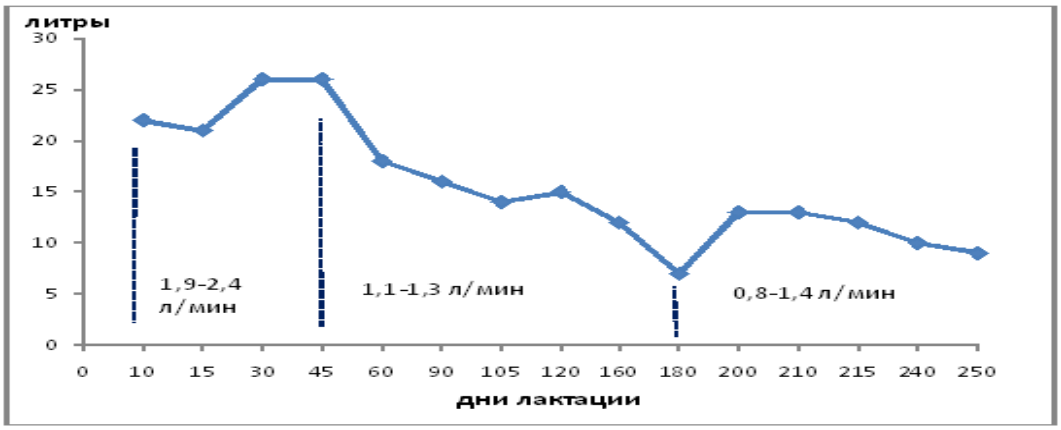


Рисунок 3 - Лактационная кривая коровы № 6

Лактационная кривая коровы при заболевании клиническим маститом с дальнейшим выздоровлением и восстановлением продуктивности. Интенсивность молоковыведения при заболевании незначительно снижается, а затем восстанавливается.

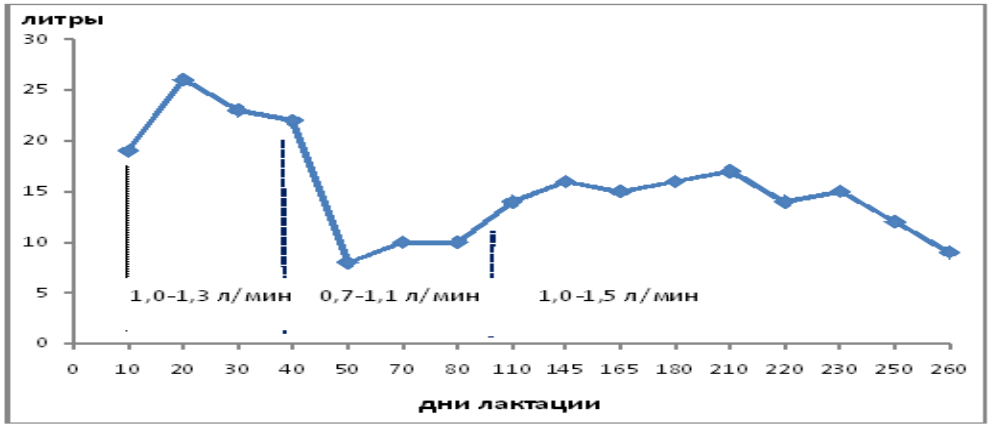


Рисунок 4 - Лактационная кривая коровы №7

Лактационная кривая здоровой коровы из группы тугодойных животных. Пример позднего раздоя. Стабильный средний поток молоковыведения, продолжительность доения 7 - 10 минут.

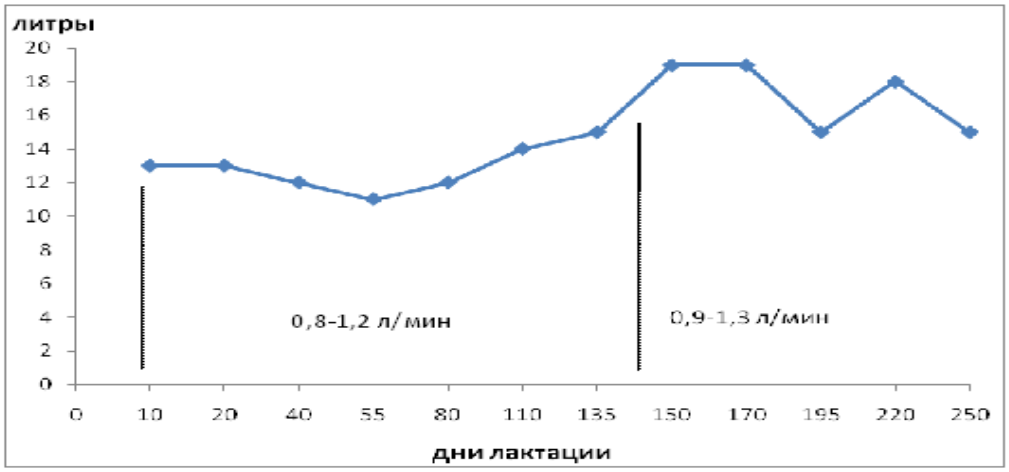


Рисунок 5 - Лактационная кривая коровы № 8

Лактационная двухпиковая кривая здоровой коровы из группы легкодойных животных. Поток молоковыведения снижается после 260 дней лактации, продолжительность доения 2 - 3,5 минуты.

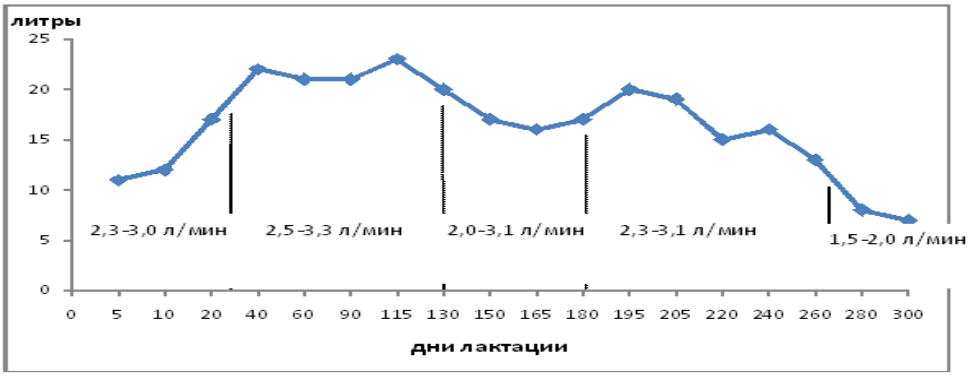


Рисунок 6 - Лактационная кривая коровы № 9

Установлено, что у здоровых коров в течение 260 - 270 дней лактации максимальная интенсивность молоковыведения колеблется в небольших пределах (5 - 8%) и может использоваться в алгоритмах управления отсасывающей способностью доильного аппарата. Для коров, переболевших маститом и находящихся на заключительной стадии лактации, алгоритм управления должен предусматривать пониженный уровень отсасывающей способности доильного аппарата в зависимости от значения текущей продуктивности.

Результаты тестирования коров в АО «Голицыно» были получены для четырех групп в порядке возрастания параметра тугодойности.

На рисунке 7 представлено распределение коров в стаде (*N*) по параметру тугодойности (*F*) и их продуктивность (*П*).

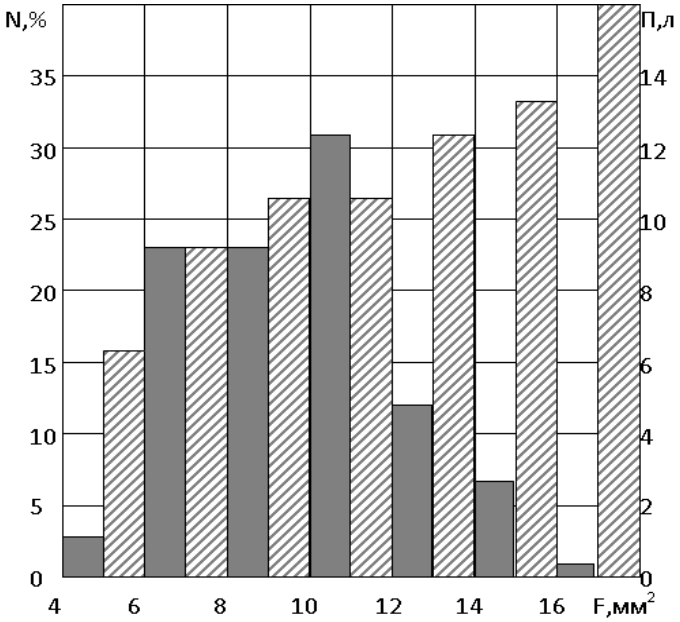


Рисунок 7 - Распределение коров в стаде по параметру тугодойности

Полученные данные свидетельствуют о том, что в стаде преобладают тугодойные коровы. Разовый удой (утро) у коров с параметром тугодойности до 12 мм^2 не превышает 10 лит-

ров. У коров с параметром тугодойности более 12 мм^2 средний разовый удой превышает 14 литров. Частота заболеваемости маститом у коров с параметром тугодойности до 8 мм^2 не наблюдалась, в группе 8 - 10 мм^2 составила 7,4%, в группе 10 - 12 мм^2 – 11,1%, в группе 12 - 14 мм^2 – 12,5% и в группе 14 - 16 мм^2 – 14,3%.

Результаты показывают, что селекционная работа должна быть направлена на выведение легкодойных коров, в тоже время режимы доения должны быть направлены на снижение травмируемости молочной железы.

Заключение. По результатам экспериментальных исследований изменения показателей молокоотдачи в период лактации установлено, что у здоровых коров в течение 260 - 270 дней максимальная интенсивность молоковыведения колеблется в небольших пределах (5 - 8%) и среднее значение может использоваться в алгоритмах управления.

Установлено, что продуктивность коров и заболеваемость их маститом имеет тесную корреляционную связь с тугодойностью коров. Разовый удой (утро) у коров с параметром тугодойности до 12 мм^2 не превышает 10 литров. У коров с параметром тугодойности более 12 мм^2 средний разовый удой превышает 14 литров. Частота заболеваемости маститом у коров с параметром тугодойности до 8 мм^2 не наблюдалась, в группе 8 - 10 мм^2 составила 7,4%, в группе 10 - 12 мм^2 – 11,1%, в группе 12 - 14 мм^2 – 12,5% и в группе 14 - 16 мм^2 – 14,3%.

Список литературы

1 Доровских, В.И. К вопросу об определении параметров процесса доения животных [Текст] / Ю.В. Кулаев, Г.В. Новоструев // Сборник научных трудов ВИМ. - Том 132. - М. - 2000.

2 Доровских, В.И. Определение резервов повышения продуктивности коров при обеспечении качества процесса доения [Текст] / В. И. Доровских, А. П. Дейнега // Выпуск 13: сб. науч. трудов ГНУ ВИИТиН. - Тамбов.– 2007.- С. 53 - 58.

3 Доровских, В.И. Оптимизация режимных параметров процесса молоковыведения [Текст] / В. И. Доровских, А. П. Дейнега, Д.В. Доровских // Повышение эффективности использования с/х техники: сб. научных трудов ГНУ ВИИТиН, вып. №14. – Тамбов, 2008. – С. 130 - 135.

4 Доровских, В.И., Управление параметрами доильного оборудования в зависимости от физиологических особенностей коров [Текст] / В.И. Доровских, О.Б. Филиппова, Е.И. Кийко // Материали за VIII международна научна практична конференция «Бъдещето выпросы от света на науката» 17 – 25 декември, 2012. – Т. 35. София. «БялГрад-БГ» ОДД. – С. 42 - 46.

5 Доровских, В.И. Результаты исследования влияния режимов доения на процесс молоковыведения у коров [Текст] / В.И. Доровских, Д.В. Доровских, А.О. Аткешов // Сб. научных докладов XVII Международной научно-практической конференции. – Тамбов: Из-во Першина Р.В., -2013 г. – С. 99-103.

6 Доровских, В.И., Измерение отсасывающей способности доильных аппаратов [Текст] / В.И. Доровских, Д.В. Доровских // Наука в центральной России. - 2013. - № 6. – С. 21 - 27.

References

1. Dorovskikh, V.I., K voprosu ob opredelenii parametrov processa doeniya zhivotnihkh [Tekst] / Yu.V. Kulaev, G.V. Novostruev // Sbornik nauchnihkh trudov VIM. - Tom 132. - M. - 2000.

2. Dorovskikh, V.I. Opredelenie rezervov povihsheniya produktivnosti korov pri obespechenii kachestva processa doeniya [Tekst] / V. I. Dorovskikh, A. P. Deyjnega // Vihpusk 13: sb. nauch. trudov GNU VIITiN. - Tambov.– 2007.- S. 53 - 58.

3. Dorovskikh, V.I. Optimizaciya rezhimnihkh parametrov processa molokovihvedeniya [Tekst] / V. I. Dorovskikh, A. P. Deyjnega, D.V. Dorovskikh // Povihshenie ehffektivnosti ispoljzovaniya s/kh tekhniki: sb. nauchnihkh trudov GNU VIITiN, vihp. №14. – Tambov, 2008. – S. 130 - 135.

4. Dorovskikh, V.I., Upravlenie parametrami doiljnogo oborudovaniya v zavisimosti ot fiziologicheskikh osobennosteyj korov [Tekst] / V.I. Dorov-skikh, O.B. Filippova, E.I. Kiyjko // Materiali za VIII mezhdunarodna nauchna praktichna konferenciya «Bjhdetheto vihprosih ot sveta na naukata» 17 – 25 dekemvri, 2012. – T. 35. Sofiya. «ByalGrad-BG» ODD. – S. 42 - 46.

5. Dorovskikh, V.I. Rezuljtatih issledovaniya vliyaniya rezhimov doeniya na process molokovihvedeniya u korov [Tekst] / V.I. Dorovskikh, D.V. Dorov-skikh, A.O. Atkeshov // Sb. nauchnihkh dokladov XVII Mezhdunarodnoyj nauchno-prakticheskoyj konferencii. – Tambov: Izvo Pershina R.V., -2013 g. – S. 99-103.

6. Dorovskikh, V.I., Izmerenie otsasihvayutheyj sposobnosti doiljnihkh apparatov [Tekst] / V.I. Dorovskikh, D.V. Dorovskikh // Nauka v centraljnoyj Rossii. -2013. - № 6. – S. 21 - 27.

УДК 637.116

ОБОСНОВАНИЕ АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ ДОЕНИЯ КОРОВ

Доровских Владимир Иванович,
кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве E-mail: dorovskih50@mail.ru
Доровских Дмитрий Владимирович,
кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет», E-mail: dima.dorovskikh@yandex

Аннотация. *Анализ существующих современных автоматизированных систем управления доением отечественного (АСУ ТП «Стимул») и зарубежного (Metatron, DELPRO и др.) производства показал не полную адаптацию режимных параметров доильного оборудования к особенностям функциональных свойств вымени животных. Средняя интенсивность молоковыведения по стадусоставляет от1 до 5 л/мин, время доения от 2 до 15 минут, животные не раздаиваются, уровень использования их генетического потенциала не превышает 70…75%. Установлен порядок действий при определении режимов доения. Разработан алгоритм управления качеством процесса доения коров по текущему значению интенсивности молоковыведения и по величине интенсивности отсасывания. Длительность такта сосания рассчитывают на основе априорной информации, полученной при тестировании животных и хранящейся в базе данных. На доильных установках, оборудованных компьютерной системой идентификации животных и компьютерной системой управления соотношением тактов, возможно задание соотношения тактов для каждого животного по заданной программе. Управление в группах осуществляется путем изменения соотношения тактов. При доении коров на линейных доильных установках производится ранжирование коров в группах, деление на подгруппы по количеству линий и на каждой из линий используются аппараты с различным соотношением тактов. Система управления на основе программируемого логического контроллера, управляющего всеми доильными аппаратами одновременно, предложена для автоматизации процесса доения коров в залах.Ее использование позволяет*

повысить продуктивность животных за счет увеличения полноты выдаивания и снизить заболеваемость коров маститом за счет уменьшения вероятности травмирования молочной железы.

