ISSN 2227-2038 (print)
ISSN 2227-2054 (online)

Международная агроинженерия

научно-технический журнал

2 (22)
2017

Тематическая направленность: техника и технологии сельскохозяйственного производства; процессы переработки сельскохозяйственной продукции; альтернативные источники энергии и топлива; использование информационных технологий в сельском хозяйстве; биоинженерия.

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

НЕКОММЕРЧЕСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «НАЦИОНАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР»

КАЗАХСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕХАНИЗАЦИИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

МЕЖДУНАРОДНАЯ АГРОИНЖЕНЕРИЯ

Научно-технический журнал

2 (22)
2017

Алматы, 2017

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ МИНИСТРЛІГІ

«ҰЛТТЫҚ АГРАРЛЫҚ ҒЫЛЫМИ-БІЛІМ БЕРУ ОРТАЛЫҒЫ»
КОММЕРЦИЯЛЫҚ ЕМЕС АКЦИОНЕРЛІК ҚОҒАМЫ

ҚАЗАҚ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫН МЕХАНИКАЛАНДЫРУ ЖӘНЕ
ЭЛЕКТРЛЕНДІРУ ҒЫЛЫМИ-ЗЕРТТЕУ ИНСТИТУТЫ

MINISTRY OF AGRICULTURE OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

NON-COMMERCIAL JOINT STOCK COMPANY «NATIONAL AGRICULTURAL
SCIENTIFIC-EDUCATIONAL CENTER»

KAZAKH SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF MECHANIZATION AND
ELECTRIFICATION OF AGRICULTURE

ХАЛЫҚАРАЛЫҚ АГРОИНЖЕНЕРИЯ

Ғылыми-техникалық журнал

INTERNATIONAL AGROENGINEERING

Scientific-technical journal

2(22)

2017

Алматы, 2017

РЕДАКТОРЛЫҚ АЛҚА:

Кешуов С.А.- бас редактор, т.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА академигі (ҚазАШМЭҒЗИ)
Оспанов А.Б.- бас редактордың орынбасары, т.ғ.д., проф., ҚР ҰҒА корр.-мүшесі (ҚазАШМЭҒЗИ)
Астафьев В.Л.- бас редактордың орынбасары, т.ғ.д., проф., ҚР АШҒА академигі («ҚазАШМЭҒЗИ» ҚФ)
Доскалов Пламен – PhD, проф., Русе университеті (Болгария);
Havrland Bohumil - PhD, проф., Прагадағы Чехия өмір туралы ғылым университеті (Чехия);
Раджеш Кавассери – PhD, қауымдас. проф., Солтүстік Дакота мемлекеттік университеті (АҚШ);
Андрей Чочовский – т.ғ.д., проф., Варшава жаратылыстану ғылымдары университеті (Польша);
Буторин В.А. - т.ғ.д., проф., Челябі мемлекеттік аграрлық университеті (Ресей);
Жалнин Э.В.- т.ғ.д., проф., Бүкілресейлік ауыл шаруашылығын механикаландыру институты (Ресей);
Некрасов А.И. - т.ғ.д., проф., Бүкілресейлік ауыл шаруашылығын электрлендіру институты (Ресей);
Немцев А.Е. - т.ғ.д., проф., Сібір ауыл шаруашылығын механикаландыру және электрлендіру ҒЗИ (Ресей);
Байметов Р.И. - т.ғ.д., проф., Өзбек ауыл шаруашылығын механикаландыру және электрлендіру ғылыми-зерттеу институты (Өзбекстан);
Раджабов А.Р. - т.ғ.д., проф., Ташкент аграрлық университеті (Өзбекстан);
Осмонов Ы.Д. - т.ғ.д., проф., К.И. Скрябин атындағы Қырғыз ұлттық аграрлық университеті. (Қырғызстан);
Абилжанулы Т.- т.ғ.д., проф., ҚР АШҒА академигі (ҚазАШМЭҒЗИ)
Адуов МА.- т.ғ.д., проф., С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті;
Алдибеков И.Т.- т.ғ.д., Казахский национальный аграрный ун-т;
Голиков В.А.- т.ғ.д., проф., Академик НАН РК (КазНИИМЭСХ);
Грибановский А.П. - т.ғ.д., проф., Академик НАН РК (КазНИИМЭСХ);
Дерепаскин А.И.- д.т.н. (КФ «КазНИИМЭСХ»);
Жортуылов О.Ж.- д.т.н., проф., Академик АСХН РК (КазНИИМЭСХ);
Жунисбеков П.Ж.- д.т.н., проф. (Казахский национальный аграрный ун-т);
Омаров Р.А., - д.т.н., Академик АСХН РК (КазНИИМЭСХ);
Козак А.И.- к.т.н. (АФ «КазНИИМЭСХ»);
Нукешев С.О.- д.т.н., проф. (Казахский агротехнический ун-т им. С. Сейфуллина).
Жауапты редакторлар:
Жұматай Ғ.С.- т.ғ.к. (ҚазАШМЭҒЗИ)
Токсанбаева Б.О. – (ҚазАШМЭҒЗИ)

Жылына 4 рет шығарылады

Журнал байланыс және ақпарат Министрлігінің ақпарат және мұрағат Комитетінде тіркелген.

Тіркелу туралы куәлік:
№11827-Ж 02.07.2011

Редакцияның мекен-жайы:
050005, Алматы қаласы, Райымбек даңғылы, 312
Тел.: 8(727)2479600
Факс:8(727)2476907
E-mail: journal.kazsrimea@yandex.ru
Сайт адресі: http://www.kazars.kz

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

***Кешуов** С.А.*- главный редактор, д.т.н., проф., Академик НАН РК
Оспанов А.Б.- заместитель главного редактора, д.т.н., проф., член-корр. НАН РК
Астафьев В.Л.- заместитель главного редактора, д.т.н., проф.,академик АСХН РК
Доскалов Пламен – PhD, проф., Университет Русе (Болгария);
Havrland Bohumil - PhD, проф., Чешский университет наук о жизни в Праге (Чехия);
Раджеш Кавассери – PhD, ассоц. проф., Государственный университет Северной Дакоты (США);
Andrzej Chochowski – Dr. habil. проф., Варшавский университет естественных наук (Польша);
Буторин В.А. - д.т.н., проф., Челябинский государственный аграрный университет (Россия);
Жалнин Э.В.- д.т.н., проф., Всероссийский ин-т механизации сельского хозяйства (Россия);
Некрасов А.И. - д.т.н., проф., Всероссийский ин-т электрификации сельского хозяйства (Россия);
Немцев А.Е. - д.т.н., проф., Сибирский НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства (Россия);
Байметов Р.И. - д.т.н., проф., Узбекский НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства (Узбекистан);
Раджабов А.Р. - д.т.н., проф., Ташкентский аграрный университет (Узбекистан);
Осмонов Ы.Д. - д.т.н., проф., Киргизский национальный аграрный университет им. К.И. Скрябина (Киргизстан);
Абилжанулы Т.- д.т.н., проф., Академик АСХН РК
Адуов МА.- д.т.н., проф., Казахский агротехнический ун-т им. С.Сейфуллина;
Алдибеков И.Т.- д.т.н., Казахский национальный аграрный ун-т;
Голиков В.А.- д.т.н., проф., Академик НАН РК
Грибановский А.П. - д.т.н., проф., Академик НАН РК
Дерепаскин А.И.- д.т.н.
Жортуылов О.Ж.- д.т.н., проф., Академик АСХН РК
Жунисбеков П.Ж.- д.т.н., проф. (Казахский национальный аграрный ун-т);
Омаров Р.А., - д.т.н., Академик АСХН РК
Козак А.И.- к.т.н.
Нукешев С.О.- д.т.н., проф. (Казахский агротехнический ун-т им. С. Сейфуллина).
Ответственные редакторы:
Жуматай Г.С.- к.т.н. (КазНИИМЭСХ)
Токсанбаева Б.О.- (КазНИИМЭСХ)

Издается 4 раза в год

Журнал зарегистрирован в Комитете информации и архивов Министерства связи и информации Республики Казахстан

Свидетельство о регистрации:

№11827-Ж от 02.07.2011 г.

Адрес редакции:
050005, г.Алматы, пр.Райымбека, 312
Тел.: 8(727)2479600
Факс:8(727)2476907
E-mail: journal.kazsrimea@yandex.ru
Сайт: http://www.kazars.kz

EDITORIAL BOARD:

S. Keshuov- chief editor, Dr.Tech.Sci., professor, Academician of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan;
A. Ospanov **-** deputy chief editor, Dr.Tech.Sci., professor, Corresponding member of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan;
V. Astafyev - deputy chief editor, Dr.Tech.Sci., professor, member of Academy of Agricultural Sciences of the Republic of Kazakhstan;
Plamen Doskalov - PhD, professor, University of Ruse (Bulgaria);
Havrland Bohumil - PhD, professor, Czech University of Life Sciences Prague (Czech Republic);
Rajesh Kawasseri - PhD., associate professor, State University of North Dakota (USA);
Andrzej Chochowski – Dr. habil. Professor, Warsaw University of Life Sciences (Poland);
V. Butorin **-** Dr.Tech.Sci., professor, Chelyabinsk State Agrarian University (Russia);
E. Zhalnin- Dr.Tech.Sci., professor, All-Russian Institute of Agricultural Mechanization (Russia);
A. Nekrasov **-** Dr.Tech.Sci., professor, All-Russian Institute of Agricultural Electrification (Russia);
A. Nemtsev **-** Dr.Tech.Sci., professor, Siberian Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture (Russia);
R. Baimetov **-** Dr.Tech.Sci., professor, Uzbek Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture (Uzbekistan);
A. Radzhabov - Dr.Tech.Sci., professor, Tashkent Agrarian University (Uzbekistan);
I. Osmonov - Dr.Tech.Sci., professor, Kyrgyz National Agrarian University named after K.I. Skryabin (Kyrgyzstan);
T. Abilzhanyli **-** Dr.Tech.Sci., professor, member of Academy of Agricultural Sciences of the Republic of Kazakhstan
M. Aduov - Dr.Tech.Sci., professor, S.Seifullin Kazakh AgroTechnical University;
I. Aldibekov - Dr.Tech.Sci., Kazakh National Agrarian University;
V. Golikov **-** Dr.Tech.Sci., professor, Academician of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan
A. Gribanovskiy **-** Dr.Tech.Sci., professor, Academician of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan
A. Derepaskin **-** Dr.Tech.Sci..
O. Zhortuylov **-** Dr.Tech.Sci.., professor, member of Academy of Agricultural Sciences of the Republic of Kazakhstan
P. Zhunisbekov -Dr.Tech.Sci., professor. (Kazakh National Agrarian University);
R. Omarov - Dr.Tech.Sci., member of Academy of Agricultural Sciences of the Republic of Kazakhstan
A. Kozak **-** Candidate of Technical Sciences.
S. Nukeshev **-** Dr.Tech.Sci., professor. (S.Seifullin Kazakh AgroTechnical University).
Executive editors:
G. Zhumatay **-** Candidate of Technical Sciences. (KazRIMEA)
B. Toxanbayeva **-** (KazRIMEA)

Publication frequency: 4 issues per year

The Journal's ID is registered by the Information and Archives Committee of the of the Ministry of Communication and information of the Republic of Kazakhstan

Registration certificate:
№11827-Ж from July 2, 2011

Editorial address:
050005, Almaty city, 312, Raimbek ave.
Tel.: 8(727)2479600; Fax:8(727)2476907
E-mail: journal.kazsrimea@yandex.ru
Web-site: http://www.kazars.kz

МРНТИ 68.85.39

С.А. Кешуов[1], И.Т. Алдибеков[2], Г.А. Алдибеков[3]

[1]«Казахский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства», г. Алматы, Казахстан
[2]«Алматинский университет энергетики и связи», г. Алматы, Казахстан
[3]ТОО «NCS Logistic LTD», г. Алматы, Казахстан

ОБОСНОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ПАРОВОДОНАГРЕВАТЕЛЕЙ

Аннотация

В статье предлагается использование в молочных фермерских хозяйствах пароводонагревателей, предназначенных для раздельного получения пара низкого давления и горячей воды в одной установке. Приведен ряд предпосылок и условий, определяющих целесообразность их использования на молочных фермах. Дан краткий анализ конструкций и режимов работы известных пароводонагревателей.

В статье описываются конструкция и принцип действия разработанного нами пароводонагревателя на базе электродного парогенератора со встроенным теплообменником. Приведены математические модели различных режимов его работы, позволяющие оптимизировать конструктивные параметры электродной системы, встроенного теплообменника, радиаторов системы отопления и расходы нагреваемых теплоносителей.

Ключевые слова*: молочные фермы, пароснабжение, горячее водоснабжение, отопление, пароводонагреватели, парогенераторы, теплообменники, электродные системы, математические модели.*

Введение

Производство молока связано с потреблением значительного количества тепловой энергии, которая используется для создания требуемого микроклимата в животноводческих помещениях, нагрева воды и получения пара на технологические нужды.

Существующие системы децентрализованного электротеплообеспечения молочных блоков ферм предусматривают использование нескольких автономно работающих электронагревательных установок разных типов, каждая из которых выполняет определенный тепловой процесс.

Общая установленная мощность системы определяется суммированием мощностей всех электротепловых установок. Коэффициент загрузки и коэффициент использования большинства из этих установок очень низки (0,2…0,5), что снижает эффективность использования вложенных капитальных затрат на приобретение теплогенерирующего оборудования. Сравнительно высокие затраты на теплоснабжение обусловливает низкую рентабельность при небольшом объеме производства молока, как это имеет место на малых молочных фермах и в фермерских хозяйствах [1].

Известно, что график потребления пара и горячей воды на животноводческих фермах и комплексах имеет выраженный неравномерный характер. Именно специфический характер потребления теплоносителей и необходимость повышения эффективности работы теплогенерирующих установок в условиях сельскохозяйственного производства послужили основанием для разработки комбинированных электротепловых установок (пароводонагревателей), предназначенных для получения пара низкого давления и горячей воды в одном устройстве.

Существует ряд предпосылок и условий, определяющих целесообразность использования пароводонагревателей на молочных фермах:

- сравнительно высокая степень концентрации различных тепловых процессов в молочном блоке со сравнительно небольшой площадью (до 100 м^2), что обусловливает возможность и целесообразность использования централизованной системы на базе одной теплогенерирующей установки;
- наличие определенной временной последовательности выполнения тепловых процессов в молочном блоке в течение суток, что создает условия для поочередного использования одного и того же генератора теплоты для разных тепловых процессов.

Суточные режимы работы пароводонагревателей должны быть настроены на обеспечение технологических процессов горячей водой и паром в соответствии с суточным графиком их потребления, а также создание требуемого температурного режима в молочном блоке в зимний период.

В молочном блоке горячая вода в основном расходуется во время утренней и вечерней доек коров, а пар используется утром или вечером, после мытья молочного оборудования. При этом для генерации пара пароводонагреватель работает по свободному графику согласно режиму потребления, а для приготовления горячей воды используются периоды технологических пауз потребления пара.

Анализ конструкций и режимов работы известных пароводонагревателей показывает, что в одних установках их теплогенерирующие устройства могут работать поочередно как парогенератор, так и как водонагреватель [1,2]. При этом переход теплогенерирующего устройства с одного режима на другой обеспечивается отключением от него одного контура с соответствующими техническими средствами, например, для нагрева воды, и подключением другого контура с необходимыми средствами для получения пара. Такая переналадка гидравлической схемы установки и выход установки на новый номинальный режим работы требуют определенных затрат времени и квалифицированного труда.

В других пароводонагревателях их теплогенерирующие устройства (электродные парогенераторы) работают только в режиме генерации пара. При этом горячую воду получают либо смешиванием поступающего от парогенератора пара и холодной воды в специально предусмотренном

нагревателе струйного типа [3], либо нагревают воду в специальном бойлере путем подачи пара в его пароводяной теплообменник [4].

В связи с этим определенный научный и практический интерес могут представлять работы, проводимые в КазНИИМЭСХ и направленные на совершенствование конструкции пароводонагревателей в плане расширения их функциональных возможностей и обоснования оптимальных режимов работы.

Материалы и методы

Разработанный нами пароводонагреватель состоит из трехфазного электродного парогенератора, снабженного встроенным пароводяным теплообменником. Основные элементы парогенератора показаны на рисунке 1. Он содержит цилиндрический корпус 1 с водогрейным и паровым пространствами 2 и 3. В водогрейном пространстве установлены электроды 4 с токовводами 5, закрепленными на днище корпуса с помощью проходных изоляторов 6. Трехфазная электродная система состоит из шести углообразных пластинчатых электродов, изогнутых под углом 60^0 и соединенных по схеме «двойная звезда». Она выполнена с переменным межэлектродным расстоянием, благодаря чему обеспечивается ее нормальная работа в широком диапазоне изменения удельного сопротивления котловой воды солевой продувки.

Предусмотрены указатель 8 уровня и датчики контроля нижнего и верхнего уровней котловой воды, вытеснительный бачок 16, предназначенный для приема вытесняемой котловой воды и соединенный с трубой 15 и нижней частью корпуса 1 через вентиль 13. Электромагнитные вентили 7, 11 и 14 предназначены соответственно для продувки засоленной котловой воды, отбора пара и подвода питательной воды.

В паровом пространстве 3 установлен спиралевидный пароводяной теплообменник (ТО) 10 [6]. На рисунках 1 и 2 показаны схемы его подключения к баку-аккумулятору (БА) горячей воды и радиаторам системы отопления.

Техническая новизна конструкции электродного парогенератора защищена инновационными патентами [6,7].

Благодаря предложенной конструкции пароводонагреватель может работать в следующих режимах:

- выработка пара для технологических нужд, при этом пар подается потребителям через электромагнитный вентиль 11, при этом насос 20 отключен, вентили 17 и19 закрыты, а уровень котловой воды регулируется электромагнитным вентилем 14 (рисунок 1);

- приготовление горячей технологической воды, для этого БА 18 подключают к встроенному теплообменнику 10 (рисунок 1), при этом электромагнитные вентили 7, 11 и 14 закрыты, насос 20 включен, вентили 17 и19 открыты (рисунок 1);

- нагрев теплоносителя системы отопления, для этого контур отопления подключают к встроенному теплообменнику 10, при этом электромагнитные

вентили 7, 11 и 14 закрыты, насос 20 включен, вентили 17 и 19 открыты (рисунок 2).

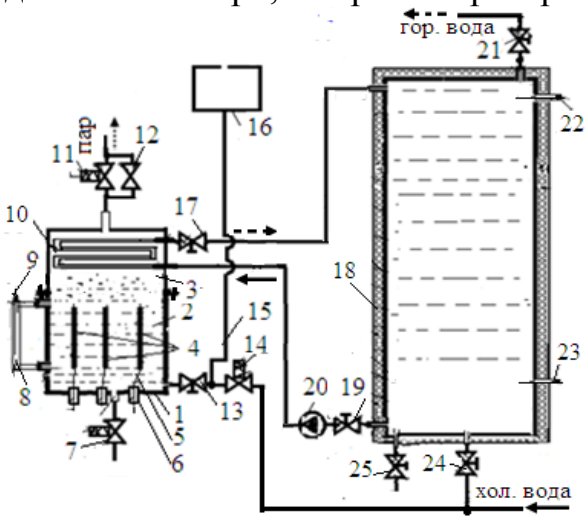
При математическом моделировании режимов работы установки используются законы электротехники, теплотехники и гидродинамики, а также методы математического анализа.

Для построения математических моделей вышеупомянутых режимов работы установки необходимо совместно рассматривать процессы, связанные с электродным способом нагрева котловой воды и теплообменные процессы, обеспечивающие нагрев технологической воды в БА, а также термо- и гидродинамические процессы.

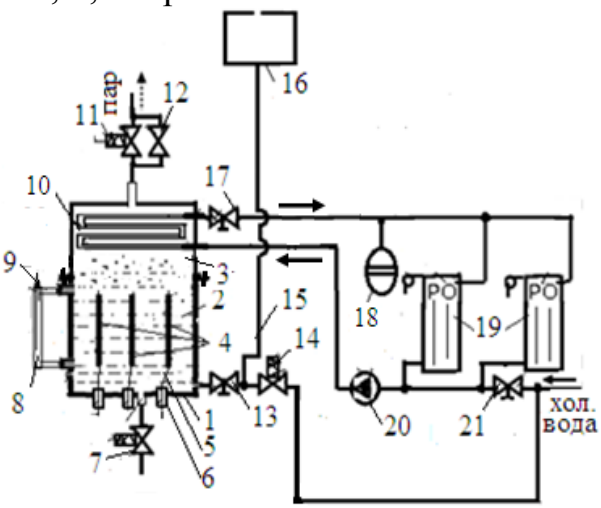
При математическом описании процессов, происходящих в установке при различных режимах работы, приняты следующие допущения: температура стенки бака равна температуре воды в бойлере; тепловые процессы, происходящие между отдельными областями модели, характеризуются средними значениями коэффициентов теплоотдачи, температура потока теплоносителя принимается одинаковой по всему сечению труб, теплоемкость всех элементов и теплоносителей постоянна.