Ключевые слова: *процесс доения,система, алгоритм, управлениекачеством, параметры доильного аппарата.*

THE SUBSTANTIATION OF THE MANAGEMENT ALGORITHMTHE PROCESS OF DROPING COWS

Dorovsky Vladimir,
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,Leading Researcher,FGBNU VNIITiN «All-Russian ResearchInstitute for the Use of Machinery and Petroleum Productsin agriculture», E-mail: dorovskih50@mail.ru
Dorovsky Dmitriy,
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor,FGBOU VO "The Tambov stateTechnical University",E-mail: dima.dorovskikh@yandex.

Annotation. *Analysis of existing modern automated control systems for milking domestic (ACS TP Stimul) and foreign (Metatron, DELPRO, etc.) production showed not a complete adaptation of the regime parameters of the milking equipment to the features of the functional properties of the udders of animals. The average intensity of lactation in the herd ranges from 1 to 5 liters per minute, milking time from 2 to 15 minutes, animals are not distributed, the level of utilization of their genetic potential does not exceed 70 ... 75%.The procedure for determining the milking modes is set. The algorithm for controlling the quality of the process of milking cows at the current value of lactation intensity and the magnitude of the intensity of suction is developed. The duration of the sucking cycle is calculated on the basis of a priori information obtained from animal testing and stored in the database. The setting of the ratio of measures for each animal according to a given program is possible on milking installations equipped with a computer identification system for animals and a computer system for controlling the ratio of measures. Management in groups is carried out by changing the ratio of measures. The ranking of cows in groups is made by milking cows in linear milking plants, dividing by subgroups by the number of lines and on each of the lines apparatuses with different ratios of cycles are used. The control system based on a programmable logic controller that controls all milking machines at the same time is proposed for automation of the process of milking cows in halls.Its use allows increasing the productivity of animals by increasing the completeness of shedding and reducing the incidence of cows with mastitis by reducing the probability of trauma to the breast.*

Key words: *milking process, system, algorithm, quality management, parameters of the milking machine.*

Введение. Качество процесса доения животных определяется в основном соответствием конструктивно-режимных параметров доильного аппарата морфологическим и функциональным свойствам вымени животных.

Существующие современные автоматизированные системы управления доением, как отечественного (АСУ ТП «Стимул») так и зарубежного (Metatron, DELPRO и др.) производства способны контролировать основные параметры процесса доения, осуществлять стимуляцию рефлекса молокоотдачи и своевременное снятие доильных аппаратов, доильные роботы (LebyNV, Bou-Matic, AMCLiberty, DeLaval и др.) выполняют весь комплекс подготови-

тельных операций, надевание, контроль процесса молоковыведения, отключение и снятие доильных стаканов, однако эти системы не в полной мере обеспечивают адаптацию режимных параметров доильного оборудования к особенностям функциональных свойств вымени животных. Ведущие зарубежные фирмы выпускают автоматизированные доильные установки с молокопроводом для доения коров в стойлах, предусматривающие электронный учет надоев, автоматическое снятие доильных стаканов, сбор и передачу информации в централизованную систему управления (компьютер). Для транспортировки доильных аппаратов, вес которых составляет 8-9 кг в этих установках предусмотрена прокладка специальной подвесной дороги, масса которой соизмерима с массой всего молокопровода и установку на молокопроводе распределенной стационарной электросети.

Однако с позиций управления качеством доения основной недостаток этих систем заключается в том, что собранная и находящаяся в базе данных информация не используется в алгоритмах управления процессом молоковыведения. Средняя интенсивность молоковыведения по стаду при их использовании может колебаться в пределах 1 … 5 л/мин, время доения от 2 до 15 минут. В результате чего животные не раздаиваются и уровень использования их генетического потенциала не превышает 70…75%. Решение этой проблемы позволит увеличить объемы производства молока в стране без увеличения поголовья на 3-3,5 млн. тонн молока в год.

Результаты исследований. На основе анализа различных способов управления качеством процесса доения коров и ранее полученных результатов [1 - 11] разработан алгоритм управления (рисунок 1). Особенностью алгоритма является то, что управление процессом доения осуществляется не только по текущему значению интенсивности молоковыведения, но и по величине интенсивности отсасывания (длительности такта сосания), рассчитанной на основе априорной информации, полученной при тестировании животных и хранящейся в базе данных.

Порядок действий при определении режимов доения следующий:

1. На основе стендовых испытаний определить отсасывающую способность доильного аппарата (E) для различных значений параметров: рабочего вакуума (P) и относительной длительности такта сосания (τ).

2. На основе контрольных доек, проводимых с использованием доильного аппарата с известной отсасывающей способностью (E) определить для всех коров: разовый удой (Q_i); максимальную и среднюю интенсивность молоковыведения (G_i, $\overline{G_i}$), коэффициент K: $K_i = G_i / \overline{G_i}$.

3. Вычислить для всех коров параметр тугодойности (F): $F_i = \dfrac{Gi}{E}$.

4. Задать оптимальное значение периода молоковыведения (T_i) в секундах для каждой коровы, например из условия $T_i = 60\,(3 + 0{,}2 Q_i)$.

5. Вычислить среднюю интенсивность молоковыведения для каждой коровы необходимую для выведения молока за заданный период T_i: $\overline{G_i} = Q_i / T_i$.

6. Вычислить максимальную интенсивность молоковыведения для каждой коровы: $G_i = K \overline{G_i}$.

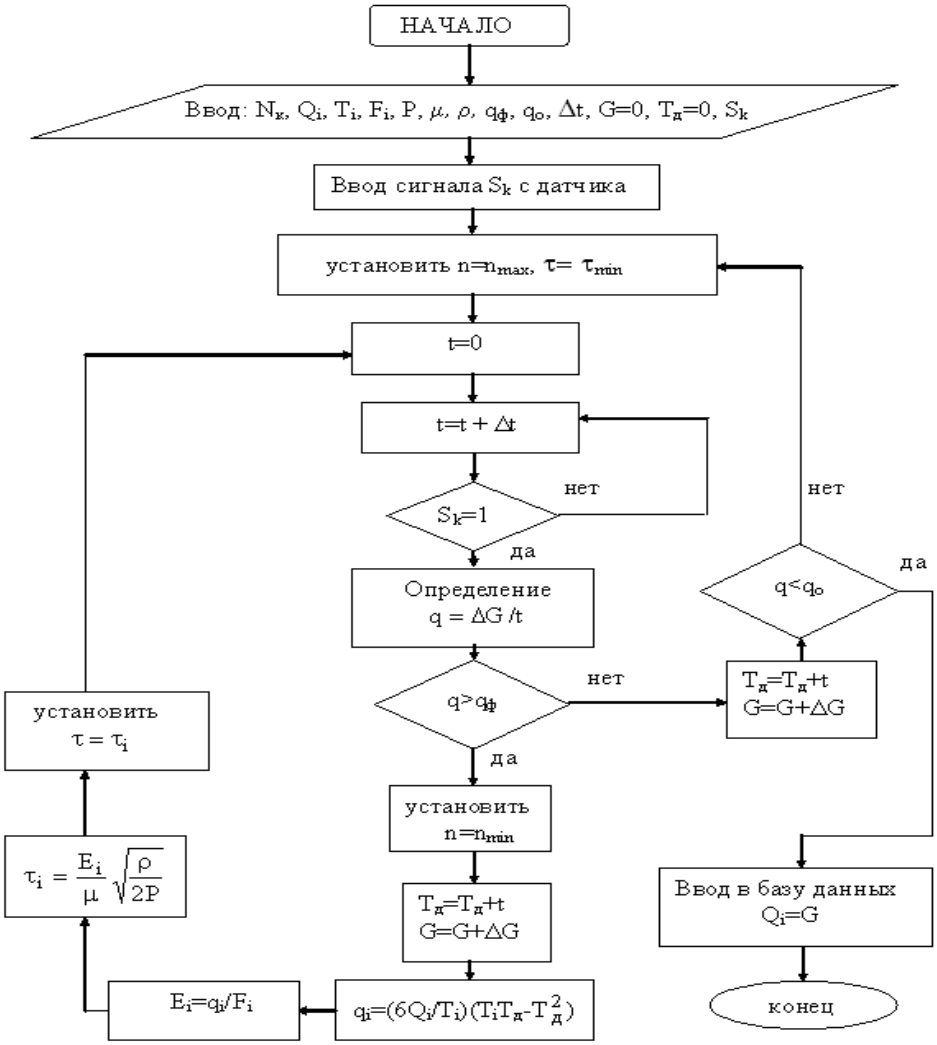


Рисунок 1 – Алгоритм управления процессом доения коров

7. Вычислить значение отсасывающей способности доильного аппарата для каждой коровы, необходимое для выведения молока за оптимальный период (T_i): $E_i = G_i / F_i$.

8. На основе данных пункта 1 выбрать параметры доильного аппарата (начиная с минимального значения вакуума) соответствующие вычисленному значению отсасывающей способности доильного аппарата для каждой коровы.

9. Осуществить доение коров с выбранными для каждой из них параметрами доильного аппарата.

Процесс управления качеством доения осуществляется следующим образом. Все коровы стада по полученным данным (пункт 7) ранжируются по значению отсасывающей способности. Затем все стадо делится на количество групп равное количеству используемых доильных установок, но не более 4. Для каждой из этих групп назначается вакуумный режим из условия:

$$P_i = \frac{\rho}{2}\left(\frac{E_{\max}}{\mu\tau_{\max}}\right)^2 .$$

Управление в группах осуществляется путем изменения соотношения тактов. На доильных установках оборудованных компьютерной системой идентификации животных и компьютерной системой управления соотношением тактов возможно задание соотношения так-

тов для каждого животного по заданной программе. При доении коров на линейных доильных установках производится ранжирование коров в группах, деление на подгруппы по количеству линий и на каждой из линий используются аппараты с различным соотношением тактов, например, 50:50; 60:40; 65:35; 70:30. Для них определяются значения отсасывающей способности: E_1; E_2; E_3; E_4 ив соответствии с данными пункта 1 определяется соотношение тактов при заданном вакуумном режиме.

Для автоматизации процесса доения коров в залах предложена система на основе программируемого логического контроллера (PLC). На основе полученных результатов разработаны структурные схемы и дано описание функционирования систем управления (СУ). При разработке структурных схем СУ и выборе программного обеспечения учитывались современные тенденции развития средств автоматизации и новейшие компьютерные технологии.

Основной особенностью предложенной централизованной СУ является то, что управление процессом молоковыведения осуществляется не блоками управления, установленными на каждом станке (рисунок 2), а центральным процессором (рисунок 3), управляющим всеми доильными аппаратами путем обеспечения многозадачности (одновременной работы нескольких программ управления соответствующих количеству скотомест).

Центральная часть СУ имеет в своем составе микропроцессор и память для функционирования алгоритмов, интерфейс оператора для вывода сообщений и клавиатуру для ввода данных. Чтение параметров биологических объектов происходит с бинарных датчиков расхода, по два датчика на один объект. Управление электропульсаторами дискретное в формате широтно-импульсной модуляции с дискретностью 0,01с. Дополнительно осуществляется бинарное управление переключателями вакуумопровода и пневмоцилиндрами, с дискретностью более 60 с.

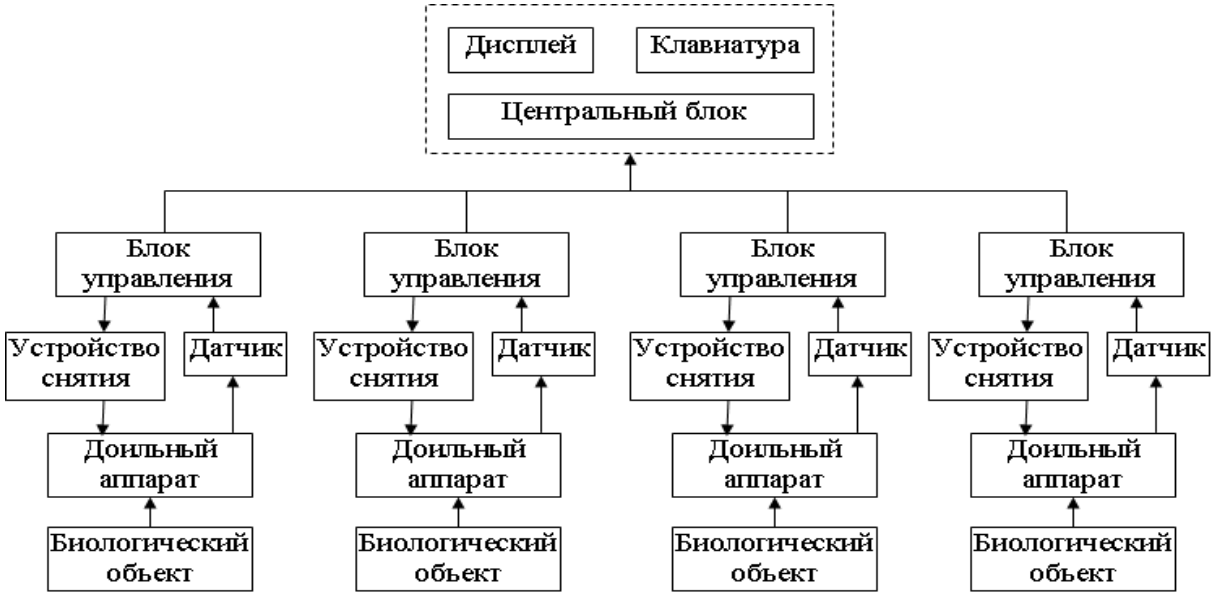
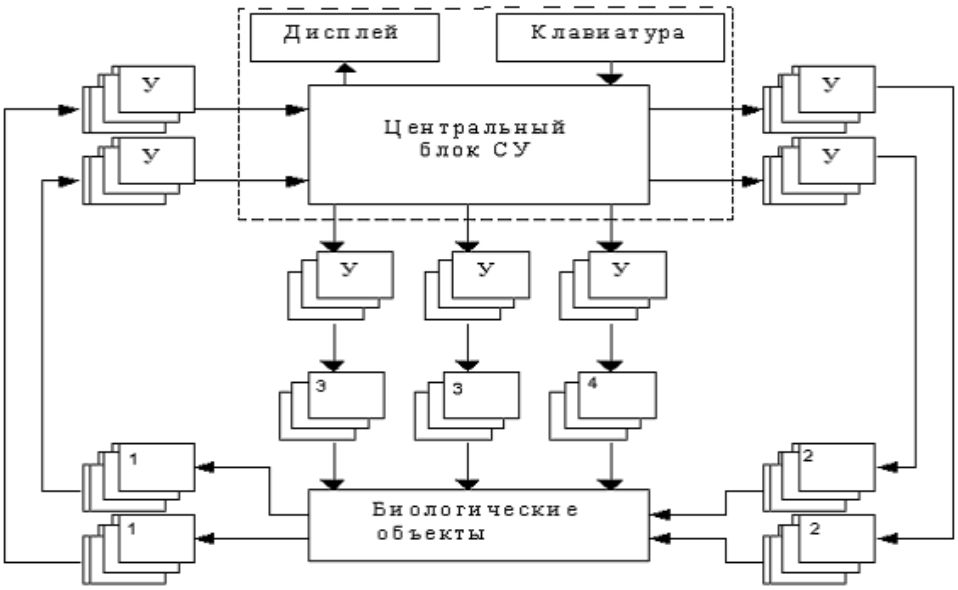


Рисунок 2 – Структурная схема существующих систем управления процессом доения



У – преобразователи (усилители) сигналов; 4 – датчики интенсивности молоковыведения; 3 – электропульсаторы с управляемым соотношением тактов; 5 - переключатели вакуумного режима; 14 – устройства управления снятием доильных аппаратов

Рисунок 3 – Структурная схема централизованной адаптивной системы управления процессом доения

Алгоритм реализации многозадачности представлен на рисунке 4.

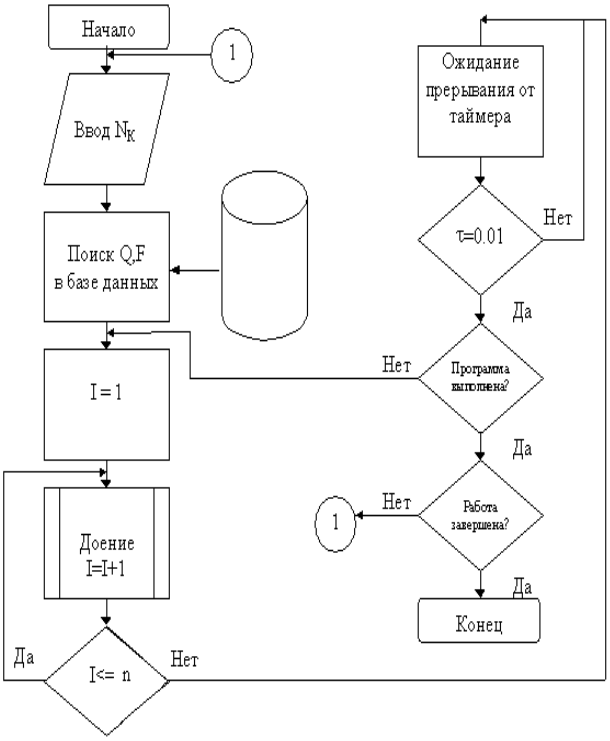


Рисунок 4 – Алгоритм реализации многозадачности

Функциональная схема работы системы приведена на рисунке 5.

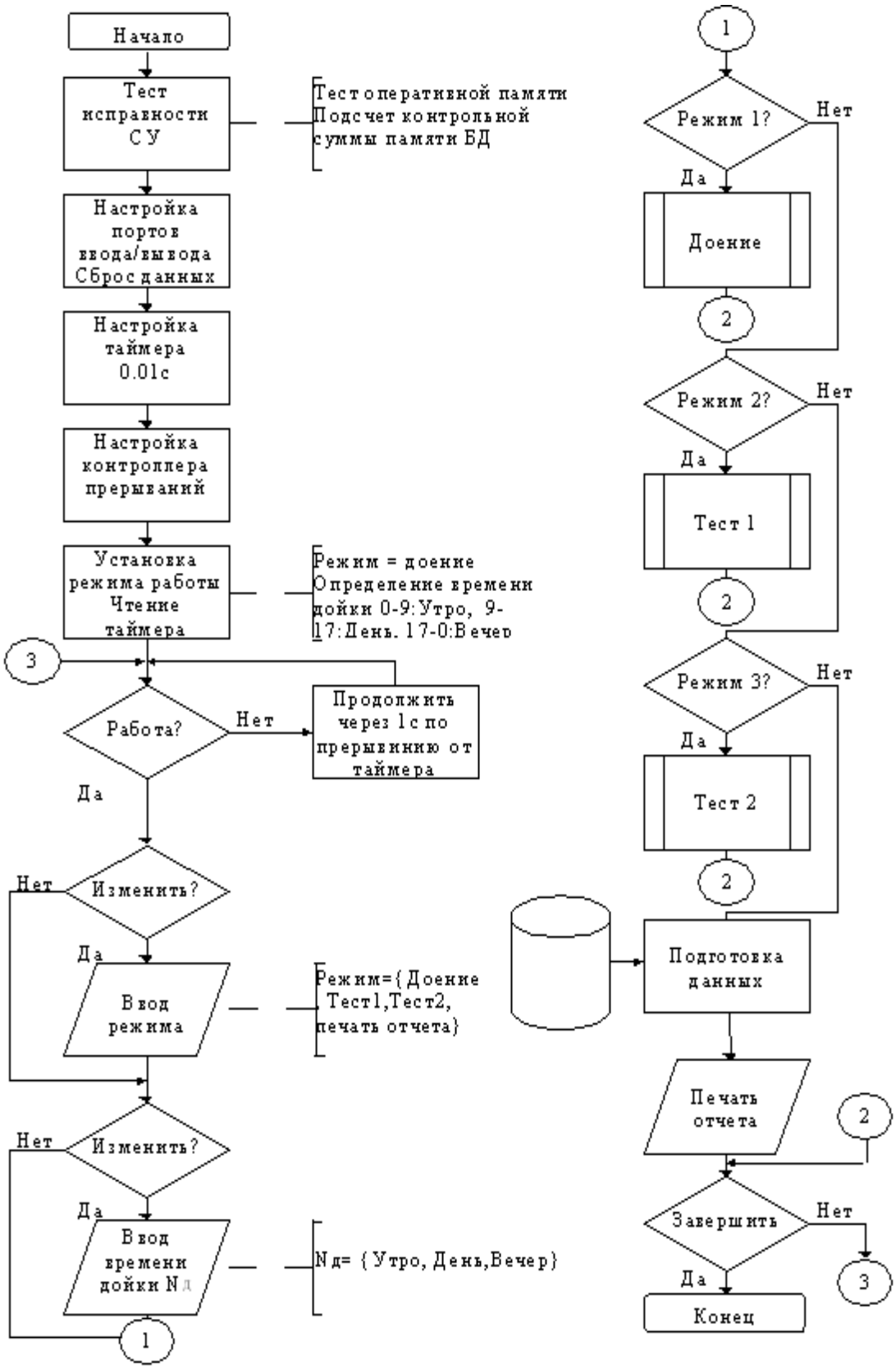


Рисунок 5 – Функциональная схема системы управления

Алгоритм функционирования системы следующий. После включения питания стартует монитор-программа и проверяет исправность всех систем и их настройку. Первоначально задается режим работы как выполнение процесса доения. Как только с пульта оператора по-

ступит команда на начало выполнения технологического процесса, будет вызвана соответствующая подпрограмма. Подпрограмма работает до тех пор, пока не переопределится режим работы или система не будет выключена.

Заключение. В разработанном алгоритме доения управление процессом осуществляется не только по текущему значению интенсивности молоковыведения, но и по величине интенсивности отсасывания (длительности такта сосания), рассчитанной на основе априорной информации, полученной в результате стендовых испытаний доильного аппарата, тестирования животных и хранящейся в базе данных системы управления, что обеспечивает своевременную эвакуацию молока за заданный промежуток времени без вредных последствий для организма животных.

Предложенная централизованная система управления процессом молоковыведения осуществляется не блоками управления, установленными на каждом станке, как в традиционных схемах, а центральным процессором, управляющим всеми доильными аппаратами, путем обеспечения многозадачности (одновременной работы нескольких программ управления соответствующих количеству скотомест), что позволяет значительно расширить объем используемой априорной информации при оптимизации режимов доения для конкретных животных.

Использование предложенной системы управления позволяет повысить продуктивность животных за счет увеличения полноты выдаивания и снизить заболеваемость коров маститом за счет уменьшения вероятности травмирования молочной железы.

Список литературы

1 Доровских, В.И. К вопросу об определении параметров процесса доения животных [Текст] / Ю.В. Кулаев, Г.В. Новоструев // Сборник научных трудов ВИМ. - Том 132. - М. - 2000.

2 Доровских, В.И. Определение резервов повышения продуктивности коров при обеспечении качества процесса доения [Текст] / В. И. Доровских, А. П. Дейнега // Выпуск 13: сб. науч. трудов ГНУ ВИИТиН. - Тамбов.– 2007.- С. 53 - 58.

3 Доровских, В.И. Групповой счетчик молока для доильных установок [Текст] / В. И. Доровских, А. П. Дейнега // Сельский механизатор. – 2007. -№12. – С. 29.

4 Доровских, В.И. Оптимизация режимных параметров процесса молоковыведения [Текст] / В. И. Доровских, А. П. Дейнега, Д.В. Доровских // Повышение эффективности использования Сельскохозяйственной техники: сб. научных трудов ГНУ ВИИТиН, вып. №14. – Тамбов, 2008. – С. 130 - 135.

5 Доровских, В.И., Управление параметрами доильного оборудования в зависимости от физиологических особенностей коров [Текст] / В.И. Доровских, О.Б. Филиппова, Е.И. Кийко // Материали за VIII международна научна практична конференция «Бъдещето выпросы от света на науката» 17 – 25 декември, 2012. – Т. 35. София. «БялГрад-БГ» ОДД. – С. 42 - 46.

6 Доровских, В.И. Результаты исследования влияния режимов доения на процесс молоковыведения у коров [Текст] / В.И. Доровских, Д.В. Доровских, А.О. Аткешов // Сб. научных докладов XVII Международной научно-практической конференции. – Тамбов: Из-во Першина Р.В., -2013 г. – С. 99-103.

7 Доровских, В.И., Измерение отсасывающей способности доильных аппаратов [Текст] / В.И. Доровских, Д.В. Доровских // Наука в центральной России. -2013. - №6. – С. 21 - 27.

8 Филиппова, О.Б. Физиологическая оценка доильного оборудования, [Текст] / О.Б Филиппова, Е.И. Кийко, В.И. Доровских // Вестник ВИЭСХ, - вып. 3 (16).- 2014. - С. 64 - 68.

9 Доровских, В.И. Принципы управления качеством технологических процессов в молочном животноводстве [Текст] / В.И. Доровских, Д.В. Доровских // Наука в центральной России. - 2014 .- №6 (12) – С. 22 – 28.

10 Доровских, В.И. Обоснование метода количественной оценки качества процесса машинного доения [Текст] / В.И. Доровских, Д.В. Доровских, А.О. Аткешов // Наука в центральной России. -2015. -№3 (15). – С. 57 – 63.

11 Доровских, В.И., Определение отсасывающей способности доильных аппаратов [Текст] / В.И. Доровских, Д.В. Доровских, А.О. Аткешов // Вестник ВНИИМЖ. - №3 (19). - 2015 г. - С. 125 – 129.

References

1 Dorovskih, V.I. K voprosu ob opredelenii parametrov processa doenija zhivotnyh [Tekst] / Ju.V. Kulaev, G.V. Novostruev // Sbornik nauchnyh trudov VIM. - Tom 132. - M. - 2000.

2 Dorovskih, V.I. Opredelenie rezervov povyshenija produktivnosti korov pri obespechenii kachestva processa doenija [Tekst] / V. I. Dorovskih, A. P. Dejnega // Vypusk 13: sb. nauch. trudov GNU VIITiN. - Tambov.– 2007.- S. 53 - 58.

3 Dorovskih, V.I. Gruppovoj schetchik moloka dlja doil'nyh ustanovok [Tekst] / V. I. Dorovskih, A. P. Dejnega // Sel'skij mehanizator. – 2007. -№12. – S. 29.

4 Dorovskih, V.I. Optimizacija rezhimnyh parametrov processa molokovyvedenija [Tekst] / V. I. Dorovskih, A. P. Dejnega, D.V. Dorovskih // Povyshenie jeffektivnosti is-pol'zovanija Sel'skohozjajstvennoj tehniki: sb. nauchnyh trudov GNU VIITiN, vyp. №14. – Tambov, 2008. – S. 130 - 135.

5 Dorovskih, V.I., Upravlenie parametrami doil'nogo oborudovanija v zavisimosti ot fiziologicheskih osobennostej korov [Tekst] / V.I. Dorovskih, O.B. Filippova, E.I. Kijko // Materiali za VIII mezhdunarodna nauchna praktichna konferencija «B#deshheto vyprosy ot sveta na naukata» 17 – 25 dekemvri, 2012. – T. 35. Sofija. «BjalGrad-BG» ODD. – S. 42 - 46.

6 Dorovskih, V.I. Rezul'taty issledovanija vlijanija rezhimov doenija na process molokovyvedenija u korov [Tekst] / V.I. Dorovskih, D.V. Dorovskih, A.O. Atkeshov // Sb. nauchnyh dokladov XVII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii. – Tambov: Iz-vo Pershina R.V., -2013 g. – S. 99-103.

7 Dorovskih, V.I., Izmerenie otsasyvajushhej sposobnosti doil'nyh apparatov [Tekst] / V.I. Dorovskih, D.V. Dorovskih // Nauka v central'noj Rossii. -2013. - №6. – S. 21 - 27.

8 Filippova, O.B. Fiziologicheskaja ocenka doil'nogo oborudovanija, [Tekst] / O.B Fi-lippova, E.I. Kijko, V.I. Dorovskih // Vestnik VIJeSH, - vyp. 3 (16).- 2014. - S. 64 - 68.

9 Dorovskih, V.I. Principy upravlenija kachestvom tehnologicheskih processov v mo-lochnom zhivotnovodstve [Tekst] / V.I. Dorovskih, D.V. Dorovskih // Nauka v central'noj Rossii. - 2014 .- №6 (12) – S. 22 – 28.

10 Dorovskih, V.I. Obosnovanie metoda kolichestvennoj ocenki kachestva processa mashinnogo doenija [Tekst] / V.I. Dorovskih, D.V. Dorovskih, A.O. Atkeshov // Nauka v cen-tral'noj Rossii. -2015. -№3 (15). – S. 57 – 63.

11 Dorovskih, V.I., Opredelenie otsasyvajushhej sposobnosti doil'nyh apparatov [Tekst] / V.I. Dorovskih, D.V. Dorovskih, A.O. Atkeshov // Vestnik VNIIMZh. - №3 (19). - 2015 g. - S. 125 – 129.