Результаты и обсуждение

Работа пароводонагревателя в режиме нагрев технологической воды в БА происходит следующем образом. После подачи напряжения на электроды котловая вода нагревается, а затем закипает. Образовавшийся при этом пар поднимается вверх, в паровое пространство, и, соприкасаясь



1 - корпус парогенератора;
2- водогрейное пространство;
3 – паровое пространство; 4 – электроды; 5 – токовводы;
6 – проходной изолятор;
7,11,14 – электромагнитные вентили; 8 – указатель уровня котловой воды; 9 – датчик уровня котловой воды;
10–встроенный теплообменник;
12, 13, 17, 19, 21, 24, 25 – вентили;
15 – вытеснительная труба;



1 - корпус парогенератора;
2- водогрейное пространство;
3 – паровое пространство; 4 – электроды; 5 – токовводы;
6 – проходной изолятор;
7, 11,14 – электромагнитные вентили; 8 – указатель уровня котловой воды;
9 – датчик уровня котловой воды;
10 – встроенный теплообменник;
12, 13, 17, 21 – вентили;
15 – вытеснительная труба;

16 – вытеснительный бачок;
18 – бак-аккумулятор горячей воды;
20 – насос; 22, 23 – датчики температуры.

Рисунок 1 – Конструкция парогенератора и схема подключения теплообменника к баку-аккумулятору

16 – вытеснительный бачок;
18 – расширительный бачок;
19 – радиаторы отопления;
20 – насос.

Рисунок 2 – Конструкция парогенератора и схема подключения теплообменника к системе отопления

с наружной стенкой теплообменника, конденсируется. Выделяемая при этом теплота передается через стенку к проходящей через теплообменник технологической воде. Конденсат пара стекает вниз и попадает обратно в кипящую котловую воду, и в дальнейшем повторно участвует в процессе парообразования.

В зависимости от характера изменения мощности установки весь цикл процесса нагрева заданного объема технологической воды можно разбить на четыре стадий. Первые две стадии связаны с процессами нагрева котловой воды до температуры кипения и перехода в режим стабильного парообразования.

Третья стадия начинается с момента начала конденсации пара на поверхности теплообменника. При этом происходит передача теплового потока от пара к проходящей через теплообменник нагреваемой технологической воде.

Тепловой поток $Q_{тв}$, идущий на нагрев технологической воды в БА, за элементарный промежуток времени $d\tau$:

$$Q_{тв} = c_{тв} m_{тв} \frac{dt_{тв}}{d\tau} = C_{тв} \frac{dt_{тв}}{d\tau}, \qquad (1)$$

где $c_{тв}$ – удельная теплоемкость воды, Дж/кг·°С; $m_{тв}$ – масса воды, кг; $t_{тв}$ – средняя температура технологической воды в БА, ºС; $C_{тв}$ – полная теплоемкость воды, Дж/°С.

Тепловые потери $Q_{мк}$ на нагрев металлоконструкций БА за элементарный промежуток времени $d\tau$:

$$Q_{ба}^{мк} = c_{мб} m_{мб} \frac{dt_{ба}^{мк}}{d\tau} = C_{ба}^{мк} \frac{dt_{ба}^{мк}}{d\tau}, \qquad (2)$$

где $c_{мб}$ – удельная теплоемкость материала БА, Дж/кг·°С; $m_{мб}$ – масса корпуса БА, кг; $C_{ба}^{мк}$ - полная теплоемкость материала БА, Дж/°С; $t_{ба}^{мк}$ - температура стенки БА, принимаем $t_{ба}^{мк} = t_{тв}$.

Тепловые потери через теплоизолированные стенки БА определяются по уравнению теплопередачи:

$$Q_{из} = K_{из} F_{из} \left(t_{тв} - t_{пом} \right), \tag{3}$$

где $K_{из}$ – коэффициент теплопередачи через теплоизолированные стенки бака, Вт/м^2·°С; $F_{из}$ – площадь поверхности бака, м^2; $t_{тв}$ - температура технологической воды баке, °С; $t_{пом}$ - температура воздуха в помещении, °С.

Тепловой поток $Q_{то}$, передаваемый через теплообменник от пара к проходящей воде:

$$Q_{то} = K_{то} F_{то} \left(t_п - t_{то} \right) \tag{4}$$

где $K_{то}$ – коэффициент теплопередачи через теплообменник, Вт/м^2·°С; $F_{то}$ – площадь поверхности теплообменника, м^2; $t_п$ - температура пара, °С; $t_{то}$ - средняя температура воды, проходящей через теплообменник, °С.

Тепловой поток $Q_{то}^{в}$, воспринимаемый проходящим через теплообменник потоком технологической воды

$$Q_{то}^{в} = G_{то}^{в} c_{то}^{в} \left(t_{то} - t_{тв} \right) \tag{5}$$

где $c_{то}^{в}$ – удельная теплоемкость воды, Дж/кг·°С; $G_{то}^{в}$ – расход воды, проходящей через теплообменник, кг/с.

Тепловые потери $Q_{то}^{мк}$ на нагрев металлоконструкций теплообменника за элементарный промежуток времени $d\tau$:

$$Q_{то}^{мк} = c_{мт} m_{мт} \frac{dt_{то}^{мк}}{d\tau} = C_{то}^{мк} \frac{dt_{то}^{мк}}{d\tau}, \tag{6}$$

где $c_{мто}$ – удельная теплоемкость материала теплообменника, Дж/кг·°С; $m_{мто}$ – масса теплообменника, кг; $C_{то}^{мк}$ - полная теплоемкость материала теплообменника, Дж/°С; $t_{то1}^{мк}$ - температура стенки бойлера, °С, принимаем $t_{то}^{мк} = t_{то}$.

Мощность парогенератора определяется по формуле:

$$P = 2U_л^2 G_ф = \frac{2U_л^2}{R_ф} = \frac{2U_л^2 \gamma_{пв} H_э}{K_г}, \tag{7}$$

$\gamma_{п.в}$ – удельная проводимость пароводяной смеси в межэлектродной зоне, См/м; $K_г$ - геометрический коэффициент электродной системы с переменным межэлектродным расстоянием; $U_л$- линейное напряжение, В; $H_э$ – полная высота электродная системы, м.

В начальный момент интенсивного парообразования весь пар конденсируется на стенках теплообменника и выделяемый при этом тепловой поток $Q_{то}$ идет на нагрев технологической воды и металлической конструкции корпуса. С течением времени в результате повышения температуры $t_{тв}$ технологической воды происходит уменьшение значения температурного напора (т.е. разности $t_п - t_{то}$), что приводит к уменьшению $Q_{то}$. В результате возникает дисбаланс ($\Delta Q = P_{эл} - Q_{то}$) между мощностью, выделяемой в межэлектродном пространстве, и мощностью $Q_{то}$, передаваемой через теплообменник к технологической воде. Он проявляется в том, что часть объема пара не конденсируется и, как следствие, в паровом пространстве создается избыток пара. Это, в свою очередь, с течением времени приводит к повышению давления над котловой водой и последующему его превышению атмосферного давления. Появившееся избыточное давление начинает вытеснять некоторую часть котловой воды в вытеснительный бачок до тех пор, пока не наступит равновесное состояние по давлениям. При этом объем парового пространства несколько ($\Delta V_п$) увеличится, а уровень котловой воды в межэлектродном пространстве снижается на $\Delta h_{ук}$.

Поскольку при электродном нагреве величина электрической мощности прямо пропорционально активной высоте электродной системы (высоте уровня котловой воды в межэлектродном пространстве), то понижение уровня котловой воды приводит к снижению мощности нагревателя до величины, соответствующей значению $Q_{то}$ в данный момент времени. Температурный напор с течением времени уменьшается, и ближе к концу нагрева она становится минимальной.

Таким образом, в данном электродном парогенераторе имеет место гидравлический способ автоматического регулирования электрической мощности в соответствии динамикой изменения мощности $Q_{то}$.

Вывод дифференциального уравнения, описывающего динамику изменения снижение уровня котловой воды, а следовательно, мощности, приведен в [1], а здесь это уравнение в окончательном виде. представлено в (8).

На основании закона сохранения энергии составляем дифференциальные уравнения теплового баланса для каждого элемента тепловой модели. Система дифференциальных уравнений, описывающая нестационарные процессы, связанные с нагревом воды в БА, имеет вид:

$$\left.\begin{aligned} \frac{dt_{то}}{d\tau} &= \frac{1}{C_{то}^{мк}}\left[K_{то}F_{то}\left(t_п - t_{то}\right) - G_{то}^{в}c_{то}^{в}\left(t_{то} - t_{тв}\right)\right] \\ \frac{dt_{тв}}{d\tau} &= \frac{1}{\left(C_{ба}^{мк} + C_{тв}\right)}\left[G_{то}^{в}c_{то}^{в}\left(t_{то} - t_{тв}\right) - K_{из}F_{из}\left(t_{тв} - t_{пом}\right)\right] \end{aligned}\right\} \quad (8)$$

$$\frac{dh_{ук}}{d\tau}=\frac{R_{гп.п}T_п}{r\left(2g\sigma_{в.ср}V_{нач}+S_н p_{ат}\right)}\left\{\frac{2U_л^2\gamma_{пв}\left[H_э-h_{ук}\right]}{K_г}-K_{то}F_{то}\left(t_п-t_{то}\right)\right\}$$

где $h_{ук}$ – величина снижения уровня котловой воды от первоначального значения, м; g =9,8 м/с^2 - ускорение силы тяжести; $\sigma_{в.ср}$ - средняя плотность котловой и подпиточной воды, определяемой при средней температуре $t_{ср}=\frac{t_{кв}+t_{пв}}{2}$, кг/м^3; $V_{нач}$ - начальный объем парового пространства, м^3; $T_п$ - температура пара, К; r - удельная теплота парообразования, кДж/кг; $R_{гп.п}$ - газовая постоянная для водяного пара, Дж/град.; $S_н$ - площадь горизонтального сечения корпуса, м^2; $p_{ат}$ - атмосферное давление, Па.

Решив систему уравнений (8), находят закономерности изменения температуры $t_{тв}(\tau)$ технологической воды и уровня $h_{ук}(\tau)$ котловой воды.

При этом динамика изменения мощности электродного парогенератора определяется через $h_{ук}(\tau)$ и описывается следующим выражением:

$$P_э(\tau)=\frac{2U_л^2\gamma_{пв}\left[H_э-h_{ук}(\tau)\right]}{K_г} \qquad (9)$$

Четвертая стадия процесса нагрева воды характеризуется тем, что мощность установки и температура технологической воды практически не изменяется. Мощность стабилизируется на уровне минимального значения $P_{э.мин}$, достаточного для компенсации теплопотерь. В этом случае минимальное значение мощности определяется по выражению:

$$P_{эмин}=K_{из}F_{из}\left(t_{тв.макс}-t_{пом}\right) \qquad (10)$$

Полученная математическая модель позволяет проследить динамику изменения температуры технологической воды в БА и электрической мощности парогенератора при различных значениях исходных данных, поэтому она может быть использована для оптимизации конструктивных параметров электродной системы, теплообменника и расхода проходящей теплообменник нагреваемой воды.

Определенный интерес представляет влияние размера площади теплообменной поверхности на интенсивность нагрева воды в БА. Решение системы дифференциальных уравнений (8) производилось численным методом при помощи программы MathCAD. Исходные данные для расчета: $m_в=500$ кг; $c_в=4190$ Дж/кг·°С; $F_{то1}$=0,4м^2; $t_п$=100ºС; $G^в_{то}=0{,}198$ кг/с; $c_{то1}=4190$ Дж/кг·°С; $C_{тв}$=500·4190=2095000 Дж/С; $R_{гп.п}=440$ Дж/°С; $T=373$ °К; $r=2257\cdot10^3$ Дж/кг; $\sigma_{в.ср}=970$ кг/м^3; $g=9{,}8$ м/с^2; $V_{нач}=0{,}03565$ м^3; $S_н=0{,}06602$ м^2; $p_{ат}=1{,}01\cdot10^5$

Па; $U_л = 380$ В; $\rho_{20} = 26$ Ом·м; $\gamma_{пв} = 0{,}093$ См/м; $H_э = 0{,}2615$ м; $K_г = 0{,}281$; $C_{то}^{мк} = 934$ Дж/^{0}С; $t_{пом} = 15$ °С;

На рисунках 3 и 4 представлены графики, описывающие динамику $t_{тв}$ и $P_{то}$ (тепловая мощность теплообменника) при $F_{то1}$ =0,4 м^2 и $F_{то2}$=0,235 м^2 соответственно.

Анализ графиков показывает, что при использовании теплообменника с $F_{то1}$ =0,4 м^2 $t_{тв}$ повышается от 23 до 73ºС за 105 мин, а в случае $F_{то1}$ =0,235 м^2 - за 115 мин. Причем, к концу нагрева $P_{то}$ снижается в первом случае до 9500 Вт, а во втором случае 6300 Вт.

В режиме отопления помещений нагрев теплоносителя, циркулирующего через радиаторы отопления (РО), осуществляется встроенным теплообменником 10 при включенном насосе 20.

Приняты следующие обозначения: $t_{ро}$ – средняя температура воды в РО, °С; $K_{ро}$ – коэффициент теплопередачи через стенки РО, Вт/м^2·°С; $F_{ро}$ – площадь поверхности теплообмена РО, м^2; $G_{то}^{в}$ – расход циркулирующей в системе отопления воды, кг/с; $C_{ро}^{мк}$ - полная теплоемкости металлоконструкции РО, Дж/°С; $C_{пом}^{воз}$ - полная теплоемкость внутреннего воздуха, Дж/°С; $C_{пом}^{огр}$ - полная теплоемкость ограждающих конструкций

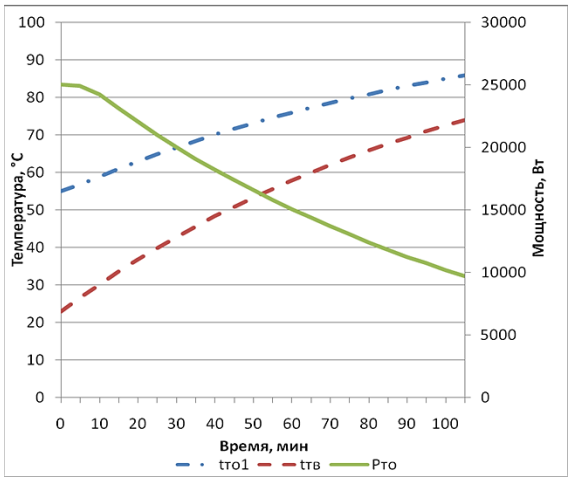


Рисунок 3 - Динамика изменения $t_{тв}$ и $P_{то}$ при работе теплообменника с $F_{то1}$ =0,4 м^2 ($G_{то}^{в} = 0{,}198$ кг/с)

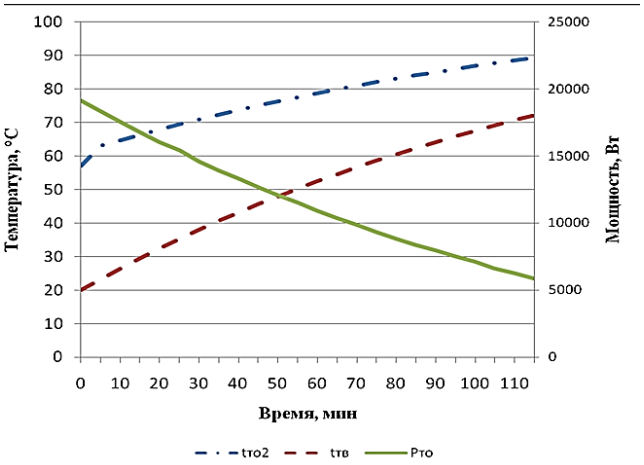


Рисунок 4 - Динамика изменения $t_{тв}$ и $P_{то}$ при работе теплообменника с $F_{то1}$ =0,235 м^2 ($G_{то}^{в} = 0{,}131$кг/с)

помещения, Дж/°С; $c_{то}^{в}$ - удельная теплоемкость воды, циркулирующей через ТО, Дж/кг·°С; $V_{пом}$ – объем помещения, м^3; $q_{от}$ - удельная отопительная характеристика помещения, Вт/м^3·°С;

Математическая модель данного режима работы составляется на основании закона сохранения энергии для каждой области.

Мощность электродного нагревателя $P_{эн} = \frac{2U_л^2 \gamma_{пв}\left[H_э - h_{ук}\right]}{K_г}$ расходуется на парообразование. Тепловая поток $K_{то}F_{то}\left(t_п - t_{то}\right)$, получаемый теплообменником при конденсации определенного количества пара на его поверхности, расходуется на изменение энтальпии $C_{то}^{мк}\frac{dt_{то}}{d\tau}$ теплообменника и теплоотдачу $G_{то}^{в}c_{то}^{в}\left(t_{то} - t_{ро}\right)$ нагреваемой жидкости, циркулирующей в системе отопления.

Тепловой поток $G_{то}^{в}c_{то}^{в}\left(t_{то} - t_{ро}\right)$ идет на изменение энтальпии $C_{ро}^{мк}\frac{dt_h}{d\tau}$ радиаторов и теплоотдачу $K_{ро}F_{ро}\left(t_{ро} - t_{пом}\right)$ к воздушной среде в помещении. Тепловой поток $K_{ро}F_{ро}\left(t_{ро} - t_{пом}\right)$, поступающий от радиаторов отопления, идет на изменение энтальпии $\left(C_{пом}^{огр} + C_{пом}^{воз}\right)\frac{dt_m}{d\tau}$ ограждающих конструкций и воздуха в помещении и, а также теплоотдачу $aq_{от}V_{пом}\left(t_{пом} - t_{ос}\right)$ к наружной среде.

На основании вышеизложенного, составляется математическая модель работы установки в режиме отопления, которая описывается следующей системой дифференциальных уравнений:

$$\left.\begin{aligned}
\frac{dt_{то}}{d\tau} &= \frac{1}{C_{то}^{мк}}\left[K_{то}F_{то}\left(t_п - t_{то}\right) - G_{то}^{в}c_{то}^{в}\left(t_{то} - t_{ро}\right)\right] \\
\frac{dt_{ро}}{d\tau} &= \frac{1}{C_{ро}^{мк}}\left[G_{то}^{в}c_{то}^{в}\left(t_{то} - t_{ро}\right) - K_{ро}F_{ро}\left(t_{ро} - t_m\right)\right] \\
\frac{dt_{пом}}{d\tau} &= \frac{1}{\left(C_{пом}^{огр} + C_{пом}^{воз}\right)}\left[K_{ро}F_{ро}\left(t_{ро} - t_{пом}\right) - aq_{от}V_{пом}\left(t_{пом} - t_{ос}\right)\right] \\
\frac{dh_{ук}}{d\tau} &= \frac{R_{гп.п}(t_п + 273)}{r\left(2g\sigma_{в.ср}V_{нач} + S_н p_{ат}\right)}\left[\frac{2U_л^2\gamma_{пв}\left(H_э - h_{ук}\right)}{K_г} - K_s F_s\left(t_п - t_s\right)\right]
\end{aligned}\right\} \quad (11)$$

$t_i = \frac{t_i^{вых} + t_i^{вх}}{2}$, $i = то, ро$; $t_{ро}\left(\tau = 0\right) = t_{ро0}$, $t_{то1}\left(\tau = 0\right) = t_{то20}$, $t_{пом}\left(\tau = 0\right) = t_{пом0}$.

Предложенная математическая модель (11) позволяет оценить влияние конструктивных параметров встроенного теплообменника, радиаторов и других элементов на тепловые режимы нагрева воздуха в помещений.

В режиме пароснабжения паропроизводительность $G_п$ установки определяется по формуле:

$$G_п = \frac{2U_л^2 \gamma_{пв} H_э}{K_{гэс}\left(i_п - i_{кон}\right)} \cdot \eta_{эн} \qquad (12)$$

где $i_п$ - энтальпия пара, Дж/кг; $i_{кон}$ - энтальпия конденсата, Дж/кг;

Выводы

Использование известных систем теплообеспечения на базе несколько автономно работающих электротепловых установок в условиях фермерских хозяйств и малых молочных ферм не всегда экономически нецелесообразно из–за сравнительно высоких капитальных и эксплуатационных затрат при незначительном объеме производимой продукции. Поэтому представляет значительный научный и практический интерес.комбинированные электротепловые установки-пароводонагреватели, предназначенные для получения пара низкого давления и горячей воды в одном устройстве. В молочном животноводстве существует ряд предпосылок и условий, определяющих целесообразность использования пароводонагревателей.

Предлагаемый пароводонагреватель на базе электродного парогенератора с встроенным теплообменником, в зависимости от технологических нужд молочных ферм, может работать как в режиме пароснабжения, так и в режиме нагрева технологической воды в баке-аккумуляторе или теплоносителя системы отопления.

Предложенные математические модели различных режимов работы пароводонагревателя позволяют оптимизировать конструктивные параметры электродной системы, встроенного теплообменника и расходы нагреваемых теплоносителей.

Список литературы

1. Кешуов С. А., Алдибеков И.Т., Барков В.И. Ресурсосберегающие системы и установки электротеплообеспечения в малом молочном животноводстве. Алматы: ТОО «Нур-Диас», 2012.- 320 с.

2. Расстригин В.Н., Тихомиров Д.А., Минчин Ю.В. Электропароводонагреватель ЭПВ-30 //Механизация и электрификация сельского хозяйства. – М., 1997.- №10 - С. 17-18.

3. Лосянович А.В. Результаты испытаний электрического пароводонагревателя электродного типа//Научно-технический бюллетень по электрификации сельского хозяйства, вып.2 (63). - М.: ВИЭСХ, 1988. - С. 32-38.

4. Баранов Л.А. Новые электронагревательные устройства для животноводства Казахстана. – Алматы: КазНИИНТИ, 1993. –77 с.

5. Сестричко Б.С., Слушкин П.Н., Сербин В. Электродный паровой котел типа ЭКП-1 // Техника в сельском хозяйстве. – М., 1975. - №1. - С. 39-40.

6. Кешуов С.А., Алдибеков И.Т., Барков В.И., Хасанов А.Р. Инновационный патент №27943, Республика Казахстан. МПК F22B1/30 Электродный парогенератор./ заявитель и патентообладатель ТОО «Казахский

научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства» -№ 2013/0641.1. заявл. 15.05.2013. опубл. 25.12.2013, бюл.№12.

7. Кешуов С.А., Алдибеков И.Т., Барков В.И., Хасанов А.Р. Инновационный патент №27944, Республика Казахстан. МПК F22B1/30 Электродный парогенератор./ заявитель и патентообладатель ТОО «Казахский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства» -№ 2013/0642.1. заявл. 15.05.2013. опубл. 25.12.2013, бюл.№12.

БУСУҚЫЗДЫРҒЫШТЫҢ КОНСТРУКЦИЯСЫН НЕГІЗДЕУ ЖӘНЕ ЖҰМЫС РЕЖИМДЕРІН МАТЕМАТИКАЛЫҚ МОДЕЛЬДЕУ

Аңдатпа

Мақалада сүт өндіретін фермерлік шаруашылықтарда бір қондырғыда төмен қысымды бу мен ыстық суды бөлек өндіруге арналған бусужылытқыштарын пайдалану ұсынылады. Сүт фермаларында оларды пайдаланудың орындылығын анықтайтын бірқатар алғышарттар мен шарттар келтірілген. Белгілі бусужылытқыштарының конструкцияларына және жұмыс режимдеріне қысқаша талдау жасалған.

Мақалада ішке орнатылған жылу алмастырғышы бар электродты бу генераторы негізінде біз ойлап құрастырған бусу қыздырғышының конструкциясы мен жұмыс істеу принципі сипатталады. Электродтық жүйенің, ішке орнатылған жылуалмастырғыштың, жылыту жүйесінің радиаторларының конструкциялық параметрлерін және жылутасығыштардың шығындарын оңтайландыруға мүмкіндік беретін, оның әр түрлі жұмыс режимдерін сипаттайтын математикалық модельдер келтірілген.

Кілт сөздер: *сүт фермалары, бумен қамтамасыз ету, ыстық сумен қамтамасыз ету, жылыту, бусужылытқыштар, бу генераторлары, жылуалмастырғыштар, электродтық жүйелер, математикалық модельдер.*

RATIONALE DESIGN AND MATHEMATICAL MODELING OF OPERATION REGIMES OF STEAM-WATER HEATERS

Annotation

In the article it is proposed to use steam-water heaters in dairy farms intended for separate production of low-pressure steam and hot water in one installation. A number of prerequisites and conditions that determine the expediency of their use on dairy farms are given. A brief analysis of the designs and operating modes of known steam heaters is given.

The article describes the design and operation principle of the steam-water heater developed by us on the basis of an electrode steam generator with an integrated heat exchanger. Mathematical models of various modes of its operation are given, allowing to optimize the design parameters of the electrode system, built-in heat exchanger, radiators of the heating system and the costs of heated coolants.

Keywords: *dairy farms, steam supply, hot water supply, heating, steam water heaters, steam generators, heat exchangers, electrode systems, mathematical models.*

МРНТИ 68.29.23

В.А. Голиков[1], А.С. Усманов[1], А.С. Рзалиев[1], В.Н. Артамонов[1]

[1]«Казахский научно исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства», Алматы, Казахстан

ОБОСНОВАНИЕ КОМПЛЕКСОВ МАШИН ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ В ЮЖНОМ РЕГИОНЕ КАЗАХСТАНА

Аннотация

В соответствии с рекомендуемыми технологическими институтами различными технологиями возделывания озимой пшеницы на богарных и орошаемых участках обоснованы варианты комплексов машин для их реализации. Также предложены комплексы машин для возделывания и уборки риса. Подбор машин осуществлялся по их технико-технологическим параметрам, обеспечивающим выполнение агротехнических требований. В комплексы машин, наряду с серийно выпускаемыми, включен ряд новых машин, разработанных в КазНИИМЭСХ: навесной культиватор-плоскорез КПН-4; комбинированное орудие для предпосевной обработки ОК-3,6; рыхлитель РВП-4; универсальное орудие УПО-4.

Ключевые слова: *Технология, плуги, плоскорезы, сеялки, культиваторы, комбайны.*

Введение

Площадь зерновых и зернобобовых культур (без риса) в регионе составляет 947,8 тыс. га, в т.ч. по областям: в Алматинской 438,7 тыс. га; Жамбылской 256,6 тыс. га; Южно-Казахстанской 251,6 тыс. га; Кызыл-Ординской 0,9 тыс. га. Основными зерновыми культурами является озимая пшеница, ячмень и рис.

Средние размеры хозяйствующих субъектов в регионе по областям составляют: Алматинская ФХ (фермерские хозяйства) - 86 га, СХП (сельскохозяйственные предприятия) от 500 до 3400 га; Жамбылская ФХ-160 га, СХП от 130 до 6060 га; Южно-Казахстанская ФХ- 25 га, СХП от 200 до 730 га; Кызыл-Ординская ФХ- 490 га, СХП от 700 до 7045 га.

Число ФХ в регионе составляет около 130 тыс. единиц, в т.ч. в Алматинской области 42118; Жамбылской 15518; Южно-Казахстанской 67932; Кызыл-Ординской 3464.

Озимая пшеница возделывается на богарных землях и орошаемых участках.

В современном земледелии выделяют три технологии возделывания сельскохозяйственных культур: традиционную, ресурсосберегающие, включающие минимальную и нулевую.[1, 2, 3, 4]. Необходимо обосновать комплексы машин для их реализации.

Целью работы является формирование комплексов машин для реализации рекомендуемых КазНИИЗиР технологий возделывания озимой пшеницы по пару, по традиционной технологии на богаре, при ресурсосберегающей

технологии по пару на богаре, при традиционной технологии на орошении. Подбор машин осуществлялся по их технико-технологическим параметрам, обеспечивающим выполнение агротехнических требований по качеству выполнения технологических операций и по агросрокам. Предложены варианты комплексов машин в зависимости от величины посевной площади. Так, при посевной площади до 100 га используется для основной обработки почвы трактор класса тяги 1,4 Беларус-80/82 с плугом ПЛН-3-35, при площади 200-300 га тракторы класса 2 и 3, соответственно Беларус-1221, Беларус-2023, Т-150К с плугами ПЛН-4-35 и ПЛН-5-35, при большей площади трактор класса 5 К-744Р1 с плугом ПЛН-8-40 и т.д.

При расчетах использованы методы эксплуатационной оценки функционирования машинно-тракторных агрегатов.

Материалы и методы

Возделывание озимой пшеницы по пару по традиционной технологии на богаре включает следующие технологические операции: отвальную вспашку на 20…22 см плугами ПЛН-3-35, ПЛН-4-35, ПЛН-5-35 и др. ; закрытие влаги на глубину обработки 4…6 см зубовыми боронами БЗСС ; первую культивацию пара на глубину 8…10 см дисковыми боронами БДН, БДТ или плоскорезами КПН-4 , КПШ-5 ; вторую культивацию пара на глубину 6…8 см; внесение минеральных удобрений разбрасывателями МВУ-5, МВУ-90 и др. ; посев сеялками СЗ-3,6 , СЗТ-3,6А и др. ; подкормку минеральными удобрениями ; закрытие влаги ; внесение гербицидов опрыскивателями ОНШ- 15, ОП- 2000-2-01 и др. ; уборку (таблица 1).

На выполнение каждой технологической операции приведены варианты тракторов и машин, которые выбираются в зависимости от величины посевной площади в хозяйстве.

В связи с тем, что в регионе преобладают агроформирования с небольшими посевными площадями основными тракторами являются тракторы класса тяги 1,4 (Беларус-80/82) и класса тяги 2 (Беларус-1221) с соответствующими шлейфами сельхозмашин. Вместе с тем, в регионе в небольшом количестве имеются и более крупные агроформирования, где требуется тракторы более высоких тяговых классов 3 (ХЗТ-17221) и класса 5 (К-744Р1). Кроме того, в республике происходит формирование кооперативов, где также потребуются тракторы класса тяги 3, 4 и 5 .

Для уборки зерновых на богаре, где урожайность озимой пшеницы составляет 18…25 ц/га, применимы зерноуборочные комбайны Вектор-410 KZ и Есиль-740 (КЗС-740), которые выпускаются на заводах республики.

В таблице 2 приведены комплексы машин для возделывания озимой пшеницы по ресурсосберегающей технологии на богаре.

В этом случае основная обработка парового поля производится без оборота пласта культиваторами-плоскорезами КПН-4, КПШ-5, КПШ-9 и др. на глубину 6…8 см или 10…12 см.

Ранневесеннее закрытие влаги без оборота пласта игольчатыми боронами БИГ-3А или лущильниками ЛДГ-5А, ЛДГ-10А, ЛДГ-15 с плоскими дисками.

Культивация пара осуществляется культиваторами-плоскорезами КПН-4, КПШ-5 и др.

Посев по стерневому фону с внесением туков проводится прессовыми сеялками СЗП-3,6 , СЗТС-2 и др.

Закрытие влаги на посеве проводится теми же машинами, как и при ранневесеннем закрытии влаги.

Остальные операции выполняются теми же машинами, что и в первом случае.

Нулевая технология, именуемая также как прямой посев, предполагает полное исключение механической обработки почвы. Исключаются и операции по предпосевным культивациям. Осенняя основная обработка почвы, а также летние обработки паровых полей заменяются обработкой глифосат содержащими гербицидами сплошного действия.

Сеялки для прямого посева бывают двух типов с анкерными сошниками и с дисковыми сошниками, которые более распространены, чем анкерные. Сеялки с дисковыми сошниками производят следующие фирмы: «Amazonen» (Германия), «Morris» (Канада), «Kuhn» (Франция), «Great Plains», «John Deere», «Sunflower» (США), «Dolbi», «Gherardi» (Аргентина), «Vence tudo» (Бразилия), Стерлитамакский машзавод (Россия) и др.

Наряду с этим при минимальной обработке рекомендуется использовать стерневые сеялки-культиваторы СЗС-2,1, СЗС-6/12, СТС-2, СТС 6/12, СКП-2,1 «Омичка» и др.

В таблице 3 приведены технологические операции и комплексы машин для возделывания и уборки озимой пшеницы по традиционной технологии на орошаемых землях (после зерновых).

Внесение минеральных удобрений разбрасывателями, приведенными ранее.

Отвальная вспашка на 20…22 см или 22…25 см при использовании тракторов класса 3 и более.

Для выравнивания поля для полива проводится малование малой МВ-6. Предпосевная обработка осуществляется зубовыми боронами БЗСС или орудием ОК-3,6 , разработанным КазНИИМЭСХ. Посев проводится сеялками СЗ-3,6 , СЗТ-3,6А и другими дисковыми сеялками.

Нарезка временной оросительной сети и заравнивание полевных борозд осуществляется каналокопателем-заравнивателем КЗУ-0,3Д.

При выполнении рекомендуемой КазНИИЗиР технологии урожайность озимой пшеницы составляет 40 ц/га и более. Поэтому для её уборки, наряду с комбайнами четвертого класса Вектор-410KZ и Есиль-740, найдут применение и комбайны пятого класса ACROS-530 и др.

Следует отметить, что согласно положениям Государственной программы развития АПК РК на 2017-2021 годы [5] по техническому перевооружению

АПК следует отдавать предпочтение технике из стран СНГ и отечественного производства, так как она дешевле аналогов из дальнего зарубежья в 2-3 раза. Это учтено нами при формировании приведенных комплексов машин для озимой пшеницы и будет учтено в последующем при формировании комплексов машин для возделывания других культур.

Кроме озимой пшеницы в регионе большую долю зерновых составляет яровой ячмень 406 тыс. га. Комплексы машин для его возделывания в основном идентичны как и при возделывании озимой пшеницы на богарных землях. Яровая пшеница в регионе возделывается на небольших площадях, которая постоянно убывает, поэтому технология и комплекс машин для возделывания её в регионе не приводятся.

Таблица 1-Комплексы машин для возделывания и уборки озимой пшеницы по пару по традиционной технологии на богаре

№ опер.	Наименование операции, количественные и качественные показатели	Состав агрегата	
		Трактор или комбайн	Сельскохозяйственная машина
1	Вспашка на 20…22 см	Беларус-80/82	ПЛН-3-35
		Беларус-1221, Беларус-1523.	ПЛН (ПН)-4-35
		Беларус-2023, ХТЗ-17221, Т-150К.	ПЛН (ПН)-5-35
		К-744Р1	ПЛН-8-40, ПНУ-8-40, ПТК-9-35
2	Закрытие влаги на глубину 4…6 см	Беларус-80/82	С-11У+8БЗСС-1
		Беларус-2023, ХТЗ-17221, Т-150К.	СГ-21+21БЗСС-1
3	Первая культивация пара на глубину 8…10 см	Беларус-80/82	БДН-2,4,БДН-180,ОК-3,6*
		Беларус-1221,Беларус-1523.	КПН-4*, КПС-4Г, КСП-4,2
		Беларус-2023, ХТЗ-17221, Т-150К.	КПН-4, БДТ-3, КПШ-5
		К-744Р1	БДТ-7, АКП-7,2
4	Вторая культивация пара на глубину 6…8 см	Беларус-80/82	БДН-2,4,БДН-180,ОК-3,6
		Беларус-1221,Беларус-1523.	КПН-4, КПС-4Г, КСП-4,2.
		Беларус-2023, ХТЗ-17221, Т-150К.	КПН-4, БДТ-3
		К-744Р1	БДТ-7, АКП-7,2
5	Внесение минеральных удобрений	Беларус-80/82	МВУ-5,МВУ-90, МТТ-4У
		Беларус-1221,Беларус-1523.	РМУН-1900
6	Обработка семян	Мотибокс, ПС-10, ПСШ-5	
7	Подвоз семян и загрузка	Беларус-80/82	ОЗТП-8588, ГКБ-887Б, 2ПТС-6, 2ПТС-4
		Беларус-1221,Беларус-1523.	ОЗТП-9588, сармат 852610
		Беларус-2023, ХТЗ-17221, Т-150К.	ОЗТП-8572

8	Посев	Беларус-80/82	СЗ-3,6 , СЗТ-3,6А
		Беларус-2023, ХТЗ-17221, Т-150К.	СП-16А+3СЗ-3,6 , СП-16А+3СЗТ-3,6А
9	Подкормка минеральными удобрениями	Беларус-80/82	МВУ-5, МВУ-90, МТТ-4У
		Беларус-1221, Беларус-1523.	РМУН-1900
10	Закрытие влаги	Беларус-80/82	С-11У+8БЗСС-1+3ЗОР-0,7
		Беларус-2023, ХТЗ-17221, Т-150К.	СГ-21+21БЗСС-1+9ЗОР-0,7
11	Приготовление и транспортировка раствора гербицида	Беларус-80/82	МПР-3200
12	Внесение гербицидов	Беларус-80/82	ОНШ-15, ОП 2000-2-01
13	Уборка прямым комбайнированием	Вектор-410 KZ, Есиль-740 (КЗС-740) и др.	

*) КПН-4 –Культиватор-плоскорез разработан в КазНИИМЭСХ

*ОК-3,6 – Орудие комбинированное разработанное в КазНИИМЭСХ

Таблица 2 - Комплексы машин для возделывания и уборки озимой пшеницы по пару по ресурсосберегающей технологии на богаре

№ опер.	Наименование операции, количественные и качественные показатели	Состав агрегата	
		Трактор или комбайн	Сельскохозяйственная машина
1	*2*	*3*	*4*
1	Основная обработка парового поля без оборота пласта на 6…8 см или 10…12 см	Беларус-1221, Беларус-1523.	КПН-4, КПЭ-3,8 , ОК-3,6.
		Беларус-2023, ХТЗ-17221, Т-150К.	КПН-4, СП-16А+2КПЭ-3,8, КПШ-5, ОПТ-3.
		К-744Р1	КПШ-9, СП-16А+3КПЭ-3,8, ОПТ-3-5.
2	Ранневесеннее закрытие влаги без оборота пласта	Беларус-80/82	БИГ-3А, ЛДГ-5А*
		Беларус-1221, Беларус-1523.	С-11У+ 2БИГ-3А, ЛДГ-10А*
		Беларус-2023, ХТЗ-17221, Т-150К.	СП-16А+3БИГ-3А, ЛДГ-15А*
		К-744Р1	СП-16А+5БИГ-3А, ЛДГ-15А*,ЛДГ-20А*
3	Первая культивация пара на 6…8 см	Беларус-1221, Беларус-1523.	КПН-4, КПЭ-3,8, ОК-3,6
		Беларус-2023,ХТЗ-17221, Т-150К.	КПН-4, СП-16А+2КПЭ-3,8, КПШ-5, ОПТ-3.
		К-744Р1	КПШ-9, СП-16А+3КПЭ-3,8, ОПТ-3-5.
4	Вторая культивация пара на 8…10 см	Беларус-1221, Беларус-1523.	КПН-4, КПЭ-3,8, ОК-3,6
		Беларус-2023,ХТЗ-17221, Т-150К.	КПН-4, СП-16А+2КПЭ-3,8, КПШ-5, ОПТ-3.
		К-744Р1	КПШ-9, СП-16А+3КПЭ-3,8, ОПТ-3-5.
5	Третья культивация пара на10…12 см	Беларус-1221, Беларус-1523.	КПН-4, КПЭ-3,8, ОК-3,6
		Беларус-2023,ХТЗ-17221, Т-	КПН-4, СП-16А+2КПЭ-3,8,

		150К.	КПШ-5, ОПТ-3.
		К-744Р1	КПШ-9, СП-16А+3КПЭ-3,8, ОПТ-3-5.
6	Обработка семян	Мотибокс, ПС-10, ПСШ-5	
7	Подвоз семян и туков, загрузка сеялок	Беларус-80/82	2ПТС-4, ГКБ-887Б
8	Посев по стерневому полю с внесением туков	Беларус-80/82	СЗ-3,6А , СЗП-3,6А, СЗТС-2.
		Беларус-2023,ХТЗ-17221, Т-150К.	СП-16Б+3СЗ-3,6А, 3СЗП-3,6А, 3СЗТС-2
		К-744Р1	СП-165+5СЗ-3,6А, 5СЗП-3,6А, 5СЗТС-2
9	Подкормка минеральными удобрениями	Беларус-80/82	МВУ-5, МВУ-90, МТТ-4У
		Беларус-1221, Беларус-1523.	РМУН-1900
10	Закрытие влаги на посеве (боронование посевов, бигование)	Беларус-80/82	БИГ-3А, ЛДГ-5А*
		Беларус-1221, Беларус-1523	С-11У+ 2БИГ-3А, ЛДГ-10А*
		Беларус-2023,ХТЗ-17221, Т-150К.	СП-16А+3БИГ-3А,ЛДГ-15А*
		К-744Р1	СП-16А+5БИГ-3А, ЛДГ-15А*, ЛДГ-20А*.
11	Приготовление и транспортировка раствора гербицида	Беларус-80/82	МПР-3200
12	Внесение гербицидов	Беларус-80/82	ОП 2000-2-01, ОНШ-15, RALL-2000П
13	Уборка	Вектор-410 KZ, Есиль-740 (КЗС-740) и др.	

(*) Лущильники ЛДГ-5, 10, 15, 20 с плоскими дисками

Таблица 3 - Комплексы машин для возделывания и уборки озимой пшеницы по традиционной технологии на орошаемых землях (после зерновых)

№ опер	Наименование операции, количественные и качественные показатели	Состав агрегата	
		Трактор или комбайн	Сельскохозяйственная машина
1	*2*	*3*	*4*
1	Внесение минеральных удобрений	Беларус-80/82	МВУ-5, МВУ-90, МТТ-4У
		Беларус-1221, Беларус-1523.	РМУН-1900
2	Вспашка на 20…22 см (22…25 см)	Беларус-80/82	ПЛН-3-35
		Беларус-1221, Беларус-1523.	ПЛН (ПН)-4-35
		Беларус-2023, ХТЗ-17221, Т-150К.	ПЛН (ПН)-5-35
		К-744Р1	ПЛН-8-40, ПНУ-8-40, ПТК-9-35
3	Малование	Беларус-1221, Беларус-1523, ХТЗ-17221, Т-150К.	МВ-6
4	Предпосевная обработка почвы	Беларус-80/82	С-11У+8БЗСС-1, ОК-3,6
		Беларус-2023, ХТЗ-17221, Т-150К.	СГ-21+21БЗСС-1

5	Обработка семян	Мотибокс, ПС-10, ПСШ-5	
6	Подвоз семян и загрузка сеялок	Беларус-80/82	ОЗТП-8588, ГКБ-887Б, 2ПТС-6
		Беларус-1221,Беларус-1523	ОЗТП-9588, сармат 852610.
		Беларус-2023, ХТЗ-17221, Т-150К.	ОЗТП-8572
7	Посев	Беларус-80/82	СЗ-3,6А , СЗТ-3,6А
		Беларус-2023, ХТЗ-17221, Т-150К.	СП-16А+3СЗ-3,6А , СП-16А+3СЗТ-3,6А.
8	Закрытие влаги	Беларус-80/82	С-11У+8БЗСС-1
		Беларус-2023, ХТЗ-17221, Т-150К.	СГ-21+21БЗСС-1
9	Подкормка минеральными удобрениями	Беларус-80/82	МВУ-5, МВУ-90, МТТ-4У
		Беларус-1221, Беларус-1523.	РМУН-1900
10	Боронование посевов для заделки минеральных удобрений	Беларус-80/82	С-11У+8БЗСС-1+330Р-0,7
		Беларус-2023, ХТЗ-17221, Т-150К.	СГ-21+21БЗСС-1+9ЗОР-0,7
11	Приготовление раствора гербицида и транспортировка	Беларус-80/82	МПР-3200
12	Внесение гербицидов	Беларус-80/82	ОНШ-15, ОП 2000-2-01
13	Нарезка поливных борозд	Беларус-1221, Беларус-1523	КЗУ-0,3Д
14	Полив 3 раза	Вручную	
15	Заравнивание борозд	Беларус-1221, Беларус-1523	КЗУ-0,3Д
16	Уборка прямым комбайнированием	Вектор-410KZ, Есиль-740 (КЗС-740), Дон-1500Б, ACROS-530, Class Tukano-430 и др.	