УДК 631.017.3: 621.181

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИИ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СОИ

Машков Алексей Николаевич,
кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Всероссийский научно- исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, г. Тамбов, Российская Федерация, E-mail: vniiti@mail.ru
Тихомиров Дмитрий Анатольевич,
доктор технических наук, профессор РАН, заведующий лабораторией, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение федеральный научный агроинженерный центр Всероссийский институт механизации, г. Москва, Российская Федерация.
Шувалов Анатолий Михайлович,
доктор технических наук, профессор,
Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве, г. Тамбов, Российская Федерация, E-mail: vniiti@mail.ru

Аннотация. *Ранее был разработан и изготовлен действующий экспериментальный образец установки для термической обработки сои с двухсторонним нагревом: сверху инфракрасными излучателями, снизу - электронагревательной поверхностью транспортирующего устройства. При комбинированном нагреве сокращается время нагрева сои до заданной температуры, повышается производительность обработки в 1,4 раза, снижается расход электроэнергии на 26,3%, по сравнению с односторонним нагревом инфракрасными излучателями. Разрабатывали технологию к впервые созданному оборудованию, включая энергоэкономную систему энергообеспечения процесса нагрева сои, выполненную на базе вибрационного транспортера; температор, систему охлаждения темперированной сои со вторым вибротранспортером. Использовали производственный опыт термической обработки сои для сельхозпредприятия ГПУ ППЗ «Орловский» Тамбовского района. Определена последовательность проведения операций (маршрутная технология).Операционные технологические карты с подробным описанием всех этапов разработаны. Показано, что в технологии термической обработки сои обязательным является ее увлажнение до 18-19 %. Увлажнение сои изучали с помощью влагомера «Фауна». Определили, что при температуре воды 10 - 20°С увлажнение длится от 1 до 5 часов. Сокращает время увлажнения в 3 - 5 и более раз использование подогретой воды (60…80°С). Показали, что на скорость увлажнения сои влияет исходная влажность и сорт семян. Для сорта «Припять» время увлажнения до влажности 18 % составляет 7 мин., а для сорта «Ланцетная» – 60 мин, при одинаковой исходной влажности – 5%. Установили, что подогрев воды можно осуществлять рекуператором теплоты, изготовленным из теплообменных пластин и установленных в температоре.*

Ключевые слова: *соя, технология, термическая обработка, комбинированный нагрев, электроэнергия.*

RESULTS OF PILOT STUDIES OF UNIFORMITY OF WARMING UP OF A FORAGE IN DEVICE OF BLOCK AND MODULAR INSTALLATION FOR COUNTRY FARMS

Mashkov Alexey,
Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture, Tambov, Russian Federation, E-mail: vniiti@mail.ru
Tikhomirov Dmitry,
Full Doctor of Technical Sciences, Professor Russian Academy of Sciences, laboratory chief, Federal state budget scientific institution, Federal scientific agroengineering Centre all-Russian Institute of mechanization, Moscow, Russian Federation
Shuvalov Anatoliy,
Full Doctor of Technical Sciences, professor, laboratory chief, All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture, Tambov, Russian Federation, E-mail: vniiti@mail.ru

Annotation. *The current experimental sample of a soya heat treatment plant with two-sided heating: from above with infrared emitters, from below - the electric heating surface of the transporting device was developed and manufactured earlier. The time for heating the soybean to the set temperature with combined heating is reduced, the processing capacity is increased by 1.4 times, the power consumption is reduced by 26.3%, compared with one-sided heating by infrared emitters.The technology was developed for the first time created equipment, including the energy-saving system of power supply for the soybean heating process, performed on the basis of a vibrating conveyor; tempera, tempered soybean cooling system with a second vibrating conveyor. The production experience of heat treatment of soya for the agricultural enterprise of the GPU "Orlovsky" Tambov region was used. The sequence of operations (route technology) is defined. Operational technological maps with a detailed description of all phases are developed. It is shown that humidification up to 18-19% is mandatory in the technology of soybean heat treatment. Humidification of soybeans was studied with the aid of the moisture meter "Fauna".It is determined that at a water temperature of 10 - 20 ° C, the humidification lasts from 1 to 5 hours. Humidification time reduces the use of heated water (60 ... 80 ° C) in 3 - 5 or more times. It was shown that the initial moisture and the grade of seeds affect the rate of soybean moistening. Humidification time to humidity of 18% for the Pripyat variety is 7 minutes, and for the Lancet type it is 60 minutes, with the same initial humidity 5%. It was established that the heating of water can be carried out by a heat recuperator made of heat exchanger plates and installed in the temperator.*

Keywords: *soy, technology, heat treatment, the combined heating, the electric power.*

Введение. Известно, что соя является одной и наиболее ценных кормовых культур, содержит 30-45% протеина, до 20% жира, богато витаминами и минеральными веществами, белок зерна сои является дешевым растительным заменителем животного белка. Соевые бобы содержат протеина в 2 раза больше, чем в говядине. Протеин содержит все незаменимые аминокислоты, витамины Е, В1, В2, В6. Несмотря на высокие кормовые достоинства соевых бобов, присутствие в них антипитательных веществ существенно снижает питательную ценность. Сою в сыром виде, нельзя скармливать животным, так как антипитательные вещества (ингибиторы трипсина, химотрипсина, уреаза), содержащиеся в ней, снижают перевариемость белков, оказывают токсическое воздействие на желудочно-кишечный тракт, вызывают задержку роста животных. Классические методы снижения антипитательных веществ – высокотемпературная обработка соевых бобов [1].

Сотрудниками лаборатории ФГБНУ ВНИИТиН обоснована перспективность применения системы энергообеспечения процесса термической обработки сои с комбинированным (двухсторонним) ее разогревом. Обоснованы параметры системы энергообеспечения, разработана конструктивная схема, эскизные чертежи установки с комбинированным нагревом сои, выполненной на базе вибрационного транспортера. Создан действующий экспериментальный образец установки. Проведены исследования энергетических и режимных параметров системы энергообеспечения, вибрационного транспортера. Разработаны, созданы и исследованы рекуператор теплоты и температор – специальный теплоизолированный бункер для отстоя сои. Разработана конструктивная схема и создан действующий экспериментальный образец системы охлаждения темперированной сои [2, 3].

В результате многофакторных экспериментов получено уравнение регрессии, устанавливающее взаимосвязь режимных параметров: влажность сои, времени разогрева и времени выдержки в температоре, а также получено уравнение регрессии, описывающее взаимосвязь параметров вибрационного транспортера: частоты колебаний, угла наклона и амплитуды колебаний. Определено уравнение теплового баланса, обоснован требуемый тепловой поток установки для термической обработки сои. Разработана методика расчета конструктивных параметров температора – теплоизолированного бункера для отстоя сои. Обоснованы параметры рекуператора для отбора теплоты от нагретой сои, а также обоснован коэффициент теплоотдачи от нагретой и увлажненной сои к стенке теплообменника [4-7].

Установлено, что в применении вновь созданного технологического оборудования с двухсторонним нагревом сои за счет перераспределения тепловых потоков: нагрев сои сверху инфракрасными излучателями, снизу электронагревательной поверхностью транспортирующего устройства сокращается время нагрева сои до заданной температуры, повышается производительность обработки в 1,4 раза, снижается расход электроэнергии на 26,3% по сравнению с односторонним нагревом инфракрасными излучателями. Кроме того, перераспределение тепловых потоков позволяет равномерно прогревать весь объем зерна, что повышает качество ее обработки [8].

Однако для правильного и эффективного использования установки термообработки сои в производственных условиях требуется разработка конкретной технологии с обоснованием ее технологических, энергетических и режимных параметров, а также схема маршрутной технологии и операционные карты.

Следует отметить, что слово «технология» произошло от двух греческих слов: «техно» – мастерство и «логос» – наука, то есть технология – это наука о мастерстве. В современном понимании технология производства изделия, продукта и т.д. – это наука о производственных способах обработки материалов. Технология термической обработки занимается вопросами обработки материала (металла, зерно и др.) путем нагрева и охлаждения, при которой форма материала не изменяется, а изменяются его физические свойства. В узком смысле, технология – это совокупность приемов и способов получения, обработки, переработки сырья, материалов.

Разработка технологии производства начинается с процесса создания маршрутной технологии, в которой указывается последовательность проведения основных этапов операций и их закрепления за определенными списками оборудования. Следующим этапом разработки технологии производства является выработка операционной технологии, в содержание которой входят пооперационные технологические карты. Выбранная технология должна гаран-

тировать повышение производительности труда, снижение энергозатрат, обеспечение требуемого качества изделия продукта.

Целью работы являлась: разработка технологии термической обработки и охлаждения сои применительно к вновь разработанному технологическому оборудованию с комбинированным нагревом.

Для реализации этой цели были поставлены задачи:

1. Разработать маршрутную схему технологии термической обработки сои с комбинированным ее нагревом.

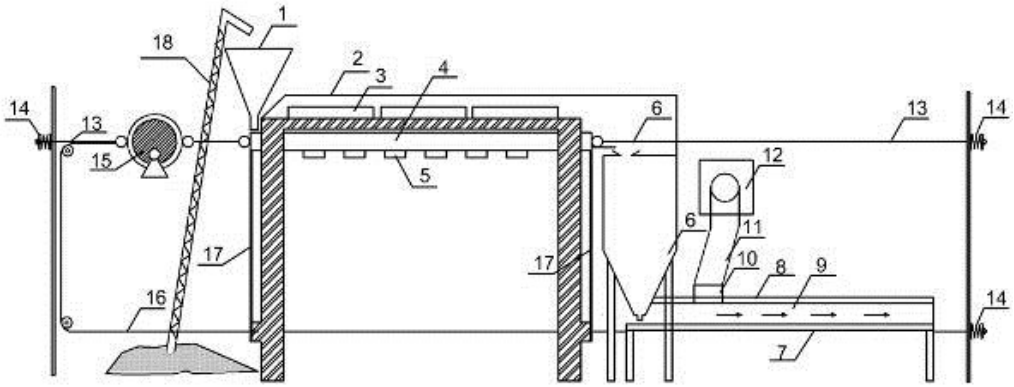
2. Разработать пооперационные технологические карты термической обработки сои.

Результаты и их обсуждение. В основу разрабатываемой технологии термической обработки зерна сои положены научные знания, полученные в результате теоретических и экспериментальных исследований, а также производственного опыта термической обработке сои для сельхозпредприятия ГПУ ППЗ «Орловский» Тамбовского района.

Предлагаемая технология разрабатывалась применительно к впервые созданному технологическому оборудованию (рисунок1), включая энергоэкономную систему энергообеспечения процесса нагрева сои (нагрев сверху инфракрасными излучателями, снизу – от нагретой поверхности транспортирующего устройства вибрационного транспортера), выполненную на базе вибрационного транспортера; температор, систему охлаждения темперированной сои с вторым вибротранспортером.

На первом этапе создания технологии была разработана маршрутная технология термической обработки сои, предполагающая следующую последовательность проведения операций (рисунок 2).

Ответственный исполнитель работ подает в администрацию заявку на получение со склада или с пункта подработки (очистки) необходимое количество сои.



1 – загрузочный бункер, 2 – термоизолирующая высокотемпературная рабочая камера, 3 – инфракрасные излучатели, 4 – качающийся теплопроводный прямоугольный желоб, 5 – ТЭНы, 6 – теплоизолированный бункер-температор, 7 – качающий желоб 8 – охлаждающая камера, 9 – кожух охлаждающей камеры, 10 – патрубок, 11 – воздуховод, 12 – вентилятор, 13 – шток, 14 – пружина, 15 – вибропривод, 16 – трос, 17 – рессоры, 18 – шнековый транспортер

Рисунок 1 – Технологическая линия термической обработки и охлаждения сои

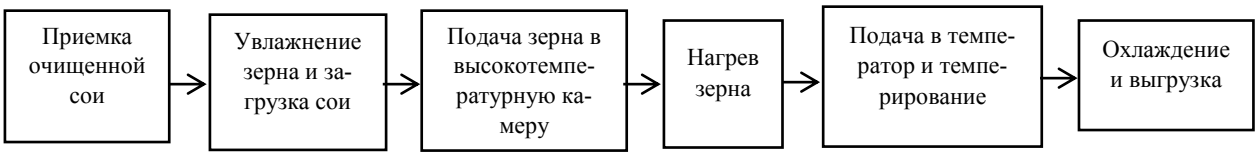


Рисунок 2 – Схема маршрутной технологии обработки сои

Автотранспортом или другим видом транспорта, соя транспортируется на участок (технологическую линию термической обработки) и разгружается в бункер или на площадку с ограждениями (рисунок 1). Передача сои оформляется документально (по накладной). Затем проводится подготовка сои для термообработки: определяется влажность зерна, расход воды на увлажнение.

Ранее была установлена необходимость определенного увлажнения сои перед обработкой [9] для достижения нормативного показателя уровня активности уреазы (0,2–0,3 ΔpH). Было обнаружено, что исходная оптимальная влажность для сои - 18 – 19 %.

Проведенные исследования показали, что на поглощение воды семенами сои существенно влияет температура воды. С помощью влагомера «Фауна» было обнаружено, что семена сои «Лира» при комнатной температуре при замачивании впитывают количество воды, равное их весу, приблизительно за 4 часа, а при 100 ^{0}С за ~ 15 минут. При температуре воды 10 - 20°С увлажнение семян до влажности 18-19 % длится, в зависимости от сорта сои и исходной влажности, от 1 до 5 часов, сократить время увлажнения в 3 - 5 и более раз можно, если увлажнять сою подогретой водой (60…80°С).

Было установлено, что на скорость увлажнения сои влияет исходная влажность и сорт семян. Исследования показали, например, что для сорта «Припять» время увлажнения до влажности 18 % составляет 7 мин., а для сорта «Ланцетная» – 60 мин, при одинаковой исходной влажности – 5% (таблица 1). Как правило, хуже впитывают воду более твердые семена меньшего размера.

В предлагаемой технологии термической обработки увлажнение сои совмещается с транспортированием ее шнековым транспортером 18 (рисунок 1) в загрузочный бункер 1 (рисунок 1). Из загрузочного бункера специальным устройством соя забирается и подается на желоб вибрационного транспортера 4 (рисунок 1). Затем соя по желобу вибрационного транспортера перемещается в высокотемпературную рабочую камеру, в которой под воздействием тепловой энергии от нагретой поверхности желоба и инфракрасных излучателей 3 нагревается до 120…130 °С. Затем нагретая соя с желоба скатывается в температор 6, там отстаивается и после отстоя подается на желоб 7 системы охлаждения. Охлажденная соя поступает на выгрузную площадку.

Таблица 1- Влияние сорта и продолжительности замачивания на влажность сои. Температура воды - комнатная

Продолжительность замачивания, мин	Влажность (%) в зависимости от сорта сои				
	Ланцентная	Аннушка	Лира	Припять	Припять2
0	5	3	7	5	9
10	8	10	14	23	19
20	11	13	19	27	23
30	13	16	25	32	26
60	18	23	30	42	32

Так как технология термической обработки сои с применением комбинированного нагрева не имеет аналогов, то трудоемкость работ принята исходя из производственного опыта по термической обработке сои в количестве 5000 кг для сельхозпредприятия ГПУ ППЗ «Орловский» Тамбовского района. Из опыта следует, что все работы, предусмотренные технологией термической обработки сои, должны выполняться двумя рабочими (2 чел-ч), прошедшими обучение и получивших практику на этих работах.

Для проверки качества обработанной сои (уровень уреазы, индекс дисперсности протеина, величина растворимого протеина и др. показателей) отбираются контрольные пробы и направляются в специализированную лабораторию.

Следующим этапом разработки технологии термической обработки сои являлась выработка операционной технологии, в содержание которой входят операционные технологические карты (рисунок 3).