В Кызылординской области количество зерноуборочных комбайнов составляет 898 единиц, из них 665 ед. (74%) Енисей-1200Р гусеничных рисовой модификации, 98 ед. (10,9%) из дальнего зарубежья, в т.ч. 2 ед. New Holland, 41 ед. Glass, 10 ед. John Deere, 23 ед. Laverda и др. В настоящее время Енисей-1200Р не выпускается, поэтому имеющейся парк этих машин в перспективе должен быть полностью заменен.

Выводы

1. Для реализации рекомендуемых КазНИИЗиР технологий возделывания озимой пшеницы по пару, по традиционной технологии на богаре, при ресурсосберегающей технологии по пару на богаре, при традиционной технологии на орошении предложены варианты комплексов машин, обеспечивающих выполнение агротехнических требований при различной посевной площади. Предложены также комплексы машин для возделывания и уборки риса.

2. Наряду с серийно выпускаемыми машинами в комплексы включены ряд новых машин, разработанных в КазНИИМЭСХ: навесной культиватор-

плоскорез КПН-4 с шириной захвата 4 м; комбинированное орудие ОК-3,6 для предпосевной обработки почвы с шириной захвата 3,6 м; рыхлитель РВП-4 с шириной захвата 4 м; универсальное орудие УПО-4 с шириной захвата 4 м.

Список литературы

1. Ресурсосберегающие технологии возделывания сельскохозяйственных культур на Юго-востоке Казахстана (Алматинская и Жамбылская области). Алматы: 2010 - 200 с.

2. Минимализация обработки почвы под озимую пшеницу на богаре / Рекомендации. - Алматы: 2008. - 17 с.

3. Методические рекомендации по применению минимальной и нулевой обработок почвы на богарных землях юго-востока Казахстана. - Астана: 2011. – 24 с.

4. Система машинных технологий и машин для возделывания сельскохозяйственных культур в условиях Южного Казахстана. – Алматы: КазНИИМЭСХ, 2009. – 216 с.

5. Государственная программа развития агропромышленного комплекса РК на 2017-2021 годы. Астана, 2017

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІК ӨҢІРІНДЕ АСТЫҚТЫ ӨСІРУ ЖӘНЕ ЖИНАУ ҮШІН КЕШЕНДІ МАШИНАЛАРДЫ НЕГІЗДЕУ

Аңдатпа

Технологиялық институттар ұсынысына сейкес, күздік астықты түрлі технологиямен өсіру және жинауды жүзеге асыру үшін кешенді машиналар негізделді. Сонымен бірге күрішті өсіру және жинау үшін кешенді машиналар ұсынылды. Машиналарды таңдау олардың техника-технологиялық параметрлері мен агротехникалық талаптарының орындалуын қамтамасыз ету бойынша жүзеге асырылды. Кешенді машиналар құрамына сериядағы машиналармен қатар ҚазАӨШҒЗИда жасалған жаңа машиналар: КПН-4 аспалы жалпақтілгіш жырғы, ОК-3,6 құрамалы топырақты өңдейтін құралы, РВП қопсытқышы, УАО-4 әмбебап құралы енгізілді.

Кілтті сөздер:*технология, соқалар, жалпақтілгіштер, сепкіштер, жырғылар, комбайндар*

RATIONALE FOR COMPLEXES OF MACHINES FOR CULTIVATION AND HARVESTING OF CROPS IN THE SOUTHERN REGION OF KAZAKHSTAN

Summary

In accordance with the recommended technological institutes of the various technologies of cultivation of winter wheat in rainfed and irrigated plots grounded variants complexes of machinery for their implementation. Also offered complex of machines for cultivation and harvesting rice. Selection of the machines was their technical and technological parameters for ensuring execution of agrotechnical requirements. In the complex of machines, along with serially manufactured, introduces a number of new machines developed in the Institute: hinged tiller-

garden flat cutters CPN-4; combination tool for processing presowing OK-3.6; Ripper THAS-4; universal tool-4.

Keywords*: technology, plows, flat cutters, planters, cultivators, harvesters.*

МРНТИ 68.39.15

Т. Абилжанулы[1], Д.Т. Абилжанов., В.Т. Солдатов[1], Е.В. Найденко[1], Д.Н. Оразахын[1]

[1]«Казахский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства», г. Алматы, Казахстан

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ НАВЕСНОГО ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ КОРМОВ

Аннотация

Представлены результаты лабораторных испытаний при измельчении грубых и концентрированных кормов. Получены аналитические выражения для определения основных параметров измельчителя зерновых кормов. Определено качество измельченных грубых кормов. Установлено, что качество измельченных зерновых кормов соответствует зоотехническим требованиям для крупного рогатого скота и овец. Разработан навесной измельчитель грубых и зерновых кормов, обеспечивающий измельчение грубых и зерновых кормов в условиях крестьянских хозяйств.

Ключевые слова: *зерно, дробилка, операции, измельчение, корм, качество, скот.*

Введение

По состоянию на 1 февраля 2017 г. в республике имеется: овцы и козы – 18,16 млн. голов, крупный рогатый скот – 6,49 млн. голов. При этом наблюдается ежегодный рост поголовья животных. Например, за 2015-2017 годы ежегодный прирост поголовья крупного рогатого скота составляет в пределах 3,7…3,73%, а прирост поголовья овец и коз составляет 0,73…0,94% [1].

В связи с увеличением поголовья животных возникает другая проблема подготовки кормов в зимнее время. Если учесть, что длительность зимнего периода для нашей страны составляет около 6 месяцев, приготовление кормов в зимний период является важной проблемой для наших крестьянских хозяйств.

Основной операцией при приготовлении кормов является измельчение грубых и зерновых кормов.

В настоящее время в ТОО «КазНИИМЭСХ» разработаны типоразмеры универсальных кормоприготовительных агрегатов и дробилок-измельчителей кормов (агрегат кормоприготовительный малогабаритный АКМ-5,5; дробилка универсальная ДУ-11), снабженных электродвигателями мощностью 5,5 и 11 кВт.

Кроме того, многие крестьянские хозяйства имеют подстанции мощностью 25 кВА, т.е. они не могут использовать машины, снабженные электродвигателем мощностью более 5,0 кВт.

В настоящее время из многих хозяйств появился спрос на измельчители кормов, получающие привод от ВОМ трактора, поэтому разработка навесных измельчителей кормов является решением проблемной задачи сельского хозяйства страны.

Цель исследования состоит в обосновании параметров и разработке универсальных навесных измельчителей кормов, обеспечивающих измельчение грубых и зерновых кормов.

Материалы и методы

В обосновании параметров зернодробилки применен метод теоретической механики, а в разработке конструктивно-технологической схемы – метод конструирования сельхозтехники.

Результаты и их обсуждение

При разработке конструктивно-технологической схемы навесного универсального измельчителя кормов для измельчения стебельных кормов применена конструкция универсальной дробилки ДУ-11, а для дробления зерновых кормов необходимо было разработать малогабаритную дробилку, установленную на конце вала измельчителя грубых кормов (рисунок 1).

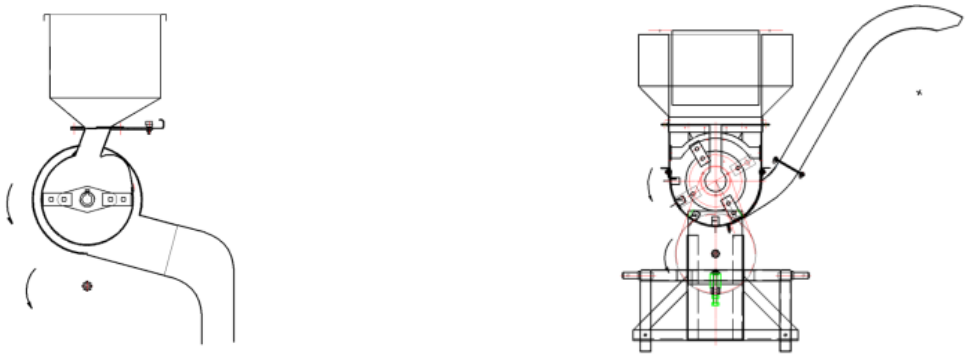


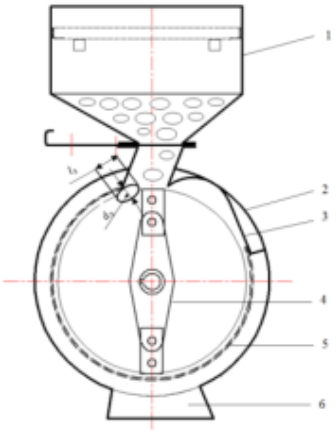
Рисунок 1 – Конструктивно-технологическая схема навесного измельчителя кормов

Учитывая, что основные параметры измельчителя грубых кормов выбраны от дробилки универсальной ДУ-11, для выбора параметров зернодробилки проведены теоретические исследования.

Схема измельчителя зерновых кормов приведена на рисунке 2, а схема расположения молотков на роторе приведена на рисунке 3.

Здесь молотки толщиной 4 мм установлены с шагом 8 мм. В противоположных рядах молотки установлены со смещением на 4 мм. При этом все поле по ширине ротора перекрывается ударами молотков, т.е. такое расположение молотков обеспечивает полную вероятность попадания кормов под удары молотков, даже в момент поступления зерновых кормов в камеру

измельчения. При этом возникает вопрос, сколько зерен отдельных видов кормов могут располагаться по ширине ротора B_p .



1 – бункер зерна; 2 – корпус дробилки;
3 – направитель воздушного потока;
4 – молотковый ротор; 5 – решето

Рисунок 2 – Схема измельчителя зерновых кормов

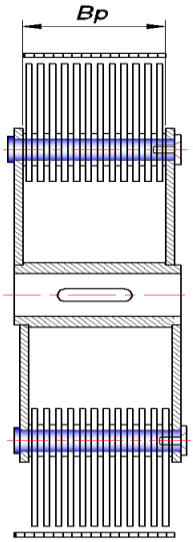


Рисунок 3 – Схема расположения молотков на роторе

В данном случае, если по ширине ротора B_p зерна располагаются горизонтально, то под удары молотков попадает одно количество зерен, в другом случае, при вертикальном расположении зерен, под удары молотков попадает другое количество зерен. Данную задачу необходимо решить, используя элементы теории вероятности.

После входа зерен в камеру измельчения они прижимаются к поверхности решета. Расположение зерен на поверхности решета приведено на рисунке 4. Здесь зерновки могут располагаться под углом α и значение данного угла может находиться в пределах 0…360°. При этом для определения среднего значения проекции зерна на горизонтальную ось, можно рассматривать положение зерна в первой четверти, т.е. в пределах изменения угла α от 0 до $\frac{\pi}{2}$.

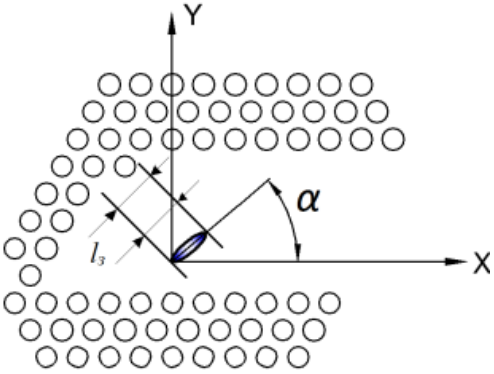


Рисунок 4 – Схема расположения зерен на поверхности решета

Значение длины проекции зерна на ось x определяется по формуле:

$$l_{зх} = l_з \cdot cos\alpha \quad (1)$$

Наивероятная средняя длина проекции зерна на ось x $l_{зс}$ при изменении угла α от 0 до $\frac{\pi}{2}$ определяется, получая интеграл в пределах изменения угла α и необходимо делить интеграл на предел интегрирования [2]:

$$l_{зхс} = \frac{\int_0^{\frac{\pi}{2}} l_з \cdot \cos d\alpha}{\frac{\pi}{2}} = \frac{2l_з}{\pi}\int_0^{\frac{\pi}{2}} cos\alpha\, d\alpha = \frac{2ll_з}{\pi}|sin\alpha|_0^{\frac{\pi}{2}} = \frac{2l_з}{\pi}|1-0|_0^1 = \frac{2l_з}{\pi}\ . \quad (2)$$

При входе зерна в камеру измельчения, количество зерен, попадающих под удары молотков, определяется по формуле:

$$К_з = \frac{В_р}{l_{зс}} = \frac{В_р}{\frac{2l_з}{\pi}} = \frac{\pi В_р}{2l_з}\ . \quad (3)$$

Общая масса измельченных зерновых кормов $m_з$ определяется по формуле:

$$m_з = К_з \cdot G_з = \frac{\pi В_р G_з}{2l_з}, \quad (4)$$

где $G_з$– средняя масса одной зерновки, кг.

Входящая в камеру измельчения масса зерновых кормов встречается с двумя рядами молотков, можно считать, что все зерновки попадают под удары молотков, т.е. за это время они измельчаются. При этом время, затрачиваемое на вращение молотков на расстояние равное расстоянию между рядами молотков $t_р$, определяется по формуле:

$$t_p = \frac{1}{к_р n_c} = \frac{1}{к_м \frac{n_р}{60}} = \frac{60}{к_м n_р}, \quad (5)$$

где $к_р$– количество рядов молотков, шт; $n_c, n_р$– частота вращения молотков за секунду и за минуту, $с^{-1}$, $мин^{-1}$.

При известном значении $m_з$ и $t_м$ можно определить производительность измельчителя зерновых кормов:

$$Q_и = \frac{m_з}{t_м} = \frac{\frac{\pi В_р G_з}{2l_з}}{\frac{60}{к_м n_р}} = \frac{\pi В_р G_з к_м n_р}{120 l_з}. \quad (6)$$

При определении количества зерен, располагающихся по ширине ротора, нами рассмотрена длина зерновок как линия длиной $l_з$.

Из ранее проведенных исследований также известно, что длина одного зерна ячменя $l_з$ – 10,5 мм и масса одного зерна 60 мг. Здесь при $l_{зс}$= 6,7 мм и ширине ротора 40,2 мм в линию, не перекрывая друг друга, могут расположиться 6 зерен. В действительности, если зерна поступают сплошным потоком, то на этой ширине ротора с некоторым перекрытием могут располагаться 10 зерен, поэтому при поступлении зерна сплошным потоком коэффициент увеличения количества зерен, поступающих в камеру измельчения $К_{из}$= 1,67, т.е. $Q_и = \frac{\pi В_р G_з к_м n_р}{120 l_з} \cdot К_{из}$, кг/с.

Если производительность измельчителя будем задавать, учитывая поголовье животных в хозяйстве, тогда основной параметр измельчителя – ширина ротора – определяется по формуле:

$$\mathrm{B_р} = \frac{120 Q_и l_з}{\pi G_з к_м n_р К_{из}}. \quad (7)$$

Из ранее проведенных исследований известно, что для измельчения зерновых кормов окружная скорость по концам молотков должна быть равна 50…60 м/с, и для измельчителя зерновых кормов выбираем диаметр ротора по концам молотков в пределах 400...500 мм. Поэтому для измельчителя зерновых кормов выбраны $\mathrm{D_р}$ – 400 мм, $\vartheta_м$ – 60 м/с, и при этом частота вращения ротора $n_р$ определяется по формуле:

$$n_р = \frac{60 \cdot \vartheta_м}{\pi \mathrm{D_р}} = \frac{60 \cdot 60}{3{,}14 \cdot 0{,}40} = 2866 \text{ мин}^{-1} \quad (8)$$

Как необходимая для измельчителя мобильного агрегата нами выбрана следующая производительность измельчителя $Q_и = 1{,}0$ т/ч $= 0{,}28$кг/с.

По этим известным значениям других параметров, определена необходимая ширина ротора $\mathrm{B_р}$:

$$\mathrm{B_р} = \frac{120 Q_и l_з}{\pi G_з к_м n_р К_{из}} = \frac{1200{,}28 \cdot 0{,}0105}{3{,}14 \cdot 0{,}000062 \cdot 2 \cdot 2900 \cdot 1{,}67} = 0{,}187 \text{ м}. \quad (9)$$

В результате теоретических исследований получены аналитические выражения для определения основных параметров измельчителя зерновых кормов.

Измельчители грубых и зерновых кормов установлены на одном валу. Они снабжены специальными бункерами для зерна и грубых кормов (рисунок 5).

Проведены лабораторные испытания при измельчении грубых кормов (люцерна) и концентрированных кормов (ячмень). Результаты испытаний приведены в таблицах 1 и 2. Производительность на измельчении грубых кормов составляет 850 кг/ч, а на измельчении концентрированных кормов 1050 кг/ч (рисунок 6).

Таблица 1 – Результаты лабораторных испытаний измельчителя грубых кормов

Влажность люцернового сена, %	Производительность, кг/ч	Фракционный состав измельченного сена, %		
		С длиной частиц до 30 мм	С длиной частиц до 30 мм	Свыше 50 мм
17,0	850	84,5	9,4	6,1

Таблица 2 – Результаты лабораторных испытаний дробилки концентрированных кормов

Влажность ячменя, %	Производительность, кг/ч, решето с диаметром 6 мм	Фракционный состав измельченного ячменя, %		
		С длиной частиц 1-2 мм	С длиной частиц до 1мм	Свыше 2 мм
12,0	1050	89,0	6,7	4,3

1 – измельчитель грубых кормов; 2 – дробилка зерна

Рисунок 5 – Общий вид навесного измельчителя кормов

Рисунок 6 – Лабораторныее испытания измельчителя грубых кормов

Определено качество измельченных грубых кормов. Средняя массовая доля фракции с длиной частиц до 30 мм составила 84,5%, фракции от 30 мм до 50 мм – 9,4%, свыше 50 мм – 6,1%. Полученные данные соответствуют зоотехническим требованиям.

Массовая доля измельченных зерновых кормов, имеющих средний размер 1…2 мм, составила 89%, т.е. качество измельченных зерновых кормов соответствует зоотехническим требованиям для крупного рогатого скота и овец.

Как было отмечено, наибольшая производительность дробилки, вычисленная по полученным аналитическим выражениям, была равна 1004 кг/ч, а фактическая производительность дробилки составила 1050 кг/ч. Отсюда видно, что разница между теоретическими и фактическими значениями производительности составляет 4,4%, что указывает на достоверность полученного аналитического выражения.

Выводы

1. В результате теоретических исследований получено аналитическое выражение, достоверность которого доказано экспериментальным исследованием.

2. Разработан навесной измельчитель грубых и зерновых кормов, обеспечивающий измельчение грубых и зерновых кормов в условиях крестьянских хозяйств.

Список литературы

1. Интернет источник [Электронный ресурс]. URL: http://stat.gov.kz.

2. Абилжанулы Т. Кормоприготовительные машины для крестьянских хозяйств и других агроформирований: учебное пособие для инженерных специальностей аграрных высших учебных заведений /Т. Абилжанулы. – Астана: АО КазАТУ им. С. Сейфуллина, 2007. – 200с.

АСПАЛЫ ЖЕМШӨП ҰСАҚТАҒЫШТЫҢПАРАМЕТРЛЕРІН НЕГІЗДЕУ

Аңдатпа

Шоғырланған жем және шөпті азықтың ұсақталуының зертханалық сараптаманың нәтижесі көрсетілген.Дәнді азықты ұсақталуының негізгі параметрлері белгіленуі үшін арналған аналитикалық көрсеткіштер алынды. Ұсақталған шөптің сапасы анықталды. Ірі қара мал мен қойларға арналған ұнтақталған дәнді азығының сапасы зоотехникалық талаптарға сай екені белгіленді.Шөпті азық пен дәнді азығының аспалы ұнтақтағышы өңделді,және ол шаруа қожалығының жағдайында қамсыздандырылады.

Кілт сөздер*: астық, ұсатқыш, операциялар, ұнтақтау, жем, сапасы, мал.*

THE SUBSTANTIATION OF THE PARAMETERS OF THE WEIGHING MILL OF FODDER

Annotation

The results of laboratory tests for milling coarse and concentrated fodders are presented. Analytic expressions are obtained for determining the main parameters of the grain shredder. The quality of the crushed roughage is defined. It is established that the quality of crushed grain forage corresponds to zootechnical requirements for cattle and sheep. A hinged shredder for coarse and grain feeds was developed, which provides crushing of coarse and grain feeds in the conditions of peasant farms.

Keywords*: grain, crusher, operations, grinding, feed, quality, cattle.*

МРНТИ 55.57.31

С.И. Бобков[1], В.Л. Астафьев[1]

[1]«Казахский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйств», г. Костанай, Казахстан

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ОРУДИЯ ДЛЯ ПРИКАТЫВАНИЯ И ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ СИДЕРАТОВ НА ПОВЕРХНОСТИ ПОЧВЫ В ТЕХНОЛОГИИОРГАНИЧЕСКОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ

Аннотация

В статье приводятся данные о необходимости формирования мульчирующего слоя в технологии органического земледелия и представлено обоснование параметров орудия для прикатывания и измельчения сидератов на поверхности почвы.