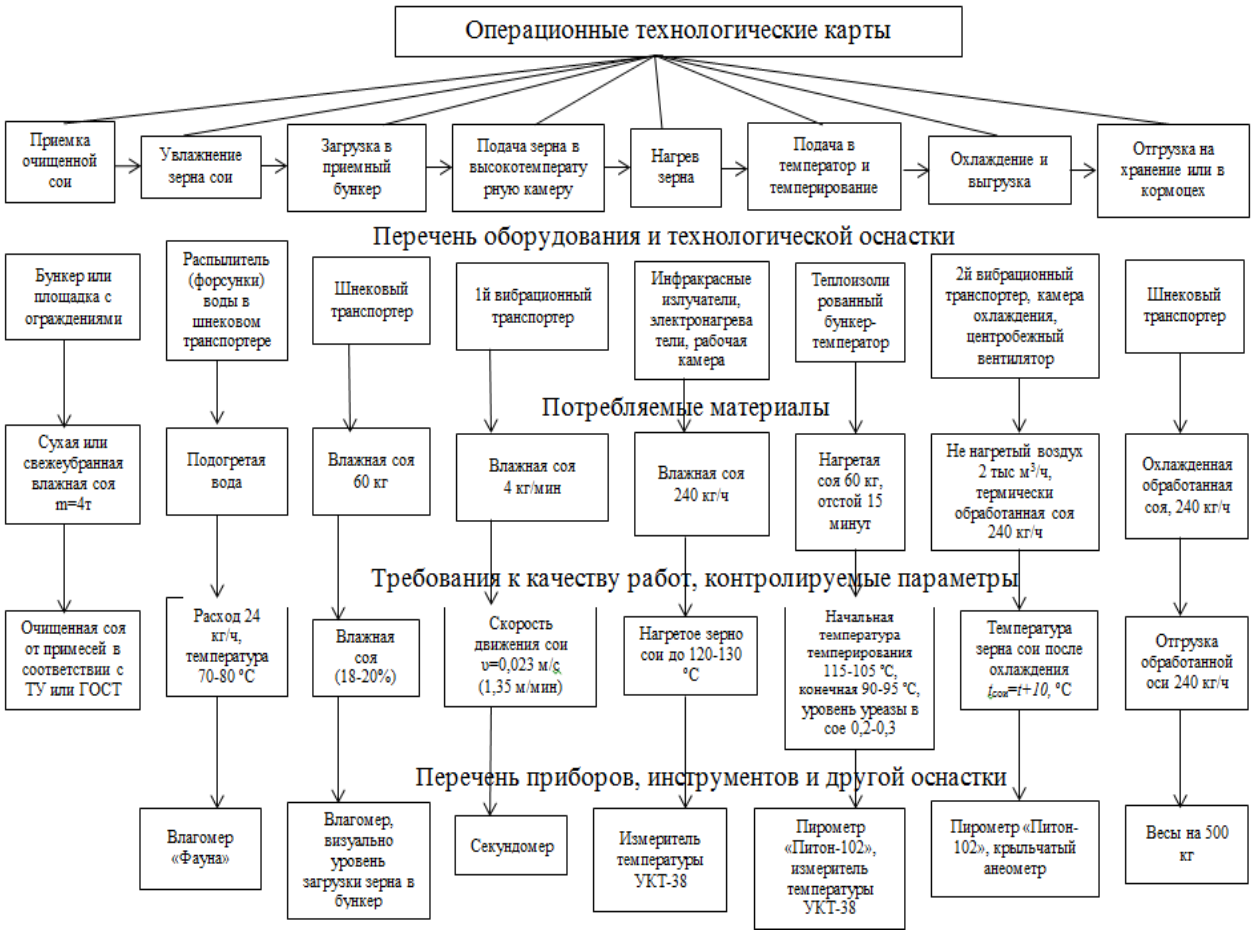


Рисунок 3 – Операционные карты на технологию термической обработки сои.

Подробное описание всех операционных технологических карт здесь приводить нецелесообразно, в качестве примера дано описание одной технологической карты на процесс нагрева зерна сои.

1. Общие сведения по процессу нагрева сои.

Исследованиями доказано, что эффективный нагрев сои обеспечивается при использовании системы энергообеспечения с комбинированным нагревом: сверху инфракрасными излучателями, снизу – электронагревательными элементами, выполненной на базе вибрационного транспортера, высокотемпературной рабочей камеры и температора.

2. Перечень оборудования и технологической оснастки.

Для выполнения процесса нагрева сои используется экспериментальная установка с комбинированным нагревом сои, состоящая из вибрационного транспортера, рабочей камеры с инфракрасными излучателями и электронагревательными элементами, теплоизолированного бункера.

3. Потребность в материалах и энергии: 240 кг влажной сои на 1 ч работы, 33 кВт·ч электроэнергии.

4. Требования к качеству работ: нагрев зерна сои до 120…130 ºС, снижение антипитательных веществ до нормируемого уровня.

5. Перечень приборов, инструментов и другой оснастки: для реализации технологии термической обработки сои требуются: многоканальный измеритель температуры УКт-38, пирометр «Питон-102», электрический счетчик «Меркурий-230», клещи тока DT-266C, влагомер зерна «Фауна».

6. Затраты труда на выполнение работ: 2 чел./ч на обработку 240 кг сои.

На этом разработка технологии термической обработки сои считается завершенной.

Заключение. Разработана маршрутная технология термической обработки сои, в которой приведена последовательность выполнения процессов. Разработаны операционные технологические карты с подробным всех этапов каждого технологического процесса. Показано, что в технологии термической обработки сои обязательным является ее увлажнение до 18-19 %. На скорость увлажнения сои влияет исходная влажность семян, температура воды, время замачивания, сорт семян. Из исследуемых сортов сои наилучшие результаты по скорости увлажнения показал сорт «Припять».

Список литературы

1. Патент на изобретение № 2615004 Российская Федерация. МПК A23L 11/00.Способ обработки полножирных соевых бобов. / Шувалов А.М., Чернов Д.С., Шулаев Г.М., Вотановская Н.А., Машков А.Н.; заявитель и патентообладатель ФГБНУ ВНИИТиН. - №2015153579, заяв. 14.12.2015; опубл. 03.04.2017. Бюл. №10.

2. Патент на изобретение №2556899 Российская Федерация. МПК A23B9/02. Устройство для термообработки зерна. / Шувалов А.М., Чернов Д.С., Шулаев Г.М., Вотановская Н.А., Машков А.Н.; заявитель и патентообладатель ГНУ ВНИИТиН Россельхозакадемии. - №2014120554, заяв. 21.05.2014; опубл. 20.07.2015. Бюл. №20.

3. Шувалов, А.М. Энергоэкономный способ термообработки сои / А.М. Шувалов, А.Н. Машков, Д.С. Чернов, Г.М. Шулаев, Н.А. Вотановская // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2015. –№3. –С. 7–8.

4. Шувалов, А.М. Исследование качественных показателей зерна сои в процессе термообработки / А.М. Шувалов, Н.А. Вотановская, Д.С. Чернов, Г.М. Шулаев, А.Н. Машков. // Наука в центральной России. –2015. –№1. – С. 12–18.

5. Шувалов, А.М. Обоснование режимов темперирования сои в процессе гидротермической обработки / А.М. Шувалов, А.Н. Машков, Д.С. Чернов Г.М. Шулаев, Н.А. Вотановская // Наука в центральной России. – 2016. – № 2 (20). – С. 16-21.

6. Машков, А.Н. Обоснование параметров вибрационного транспортера для термической обработки сои [Текст] / А.Н. Машков, А.В. Анашкин, В.И. Доровских // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2017. – № 3 (27). – С. 105-107.

7. Шувалов, А.М. Расчет параметров установки для электротепловой обработки зерна сои [Текст] / А.М. Шувалов, А.Н. Машков // Наука в центральной России. – 2017. – № 5 (29). – С. 69-75.

8. Шувалов, А.М. Влияние способов термообработки на равномерность прогрева зерна сои / А.М. Шувалов, А.Н. Машков, Д.С. Чернов Г.М. Шулаев, Н.А. Вотановская // Наука в центральной России. – 2017. – № 1 (25). – С. 69-75.

9. Вотановская Н.А., Чернов Д.С., Шувалов А.М., Шулаев Г.М., Машков А.Н. Обоснование исходной влажности зерна сои перед термической обработкой // Вестник ТГУ.- 2015. - Т.20, вып.2. - С. 446 – 448.

References

1. Patent na izobretenie № 2615004 Rossijskaja Federacija. MPK A23L 11/00.Sposob obrabotki polnozhirnyh soevyh bobov. / Shuvalov A.M., Chernov D.S., Shulaev G.M., Votanovskaja N.A., Mashkov A.N.; zajavitel' i patentoobladatel' FGBNU VNIITiN. - №2015153579, zajav. 14.12.2015; opubl. 03.04.2017. Bjul. №10.

2. Patent na izobretenie №2556899 Rossijskaja Federacija. MPK A23V9/02. Ustroj-stvo dlja termoobrabotki zerna. / Shuvalov A.M., Chernov D.S., Shulaev G.M., Votanovskaja N.A., Mashkov A.N.; zajavitel' i patentoobladatel' GNU VNIITiN Rossel'hozakademii. - №2014120554, zajav. 21.05.2014; opubl. 20.07.2015. Bjul. №20.

3. Shuvalov, A.M. Jenergojekonomnyj sposob termoobrabotki soi / A.M. Shuvalov, A.N. Mashkov, D.S. Chernov, G.M. Shulaev, N.A. Votanovskaja // Mehanizacija i jelektrifika-cija sel'skogo hozjajstva. – 2015. –№3. –S. 7–8.

4. Shuvalov, A.M. Issledovanie kachestvennyh pokazatelej zerna soi v processe termoobrabotki / A.M. Shuvalov, N.A. Votanovskaja, D.S. Chernov, G.M. Shulaev, A.N. Mashkov. // Nauka v central'noj Rossii. –2015. –№1. – S. 12–18.

5. Shuvalov, A.M. Obosnovanie rezhimov temperirovanija soi v processe gidroter-micheskoj obrabotki / A.M. Shuvalov, A.N. Mashkov, D.S. Chernov G.M. Shulaev, N.A. Vota-novskaja // Nauka v central'noj Rossii. – 2016. – № 2 (20). – S. 16-21.

6. Mashkov, A.N. Obosnovanie parametrov vibracionnogo transportera dlja termiche-skoj obrabotki soi [Tekst] / A.N. Mashkov, A.V. Anashkin, V.I. Dorovskih // Vestnik Vse-rossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta mehanizacii zhivotnovodstva. – 2017. – № 3 (27). – S. 105-107.

7. Shuvalov, A.M. Raschet parametrov ustanovki dlja jelektroteplovoj obrabotki zerna soi [Tekst] / A.M. Shuvalov, A.N. Mashkov // Nauka v central'noj Rossii. – 2017. – № 5 (29). – S. 69-75.

8. Shuvalov, A.M. Vlijanie sposobov termoobrabotki na ravnomernost' progreva zer-na soi / A.M. Shuvalov, A.N. Mashkov, D.S. Chernov G.M. Shulaev, N.A. Votanovskaja // Nauka v central'noj Rossii. – 2017. – № 1 (25). – S. 69-75.

9. Votanovskaja N.A., Chernov D.S., Shuvalov A.M., Shulaev G.M., Mashkov A.N. Obosnovanie ishodnoj vlazhnosti zerna soi pered termicheskoj obrabotkoj // Vestnik TGU.- 2015. -T.20, vyp.2. - S. 446 – 448.

УДК 636. 034

АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ДОБАВКА В РАЦИОНЫ КОРОВ

Филиппова Ольга Борисовна,
кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, заведующая лабораторией технологии производства молока и говядины, E-mail: filippova1968@mail.ru
Кийко Елена Ильинична,
кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, E-mail: alenakiiko@mail.ru
Зазуля Александр Николаевич,
доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник

ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве. Тамбов

Аннотация. *Изучали влияние состава кормосмесей на продуктивные качества коров. Исследования проводили на лактирующих коровах черно-пестрой породы живой массой 600 кг и среднесуточным удоем 25-28 кг в условиях АО «Голицыно» Никифоровского района Тамбовской области в зимне-стойловый период. В состав кормосмеси входили: комбикорм, силос кукурузный, сено люцерновое, сенаж злаково-бобовый (люцерна и овес), патока свекловичная. Контрольный вариант комбикорма включал подсолнечниковый жмых, натуральное зерно люпина (8 %), а также зерно пшеницы, ячменя, кукурузы, витамины и минеральные добавки. В опытном комбикорме подсолнечниковый жмых был заменен на некондиционные семена подсолнечника в количестве 5 %. Соотношения компонентов в комбикормах подобраны с учетом степени растворимости протеина в рубце, определенной в результате биохимических анализов. Для приготовления кормовых смесей использовался кормораздатчик-смеситель ИСРК-12 «Хозяин», который обеспечивал измельчение и смешивание кормов. Для оптимизации состава рационов использована компьютерная программа «Корм Оптима». Переваримость сухого вещества комбикормов определяли по ГОСТ 24230-80, растворимый протеин –по ГОСТ 13979.3-68. У коров регулярно отбирали индивидуальные и общие пробы молока для исследования показателей качества. Установили, что использование некондиционных семян подсолнечника вместо жмыха подсолнечникового позволяет уменьшить долю распадаемого протеина на 1,3 %, повысить переваримость сухого вещества на 3,2 %, увеличить массовую долю жира в сборном молоке на 5,2 %, не причиняя вреда здоровью животных. Оптимизированы рационы из кормовых смесей для дойных коров в период первых 120 дней лактации. Стоимость кормовых смесей с разными вариантами комбикормов в расчете на одну корову существенно не отличалась.*

Ключевые слова: *крупный рогатый скот, комбикорм, кормовые смеси, некондиционное семя подсолнечника, жмых подсолнечниковый, молоко.*

ALTERNATIVE POWER ADDITION IN RATIONS OF COWS

Filippova Olga,
Candidate of Biology, Leading Scientific Researcher, Head of the Laboratory of Technology of Production of Milk and Beef, E-mail: filippova1968@mail.ru
Kiyko Elena,
Candidate of Biology, Leading Scientific Researcher, E-mail: alenakiiko@mail.ru
Zazulya Alexandr,
Full Doctor of Technical Sciences, Professor, Main Scientific Worker,

FGBNU «All-Russian ResearchInstitute for the Use of Machinery and Petroleum Productsin agriculture», Tambov

Annotation.*The influence of the composition of feed mixtures on the productive qualities of cows was studied. Studies were carried out on lactating cows of black and motley breed with a live mass of 600 kg and an average daily yield of 25-28 kg in the conditions of JSC "Golitsyno" of the Nikiforovsky district of the Tambov region in the winter-stall period. The composition of the mix*

consisted of: mixed fodder, corn silage, alfalfa hay, hay-legume hay (lucerne and oats), beet molasses. Control variant of mixed feed included sunflower meal, natural grain of lupine (8%), as well as grain of wheat, barley, corn, vitamins and mineral additives.In experimental feed, sunflower meal was replaced by sub-standard sunflower seeds in an amount of 5 %. The proportions of the components in the feed are chosen taking into account the degree of solubility of the protein in the rumen, determined as a result of biochemical analyzes.ISRK-12 Feeder-mixer "Master", which provided grinding and mixing of feeds, was used for the preparation of feed mixtures.The computer program "Feed Optima" was used to optimize the composition of rations.The digestibility of the dry matter of mixed fodders was determined in accordance with GOST 24230-80, soluble protein, according to GOST 13979.3-68. Individual and general samples of milk for the study of quality indicators were regularly selected from cows. It was established that the use of substandard sunflower seeds instead of sunflower meal can reduce the proportion of disintegrated protein by 1.3%, increase digestibility of dry matter by 3.2%, increase the mass fraction of fat in prefabricated milk by 5.2% without causing harm to the health of animals. Rations from fodder mixtures for milk cows during the first 120 days of lactation are optimized.The cost of feed mixtures with different feed variants per cow was not significantly different.

Keywords: *cattle,mixed feed, fodder mixtures, sub-standard sunflower seeds,sunflower-cake, milk.*

Введение. Основой крепкого здоровья и высокой продуктивности сельскохозяйственных животных является оптимальное состояние их обмена веществ. Однако при интенсивном ведении отрасли производственная технология содержания и кормления коров во многом не соответствует физиологическим потребностям их организма. Высокопродуктивные коровы имеют интенсивный обмен веществ и высокую потребность в обменной энергии. Для решения этой проблемы при кормлении животных используются различные источники жира растительного и животного происхождения (кормовой жир, растительное масло, жмыхи, шроты и т.д.). Высшие жирные кислоты, присутствующие в кормовых культурах, хорошо восполняют недостаток энергии у коров. К наиболее распространенным жирным кислотам относятся ненасыщенные линоленовая, линолевая и олеиновая. В рубце жвачных под воздействием микрофлоры они превращаются в насыщенные стеариновую и пальмитиновую, которые в дальнейшем используются в обменных процессах [1, 2].