Ключевые слова*: органическое земледелие, плодородие почвы, мульчирующий слой, измельчение сидератов, орудие для прикатывания и измельчения сидератов.*

Введение

В настоящее время расширяется применение экологически чистой технологии органического земледелия, практика применения которого нацелена в первую очередь на постоянную работу по повышению естественного плодородия почвы. При этом огромную роль в органическом

земледелии играет создание мульчирующего слоя на поверхности почвы. Мульча, во-первых, служит питанием для почвенной живности, а значит, способствует увеличению гумуса. Во-вторых, не даёт испаряться влаге, содержащейся в почве. В-третьих, защищает почву от образования корки во время проливных дождей [1,2]. Установлено, что уложенная на поверхность почвы без её рыхления растительная масса в качестве мульчирующего слоя также повышает её плодородие, как и заделка в поверхностный слой почвы [1-5]. Сформированный плотный мульчирующий слой из растительной массы на поверхности почвы, способствует образованию условий для препятствия испарения влаги из её верхних слоев, при этом растения в результате контакта с почвой и при наличии влаги начинают разлагаться бактериями и отдавать часть питательных элементов в её верхние слои. Кроме того, сидераты оставляют в верхних слоях почвы корни, которые также перерабатываются в органическое вещество. В толще почвы корневая система образует очень густую сетку, пронизывая по существу весь почвенный профиль. Установлено, что биомасса корней под природной растительностью составляет от 8,5 до 20,5 т сухого вещества на 1 га [6], а масса корней в метровой толще темно-каштановых почв, которые преобладают в некоторых регионах Казахстана, может достигать до 30 т сухого вещества на 1 га. Отмирая, корни доставляют материал для гумусообразования практически во все участки почвенной толщи, в результате чего и образуется однородный гумусо-аккумулятивный горизонт [6].

Также корневая система сидератов, используемых в качестве мульчи, остается в почве и закрепляет её, пронизывая глубокие слои, что обеспечивает так называемый «биологический» вертикальный дренаж. Корневая система, оставленная в почве без её рыхления, за счет разложения способствует снижению её плотности и обогащает почву органическим веществом [7], что создает оптимальные условия для естественного накопления питательных элементов. При этом имеющийся в почве гумус, не будет подвергаться минерализации, поскольку не будет доступа кислорода, т.е. запас питательных элементов останется нетронутым, что создает резерв для будущих урожаев.

Что можно и нужно использовать в качестве мульчирующих (покровных) материалов земледельцу? В принципе для этой цели подходит любая органика, имеющаяся на поле. Чаще всего используются сидераты, скошенная трава, пожнивные остатки, которые успешно заменяют внесение навоза, компоста и минеральных удобрений [8].

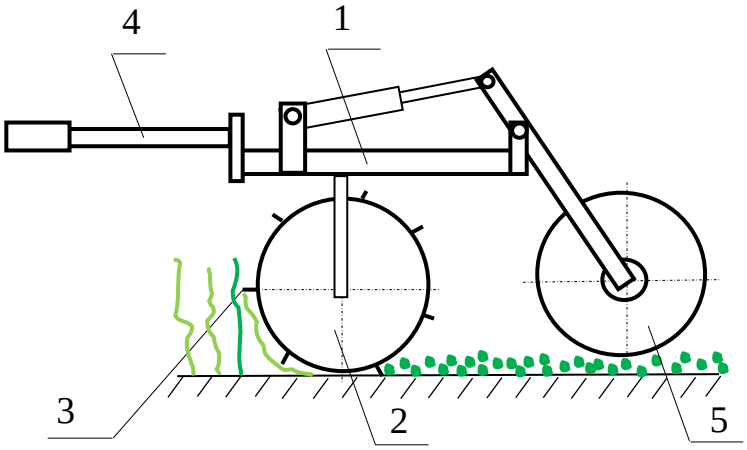
Для создания мульчирующего слоя могут использоваться косилки, при этом растения остаются на поверхности почвы без прикатывания и измельчения, что ухудшает их контакт с почвой, способствует быстрому иссушению и может создавать помеху для последующих операций. В настоящее время для измельчения и укладки растений на поверхности почвы применяются машины с приводом от ВОМ трактора: навесные измельчители сидератов ИС-3 в агрегате с тракторами тягового класса 2 или прицепные косилки-измельчители, типа КИР-1,5, которые агрегатируются с тракторами

тягового класса 1,4. Однако по нашему мнению более целесообразно применение прицепных катков-измельчитетелей, которые, перекатываясь по поверхности поля за счет тяги энергосредства, под действием собственной массы на высокой рабочей скорости (до 20…25 км/ч) прикатывают и измельчают растения-сидераты на поверхности почвы (рисунок 1).

Материалы и методы

В Костанайском филиале ТОО «КазНИИМЭСХ» ведутся работы по обоснованию параметров и режимов работы подобного высокопроизводительного катка-измельчителя, который будет адаптирован к зональным условиям северного региона Казахстана и обеспечит качество измельчения сидератов на поверхности почвы для формирования мульчирующего слоя при работе на высоких скоростях.

При обосновании параметров катка-измельчителя необходимо учитывать, что уложенные на поверхности поля растения имеют мягкую структуру и легко сдавливаются катком, поэтому, каток, перекатываясь по поверхности почвы, неминуемо испытывает сопротивление со стороны почвы. Чем тяжелее каток и меньше его диаметр, тем больше вероятность того, что перед ним начнет образовываться валик из почвы и растений. Основными параметрами, которые необходимо учитывать – это диаметр катка D_1, высота режущего элемента b, количество режущих элементов n_1.



1 – рама; 2 – прикатывающий каток с режущими элементами 3;
4 – прицепное устройство; 5 – транспортные колеса

Рисунок 1 – Схема орудия для прикатывания и измельчения пожнивных остатков и сидератов на поверхности почвы для создания мульчирующего слоя

В этом случае связь между диаметром катка D_1, его шириной b_1, удельной массой катка на 1 м его ширины захвата Q и тяговым сопротивлением P_1 его перекатывания возможно установить формулой Грандвуанэ-Горячкина [9]:

$$D_1 \geq \frac{Q^2}{\sqrt{q\ b_1\ P_1^3}}, \qquad (1)$$

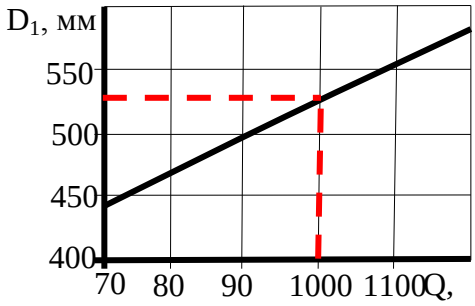
где q – коэффициент объемного сопротивления почвы, кг/см^3 (1,0…2,5 [9]).

У катков подобного типа удельная масса орудия Q составляет не менее 1000 кг на 1 м ширины захвата. При такой удельной массе Q, в соответствии с формулой (1) диаметр катка должен составлять не менее 530 мм, график представлен на рисунке 2.

Но предназначение прикатывающего катка не только прикатывание растений-сидератов к поверхности поля, но и их измельчение, поэтому на поверхности катка необходима установка режущих элементов. Количество режущих элементов n_1 зависит от заданной длины резки L_p и диаметра катка D_1, которые представлены на рисунке 3.

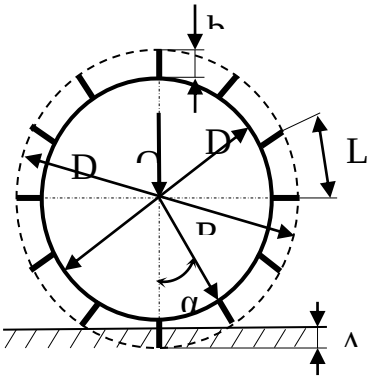
Длина резки L_p определяется в соответствии с агротехническими требованиями на заделку пожнивных и растительных остатков в поверхностный слой почвы и должна соответствовать допустимой длине растительных остатков на поверхности поля. Допустимая длина растительных остатков составляет до 20 см [10].

Рисунок 2 – Зависимость минимально-допустимого диаметра катка от



удельной вертикальной нагрузки

Рисунок 3 – Схема для определения рабочего диаметра катка и количества режущих элементов



Если каток имеет n_1 режущих элементов, то для выполнения агротехнических требований с учетом того, что радиус катка $R = D_1/2 + b$, должно выполняться условие:

$$\frac{2\pi\left(\frac{D_1}{2}+b\right)}{n_1} \leq L_p. \qquad (2)$$

С другой стороны режущий элемент будет вдавливаться в почву на Δb. Принимая то, что соседние режущие элементы, подойдя вплотную к почве, но ещё не будут контактировать с ней, чтобы на них не переносилась часть нагрузки, и то, что угол контакта $\alpha_к = 2\pi/n_1$, это можно записать равенством:

$$\left(\frac{D_1}{2}+b\right)\cdot cos\frac{2\pi}{n_1} = \left(\frac{D_1}{2}+b-\Delta b\right). \qquad (3)$$

Представив уравнения (2) и (3) в виде системы уравнений после преобразований получим:

$$cos\left(\frac{20}{\frac{D_1}{2}+b}\right) = 1 - \frac{\Delta b}{\frac{D_1}{2}+b}. \qquad (4)$$

Принимая значение величины врезания (вдавливания) режущего элемента Δb в почву не более 5,5 см (по данным предварительных замеров), решением уравнения (4) являются значения ($D_1/2$ + b), не менее 36,5 см, т.е. рабочий диаметр D_{1p} (с учетом высоты режущего элемента) должен быть не менее 730 мм. При этом рабочий диаметр D_{1p} должен соответствовать условию:

$$D_{1p} = D_1 + 2b. \qquad (5)$$

Если учесть, что диаметр D_1 катка в соответствии с выражением (1) должен быть не менее 530 мм, а рабочий диаметр D_{1p} не менее 730 мм, то из формулы (5) вытекает, что высота режущего элемента b должна быть не менее 100 мм. С учетом этого из выражения (2) следует, что при длине резки до 20 см на катке должно быть установлено не менее 12…14 режущих элементов.

На основании проведенных исследований обоснованы параметры ножевого катка, изготовлен экспериментальный образец орудия (рисунок 4) для прикатывания и измельчения сидератов на поверхности почвы и проведены экспериментальные исследования с целью уточнения его удельной массы и скоростного режима работы, которые оказывают влияние на качество измельчения растительной массы на поверхности почвы.

Исследования проводились на сидеральном пару, засеянным донником (рисунок 5). Средняя масса растений составила 11,5 т/га, средняя высота растений 58,4 см, при этом средняя влажность почвы в слое 0…15 см составила 15,4% при твердости 2,1 МПа.

Фон поля до и после прохода орудия представлен на рисунках 5 и 6.

Как видно из рисунка 6 экспериментальный образец орудия прикатывает и мульчирует поверхность поля по всей ширине захвата, при этом растения остаются на поверхности, а корневая система остается в почве без измельчения.

а) б)

а) – общий вид экспериментального образца;
б) – в агрегате с трактором МТЗ-80 в рабочем положении

Рисунок 4 – Экспериментальный образец орудия

Рисунок 5 – Сидеральный пар, донник (общий вид)

Рисунок 6 – Фон поля до и после прохода орудия

Удельная масса орудия изменялась за счет налива воды в катки и дополнительных балластных грузов. Масса составляла 700 кг с катками без воды, 900 кг с водой и 1000 кг на 1 метр ширины захвата с дополнительными грузами. Замеры проводились при движении трактора на пяти передачах: 5, 6, 7, 8 и 9 (с понижающим редуктором). При этом диапазон скоростей изменялся от 10,8 км/ч до 25,6 км/ч для орудия с удельной массой 700 кг/м, от 10,6 км/ч до 23,4 км/ч для орудия с удельной массой 900 кг/м и от 10,4 км/ч до 23,1 км/ч для орудия с удельной массой 1000 кг/м.

Для определения качества измельчения сидератов на поверхности почвы для пяти вариантов рабочих скоростей, при которых изменялась удельная масса орудия – 700, 900 и 1000 кг/м, после прохода макетного образца орудия на учетной площадке была определена масса растительных фракций различной длины: 0…5 см; 5…10 см; 10…15 см; 15…20 см; 20…25 см; 25…30 см и более 30 см. По результатам замеров определялась степень измельчения $С_{изм}$ растений, т.е. содержание фракций до 20 и до 30 см. Согласно требованиям количество фракций до 20 см не должно быть менее 60 %, а фракций до 30 см – не менее 80 %.

По результатам проведения экспериментальных исследований установлено, что качество измельчения растений на поверхности почвы обеспечивается при работе орудия на рабочей скорости до 14,0 км/ч с удельной массой 700 кг/м, на рабочей скорости до 18,5 и 21,0 км/ч с удельной массой 900 и 1000 кг/м.

Выводы

Таким образом, при измельчении сидератов на поверхности почвы целесообразно использовать высокопроизводительные катки-измельчители, которые способны за один проход качественно сформировать мульчирующий слой на поверхности почвы, способствующий повышению плодородия почвы, снижению потерь влаги из её верхних слоев, повышению будущего урожая.

Список литературы

1 Овсинский И.Е. Новая система земледелия. – Новосибирск: Агро-Сибирь, 2004. – 86 с.

2 Асс Дж. К., Бек Дуэйн, Блека М.Л., Бикерер Джон и др. Управление использованием пожнивных остатков с целью уменьшения эрозии и улучшения качества почвы / МСХ США, служба исследований сельского хозяйства. – 1994. – 84 с.

3 Какое удобрение лучше? Сидераты! Справочник. – Киев, 2009. – 80 с.

4 Скорняков С.М. Плуг: крушение традиций? – Москва: Агропромиздат, 1989. – 176 с.

5 Тюрюканов А.Н. О чем говорят и молчат почвы. – Москва: Агропромиздат, 1990. – 224 с.

6 Александрова Л.Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. – Ленинград: Наука, 1980. – 288 с.

7 Лошаков В.Г. Пожнивная сидерация и плодородие дерново-подзолистых почв / Земледелие, 2007. – № 1. – С. 11-14.

8 Липкович Э.И., Бельтюков Л.П., Бондаренко А.М. и др. Органическая система земледелия / Техника и оборудование для села, 2014. – № 8. – С. 2-7.

9 Волков Ю.И., Гафанович А.А., Гладков Н.Г., Красниченко А.В.и др. Справочник конструктора сельскохозяйственных машин. – Москва, 1960. – Т. 1. – 656 с.

10 Исходные требования на базовые машинные технологические операции в растениеводстве. – Москва, 2005. – 270 с.

ОРГАНИКАЛЫҚ ЕГІНШІЛІК ТЕХНОЛОГИЯСЫНДА ТОПЫРАҚ БЕТІНДЕГІ ЖАСЫЛ КӨҢДІ ТЫҒЫЗДАУҒА ЖӘНЕ ҰНТАҚТАУҒА АРНАЛҒАН ҚҰРАЛДЫҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН НЕГІЗДЕУ

Аңдатпа

Мақалада органикалық егіншілікте мульча қабатты қалыптастырудын қажеттілі туралы айтылады және топырақ бетіндегі жасыл көңді тығыздауға және ұнтақтауға

арналған құралдың параметрлерін негіздеуі көрсетілген.

Кілт сөздер: *органикалық егіншілік, топырақтың құнарлығы, мульча қабат, жасыл көңді ұнтақтау, жасыл көңді тығыздауға және ұнтақтауға арналған құрал.*

JUSTIFICATION OF PARAMETERS OF THE TOOL FOR ROLLING AND SHREDDING OF GREEN MANURE ON THE SURFACE OF THE SOIL IN TECHNOLOGY OF ORGANIC AGRICULTURE

Summary

In the article is told about need of formation of the mulching layer in organic farming technology and is given the justification of parameters of the tool for a rolling and shredding of green manure on a soil surface

Keywords: *organic farming, soil fertility, mulch layer, shredding green manure, tool for rolling and shredding of green manure.*

МРНТИ 44.37.29

И.Т. Алдибеков[1], Г.А. Алдибеков[2]

[1]«Алматинский университет энергетики и связи», г. Алматы, Казахстан
[2]ТОО«NCS Logistic LTD», г. Алматы, Казахстан

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ДВУХКОНТУРНОГО СОЛНЕЧНОГО ВОДОНАГРЕВАТЕЛЯ ДЛЯ МОЛОЧНЫХ ФЕРМ

Аннотация

В статье рассмотрены возможные направления использования солнечной энергии в сельском хозяйстве. Описаны конструкция и принцип работы двухконтурного солнечного водонагревателя с вакуумированным трубчатым коллектором, который входит в состав многофункциональной тепловой установки, предназначенной для теплоснабжения молочных блоков животноводческих ферм. Приведены результаты его натурных испытаний в климатических условиях южных регионов республики и определены теплоэнергетические параметры. Обоснована целесообразность круглогодичного использования солнечного водонагревателя для горячего водоснабжения и дана оценка его энергетической эффективности.

Ключевые слова: *солнечная энергия, молочные фермы, теплообеспечение, энергосбережение, горячее водоснабжение, солнечные водонагреватели, гелиоколлекторы, баки-аккумуляторы.*

Введение

Казахстан относится к государствам с благоприятными условиями для развития солнечной энергетики. В южных областях республики годовая длительность солнечного света составляет 2200—3000 часов в год, а средняя за год пиковая мощность доходит до 1200 Вт/м^2.

В настоящее время правительство активно поддерживает развитие «зеленой энергетики» и освоение новых видов энергетических ресурсов. В Казахстане начато строительство солнечных электростанций. Например, в 2014

г. компания «Самрукгринэнерджи» построила солнечную электростанцию мощностью 2 МВт в г. Капчагае Алматинской области. Весь комплекс Капчагайской СЭС представляет собой 5616 фиксированных солнечных батарей, установленных стационарно и 60 – на панели с системой слежения за Солнцем. В 2015г. СЭС выработала 3,3млн. кВт·ч электроэнергии, предотвращены выбросы CO_2 в атмосферу в объеме 1 684,62 тонн.

В 2012 году в селе Сарыбулак Алматинской области, в рамках международного проекта «Зеленая деревня», корейской компанией «DaegueCityGas» совместно с ТОО «ДостыкЭнерго» была построена солнечная электростанция мощностью 52 кВт. Значимым проектом в области использования ВИЭ является обеспечение в 2002 году жителей двух деревень Аральского региона питьевой и горячей водой за счет размещения 50 призменных ГНУ производительностью 100 л/сут воды и 50 солнечных опреснителей воды из реки Сырдарья.

В соответствии со стратегией развития энергетики в сельском хозяйстве необходимо решить важную проблему снижения энергоемкости производства сельскохозяйственной продукции. Для этого необходимо решить ряд научно-технических задач по техническому переоснащению систем энергообеспечения на базе нового конкурентоспособного оборудования с использованием возобновляемых источников энергии.

При существующих технологиях и системах машин в молочном скотоводстве на получение центнера молока затрачивается 32…35 кВт·ч электрической энергии и 8…10 кг топлива, что выше в 2,5…3,5 раза, чем в молочных хозяйствах США и других ведущих зарубежных странах [1] .

В то же время в известных системах теплообеспечения не уделяется должного внимания вовлечению в энергобаланс молочных ферм энергии Солнца. Для повышения энергоэффективности систем теплообеспечения молочных ферм целесообразно рассматривать солнечные водонагреватели как составную часть общей системы теплообеспечения [2].

В мировой практике широко распространены малые системы солнечного теплоснабжения. Как правило, такие системы включают в себя солнечные коллекторы общей площадью 2-8м^2, бак аккумулятор, емкость которого определяется площадью используемых коллекторов, циркуляционный насос и другое вспомогательное оборудование. Наиболее распространенной в европейских странах системой, применяемой сегодня для горячего водоснабжения, является двухконтурная система с принудительной циркуляцией в коллекторном контуре теплоносителя-антифриза. Использование двухконтурной установки в режиме круглогодичного ГВС обеспечивает высокие значения удельной теплопроизводительности, следовательно, и удельной годовой экономии топлива, так как в этом режиме тепловая мощность установки используется наиболее полно [3…7].

Материалы и методы

В КазНИИМЭСХ разработана многофункциональная тепловая установка, предназначенная для теплоснабжения молочных блоков животноводческих ферм и содержащая солнечный водонагреватель.

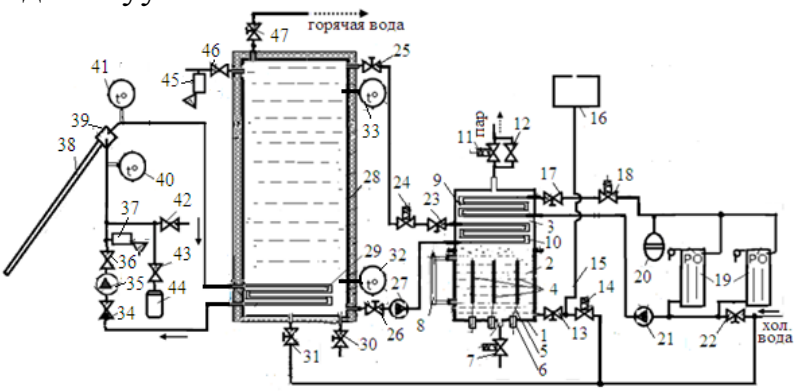
На рисунке 1 показана теплотехническая схема установки, а на рисунке 2 – общие виды основных конструктивных элементов солнечного водонагревателя.