Однако возможности существенного снижения дефицита энергии в стандартных рационах коров ограниченны из-за дороговизны и не всегда высокого качества кормовых средств, несущих в себе высокий энергетический потенциал. Кроме того, избыток жира в рационе (более 6 % от сухого вещества) ингибирует нормальный процесс рубцового пищеварения, снижает скорость и степень переваривания питательных веществ, особенно клетчатки. В свою очередь недостаток жира в рационе (менее 3% по сухому веществу) отрицательно сказывается на обмене энергии и жирных кислот в организме – у коров снижается не только удой, но и концентрация белка в молоке.

Поэтому в кормлении дойных коров предлагается использовать некондиционное семя подсолнечника, получаемое в процессе уборки этой масличной культуры [3]. При не точно отрегулированной жатке нередко возникают механические повреждения семян. Содержание их в ворохе может составить 5-10%, при этом свежеубранные дробленые семена даже при низкой влажности (5-6%) сохраняются плохо. В течение месяца кислотное число масла, полученного из таких семян, увеличивается более чем в 4 раза. Поскольку такие семена не под-

лежат длительному хранению, то часто не принимаются маслодельными заводами на переработку, зато их можно использовать в качестве высокоэнергетической кормовой добавки, альтернативной традиционным жмыхам и шротам. Главным запасным веществом в семенах подсолнечника является жир, в составе которого преобладают ненасыщенные жирные кислоты. Второе место по содержанию занимает протеин, в котором преобладает глобулиновая фракция белка с высокой концентрацией незаменимых аминокислот – лизина, триптофана и метионина. Пищевая ценность подсолнечных белков составляет 89 % ценности белка куриного яйца [4]. Замена дорогостоящих жировых и белковых компонентов на более доступные отходы маслодельного производства позволит поддерживать продуктивные качества животных на должном уровне без снижения питательности рационов.

Методы и объекты исследования. Научно-производственные испытания комбикорма, в который были включены некондиционные семена подсолнечника (собственного производства), проведены на лактирующих коровах черно-пестрой породы живой массой 600 кг и среднесуточным удоем 25-28 кг в условиях АО «Голицыно» Никифоровского района Тамбовской области в зимне-стойловый период. Для сравнения (контрольная группа) был использован аналогичный состав комбикорма, в который вместо семян подсолнечника входил жмых подсолнечниковый, а также бобы люпина кормового (таблица 1).

Кроме указанных компонентов в состав комбикормов были включены: фуражное зерно ячменя, пшеницы и кукурузы, Минвит-6, соль поваренная, монофосфаты кальция и натрия. Витаминно-минеральный комплекс добавлялся в конце дробления и смешивания основных компонентов. В состав кормосмеси кроме комбикормов входили: силос кукурузный, сено люцерновое, сенаж злаково-бобовый (люцерна и овес), патока свекловичная. Для приготовления кормовых смесей использовался кормораздатчик-смеситель ИСРК-12 «Хозяин», который обеспечивал измельчение и смешивание кормов.

Для оптимизации состава рационов была использована компьютерная программа «Корм Оптима». Переваримость сухого вещества комбикормов определяли методом invitro по ГОСТ 24230-80, растворимый протеин – в буферном растворе Мак-Даугла по ГОСТ 13979.3-68. В период от 20-го до 120-го дня после отела у животных производился отбор индивидуальных и сборных проб молока для исследования качественных показателей (жир, белок, мочевина). Определялась стоимость изучаемых комбикормов и кормосмесей в расчете на одну корову.

Результаты исследования. При составлении структуры рационов главная задача состоит в получении оптимальных соотношений расщепляемого и нерасщепляемого в рубце протеина, сахаропротеинового отношения, а также концентраций переваримого протеина в единице энергии корма и сырого жира, удовлетворяющих физиологические потребности животных.

Перед составлением рационов был проведен зоотехнический анализ компонентов комбикормов, в том числе, определена степень расщепляемости протеина в рубце по уровню его растворимости, согласно уравнениям регрессии [2,5] (таблица 1). Определение доли легко расщепляемой фракции кормового белка необходимо для нормирования азота корма, доступного для микробиального синтеза.

Жмых подсолнечниковый обеспечил более высокий уровень сырого протеина в контрольном варианте комбикорма – на 10,7 г/кг сухого вещества, по сравнению с опытным вариантом. Однако использование семян подсолнечника некондиционных вместо жмыха под-

солнечникового позволило уменьшить долю распадаемого протеина на 1,3 % и повысить переваримость сухого вещества на 3,2% за счет, очевидно, снижения уровня сырой клетчатки (на 8,4 г/кг). При этом содержание сырого жира в 1 кг опытного комбикорма было на 9,6 г (17,5%) больше, чем в контрольном варианте.

Таблица 1 – Состав и питательность комбикормов

Состав, %	Варианты комбикормов	
	контрольный	опытный
Ячмень	28,5	30,5
Пшеница	25	25
Кукуруза	29	30
Люпин	8	8
Жмых подсолнечниковый	8	–
Семя подсолнечника некондиционное	–	5
Монокальцийфосфат	0,5	0,5
Мононатрийфосфат	1,0	1,0
Соль поваренная, г/гол./сут.	120	120
Минвит-6, г/гол./сут.	200	200
Содержание в комбикорме, в 1 кг сухого вещества		
ОЭ, МДж	12,2	12,1
Сухое вещество (СВ), г	908,0	903,4
Сырой протеин (СП), г	143,7	133,0
Переваримый протеин (ПП), г	111,6	102,3
Расщепляемый протеин (РП), г	100,7	91,4
РП, % от СП	70,0	68,7
Зола, г	24,4	22,7
Сырой жир (СЖ), г	45,3	54,9
Сырая клетчатка (СК), г	53,5	45,1
Легкогидролизуемые углеводы, г	66,6	60,5
Фосфор, г	8,6	7,95
Кальций, г	2,15	1,9
Переваримость СВ in vitro, %	58,33	61,50

Рацион с использованием семян подсолнечника некондиционных практически не уступал по питательности варианту рациона со жмыхом подсолнечниковым (таблица 2).

Содержание сырого жира в нем хотя и было на максимально допустимом уровне согласно рекомендуемым нормам, однако составляло всего 3,4% от сухого вещества, то есть не превышало концентрации, при которой, по некоторым источникам [2], возможно нарушение функции рубцовых микроорганизмов, переваривающих клетчатку.

Соотношение содержания жира и белка в молоке характеризует функциональное состояние системы пищеварения. В норме такое соотношение должно составлять 1,15-1,4 условных единиц [7, 9]. Значения данного показателя в сборном молоке указывали на отсутствие проблем с пищеварением и обменом веществ у большей части дойных коров в стаде при использовании обоих вариантов комбикормов. Снижение такого соотношения в индивидуальных пробах молока у отдельных высокопродуктивных коров ниже 1,1 может быть связано с функциональной нагрузкой на их организм в период раздоя [10].

Таблица 2 – Рационы коров с вариантами комбикормов

Корма, кг	Рационы с вариантами комбикормов		Рекомендуемые нормы кормления для коров массой 600 кг и удоем 24-28 кг[6, 7, 8]
	контрольный	опытный	
Сено люцерновое	5	5	
Сенаж злаково-бобовый	11	11	
Силос кукурузный	14	14	
Патока кормовая	1,5	1,5	
Комбикорм	7	7	
Основные показатели питательности, в натуральном веществе			
Обменная энергия, МДж	204	203	200-225
Сухое вещество (СВ), кг	21,81	21,77	20,5-22,1
Сырой протеин (СП), г	2915	2842,8	2880-3290
Переваримый протеин (ПП), г	2034,4	1975,6	1900-2205
Распадаемый протеин (РП), г	1997,5	1935,9	1790-2015
РП, % от СП	68,5	68,1	60-70
Сырой жир (СЖ), г	683	742	590-730
СЖ, % от СВ	3,1	3,4	3-6
Сырая клетчатка (СК), г	4127,1	4072	4500
СК, % от СВ	18,9	18,7	18-23
Легкогидролизуемые углеводы, г	1946,9	1942	1800-2220
Кальций, г	140,7	139,0	126-142
Фосфор, г	97,3	93,0	90-102
Сахаропротеиновое отношение	0,95	0,98	0,94-1,00
ПП в 1 ЭКЕ, г	99,7	97,3	95-98

Считается [2], что добавка кормового жира может вызвать снижение молочного жира за счет ухудшения переваримости клетчатки в рубце. Однако правильно сбалансированный рацион с оптимальным содержанием жира оказывает положительное влияние на пищеварение и обменные процессы у коров. Это подтверждается и изменениями в содержании молочного жира по результатам анализа молока при проведении контрольных доек (таблица 3).

Добавление в рацион некондиционных семян подсолнечника способствовало повышению массовой доли молочного жира в сборном молоке на 0,2 абс.%, что составляет 5,2 %, по отношению к рациону со жмыхом. В индивидуальных пробах от коров, находящихся на 2-3-м месяце лактации, разница в содержании молочного жира была менее заметна – 0,08 абс. %, что составляет 2,5 отн. %. Использование альтернативной добавки в рационе животных не привело к существенному изменению концентрации белка и мочевины в сборном молоке в среднем за весь зимне-стойловый период. В индивидуальных пробах молока, взятых у коров через 3-6 недель после отела, концентрация мочевины не достигала оптимальных значений (2,66 - 4,66 ммоль/л) [7], что было обусловлено недостаточным уровнем обменной энергии в результате относительно низкого потребления корма коровами в начальном периоде лактации на фоне увеличивающегося удоя.

Подсчеты показали, что себестоимость всех вариантов комбикормов и, соответственно, кормовых смесей, использованных в рационах во время проведения экспериментов, существенно не отличалась (таблица 4). Так, при применении семян подсолнечника собственной выработки себестоимость рациона в целом в расчете на одну корову за зимне-стойловый период составила 19277,2 рублей, что на 44,5 рубля меньше по сравнению с вариантом, включавшим подсолнечный жмых. Использование некондиционных семян подсолнечника, купленных по рыночной стоимости, привело к незначительному удорожанию рациона, по срав-

нению с программой питания, содержавшей подсолнечный жмых – на 118,7 рубля за весь период.

Таблица 3 – Показатели молока

Показатели	Группа коров	
	Контрольная	Опытная
Содержание в сборном молоке в среднем за зимне-стойловый период:		
Жир, %	3,81 ± 0,09	4,01 ± 0,07
Белок, %	3,11 ± 0,01	3,08 ± 0,04
Жир/белок	1,24 ± 0,03	1,32 ± 0,02
Мочевина, моль/л	4,33 ± 0,22	3,94 ± 0,15
Содержание в индивидуальных пробах в первый период лактации:		
Жир, %	3,17 ± 0,04	3,25 ± 0,19
Белок, %	3,06 ± 0,01	3,05 ± 0,01
Жир/белок	1,05 ± 0,01	1,08 ± 0,08
Мочевина, моль/л	1,46 ± 0,11	1,29 ± 0,08

Таблица 4 – Себестоимость кормов в расчете на 1 животное (руб.)

Показатели	Варианты комбикормов		
	Жмых подсолнечниковый	Некондиционные семена подсолнечника	
		собственного производства	купленные по рыночной стоимости
Себестоимость 1 кг комбикорма (без учета минеральной части)	6,7	6,67	6,78
Себестоимость рациона за 1 кормодень	91,14	90,93	91,7
Себестоимость кормосмеси за зимне-стойловый период	19321,7	19277,2	19440,4

Заключение. Проведенные исследования показали, что некондиционное семя подсолнечника вполне может выступать в роли высокоэнергетического компонента рациона сельскохозяйственных животных, в частности дойных коров. Замена жмыха подсолнечникового в комбикорме на некондиционные семена подсолнечника способствует увеличению массовой доли жира в сборном молоке на 5,2% (0,2 абс. %), не причиняя, при этом, вреда здоровью животных. Стоимость комбикормов и рационов при такой замене существенно не меняется, даже становится ниже в случае собственного производства данного компонента.

Список литературы

1. Алиев А.А. Обмен веществ у жвачных животных. -М.: МНИЦ «Интер», 1997. 419 с.

2. Харитонов Е.Л. Физиология и биохимия молочного скота. –Боровск: Изд-во «Оптима Пресс», – 2011. – 372 с.

3. Патент РФ 2621315. Комбикорм для дойных коров /О.Б. Филиппова, Е.И. Кийко, А.Н. Зазуля. Заявка № 246143655/13(0727) от. 07.11.2016. Опубл. 01.06.2017. Бюл. № 16.

4. Мороз З.М. Использование отходов подсолнечника на корм скоту. –Л.: Колос, 1979. – 80 с.

5. Протеиновое питание молочных коров: Рекомендации по нормированию / Б.Д. Кальницкий, А.М. Материкин, Л.А. Заболотнов, Е.Л. Харитонов, А.И. Фицев, И.К. Медведев. – Боровск: ВНИИФБиП с.-х. животных, 1998. – 28 с.

6. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справочное пособие. 3-е издание переработанное и дополненное / Под ред. А.П. Калашникова, В.И. Фисинина, В.В. Щеглова. – Москва, 2003. – С. 42-80.

7. Подобед Л.И. Корма и кормление высокопродуктивного молочного скота: монография.– Днепропетровск: ОООПКФ «Арт-Пресс», 2012. – 416 с.

8. Основы питания и кормления сельскохозяйственных животных: учебно-методическое пособие / В.Г. Рядчиков. –Краснодар: КубГАУ, 2012.– С. 165-185.

9. Бабенко Е. О чем говорят жирность и белок молока?–URL:http://soft-agro.com/korovy/mineralnye-veshhhhestva-i-vitaminy.html

10. Филиппова О.Б., Фролов А.И., Зазуля А.Н. Метаболический статус нетелей и первотелок при кормлении концентратами с использованием БВМК // Ветеринария. –2016. – №11. –С.49-53.

References

1. Aliev A.A. Obmenveshhestv u zhvachnyhzhivotnyh. – M.: MNIC «Inter», 1997. – 419s.

2. Haritonov E.L. Fiziologijaibiohimijamolochnogoskota. – Borovsk: Izd-vo «Optima Press», – 2011. – 372 s.

3. Patent RF 2621315. Kombikormdljadojnyhkorov / O.B. Filippova, E.I. Kijko, A.N. Zazulja. Zajavka № 246143655/13(0727) ot. 07.11.2016. Opubl. 01.06.2017. Bjul. № 16.

4. Moroz Z.M. Ispol'zovanieothodovpodsolnechnikanakormskotu. – L.: Kolos, 1979. – 80 s.

5. Proteinovoepitaniemolochnyhkorov: Rekomendaciiponormirovaniju / B.D. Kal'nickij, A.M. Materikin, L.A. Zabolotnov, E.L. Haritonov, A.I. Ficev, I.K. Medvedev. – Borovsk: VNIIFBiP s.-h. zhivotnyh, 1998. – 28 s.

6. Normyiracionykormlenijasel'skohozjajstvennyhzhivotnyh: spravochnoeposobie. 3-e izdaniepererabotannoeidopolnennoe / Pod red. A.P. Kalashnikova, V.I. Fisinina, V.V. Shheglova. – Moskva, 2003. – S. 42-80.

7. Podobed L.I. Korma ikormlenievysokoproduktivnogomolochnogoskota: monografija. – Dnepropetrovsk: OOOPKF «Art-Press», 2012. – 416 s.

8. Osnovypitanijaikormlenijasel'skohozjajstvennyhzhivotnyh: uchebno-metodicheskoeposobie / V.G. Rjadchikov. – Krasnodar: KubGAU, 2012. – S. 165-185.

9. Babenko E. O chemgovorjatzhirnost' ibelokmoloka? – URL:http://soft-agro.com/korovy/mineralnye-veshhhhestva-i-vitaminy.html

10. Filippova O.B., Frolov A.I., Zazulja A.N. Metabolicheskij status netelejipervotelok-prikormleniikoncentratami s ispol'zovaniem BVMK // Veterinarija. – 2016. – № 11. – S. 49-53.