Солнечный коллектор является основным компонентом любой солнечной системы теплоснабжения. Именно в нем происходит преобразование солнечной энергии в тепло. От его технического совершенства и стоимости зависит эффективность работы всей системы солнечного теплоснабжения и ее экономические показатели.

В системах теплоснабжения используются в основном два типа солнечных коллекторов: плоский и вакуумный.

Солнечный водонагреватель тепловой установки состоит из гелиоколлектора 38, состоящего из 70 вакуумированных колб с тепловой трубкой, теплоизолированного бака-аккумулятора вместимостью 500 л, циркуляционного насоса 35, соединительных труб и защитно-регулирующих арматур 34,37,44, контрольно-измерительных приборов 41,42 и щита управления с индикацией температур (рисунок 1).

В вакуумных коллекторах (рисунок 2, *а*) каждый элемент абсорбера помещается в отдельную стеклянную трубу, внутри которой создается вакуум, благодаря чему потери тепла за счет конвекции и теплопроводности воздуха подавляются практически полностью. Селективное покрытие на поверхности абсорбера позволяет минимизировать потери на излучение. В результате к.п.д. вакуумного



1 - корпус; 2 – водогрейное пространство корпуса; 3 – паровое пространство корпуса; 4 - электроды; 5-токоввод; 6 – проходной изолятор; 7 – электромагнитный клапан для продувки; 8 –датчик контроля нижнего и верхнего уровней котловой воды; 9,10 - встроенные теплообменники парогенератора; 11 - электромагнитный клапан для отбора пара; 12,13,17, 22,23,25,26,30,31,36,42,43,46,47 – вентили; 14,18,24 – электромагнитные клапаны; 15 - вытеснительная труба; 16 – вытеснительный бачок; 19 – радиаторы отопления; 20-расширительный бачок; 21,27,35– циркуляционные насосы; 28-теплоизолированный бак-аккумулятор горячей воды; 29-теплообменник бака-аккумулятора; 32,33,40,41– термодатчики; 34- обратный клапан; 37, 45- предохранительные клапана; 38-гелиоколлектор; 39-коллекторный бачок; 44-расширительный мембранный бачок.

Рисунок 1 - Теплотехническая схема многофункциональной тепловой установки, содержащей солнечный водонагреватель

а) б)

а - гелиоколлектор; б – бак-аккумулятор

Рисунок 11 –Общий видгелиоколлектора (а)и бойлера (б)

коллектора получается существенно выше, чем у плоского коллектора, но и стоимость его значительно выше.

Использование в данном солнечном водонагревателе вакуумированных трубчатых солнечных коллекторов обусловлено их основными преимуществами: возможность работы при значительных отрицательных температурах наружного воздуха и пасмурной погоде**,** поглощение солнечной радиации в течение дня, благодаря **ц**илиндрической форме вакуумной трубки, а также низкий коэффициент тепловых потерь вакуумированных колб [8].

Стандартная вакуумированная колба имеет следующие характеристики: длина – 1800 мм, наружные диаметры внешней и внутренней стеклянных труб – 58 мм и 48 мм соответственно; степень поглощения - > 91 %; средний коэффициент тепловых потерь - $\leq$ 0,6 Вт/м^2·ºС [8].

Гелиоколлектор установлен на открытой площадке, с углом наклона к горизонту 45º. Рабочая поверхность направлена на юг. Выбранное место в течении светового дня не затеняется окружающими предметами.

Все трубы, находящиеся вне помещений, для снижения потерь тепла покрыты теплоизоляцией. Термодатчики устанавливаются к присоединительным местам с применением термопасты.

В качестве дублирующего источника тепла используется электродный парогенератор 1 с встроенными теплообменниками 9,10. Один из теплообменников 10 подключен к баку-аккумулятору 28 и вместе с циркуляционным насосом 27 образует нагревательный контур, служащий при

необходимости для доведения температуру воды в баке до требуемого значения.

Солнечный водонагреватель работает следующим образом. Солнце нагревает теплоноситель в гелиоколлекторе. Когда температура на термодатчике 41 коллектора превысит температуру в термодатчике 32 бака-аккумулятора 28 на настроенную величину (3-5 градусов), система управления включает циркуляционный насос 35. Нагретый теплоноситель от выхода коллектора по трубам проходит на вход теплообменника 29. Теплоноситель, передав тепло через теплообменник 29 технологической воде в баке 28, из выхода теплообменника 29 циркуляционным насосом 35 на вход коллектора 38. После того, как температура на двух термодатчиках 32, 41 сравняется, насос 35 выключается.

Если температура технологической воды в конце светового дня ниже заданной, то для доведения ее до требуемого значения включают насос 27 и прогоняют ее через встроенный теплообменник 10.

Поскольку технологическая вода в баке используется преимущественно во время вечерней дойки, то ее нагрев гелиоколлектором осуществляется практически в течение светового дня.

Целью натурных испытаний солнечного водонагревателя тепловой установки является определение его основных теплоэнергетических характеристик в климатических условиях южного региона республики.

Во время опытов измерялись плотность солнечной радиации, начальная температура нагреваемой воды; температура воды в верхней и нижней частях бака, температура теплоносителя на входе гелиоколлектора и на выходе из него; продолжительность нагрева воды, температура воздуха в помещении, температура наружного воздуха, скорость ветра, расход электроэнергии на работу насоса. Измерения и испытания проводились в соответствии с методиками, приведенными в [9…11].

Важным энергетическим параметром солнечного водонагревателя является его к.п.д. Определение к.п.д. путем натурных испытаний в реальных условиях дает более объективную картину теплообменных процессов, происходящих в установке. При этом к.п.д. установки определяется по формуле:

$$\eta_{\text{с.в}} = \frac{Q_{\text{пол}}}{Q_{\text{сол}} + W_{\text{э}}} \tag{1}$$

где $Q_{пол}$ - полезная энергия, затраченная нагрев воды, кВт·ч;

$Q_{сол}$ - солнечная энергия, поступающая на поверхность гелиоколлектора, кВт·ч;

$W_э$ - электроэнергия, затраченная на работу насоса, кВт·ч.

Причем

$$Q_{пол} = c_в m_{\text{в}}(t_{в.кон} - t_{в.нач})/3600, \tag{2}$$

$$Q_{сол} = E_c S_{ап} \tau, \quad (3)$$

где $c_в$ - удельная теплоемкость воды, 4,19 кДж/кг;

$m_в$ - масса воды в баке, m = 500 кг;

$t_{в.кон}$ -конечная температура воды в баке, ºС;

$t_{в.нач}$ - начальная температура воды в баке, ºС;

E_c – средняя за время испытаний интенсивность солнечной радиации, поступающая на наклонную поверхность гелиоколлектора, Вт/м^2;

τ - продолжительность нагрева, ч;

$S_{ап}$ - площадь апертуры гелиоколлектора, в данном случае $S_{ап} = 5{,}7$ м^2.

Средняя за время испытаний тепловая мощность, затрачиваемая на нагрев воды:

$$P_{ср} = Q_{пол}/\tau. \quad (4)$$

Удельная теплопроизводительность (кДж/м^2) установки на 1 м^2 площади апертуры гелиоколлектора определяется по формуле:

$$Q_{уд} = Q_{пол}/S_{ап}. \quad (5)$$

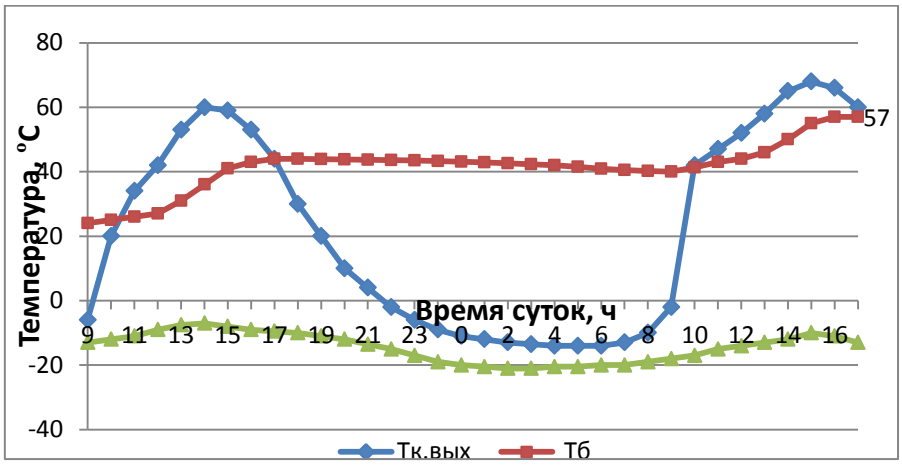
Результаты и обсуждение

На рисунках 3…6 показана динамика изменения температур теплоносителя в гелиоколлекторе, технологической воды в баке и наружного воздуха в течение светового дня и суток в характерные холодные и теплые месяцы года. Результаты расчетов по определению теплоэнергетических параметров водонагревателя приведены в таблице 1.

На рисунке 3 показана динамика суточного изменения температур теплоносителя на выходе из коллектора, воды в баке и наружного воздуха, полученная в ходе натурных испытаний солнечного водонагревателя в холодные дни февраля.

Анализ экспериментальных данных и результатов расчетов показывает, что в течение первого дня, когда температура наружного воздуха (Тн.в) изменилась в пределах -13 ºС…-7 ºС при ясной погоде, гелиоколлектор нагревает воду в баке от 24 ºС до 44 ºС, а затем в ночное время происходит понижение температуры воды до 41 ºС при понижении $T_{н.в}$ ночью до – 21 ºС. В следующий световой день она нагревается до температуры до 57 ºС при колебании $T_{н.в}$ в пределах -20 ºС…-10 ºС. В первый день степень нагрева составила 44-24=20 ºС, а во второй день – 57-41=16 ºС, что составляют соответственно 44% и 35% требуемого значения (60-14=46 ºС), а при этом к.п.д. составляет 0,56 и 0,5 соответственно.

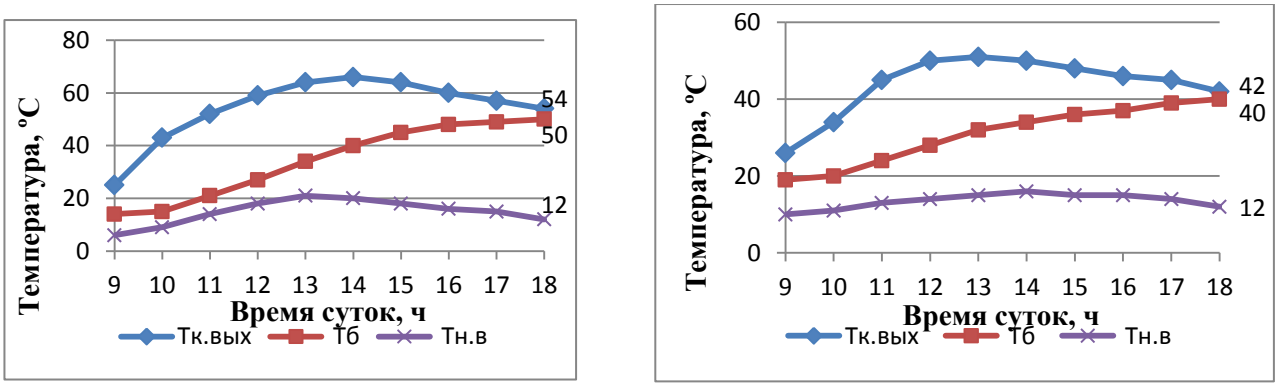
В результате повышения температуры наружного воздуха и интенсивности солнечной радиации в марте степень нагрева воды в баке при



$T_{к.вых}$ – температура теплоносителя на выходе из гелиоколлектора;
$T_б$ – средняя температура воды в баке; $T_{н.в}$ – температура наружного воздуха.

Рисунок 3 – Динамика суточного изменения температур теплоносителя на выходе из коллектора, воды в баке и наружного воздуха (05.02.-06.02.2014)

$T_{н.в}$= 8…21 ºС составила 50-14=36 ºС и 40-19=21 ºС при ясной погоде и переменной облачности соответственно (рисунок 4а и 4б). Указанные степени нагрева соответствуют 78% и 46% требуемого значения (46 ºС). При этом к.п.д. установки повышается до 0,65.



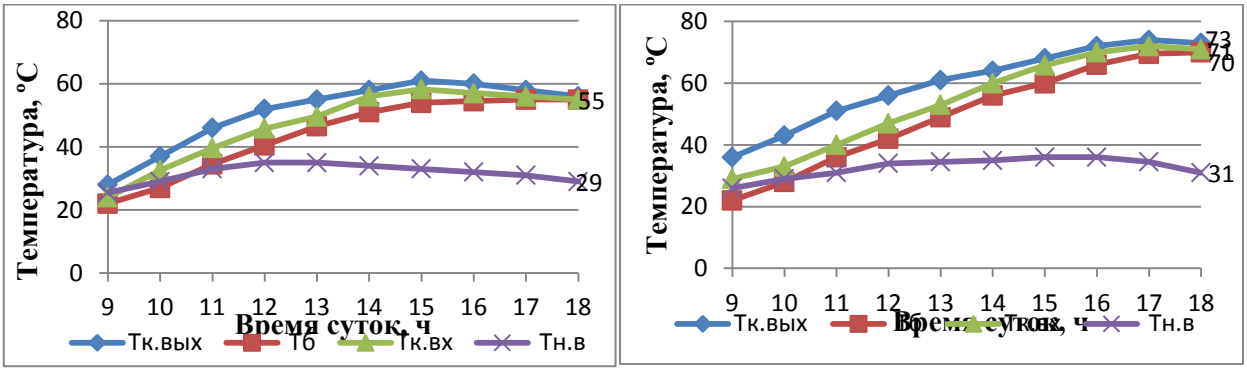
а) б)

а) – результаты испытаний, проведенных 13.03.2014;
б) - результаты испытаний, проведенных 18.03.2014;
$T_{к.вых}$ – температура теплоносителя на выходе из гелиоколлектора; $T_б$ – средняя температура воды в баке; $T_{н.в}$ – температура наружного воздуха

Рисунок 4 – Динамика суточного изменения температур теплоносителя на выходе из коллектора, воды в баке и наружного воздуха

На рисунке 5а и 5б представлены результаты испытаний, проведенных в начале июля. Анализ данных показывает, что вакуумированный гелиоколлектор с тепловыми трубками способен нагреть воду объемом 500 л от 22 ºС до 70 ºС при ясной погоде и колебании $T_{н.в}$ в пределах 26…31 ºС, а при переменной облачности – до 55 ºС. Степень нагрева воды составляет

соответственно 48 ºС и 33 ºС, что соответствует 120% и 82,5 % требуемого значения (60-20=40 ºС). Благодаря значительному снижению тепловых потерь, к.п.д. установки в июле возрастает до 0,7.



а) б)

а) – результаты испытаний, проведенных 03.07.2014;
б) - результаты испытаний, проведенных 08.07.2014;
$T_{к.вых}$ – температура теплоносителя на выходе из гелиоколлектора; $T_б$ – средняя температура воды в баке; $T_{к.вх}$ – температура теплоносителя на входе гелиоколлектора; $T_{н.в}$ – температура наружного воздуха

Рисунок 5 – Динамика суточного изменения температур теплоносителя на входе и выходе коллектора, воды в баке и наружного воздуха

Как показывают расчеты, количество полезной солнечной энергии, затрачиваемой на нагрев технологической воды, в начале февраля составляет 11,63 кВт·ч в день, в середине марта – 20,93 кВт·ч в день, а в начале июля - уже 27,91 кВт·ч в день. На основе полученных экспериментальных данных можно подсчитать ориентировочно суммарное годовое значение полезной солнечной энергии, поглощаемой гелиоколлектором площадью апертуры 5,7 м^2 и расходуемой на нагрев воды в теплоизолированном баке вместимостью 500 л. Оно составляет примерно 7500 кВт·ч.

Таблица 1 – Результаты расчетов по определению теплоэнергетических параметров солнечного водонагревателя

Дата и время проведения / Параметры	05.02.14 9^{00}-24^{00}	06.02.14 0^{00}-17^{00}	13.03.14 9^{00}-18^{00}	18.03.14 9^{00}-18^{00}	03.07.14 9^{00}-18^{00}	08.07.14 9^{00}-18^{00}
Погода	ясно	ясно	ясно	облачно	ясно	Перемен. облачность
Средняя за время испытаний интенсивность солнечной радиации, поступающая поверхность коллектора, Вт/м^2	449,6	427,6	619,9	359,8	761,4	518,4
Температура наружного воздуха в дневное время, С	-13…-7	-20…-10	8…21	10…16	27…36	25…33
Начальная температура	24	40	14	19	22	22

воды в баке,°С						
Средняя температура воды в баке в конце нагрева, °С	44	57	50	40	70	55
Степень нагрева воды, °С	20	17	36	21	48	33
Расход электроэнергии на работу насоса, кВт·ч	0,27	0,27	0,45	0,61	0,81	0,43
Полезная энергия, затрачиваемая на нагрев воды, кВт·ч	11,63	9,9	20,93	12,21	27,91	19,19
Солнечная энергия, поступающая на гелиоколлектор, кВт·ч	20,5	19,5	31,8	18,46	39,1	26,6
К.п.д установки	0,56	0,50	0,65	0,64	0,7	0,71
Средняя тепловая мощность, затрачиваемая на нагрев воды, кВт	1,45	1,24	2,32	1,35	3,1	2,13
Удельная теплопроизводительность установки на 1 м^2 площади апертуры, кДж/ м^2	7344	6264	13212	7704	17640	12132

Выводы

Для повышения энергоэффективности систем теплообеспечения в молочном животноводстве целесообразно рассматривать солнечные водонагреватели как составную часть общей системы теплообеспечения.

Результаты натурных испытаний солнечного водонагревателя, состоящего из вакуумированного трубчатого гелиоколлектора площадью апертуры 5,7 м^2 и бака-аккумулятора вместимостью 500 л, показали, что в климатических условиях южного региона при отрицательной температуре наружного воздуха -10…-15 ^{0}С к.п.д. установки может составить не менее 0,5, а степень нагрева технологической воды может достигать 20 ^{0}С, т.е около 40 % от заданной. В весенний и летний периоды к.п.д. может составить от 0,6 до 0,7, а вода в баке нагревается от начальной температуры 14…22 ^{0}С до 50… 70 ^{0}С.

При этом вклад солнечной энергии в приготовлении горячей воды составляет зимой не менее 40%, а летом – не менее 80%. Круглогодичное использование данного солнечного водонагревателя позволяет экономить около 7500 кВт·ч электроэнергии, что свидетельствуют о целесообразности его применения для горячего водоснабжения в южных регионах республики.

Список литературы

1. Морозов Н.М. Энергоемкость и эффективность производства продукции животноводства //Энергообеспечение и энергосбережение в сельском хозяйстве: Труды 5-й Международной научно-технической конференции (г. Москва, 2006 г.). – М:, 2006.- С. 81-87.

2. Кешуов С.А., Алдибеков И.Т., Барков В.И. Ресурсосберегающие системы и установки для электротеплообеспечения в малом молочном животноводвсте. Алматы: ТОО «Нур-Диас», 2012.- 320 с.

3. Werner Weiss, Irene Bergmann, Gerhard Ffninger Solar Heating Worldwide. IEA Solar Heating and Cooling Programme. May 2005.

4. Solar Thermal. Markets in Europe. June 2005.

5. Solar Thermal Systems. James and James. 2002.

6. Двухконтурная всесезонная ресурсосберегающая гелиоустановка. // Информационный листок № 89-99. Волгоградский ЦНТИ. -1999.-2с.

7. Бытовые солнечные водонагреватели SS - E 0630 / SS - E 0830 / SS - E / 1030 // Yasaki gijutsu ripoto - Yasaki Techn. Rept. - 1996 - № 20. с 185 - 189. (Яп).

8. http://www.journal.esco.co.ua/cities/2013_8/art254.pdf

9. Тепло и массообмен. Теплотехнический эксперимент. Под.ред. Виленского В.Д. – М.: Энергоиздат. 1982.-504с.

10. ГОСТ Р 51596-2000. Нетрадиционная энергетика. Солнечная энергетика. Коллекторы солнечные. Методы испытаний. М.: Стандартинформ, 2001.- 30 с.

11. ГОСТ Р 54856-2011. Теплоснабжение зданий. Методика расчета энергопотребления и эффективности системы теплогенерации с солнечными установками. М.: Стандартинформ, 2012.- 38 с.

СҮТ ФЕРМАЛАРЫНА АРНАЛҒАН ЕКІ КОНТУРЛЫ КҮНДІК СУЖЫЛЫТҚЫШТЫҢ ЖҰМЫСЫН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа

Мақалада күн энергиясын ауыл шаруашылығында пайдаланудың мүмкін жолдары қарастырылады. Мал фермаларының сүт блоктарын жылумен қамтамасыз етуге арналған көп функциялы жылу қондырғысының құрамына кіретін, вакуумделген түтікшелі коллекторы бар екі контурлық күндік сужылытқышының құрылымы және жұмыс істеу принципі сипатталған. Республиканың оңтүстік өңірлерінің климаттық жағдайларында оны сынау нәтижелері келтірілген және жылуэнергетикалық көрсеткіштері анықталған. Ыстық сумен қамтамасыз ету үшін күндік сужылытқышын жыл бойы қолданудың орындылығы негізделген және оның энергетикалық тиімділігі бағаланған.