УДК 621.436.24

РАСПРЕДЕЛЕННОЕ ОБОГАЩЕНИЕ ВОЗДУШНОГО ЗАРЯДА ДИЗЕЛЯ: ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ

Рыблов Михаил Владимирович,
кандидат технических наук, доцент,
Уханов Денис Александрович,
доктор технических наук, профессор,
Уханов Александр Петрович,
доктор технических наук, профессор
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет»
г. Пенза, Россия, E-mail: dispgau@mail.ru

Аннотация. *Интенсифицировали рабочий процесс дизелей автотракторной техники путем распределенного обогащения воздушного заряда углеводородным активатором и равномерного распределения полученной активаторно-воздушной смеси по цилиндрам дизеля. В качестве активатора использовали 10 – 20 % бензина, керосина, спирта, минерального дизельного топлива, смесевого растительно-минерального топлива. Для равномерного распределения активаторно-воздушной смеси по цилиндрам дизеля разработана топливная система, содержащая дополнительно фильтр, электрический насос, электромагнитные форсунки, рампу, регулятор давления, измеритель массового расхода моторного топлива, датчик фаз и частоты вращения коленчатого вала, электронный блок управления (ЭБУ).Описано общее устройство основных узлов системы и принцип их работы. Приведена теоретическая основа для программирования ЭБУ, управляющего работой электромагнитных форсунок. Установлено, что при распределенном обогащении воздушного заряда дизеля Д-243-648, в зависимости от дозы активатора и нагрузочно-скоростного режима работы дизеля, цикловая подача активатора может составлять от 1 до 13 мг/цикл, при этом длительность управляющих импульсов, формируемых электронным блоком, варьируется от 0,27 до 3,5 мс. Показано, что разработанная система обеспечивает качественное распределение активаторно-воздушной смеси по цилиндрам дизеля и автоматическую дозировку активатора в зависимости от нагрузочного и скоростного режимов работы дизеля.*

Ключевые слова: *трактор, дизель, обогащение воздушного заряда, активатор, система, электромагнитная форсунка, электронный блок управления, датчики.*

MULTI-POINT ENRICHMENT OF DIESEL ENGINE'S AIR CHARGE: TECHNICAL DECISIONS AND THEORETICAL BASIS

Ryblov Mikhail,
Candidate of technical science, assistant professor,
Ukhanov Denis,
Full doctor of technical science, professor,
Ukhanov Alexander,
Full doctor of technical science, professor,
FSBEI HE «Penza state agrarian university»Penza, Russia, E-mail: dispgau@mail.ru

Annotation. *The working process of diesel engines of automotive engineering was intensified by the distributed enrichment of the air charge by the hydrocarbon activator and the uniform distribution of the resulting activator-air mixture over the diesel cylinders. 10 - 20% of gasoline, kerosene, alcohol, mineral diesel fuel, mixed vegetable and mineral fuel was used as an activator.A fuel system containing an additional filter, an electric pump, electromagnetic injectors, a ramp, a pressure regulator, a mass flow meter of motor fuel, a phase and speed sensor of the crankshaft, an electronic control unit (ECU) is designed to evenly distribute the activator-air mixture over the diesel cylinders. The general arrangement of the main nodes of the system and the principle of their operation are described. The theoretical basis for programming the computer controlling the operation of electromagnetic injectors is given. It was found that with the distributed enrichment of the air charge of the diesel engine D-243-648, depending on the dose of the activator and the load-speed regime of the diesel engine operation, the cyclic delivery of the activator can be from 1 to 13 mg / cycle, while the duration of the control pulses generated by the electronic unit, varies from 0.27 to 3.5 ms. It is shown that the developed system provides a qualitative distribution of the activator-air mixture over the diesel cylinders and the automatic dosage of the activator depending on the loading and speed conditions of the diesel engine operation.*

Key words: *tractor, diesel engine, enrichment of air charge, activator, system, electromagnetic injector, electronic control unit, sensors.*

Введение. В структуре энергетических мощностей агропромышленного комплекса преобладающую долю составляют дизели тракторной, комбайновой и автомобильной техники.Эффективная и экологически безопасная эксплуатация такой техники до сих пор представляет актуальную научную и практически значимую проблему. Одним из способов решения данной проблемы является интенсификация рабочего процесса дизеля, например, путем обогащения воздушного заряда различными активаторами.

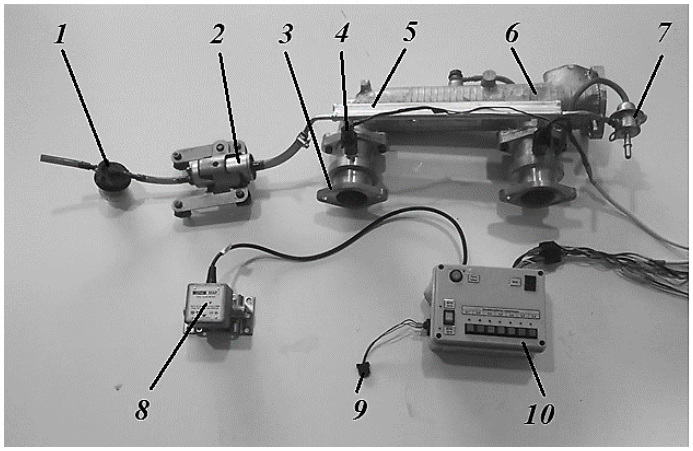
Данный способ заключается в подаче во впускной трубопровод дизеля в такте впуска определенной дозы (10−20 %) мелкораспыленного углеводородного активатора (бензина, керосина, спирта, минерального дизельного топлива, смесевого растительно-минерального топлива и др.) и последующем образовании активаторно-воздушной смеси, способствующей зарождению активных предпламенных очагов для последующего воспламенения основной дозы топлива, впрыскиваемой в камеру сгорания дизеля штатной топливной системой.

Для подачи определенной дозы активатора может использоваться система одноточечного или распределенного одноточечного обогащения воздушного заряда. Система одноточечного обогащения воздушного заряда содержит бак для активатора, электрический насос, фильтр, датчики нагрузочного и скоростного режимов дизеля, электронный блок управления и электромагнитную форсунку, установленную в начале впускного трубопровода. Подача активатора с помощью данной системы позволяет повысить эффективную мощность и КПД дизеля, снизить дымность отработавших газов, форсировать дизель на режиме перегрузок и в целом – повысить производительность машинно-тракторного агрегата [1−9]. Однако при одноточечном обогащении воздушного заряда наблюдается неравномерность распределения активаторно-воздушной смеси по цилиндрам дизеля. Это может привести к межцикловой неравномерности поступления в цилиндры активаторно-воздушной смеси, превышению заданной дозы активатора, ухудшению рабочего процесса и возрастанию «жесткости» работы дизеля [10].

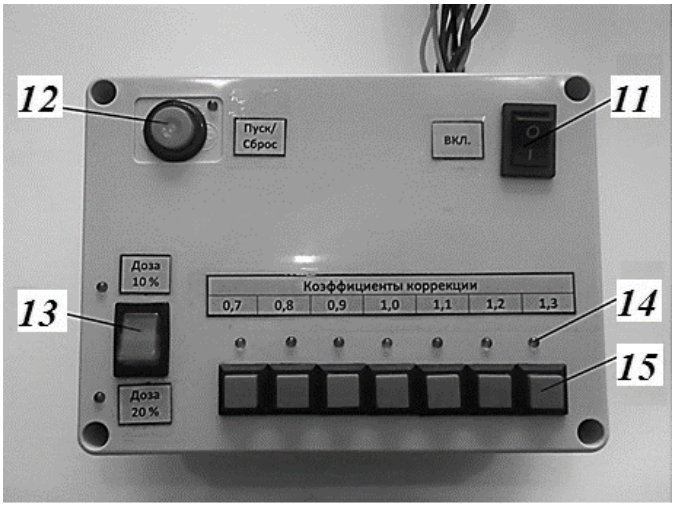
Устранить указанные недостатки и повысить точность дозировки активатора возможно пу-

тем распределенного обогащения воздушного заряда, при котором количество электромагнитных форсунок равно числу цилиндров дизеля или числу ветвей впускного трубопровода, а впрыск активатора осуществляется строго в момент, когда в одном из цилиндров дизеля происходит такт впуска [11].

Материалы и методы. Для практической реализации распределенного обогащения воздушного заряда разработана система, которая наряду с узлами и агрегатами штатной топливной системы дизеля содержит фильтр 1 (рисунок), электрический насос 2, электромагнитные форсунки 4, рампу 5, регулятор давления 7, измеритель 8 массового расхода моторного топлива, датчик 9 фаз и частоты вращения коленчатого вала, электронный блок управления (ЭБУ) 10.



а)



б)

Рисунок – Система распределенного обогащения воздушного заряда дизеля:
а) общий вид системы; б) электронный блок управления;
1 – фильтр очистки активатора; 2 – электрический насос; 3 – вставка-удлинитель ветви впускного трубопровода; 4 – электромагнитная форсунка; 5 - рампа; 6 – штатный впускной трубопровод дизеля; 7 – регулятор давления; 8 – измеритель массового расхода топлива; 9 – датчик фаз и частоты вращения коленчатого вала; 10 – электронный блок управления (ЭБУ); 11 – тумблер включения ЭБУ в бортовую сеть трактора; 12 – клавиша включения и отключения впрыска активатора; 13 – задающий переключатель дозы активатора; 14 – индикационные светодиоды; 15 – задающие клавиши коррекции цикловой подачи активатора

Электромагнитные форсунки 4 установлены во вставках-удлинителях 3 штатного впускного трубопровода 6 дизеля Д-243. Верхним фланцем вставки 3 соединяются с ветвями штатного трубопровода 6, а нижним фланцем − с входными отверстиями впускных каналов головки блока цилиндров дизеля [12]. Входные каналы форсунок 4 закреплены в выходных патрубках рампы 5, которая служит магистралью для подачи активатора к форсункам. Регулятор давления 7, установленный на тупиковом конце рампы 5, предназначен для стабилизации давления активатора в рампе и перепуска избыточного активатора обратно в бак системы распределенного обогащения воздушного заряда [13].

Измеритель 8 массового расхода топлива используется в качестве датчика нагрузочного режима дизеля и служит для согласования заданной дозы активатора (10 % или 20 %) и дозы моторного топлива. Измеритель 8 устанавливается в линии низкого давления топлива дизеля в разрыв топливопровода между фильтром грубой очистки и топливоподкачивающим насосом штатной топливной системы.

Датчик 9 фаз и частоты вращения коленчатого вала служит для обеспечения фазированного впрыска активатора электромагнитными форсунками 4 в момент, когда в одном из цилиндров дизеля происходит такт впуска. Датчик выполнен на основе датчика Холла. Определение момента такта впуска в каком-либо из цилиндров дизеля осуществляется по углу поворота кулачкового вала топливного насоса высокого давления (ТНВД). Датчик 9 фаз выполняет также функцию датчика скоростного режима дизеля, поскольку частота вращения коленчатого вала в два раза больше частоты вращения кулачкового вала ТНВД [14].

Электронный блок управления 10 необходим для управления работой электромагнитных форсунок по определённому алгоритму, зависящему от числа, расположения и порядка работы цилиндров дизеля. Кроме того, блок обеспечивает автоматическую подачу заданной дозы активатора на различных нагрузочных и скоростных режимах работы дизеля на основании информативных сигналов, поступающих с измерителя 8 массового расхода топлива и датчика 9 фаз и частоты вращения коленчатого вала.

Блок 10 разработан на базе программируемого микроконтроллера. На панели управления блока размещен переключатель 13, задающий коэффициент дозы активатора КДА и клавиши 15, задающие коэффициент коррекции цикловой подачи активатора Кв, который может варьироваться от 0,7 до 1,3.

Электронный блок оснащен разъемом для подключения к бортовой сети транспортного средства, датчикам 8 и 9, электрическому насосу 2 и электромагнитным форсункам 4. В электрической схеме блока предусмотрен отладочный разъем для программирования микроконтроллера на различные алгоритмы работы электромагнитных форсунок, зависящие от порядка работы цилиндров дизеля. Таким образом, устройство электронного блока является универсальным для различных моделей дизелей, при этом в зависимости типа, конструкции, числа цилиндров, порядка работы и тактности дизеля меняется только программное обеспечение микроконтроллера ЭБУ.

В программу микроконтроллера ЭБУ закладывается алгоритм работы электромагнитных форсунок и формула для вычисления цикловой подачи активатора gцА, подаваемого в такте впуска для обогащения воздушного заряда [15]:

$$g_{\text{цА}} = \frac{\text{К}_{\text{ДА}} \cdot G_{\text{Т}} \cdot \tau}{0{,}12 \cdot n \cdot z}, \text{ г/цикл}, \qquad (1)$$

где КДА – коэффициент дозы активатора (при дозе 10 % КДА = 0,1; при дозе 20 % КДА = 0,2); Gт – массовый часовой расход моторного топлива, кг/ч; τ – тактность дизеля; n – частота вращения коленчатого вала, мин$^{-1}$;z – число цилиндров дизеля.

Цикловой подаче активатора прямо пропорциональна продолжительность управляющего импульса τвпр, подаваемого в обмотку электромагнитной форсунки, поэтому данные величины связаны соотношением

$$\tau_{впр} = \frac{60 \cdot 10^{3} \cdot К_{в} \cdot g_{цА}}{C_{п}}, \text{ мс}, \quad (2)$$

где Кв – коэффициент коррекции, учитывающий физико-химические свойства активатора; Сп – статическая производительность электромагнитной форсунки, г/мин.

Подставим выражение (1) в формулу (2), получим (с учетом, что τ = 4)

$$\tau_{впр} = \frac{2 \cdot 10^{6} \cdot К_{в} \cdot К_{ДА} \cdot G_{Т}}{C_{п} \cdot n \cdot z}. \quad (3)$$

Массовый расход топлива в единицу времени Gт определяется с помощью измерителя 8, вырабатывающего импульсные сигналы определенной частоты Nимп на 1 л проходящего топлива. При этом число импульсов, вырабатываемых измерителем в секунду (частота f), прямо пропорционально расходу Gт:

$$f = \frac{G_{т} \cdot N_{имп}}{3600 \ \rho_{дт}}, \text{ Гц}, \quad (4)$$

где ρдт – плотность дизельного топлива, г/см^3.

Выразив из формулы (4) расход Gт и подставив его в формулу (3), получим формулу для программирования микроконтроллера ЭБУ по продолжительности τвпр открытия иглы распылителя электромагнитных форсунок:

$$\tau_{впр} = \frac{7{,}2 \cdot 10^{9} \cdot К_{в} \cdot К_{ДА}}{C_{п} \cdot n \cdot z} \cdot \frac{\rho_{ДТ} \cdot f}{N_{имп}}, \text{ мс}. \quad (5)$$

Величины z, ρдт ,Nимп и Сп зависят от конструкции дизеля, марки применяемого топлива, характеристик измерителя массового расхода топлива, пропускной способности электромагнитной форсунки и вида активатора, используемого для обогащения воздушного заряда. Если данные величины известны и их считать константами, то в программу микроконтроллера закладывается формула, представляющая собой функцию четырех переменных

$$\tau_{впр} = f\left(К_{в}, К_{ДА}, f, n\right), \text{ мс}. \quad (6)$$

Результаты и их обсуждение. Проведенные моторные исследования показали, что наилучшие показатели дизеля достигаются при обогащении воздушного заряда углеводородным активатором с дозой 10 - 20 %. Так, например, при дозе 10 % минерального дизельного топлива эффективная мощность, удельный расход топлива и дымность отработавших газов изменяются незначительно, а при дозе 20 % мощность на номинальном режиме увеличивается на 3 %, расход топлива и дымность уменьшаются на 3 % и в 2 раза, соответственно. При дозе 10 % керосина ТС-1 мощность увеличивается на 5 %, расход топлива уменьшается на 6 %, дымность - на 11 %, а при дозе 20 % рост мощности 6 %, снижение расхода топлива - 6 %, дымности -12,5 %

Анализ результаты расчетов по формулам (1) и (5), заложенным в программу микроконтроллера ЭБУ, показывают, что для дизеля Д-243-648 (4Ч11,0/12,5) величина цикловой подачи активатора может варьироваться от 1 мг/цикл (при 10%-ной дозе активатора и работе дизеля на режиме холостого хода) до 13 мг/цикл (при 20%-ной дозе активатора и работе дизеля на номинальном режиме). При этом длительность управляющего импульса, подаваемого в обмотку электромагнитной форсунки, составляет от 0,27 мс до 3,5 мс.

Система распределенного обогащения воздушного заряда работает следующим образом.

При включении переключателя тумблера 11 в ЭБУ подается напряжение питания от бортовой сети трактора. После пуска и прогрева дизеля оператор устанавливает коэффициент КДА переключателем 13 и коэффициент Кв клавишами 15. Индикацией принятия того или иного коэффициента является включение одного из светодиодов 14 по факту смены коэффициента. После чего, чтобы включить подачу напряжения в цепи электрического насоса и электромагнитных форсунок, оператор нажимает клавишу 12 «Пуск». Происходит включение электрического насоса 2, который подает активатор в рампу 4.

Микроконтроллер в составе ЭБУ обрабатывает информативные сигналы (параметры f и n), поступающие с датчика 9 фаз и измерителя 8 массового расхода топлива. Кроме того, микроконтроллер обрабатывает значения заданных коэффициентов КДА и Кв, полученные от задающего переключателя 13 и клавиш 15. На основании полученных параметров микроконтроллер по формуле (5) вычисляет значение продолжительности управляющего импульса τвпр, подаваемого на электромагнитную форсунку, а также определяет моменты начала впрыска активатора форсунками (такты впуска). Управляющие импульсы, вырабатываемые микроконтроллером, подаются в электрические цепи электромагнитных форсунок, осуществляющих впрыск активатора в ветви впускного трубопровода дизеля по алгоритму [15, 16], соответствующему порядку работы цилиндров дизеля.

С изменением нагрузочного и скоростного режима работы дизеля изменяются информативные сигналы, поступающие с датчика фаз и измерителя массового расхода топлива. На основании измененных параметров f и n микроконтроллер вычисляет новое значение продолжительности импульса τвпр, подаваемого в обмотки электромагнитных форсунок. При этом изменяется цикловая подача активатора в соответствии с предварительно заданными коэффициентами КДА и Кв.

В случае, если на безнагрузочных режимах, режимах малых и средних нагрузок пропускная способность электромагнитных форсунок будет меньше производительности электрического насоса, а давление активатора в рампе системы повысится, срабатывает регулятор давления 7, и происходит перепуск избыточного количества активатора обратно в бак, в результате чего давление активатора в рампе стабилизируется.

Для прекращения подачи активатора в дизель оператор вновь нажимает клавишу 12. При этом происходит размыкание цепи питания электрического насоса 2 и электромагнитных форсунок 4, после чего можно клавишами 13 и 15 задать новые значения коэффициентов КДА и Кв. После остановки дизеля оператор отключает ЭБУ от бортовой сети с помощью тумблера 11.

Выводы. Разработанная система позволяет улучшить равномерность распределения активаторно-воздушной смеси по цилиндрам дизеля по сравнению с одноточечным обогащением воздушного заряда, что способствует улучшению мощностных и топливно-экономических показателей дизеля и в целом – повышению эффективности функционирования автотракторной техники.

Список литературы

1. Уханов, А.П. Обогащение воздушного заряда тракторных дизелей углеводородными активаторами: монография / А.П. Уханов, М.В. Рыблов, Д.А. Уханов. – Пенза: РИО ПГСХА, 2015. – 199 с.

2. Рыблов, М.В. Способ и средства улучшения эксплуатационных показателей тракторного дизеля / М.В. Рыблов, А.П. Уханов, Д.А. Уханов // Научное обозрение. – 2014. – № 3. – С. 42 – 49.

3. Патент на полезную модель 72018 РФ, МПК F 02 D 19/12, F 02 M 43/00. Система подачи углеводородного активатора в дизель / А. П. Уханов, М. В. Рыблов, В. А. Рачкин, В. А. Матвеев; Пенз. гос. с-х. академия; – № 2007148478/22; Заяв. 24.12.2007; Опубл. 27.03.2008; Бюл. № 9.

4. Патент 2383757 РФ, МПК F 02 D 39/08, F 02 B 3/10, F 02 M 45/00. Система для преодоления кратковременных перегрузок дизеля / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, В. А. Матвеев и др.; Пенз. гос. с-х. академия. – № 2008137023/06; Заяв. 15.09.2008; Опубл. 10.03.2010, Бюл. № 7.

5. Рыблов, М.В. Повышение производительности пахотного агрегата обогащением воздушного заряда тракторного дизеля на режиме перегрузок / М.В. Рыблов, А.П. Уханов, Д.А. Уханов // Нива Поволжья. – 2013. − № 2. – С. 93 – 99.

6. Уханов, А.П. Теоретические основы работы трактора на режиме перегрузок с обогащением воздушного заряда дизеля / А.П. Уханов, Д.А. Уханов, М.В. Рыблов // Тракторы и сельхозмашины. – 2013. − № 3. – С. 17 – 19.

7. Рыблов, М.В. Системы автоматического обогащения воздушного заряда дизеля активаторами: теория и технические решения / М.В. Рыблов, А.П. Уханов, Д.А. Уханов // Тракторы и сельхозмашины. − 2013. − № 10. – С. 29 – 32.

8. Патент 2392481 РФ, МПК F 02 M 25/00. Обогатитель воздушного заряда дизеля / А. П. Уханов, Д. А. Уханов, В. А. Матвеев, М.В. Рыблов. –№ 2008151468/06; Заяв. 24.12.2008; Опубл. 20.06.2010, Бюл. № 17.

9. Рыблов, М.В. Расчет крутящего момента дизеля при работе с обогащением воздушного заряда / М.В. Рыблов, Д.А. Уханов, С.А. Симаков // Образование, наука, практика: инновационный аспект: Сб. материалов Междунар. НПК, посвященной Дню российской науки. Том II. – Пенза: РИО ПГСХА, 2015. – С. 61 – 65.

10. Уханов, А.П. Расчетно-теоретическая и экспериментальная оценка «жесткости» работы дизеля при обогащении воздушного заряда активаторами минерального и растительного происхождения / А.П. Уханов, В.А. Рачкин, Д.А. Уханов, М.В. Рыблов. – Нива Поволжья. – 2009. - № 1 (10). – С. 88 – 92.

11. Патент 2330173 РФ, МПК F02M 25/00; F02D 19/00. Устройство для обогащения воздушного заряда / А.П. Уханов, Д.А. Уханов, В.А. Рачкин, М.В. Рыблов; Пенз. гос. с-х. академия. – № 2006127884/06; Заявл. 31.07.2006; Опубл. 27.07.2008; Бюл. № 21.

12. Рыблов, М.В. Модернизация впускного трубопровода дизеля 4Ч11/12,5 для работы с одноточечным и двухточечным обогащением воздушного заряда / М.В. Рыблов, С.А. Симаков, Т.В. Глухова // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России: Сб. статей Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых. Том III. – Пенза: РИО ПГСХА, 2016.− С. 15−18.

13. Патент на полезную модель 157301 РФ МПК F02D 19/12, F02M 43/00. Система впрыска активатора во впускной трубопровод дизеля / М.В. Рыблов, А.П. Уханов, Д.А. Уханов, С.А. Симаков; Пенз. гос. с-х. академия. − № 2015102646; Заяв. 27.01.2015; Опубл. 27.11.2015; Бюл. № 33.

14. Рыблов, М.В. Датчик фаз для системы двухточечного обогащения воздушного заряда дизеля / М.В. Рыблов, Н.А. Абрамов, В.С. Носов, С.С. Хвалов // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России: сборник статей Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых. Том III. − Пенза: РИО ПГАУ, 2017. – С. 8−11.

15. Рыблов, М.В. Теоретическое обоснование работы системы двухточечного обогащения воздушного заряда дизеля / М.В. Рыблов, А.П. Уханов, Д.А. Уханов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. − № 2 (38). – С. 185−191.

16. Рыблов, М.В.Двухточечное обогащение воздушного заряда дизеля: техническое решение и алгоритм работы электромагнитных форсунок / М.В. Рыблов, М.Д. Дубин, Н.А. Абрамов, С.А. Симаков // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса России: сборник статей Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых. Том III. − Пенза: РИО ПГАУ, 2017. – С. 6−8.

References

1. Uhanov, A.P. Obogashhenie vozdushnogo zarjada traktornyh dizelej uglevodorodnymi aktivatorami: monografija / A.P. Uhanov, M.V. Ryblov, D.A. Uhanov. – Penza: RIO PGSHA, 2015. – 199 s.

2. Ryblov, M.V. Sposob i sredstva uluchshenija jekspluatacionnyh pokazatelej traktornogo dizelja / M.V. Ryblov, A.P. Uhanov, D.A. Uhanov // Nauchnoe obozrenie. – 2014. – № 3. – S. 42 – 49.

3. Patent na poleznuju model' 72018 RF, MPK F 02 D 19/12, F 02 M 43/00. Sistema podachi uglevodorodnogo aktivatora v dizel' / A. P. Uhanov, M. V. Ryblov, V. A. Rachkin, V. A. Matveev; Penz. gos. s-h. akademija; – № 2007148478/22; Zajav. 24.12.2007; Opubl. 27.03.2008; Bjul. № 9.

4. Patent 2383757 RF, MPK F 02 D 39/08, F 02 B 3/10, F 02 M 45/00. Sistema dlja preodolenija kratkovremennyh peregruzok dizelja / A. P. Uhanov, D. A. Uhanov, V. A. Matveev i dr.; Penz. gos. s-h. akademija. – № 2008137023/06; Zajav. 15.09.2008; Opubl. 10.03.2010, Bjul. № 7.

5. Ryblov, M.V. Povyshenie proizvoditel'nosti pahotnogo agregata obogashheniem vozdushnogo zarjada traktornogo dizelja na rezhime peregruzok / M.V. Ryblov, A.P. Uhanov, D.A. Uhanov // Niva Povolzh'ja. – 2013. − № 2. – S. 93 – 99.

6. Uhanov, A.P. Teoreticheskie osnovy raboty traktora na rezhime peregruzok s obogashheniem vozdushnogo zarjada dizelja / A.P. Uhanov, D.A. Uhanov, M.V. Ryblov // Traktory i sel'hozmashiny. – 2013. − № 3. – S. 17 – 19.

7. Ryblov, M.V. Sistemy avtomaticheskogo obogashhenija vozdushnogo zarjada dizelja aktivatorami: teorija i tehnicheskie reshenija / M.V. Ryblov, A.P. Uhanov, D.A. Uhanov // Traktory i sel'hozmashiny. − 2013. − № 10. – S. 29 – 32.

8. Patent 2392481 RF, MPK F 02 M 25/00. Obogatitel' vozdushnogo zarjada dizelja / A. P. Uhanov, D. A. Uhanov, V. A. Matveev, M.V. Ryblov. –№ 2008151468/06; Zajav. 24.12.2008; Opubl. 20.06.2010, Bjul. № 17.

9. Ryblov, M.V. Raschet krutjashhego momenta dizelja pri rabote s obogashheniem vozdushnogo zarjada / M.V. Ryblov, D.A. Uhanov, S.A. Simakov // Obrazovanie, nauka, praktika: innovacionnyj aspekt: Sb. materialov Mezhdunar. NPK, posvjashhennoj Dnju rossijskoj nauki. Tom II. – Penza: RIO PGSHA, 2015. – S. 61 – 65.

10. Uhanov, A.P. Raschetno-teoreticheskaja i jeksperimental'naja ocenka «zhestkosti» raboty dizelja pri obogashhenii vozdushnogo zarjada aktivatorami mineral'nogo i rastitel'nogo proishozhdenija / A.P. Uhanov, V.A. Rachkin, D.A. Uhanov, M.V. Ryblov. – Niva Povolzh'ja. – 2009. - № 1 (10). – S. 88 – 92.

11. Patent 2330173 RF, MPK F02M 25/00; F02D 19/00. Ustrojstvo dlja obogashhenija vozdushnogo zarjada / A.P. Uhanov, D.A. Uhanov, V.A. Rachkin, M.V. Ryblov; Penz. gos. s-h. akademija. – № 2006127884/06; Zajavl. 31.07.2006; Opubl. 27.07.2008; Bjul. № 21.

12. Ryblov, M.V. Modernizacija vpusknogo truboprovoda dizelja 4Ch11/12,5 dlja raboty s odnotochechnym i dvuhtochechnym obogashheniem vozdushnogo zarjada / M.V. Ryblov, S.A. Simakov, T.V. Gluhova // Innovacionnye idei molodyh issledovatelej dlja agropromyshlennogo kompleksa Rossii: Sb. statej Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. molodyh uchenyh. Tom III. –Penza: RIO PGSHA, 2016.− S. 15−18.

13. Patent na poleznuju model' 157301 RF MPK F02D 19/12, F02M 43/00. Sistema vpryska aktivatora vo vpusknoj truboprovod dizelja /M.V. Ryblov, A.P. Uhanov, D.A. Uhanov, S.A. Simakov; Penz. gos. s-h. akademija.−№ 2015102646; Zajav. 27.01.2015;Opubl. 27.11.2015; Bjul. № 33.

14. Ryblov, M.V. Datchik faz dlja sistemy dvuhtochechnogo obogashhenija vozdushnogo zarjada dizelja / M.V. Ryblov, N.A. Abramov, V.S. Nosov, S.S. Hvalov // Innovacionnye idei molodyh issledovatelej dlja agropromyshlennogo kompleksa Rossii: sbornik statej Vseros. nauch.-prakt. konf. molodyh uchenyh. Tom III. − Penza: RIO PGAU, 2017. – S. 8−11.

15. Ryblov, M.V. Teoreticheskoe obosnovanie raboty sistemy dvuhtochechnogo obogashhenija vozdushnogo zarjada dizelja / M.V. Ryblov, A.P. Uhanov, D.A. Uhanov // Vestnik Ul'janovskoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii. – 2017. − № 2 (38). – S. 185−191.

16. Ryblov, M.V. Dvuhtochechnoe obogashhenie vozdushnogo zarjada dizelja: tehnicheskoe reshenie i algoritm raboty jelektromagnitnyh forsunok / M.V. Ryblov, M.D. Dubin, N.A. Abramov, S.A. Simakov // Innovacionnye idei molodyh issledovatelej dlja agropromyshlennogo kompleksa Rossii: sbornik statej Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii molodyh uchenyh. Tom III. − Penza: RIO PGAU, 2017. – S. 6−8.

Отпечатано ООО «Максимал информационные технологии»
398017, г. Липецк, ул. Ушинского, 8
Email: naukacr@yandex.ru. Тел. +7 (920) 246-20-64:
Подписано в печать 25.02.2018 Заказ № 60513-01
Формат 60x84/8. Бумага офсетная. Печать электрографическая.
Гарнитура Times. Объем – 9,46 усл. печ. л. Тираж 100 экз.