Кілт сөздер*: күн энергиясы, сүт фермалары, жылумен қамтамаыз ету, энергияны үнемдеу, ыстық сумен қамтамаыз ету, күндік су жылытқыштары, күндік коллекторлар, бак-аккумуляторлар.*

STUDY OF DOUBLE-CIRCUIT SOLAR WATER HEATER FOR DAIRY FARMS

Annotation

The possible ways of using solar energy in agriculture are considered in the article. The design and operation principle of a two-circuit solar water heater with an evacuated tubular collector, which is part of a multifunctional thermal plant intended for heat supply of dairy blocks of cattle-breeding farms, is described. Results of its full-scale tests in the climatic conditions of the southern regions of the republic are given and heat-energy parameters are determined. The

expediency of year-round use of the solar water heater for hot water supply is substantiated and the estimation of its energy efficiency is given.

Keywords*: solar energy, dairy farms, heat supply, energy saving, hot water supply, solar water heaters, solar collectors, storage tanks.*

МРНТИ 68.39.71

А.В. Семибаламут[1], Н.М. Бирюков[1], Ж.М. Чаканова[2]

[1]«Казахский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйств» г. Костанай, Казахстан
[2] «Казахский научно-исследовательский институт переработки сельскохозяйственной продукции», г. Астана, Казахстан

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ СТРУЙНОГО ПНЕВМОСЕПАРАТОРА С ЗАМКНУТОЙ СИСТЕМОЙ ВОЗДУШНОГО ПОТОКА

Аннотация

В статье приведены результаты агротехнической, энергетической, эксплуатационно-технологической оценки экспериментального образца струйного пневмосепаратора с замкнутой системой воздушного потока. Установлено, что экспериментальный образец на предварительной очистке пшеницы при производительности 40,2 т/ч обеспечивает полноту выделения примесей 54,2% при содержании полноценного зерна в отходах 0,19%, энергозатраты на процесс составляют 0,4 МДж/т, что в 2,2 раза меньше в сравнении с аналогами.

Ключевые слова*: воздушный поток, пшеница, очистка, образец.*

Введение

Обеспечение сохранности урожая, подготовка качественного посевного материала во многом зависит от механизации процесса послеуборочной обработки. В настоящее время операции предварительной, первичной и вторичной очистки зерна выполняются преимущественно воздушно-решетными зерноочистительными машинами, находят свое применение в производстве и пневмосепараторы для очистки зерна ПСМ, САД, АЛМАЗ, ПОВЗ [1,2].

Анализ применения воздушно-решетных машин показывает, что они эффективны при очистке зернового вороха влажностью до 16%, при более высокой влажности вороха их производительность и качество работы резко снижается. Преимущество пневмосепараторов заключается в простоте и надежности конструкции, способности эффективно работать на влажном (до 30%) и засоренном (свыше 10%) зерновом ворохе. Воздушный поток является наиболее безопасным рабочим органом с точки зрения травмирования зерна. Однако удельная энергоемкость современных пневмосепараторов, в сравнении с воздушно-решетными зерноочистительными машинами, выше на 20-50%. В

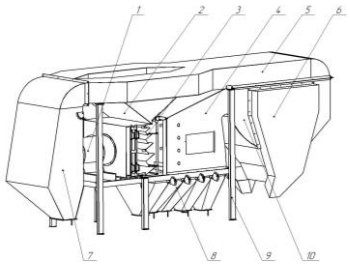
среднем пневмосепаратор производительностью до 50 т/ч (САД-50, МС-50/30 «АЛМАЗ», ПОВЗ-50Б) потребляет от 12 до 18 кВт в час. В связи с этим актуальной задачей является разработка пневмосепаратора, обеспечивающего высокое качество очистки вороха зерновых, масличных и технических культур при минимальных затратах энергии.

Материалы и методы

В КФ ТОО «КазНИИМЭСХ» и ТОО «КазНИИПСХП» разработан экспериментальный образец струйного пневмосепаратора с замкнутой системой воздушного потока, рисунок 1.

Рисунок 1 – Экспериментальный образец струйного пневмосепаратора с замкнутой системой воздушного потока

Экспериментальный образец пневмосепаратора с замкнутой системой воздушного потока включает в себя: раму 9, осевой вентилятор 1, струйный генератор 3 для формирования направленных воздушных потоков, сепарационный канал 4, где происходит разделение вороха по аэродинамическим свойствам и распределение его по приемкам фракций 8, рисунок 2.



1 – осевой вентилятор; 2 – приемный бункер; 3 – струйный генератор; 4 – сепарационный канал; 5 – воздуховод; 6 – первая осадительная камера; 7 - вторая осадительная камера; 8 – приемники фракции; 9 – рама; 10 - циклон-пылеуловитель

Рисунок 2 – Схема экспериментального образца струйного пневмосепаратора с замкнутой системой воздушного потока

Зерновой ворох подается в сепарационный канал 4 из приемного бункера 2. Отделение легких примесей из воздушного потока прошедшего через сепарационный канал осуществляется в циклоне-пылеуловителе 10 и двух осадительных камерах 6 и 7, которые соединяются воздуховодом 5.

Технологический процесс очистки зернового вороха в пневмосепараторе происходит следующим образом. Осевой вентилятор создает горизонтальный (прямоточный) воздушный поток, который подается в камеру статического давления, где происходит выравнивание давления воздуха по объему камеры. Далее воздушный поток поступает на струйный генератор для формирования

направленных воздушных потоков, где изменяет направление на небольшой угол и приобретает скорость, определяемую площадью выходных щелевых зазоров прямоугольного сечения. В результате образуется разноскоростной каскад плоских струй с развитой турбулентностью. Зерновой ворох из приемного бункера через заслонку подается в сепарационный канал, где под действием направленных воздушных потоков распределяется по соответствующим приемникам фракций. Воздушный поток с пылью и легкими примесями попадает в циклон-пылеуловитель, где происходит их выделение. Далее воздушный поток с оставшимися примесями и пылью дополнительно очищается в первой и второй осадительных камерах и идет на питание осевого вентилятора, образуя замкнутый цикл движения воздуха в пневмосепараторе.

Производственные испытания экспериментального образца проводились на предварительной очистке зернового вороха пшеницы «Омская 18» и гречихи «Богатырь» влажностью 13,2 и 15,2% соответственно. Содержание сорной и зерновой примеси в исходном ворохе составляло 18,8 и 36,9% соответственно, натура зерна - 759 и 595 г/л, масса 1000 зерен - 28,7 и 31,4 г. Оценка агротехнических, энергетических и эксплуатационно-технологических показателей проводилась согласно СТО АИСТ 10.2., ГОСТ Р 52777, ГОСТ Р 52778 [3,4,5]. В режиме предварительной очистки во фракцию «чистое зерно» объединялись 2, 3 и 4 фракции, во фракцию «примеси» - 1 и 5 фракции. В результате оценки агротехнических показателей установлено, что на пшенице требуемые показатели полноты выделения примесей и эффективности очистки обеспечиваются при подаче зернового вороха 31,8-43,5 т/ч и составляют 50,3-56,9% и 59,6-65,0% соответственно, при этом содержание зерна основной культуры в отходах не превышает допустимое, таблица 1. Дробление зерна при всех значениях подачи зернового вороха соответствует требованиям нормативной документации.

На предварительной очистке гречихи требуемые по нормативной документации показатели полноты выделения примесей и эффективности очистки обеспечиваются при подаче 23,0-30,0 т/ч и составляют 50,5-52,6% и 68,8-70,1% соответственно, при этом содержание зерна основной культуры в отходах превышает допустимые значения и составляет 1,15-2,10%, что объясняется повышенной исходной засоренностью вороха 36,9% (при допустимой 20%).

Таблица 1 - Показатели агротехнической оценки экспериментального образца струйного пневмосепаратора

Наименование показателя	Значения по НД	Культура									
		пшеница					гречиха				
		подача, т/ч									
		31,8	36,0	40,2	43,5	48,0	23,0	25,8	30,0	32,9	37,1
Содержание в очищенном материале, %: - семян основной культуры (чистота)	≥ 90	91,9	91,5	91,4	90,6	90,1	82,5	82,2	81,7	79,4	75,9

- соломистых примесей до 50 мм	≤ 0,2	0,11	0,18	0,18	0,20	0,26	0,18	0,10	0,20	0,24	0,16
Дробление зерна, %	≤0,1	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0	0,01	0,01	0	0,01
Содержание зерна основной культуры в отходах, %	≤ 0,2	0,18	0,18	0,19	0,20	0,21	1,15	1,30	2,10	2,31	3,54
Полнота выделения примесей, %	≥ 50	56,9	54,8	54,2	50,3	47,3	52,6	51,8	50,5	44,2	34,8
Эффективность очистки, %	≥ 50	65,0	63,3	62,8	59,6	57,2	70,1	69,6	68,8	64,9	58,9
Скорость воздушного потока, м/с	нет дан-ных	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5

Для создания воздушного потока в сепарационном канале экспериментального образца струйного пневмосепаратора используется вентилятор ВО-18-310-Э №5,6 (электродвигатель мощностью 7,5 кВт, частота вращения вала электродвигателя 2850 мин$^{-1}$) производительностью 6,0 м^3/с. В результате оценки энергетических показателей экспериментального образца струйного пневмосепаратора установлено, что при всех вариантах подачи зернового вороха средний коэффициент мощности cos $\varphi_{ср}$ находится в пределах 0,68-0,74, что не превышает максимально допустимого значения 0,75, предусмотренного для электродвигателей данного вида. При номинальной подаче зернового вороха пшеницы 40,2 т/ч удельные энергозатраты составили 0,4 МДж/т, что ниже в 2,2 раза в сравнении с аналогом аэродинамическим сепаратором САД-50.

Выводы

В результате оценки эксплуатационно-технологических показателей экспериментального образца установлено, что при допустимых показателях качества очистки производительность за час основного времени составила 40,2 т, коэффициент использования сменного времени - 0,95, коэффициент использования эксплуатационного времени - 0,93, коэффициент надежности выполнения технологического процесса - 0,99, что отвечает требованиям нормативной документации.

В сравнении с аналогом аэродинамическим сепаратором САД-50 (Украина) прямые эксплуатационные затраты на предварительной очистке зернового вороха при использовании разработанного экспериментального образца струйного пневмосепаратора ниже на 15,0%.

Список литературы

1 Федоренко В.Ф., Буклагин Д.С. Машины и оборудование для послеуборочной обработки и хранения зерна и семян [Текст]/ Федоренко В.Ф.// Каталог. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2010. – 92 с.

2 Астафьев В.Л., Бирюков Н.М. Разработки зерноочистительных машин ЦелинНИИМЭСХ для первичной и вторичной очистки зерна / Аграрная наука - основа инновационного развития АПК: Материалы международной научно-

практической конференции Курганской ГСХА - Курган, 2011. – Т.1 - с. 292-296.

3 СТО АИСТ 10.2-2004 Испытания сельскохозяйственной техники. Зерноочистительные машины и агрегаты, зерноочистительно-сушильные комплексы. Методы оценки функциональных показателей [Текст]. – Введ. 2005-07-01. – ФГНУ «РосНИИТиМ, 2004. – 51 с.

4 ГОСТ Р 52777-2007 Техника сельскохозяйственная**.** Методы энергетической оценки [Текст]. – Введ. 2007-11-13. – ФГНУ «РосНИИТиМ, 2007. – 9 с.

5 ГОСТ Р 52778-2007 Испытания сельскохозяйственной техники. Методы эксплуатационно-технологической оценки [Текст]. – Введ. 2007-11-13. – ФГНУ «РосНИИТиМ, 2008. – 24 с.

АУА АҒЫНЫНЫҢ ТҰЙЫҚТАЛҒАН ЖҮЙЕСІМЕН АҒЫНДЫ АУААҒЫНДЫАЖЫРАТҚЫШТЫҢ ӨНДІРІСТІК СЫНАУЛАРДЫҢ НӘТИЖЕЛЕРІ

Аңдатпа

Мақалада ауа ағынының тұйықталған жүйесімен ағынды ауаағындыажыратқыштың эксперименттік үлгісінің агротехникалық, энергетикалық, пайдалану-технологиялық бағалаудың нәтижелері келтірілген. Эксперименттік үлгісі бидайды алдын ала тазалауында өнімділігі 40,2 т/сағ кезінде 54,2% қоспалардан ажыратуын толықтығын қамтамасыз етеді толыққанды астық қалдықтардың мазмұны 0,19%, процесіне энергия шығындары 0,4 МДж/т құрайды, ол аналогтармен салыстырғанда 2,2 есе аз екені анықталған.

Кілт сөздер*: ауа ағыны, бидай, тазартуы, үлгі.*

RESULTS OF PRODUCTION TESTS OF A JET PNEUMOSEPARATOR WITH A CLOSED AIR FLOW SYSTEM

Summary

The article presents the results of agrotechnical, energy, operational and technological evaluation of the experimental sample of a jet air separator with a closed airflow system. It is established that the experimental sample at the preliminary cleaning of wheat at a capacity of 40.2 t / h provides for the complete isolation of impurities 54.2% with the content of a full grain in waste 0.19%, the energy consumption for the process is 0.4 MJ / t, which is 2.2 times less in comparison with analogues.

Keywords*: air flow, wheat, cleaning, sample.*

МРНТИ 87.21.23

М.К. Алдабергенов[1], Н.М. Орынбаев[1]

[1]«Казахский научно исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства», г. Алматы, Казахстан

КОМПЛЕКСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ДЕГРАДИРОВАННЫХ ПАСТБИЩ ДЛЯ ЮГО-ВОСТОКА КАЗАХСТАНА

Аннотация

В статье приведены результаты анализа состояния пастбищ и процессы восстановления плодородия деградированных пастбищных земель, существующих технических средств и технологий восстановления плодородия почв и повышения продуктивности сельскохозяйственного производства, а также описание рекомендуемой комплексной технологии восстановления плодородия деградированных пастбищ

Ключевые слова*: деградация пастбищ, технические средства, биореакторы, технология производства, органические удобрения, технология восстановления плодородия, подпочвенное внесение*

Введение

В настоящее время в Казахстане наблюдается устойчивая тенденция деградации пастбищных земель, что связано с нерегулируемым выпасом скота, сокращением площадей обводненных пастбищ, отсутствием контроля за состоянием и использованием пастбищ и несоблюдением земельного законодательства. За последние 50 лет из-за сверхнормативного использования пастбищ, большая часть (48 млн. га) пастбищных экосистем серьезно нарушена, потери гумуса в них доходят до 50-70% [1].

В отдельных районах Юго-востока Казахстана изменения приобрели необратимый характер, то есть самовосстановление пастбищ невозможно или для этого требуются крупные вложения. Такое состояние пастбищных земель выдвигает насущную проблему – восстановление плодородия деградированных пастбищ [2].

Восстановление плодородия и повышение продуктивности деградированных пастбищных земель является актуальной проблемой для пастбищного животноводства Республики. Для решения данной проблемы нами рекомендуется комплексный подход, предполагающий сочетание различных направлений научных исследований: применение агрономически ценных микроорганизмов (ЭМ-технологий) и механизацию процессов переработки отходов, производство жидкого удобрения, подпочвенное внесение с микроорганизмами и пастбищное водоснабжение для восстановления плодородия деградированных пастбищ.

Механизация процессов восстановления деградированных пастбищных земель, осуществляемая с применением систем пастбищного водоснабжения, производства жидких удобрений, внедрением технологии подпочвенной внесение удобрений с микроорганизмами, является актуальной проблемой.

Для решения проблем проводился подбор оборудования и проведена организация вышеназванных процессов на опытных делянках, расположенных на деградированных пастбищах крестьянского хозяйства «Бабаева», Илийского района, Алматинской области.

Визуальный вид состояния биоразнообразия пастбищ в весенний период года в крестьянском хозяйстве «Бабаева» Илийского района Алматинской области приведен на рисунке 1.

1 – общий вид границ деградированных пастбищ

2 – естественные пастбища; 3 – деградированные пастбища

Рисунок 1 – Состояние биоразнообразия кормовых культур пастбищ в весенний период года в крестьянском хозяйстве «Бабаева» Илийского района Алматинской области

Проведен анализ почвы на содержание макро- и микроэлементов, содержание доступных форм макроэлементов (P_2O_5,K_2O); содержание аммонийного и нитратного азота; определение кислотности и электропроводности почвы (Ec, TDS, pH); определение содержания доступных форм микроэлементов (Fe, Cu, Zn, Mo). Анализ полученных проб почв проведен в лаборатории ТОО «КосАгроКоммерц». Результаты анализа приведены в таблице.

Таблица – Результаты анализа*

№	Определяемые показатели	Обнаруженные концентрации, мг/кг	Обеспечение почвы питательными элементами	Н.Д. на методы исследований
1	P_20_5 (подвижные формы)	19,56	Очень низкое	ГОСТ 2620591
2	K_20 (подвижные формы)	198,68	Среднее	ГОСТ 2620591
3	N—N03	3,53	Очень низкое	ГОСТ 26489
4	N—NH4	9,73	Среднее	ГОСТ 26489
5	pH обмен. кислотн.	7/15	Слабо-щелочное	ГОСТ 26489
6	Fe (подвижные формы)	45,76	Повышенное	ГОСТ Р50686

7	Cu (подвижные формы)	2,15	Среднее	ГОСТ Р50686
8	Mo (подвижные формы)	36,5	Высокое	ГОСТ 50689
9	Zn (подвижные формы)	90,76	Очень высокое	ГОСТ 50686

*Примечание – для проведения мониторинговых исследований состояния почвы требуется проведение анализов не менее трех раз в год.

По степени солености почвенной суспензии данные образцы отобранных проб почв из опытного участка (деградированное пастбище) являются незаселенной почвой (Ее – 0,19м См/см; общее содержание солей – 93 мг/л; pH водн. – 8,15). Реакция водного почвенного образца – щелочная. Средняя щелочность неблагоприятна для роста и развития большинства растений. Щелочные почвы, в основном, имеют низкое плодородие, неблагоприятные физические свойства и химический состав.

Комплексная технология восстановления плодородия деградированных пастбищ предусматривает производство в хозяйственных условиях жидкого органического удобрения со стерилизацией отходов с помощью трехступенчатой биореакторной установки и подпочвенное внесение ЭМ-препарата путем заделывания культуральной суспензии препарата ститр 1×10^9 КОЕ/мл совместно с жидким органическим удобрением, с использованием специального оборудования с рыхлящими рабочими органами, обеспечивающими одновременно внесение и заделку препарата в почву, а также проведение полива поверхности пастбищ.

Для субстратов с быстрым расщеплением, которые из-за этого имеют склонность к окислению, рекомендуется для гидролиза и окисления предусмотреть отдельный резервуар, чтобы из него продукты разложения дозировано подавать в ферментатор (двухступенчатая технология).

В большинстве биогазовых установок процессы расщепления протекают параллельно, то есть они не разделены ни территориально, ни во времени. Такие технологии называют одноступенчатыми (рисунок 2).

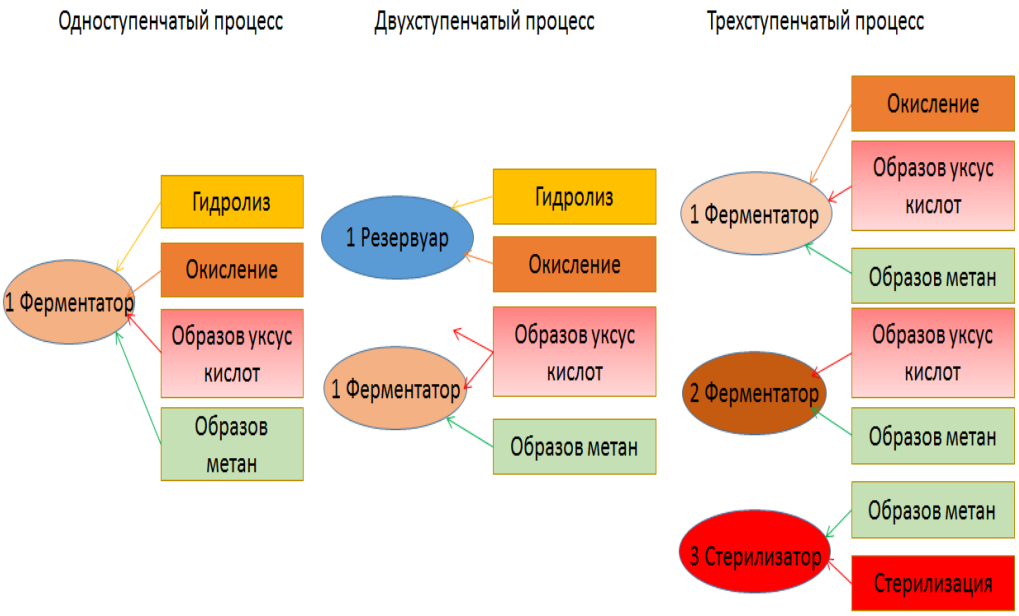


Рисунок 2 – Одно-, двух и трехступенчатые процессы

Преимуществом является выдерживание эффективности работы бактерий через создание оптимальных условий жизнедеятельности (в первую очередь уровень pH). Таким образом можно достичь большего производства биогаза. Брожение барды, например, требует такого раздела фаз. Кроме того, не используемые газы благодаря такому разделу можно отделять через биофильтр, отделяя, таким образом, лишь газ с высоким содержанием метана [3].

Хотя раздел фаз наилучшим образом соответствует условиям жизнедеятельности бактерий и имеет свои преимущества, такие двухступенчатые технологии не имеют большого распространения. Дополнительные потери на второй резервуар, на системы смешивания, отопления и насосы могут окупиться лишь для определенных видов субстратов.

С другой стороны, на практике достаточно часто можно найти два поочередно связанных между собой резервуара. В таких случаях первый резервуар выступает настоящим ферментатором, оборудован отоплением, мешалками, рассчитан на краткосрочное брожение и использование быстроразлагаемых субстратов. Во втором резервуаре, добавленном к первому и в принципе являющемуся ферментатором без отопления, происходит образование газа из субстратов, разлагающихся не так быстро, а соответственно и процесс брожения в нем длится дольше.

С точки зрения ускорения процессов анаэробного брожения и стерилизации вредных микробов в биореакторах модель трехступенчатого биореактора является самой эффективной. В отличие от двухступенчатых, в трехступенчатом биоректоре вместо стадии гидролиза предусмотрена емкость для подготовки субстрата и далее 2 ферментатора с температурой нагрева до 70°C, обеспечивающей термофильный режим, а также стерилизатора для сверхтермофильного режима, обеспечивающего стерилизацию микробов [4].

Трехступенчатый биореактор снабжен системой автоматики для контроля процесса производства жидких удобрений и подкормок из навоза и помета. В бункер загрузки помещается от 0,1 куб.м. сырья (помёт/навоз) и добавляется до 0,4 куб.м. воды. Смесь автоматически перемешивается до однородной консистенции и настаивается в течение 2-4 часов. Загрузка установки и отбор готовой продукции происходит каждые 6 часов.

При подаче смеси в первую ёмкость происходит последовательный перелив приготовляемой продукции в последовательно соединенные емкости сбраживания, в которых автоматически поддерживается постоянная температура. Источником тепла является отопительный котел на газе.Произведены монтажные работы макетного образца трехступенчатого биореактора у кошары крестьянского хозяйства «Бабаева», Куртинского сельского округа, Илийского района, Алматинской области (рисунок 3) [5].

Рисунок 3 – Общий вид агрегата для производства жидкого органического удобрения

Подпочвенное внесение жидкого удобрения осуществляется с помощью специального оборудования с системой перекачивающего и нагнетательного насосов, трубопроводами, цистерной перевозки, перекачиваются насосом и с помощью рукавов подаются в рабочие распределительные органы машины.

В исследованиях доктора Клаудия Вагнер-Риддле из Университета Гульф г.Антарио (Канада) (http://www.uoguelph.ca/research/) [6] (рисунок 4) предложено четыре способа внесения субстрата в почву.

Результаты анализа существующих технологий и машин для внесения жидких удобрений на лугах и пастбищах говорят о том, что они оснащены сошниками, нарезают в почве бороздку, в которую и подается жидкое органическое удобрение.

Для повышения энергоэффективности технологического процесса, в существующих машинах и оборудовании внесения жидких органических удобрений применяются большие объемные цистерны и мощные трактора.

Рисунок 4 – Четыре способа внесения субстрата в почву: нанесение на поверхность с разбрызгиванием (а), подпочвенная внесения (б), с розливом из шлангов шланг (с) и прицепного сошника (d)

Учитывая слабую оснащенность крестьянских хозяйств региона, рекомендовать оборудование с такими техническими средствами не возможно. Поэтому рекомендуем технологический процесс подпочвенного внесения жидких удобрений осуществить с помощью агрегата (рисунок 5), состоящего из прицепного бака с насосом нагнетания давления и распределителя по стойкам рабочих органов, агрегируемый с тракторами Т-40 и МТЗ-80, имеющихся в наличии у крестьянских хозяйств.

Агрегат для подпочвенного внесения жидких удобрений состоит из трактора, прицепного бака с насосом нагнетания давления и распределителя по стойкам рабочих органов.

В комплект рабочих органов входят трубопроводы, стойка глубинного рыхлителя с косорезанным сошником. Схемы расположения рабочих органов пяти штук рыхлителей с сошниками, расположены на двух рядах (две стойки на первом и три стойки на втором ряду).

В схеме расположения рабочих органов предусмотрено 5 рыхлителей с сошниками, расположенными на двух рядах (2 первом и 3 на втором) с шириной захвата 3 м, и с глубиной внесения с 0,10 до 0,20 м.

Механизм распределения обеспечивает точность распределения удобрений, по шлангам сошника устройства (рисунок 5).

В отличие от существующих аналогов агрегат обеспечивает равномерное внесение жидких органических удобрений с производительностью, достаточной для сезонного внесения. Действующие усилия в звеньях механизмов прицепных культиваторов и плоскорезов, как и в звеньях плугов, непостоянны в различные периоды работы.

Максимальные усилия, направленные на полезную работу, возникают во время выглубления рабочих органов культиватора, так как при

Рисунок 5 – Общий вид машины подпочвенного внесения органических удобрений

движении культиватора действует вес почвы, находящейся на рабочих органах, она воздействует как усилие заглубления, необходимое для обеспечения равномерности подпочвенного внесения жидкого органического удобрения.

Из-за компактности и удобности в эксплуатации предлагаемый агрегат найдет широкое применение у фермеров, для внесения жидких органических удобрений на пастбищах и в междурядьях пропашных культур.

Подпочвенное внесение ЭМ-препарата проводится путем заделывания культуральной суспензии препарата ститр 1×10^9 КОЕ/мл) отдельно или совместно с жидким органическим удобрением, весной перед посевом луговых трав или в летне-осенний период года. Заделывание ЭМ-препарата производят с использованием специального оборудования с рыхлящими рабочими органами, обеспечивающими одновременно внесение и заделку препарата почвой (рисунок 5) или с использованием ручного инвентаря. Препарат «Биокоррект С» заделывается на глубину 5-10 см, чтобы обеспечить хорошие

условия для аэрации. Желательно внесение препарата «Биокоррект С» в утреннее или вечернее время, пасмурную погоду, избегая воздействия повышенных температур и прямых солнечных лучей. Оптимальный температурный интервал для применения препарата - 18-32°С.

Для полива пастбищ применяются модели поливных систем машин барабанного типа RM international, Irriland, Ocmis, Irrimec, Beinlich, Micro Rain, Vario Rain [7]: рассчитаны для полива пастбищ при условии обеспечения систем стабильного водоснабжения определенным объемом и давлением.

В результате подбора оборудования для гидромелиорации пастбищ монтирована поливная система для орошения зеленых насаждений поверхности пастбищ, на опытных делянках, с четырьмя профессиональной спринклерами (поливочными головками). Спринклеры устанавливаются над поверхностью земли, с учетом радиуса внутреннего ($R_{вн}$) и наружного ($R_{нар}$) разбрызгивания и зонами перекрытием на стыках делянок.

Места расположения разбрызгивателей определены в соответствии с размерами опытных делянок. Трубопроводы (3) и ответвления прокладываются из труб ПНД на глубине 0,3-0,4 м.

При определения технологических параметров систем пастбищного водоснабжения на опытных делянках разработана схема (рисунок 6).

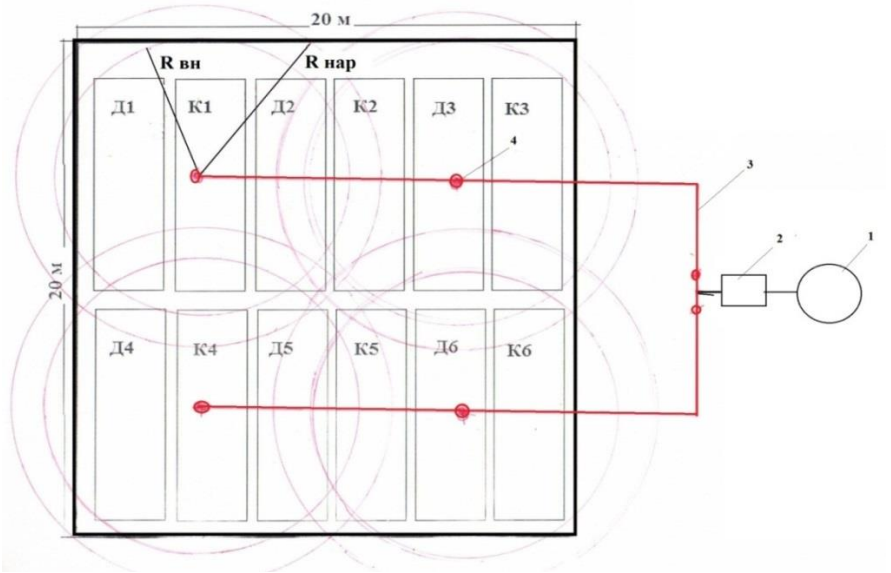


Рисунок 6 – Схема расположения поливной системы на опытных делянках

Расположения поливных агрегатов, состоящих из водосборника (1), нагнетательного насоса (2), распределителя, крана для слива воды из системы, трубопровода высокого давления (3), крана для разбрызгивательной ветки, мест установки разбрызгивателей (4), соединенной системой трубопроводов в зоны полива.

Учитывая общую максимальную потребность в 12 делянках, необходимо более 30 тонн воды за один полив в течение 3 суток. Объем суточного подъёма воды с учетом водопоя живности составляет около 60 т/сутки. С учётом

краткосрочности полива опытных делянок, годовой среднесуточный объем подъема воды сокращается до 30 т/ сутки.

Норма полива для пастбищ рассчитывается из средних показателей, составленных из рекомендуемых в литературных источниках, для опытных в размере (40-55 л/м^2). Учитывая площади делянок около 400 м^2 , потребность при этом составляет от 16-22 т/га, за один полив.

Роторные разбрызгиватели устанавливаются над поверхностью земли и объединяются системой гибких трубопроводов в зоны полива (рисунок 7) [5].

Учитывая краткосрочность работы, для облегчения работы фермера и обеспечения сохранности оборудования спринклеры установлены со съемной стойкой.

Рисунок 7 – Общий вид профессионального спринклера, установленного на опытной делянке

Для полива пастбищ применяются роторные разбрызгиватели, которые устанавливаются над поверхностью земли и объединяются системой гибких трубопроводов в зоны полива.

Для внедрения комплексной технологии в хозяйствах с поголовьем более 100 КРС или около 1000 МРС рекомендуется установка трехступенчатого биореактора, снабженного системой автоматики для контроля процесса производства жидких удобрений из навоза, с производительностью по биогазу – 6,5…11,5 м^3/сут, по жидкому удобрению – 2 т/сут.

Учитывая производительности агрегатов: трехступенчатого биореактора (2т/сутки) жидкого удобрения около 500 т/год, агрегата подпочвенного внесения (3,6 га/час,) и 28 га/смену с расходом 5т /га, в хозяйствах появляется возможность ежегодного улучшения более 100 га пастбищ.

В результате предварительных хозяйственных испытаний установлено, что производительность установки по биогазу составляет 6,5…11,5 м^3/сут, по жидкому удобрению – 2 т/сут, сухому удобрению 0,2 т/сут, себестоимость жидких удобрений 7 тенге/кг, сухих удобрений 77 тенге /кг, срок окупаемости по жидкому удобрению 0,3 год, по сухому удобрению 1,1 год.

Рекомендуем технологический процесс подпочвенного внесения жидких удобрений осуществить с помощью агрегата, состоящего из прицепного бака с насосом нагнетания давления и распределителя по стойкам рабочих органов, агрегируемого с тракторами Т-40 и МТЗ-80, имеющихся в наличии в крестьянских хозяйствах.

Предлагаем оборудование, состоящее из бака вместимостью 2 м^3; рабочая ширина захвата - 3 м; рабочая скорость - до 12 км /ч; доза внесения – 300- 5000 кг /га; глубина внесения - 0,10-0,20 м; неравномерность внесения удобрений - до 5% на ширине захвата и 5% по направлению движения агрегата; привод

насоса - от ВОМ трактора; масса - 1200 кг; агрегатированный трактор 1,4 класса.

Рекомендуем для полива пастбищ применять роторные разбрызгиватели, которые устанавливаются над поверхностью земли и объединяются системой гибких трубопроводов в зоны полива.

Роторные разбрызгиватели среднего действия, с радиусом внутреннего разбрызгивания ($R_{вн}$ = 4 м) и с радиусом наружного разбрызгивания ($R_{нар}$ = 6), максимальная длина струи 10 м, угол орошения от 40° до 360°.

Применяемые роторные разбрызгиватели более экономичные, так как объем разбрызгиваемой воды около 3 $м^3$/час при давлении 200 кПа, поэтому идеально подходят к применению на опытных делянках, при этом время полива опытных делянок сокращается до 2,5 часов.

В результате проведенных испытаний по оценке технологии восстановления деградированных пастбищ, установлено повышение плодородия почв, при этом содержание азота в почвах увеличилось в 2,0-2,5 раза, засоленность почвенного фильтрата снизалась от pH 8,15 до нейтрального значения (pH 6,12), что обеспечивает восстановление плодородия и повышение продуктивности деградированных пастбищных земель Юго-востока Казахстана.

Список литературы

1 Комитет по статистике Министерства национальной экономики Республики Казахстан. Официальный сайт www.stat.gov.kz.

2 Государственная программа по борьбе с опустыниванием в Республике Казахстан на 2005-2015 гг: http://savesteppe.org/ru/archives/2774 19.09.2005.

3 Pantskhava E.S. The use of biomass energy in Russia: The problems and perspectives // Renewable sources of energy and their significance for energy policy in Germany and Russia. Freiburg in Breisgau. October 1994. P.56-59.

4 Кешуов С.А., и др. Применение биогазовых установок в животноводстве (рекомендации). – Алматы: ExtraPress, 2012. – 73с.

5 Алдабергенов М.К., Саданов А.К., Смирнова И.Э., Орынбаев Н.М. Рекомендации по внедрению и адаптации комплексной технологии восстановления плодородия деградированных пастбищ для Юго-востока Казахстана. – Алматы: Інжу-Маржан, 2017. – 48 с.

6 Wagner-Riddle C, Thurtell GW, Kidd GE, Beauchamp EG, Sweetman R (1997) Estimates of nitrous oxide emissions from agricultural fields over 28 months. Can J Soil Sci 77:135–144. doi:10.4141/S96-103.

7 Информации по ирригационным машинам www.ocmis_okmis irrigatsion.

ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫС ҚАЗАҚСТАН ҮШІН ТОЗҒАН ЖАЙЫЛЫМДАРДЫ ҚҰНАРЛЫЛЫҒЫН ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУ КЕШЕНДІ ТЕХНОЛОГИЯСЫ

Аңдатпа

Бұл статияда тозған жайылымдарды қалпына келтіру қолданыстағы технологияларын талдау нәтижелері, және ұсынылған жайылым құнарлылығын қалпына келтіру технологиясымен инновациялық қондырғылардың сипаттамалары. Топырақ құнарлылығын қалпына келтіру кешенді технологиясының қолдану тәртібімен және ауыл шаруашылығы жайлымдар өнімділігін арттыру, көсеткіштері келтірілген.

Кілт сөздер*: жайылымның тозуы, биореакторлар, сүйык органик тыңайтқыш өндіру құралдарымен технологиясы, органикалық тыңайтқыштар, құнарлылығын қалпына келтіру технологиясы, арсласпаны жер қойнауының енгізу.*

COMPLEX TECHNOLOGY OF RESTORATION OF FERTILITY OF DEGRADIATED PASTURES FOR SOUTH-EAST KAZAKHSTAN

Summary

The article presents the results of the analysis of the state of pastures and the processes of restoring the fertility of degraded pasture lands, existing technical means and technology for restoring soil fertility and increasing the productivity of agricultural production, as well as describing the recommended integrated technology for restoring the fertility of degraded pastures

Keywords*: pasture degradation, technical means, bioreactors, production technology, organic fertilizer, fertility restoration technology, subsoil application.*

МРНТИ 55.57.31

А.И. Дерепаскин[1], А.Н. Куваев[1], И.В. Токарев[1]

[1]«Казахский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйств» г. Костанай, Казахстан

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРУТКОВОГО КАТКА К ОРУДИЮ ДЛЯ ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ УПЛОТНЕННЫХ ПОЧВ

Аннотация

В статье представлены результаты теоретических и экспериментальных исследований по обоснованию параметров пруткового прикатывающего катка к орудию для основной обработки уплотненных почв. В результате исследований определен рациональный диаметр, шаг между прутками и удельный вес прикатывающего катка.

Ключевые слова*: каток, почва, обработка, сохранение.*

Введение

Северный Казахстан относится к районам с выраженной ветровой активностью, поэтому накопление и сохранение почвенной влаги является залогом высоких и стабильных урожаев.

Основными приемами накопления осенних и зимних осадков на стерневых полях является максимальное сохранение на поверхности поля стерни и других

пожнивных остатков и создание рыхлого пахотного слоя. В полной мере этим задачам отвечают плоскорезные орудия для безотвальной обработки почвы, которые в последние годы комплектуются устройствами или приспособлениями для дополнительного крошения, уплотнения и выравнивания поверхностного слоя.

Среди предложенных устройств наибольшее применение получили различные по конструкции, прикатывающие прутковые катки. Почва уплотняется под действием массы катка, поэтому последняя играет важную роль в технологическом процессе. Другими параметрами, оказывающим влияние на качество выполнения технологического процесса, является диаметр катка и шаг между прутками. При увеличении диаметра катка уменьшаются затраты энергии на его перекатывание, но в то же время снижается степень уплотнения почвы. При уменьшении диаметра увеличиваются уплотнение и распыление почвы, поэтому при выборе размеров следует отдать предпочтение катку с большим диаметром [1].

Материалы и методы

Результаты экспериментальных исследований, проведенных ранее, показали, что после прохода плоскорежущих рабочих органов шириной захвата 0,70 м при глубине обработки 0,30 м на поверхности поля остаются крупные почвенные фракции, размером 0,10-0,14 м. Это объясняется переуплотнением почвенного слоя и недостаточной влажностью в период проведения основной обработки.

Для обеспечения крошения таких крупных почвенных фракций, следующий за плоскорежущими рабочими органами, каток должен иметь диаметр достаточный для того, чтобы осуществить их переезд, а это возможно при соблюдении следующих условий [2]:

$$D_{\text{К}min} \geq d_{max} \cdot ctg^2\left(\frac{\varphi_{\text{п}} + \varphi_1}{2}\right), \qquad (1)$$

где $D_{\text{К}min}$ – минимальный диаметр катка, м;

d_{max} - максимальный диаметр почвенной фракции, м;

$\varphi_{\text{п}}$ - угол трения почвы о поверхность прутка, град;

φ_1 - угол внутреннего трения почвы, град.

Результаты расчета по формуле (1) представлены на рисунке 1.

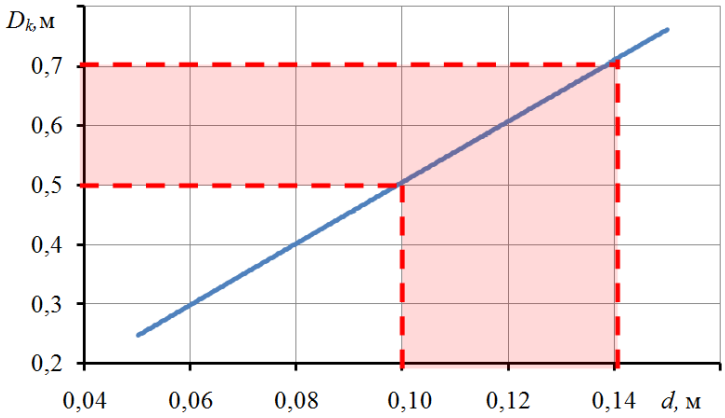
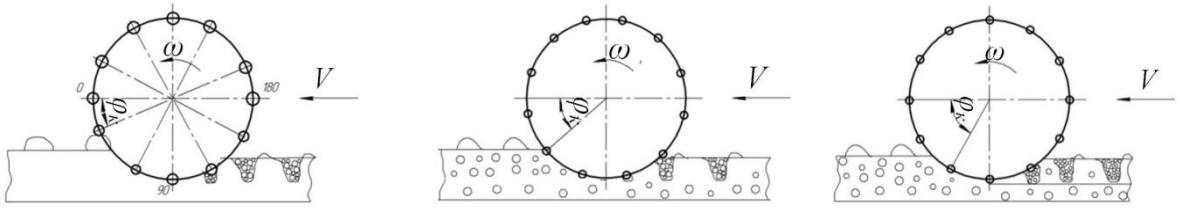


Рисунок 1 – Влияние диаметра почвенных фракций на минимальный диаметр катка

Как было отмечен выше, после прохода плоскорежущего рабочего органа на поверхности поля образуются почвенные фракции размером 100-140 мм. Исходя из этого, диаметр катка должен находиться в диапазоне 500-700 мм, а минимальный шаг между прутками с учетом агротехнических требований должен быть не менее 100 мм.

Взаимодействие прутка с почвой состоит из трех фаз: дробление крупных комков на поверхности, уплотнение и рыхление обрабатываемого слоя (рисунок 2).



а) 1-ая фаза - дробление комков на поверхности; б) 2-ая фаза уплотнение обрабатываемого слоя; в) 3-ая фаза - рыхление поверхностного слоя

Рисунок 2 – Фазы взаимодействия прутка прикатывающего катка с почвой

Фаза дробления крупных комков почвы на поверхности начинается с момента соприкосновения его с прутком и продолжается до момента разрушения. Фаза уплотнения начинается с момента вхождения прутка в обрабатываемый слой и продолжается до перемещения прутка в крайнее нижнее положение, т.е. до $\varphi_к = 90$ градусов. Третья фаза, т.е. фаза рыхления, начинается после фазы уплотнения и продолжается до момента выхода прутка из обрабатываемого слоя.

В каждый момент времени происходит поочередное воздействие на почву одного из прутков катка. Для разрушения почвенных комков давление, передаваемое через пруток, должно быть больше твердости обрабатываемого

почвенного слоя. Зная геометрические размеры прутка, задача сводится к определению требуемой реакции последнего.

С использованием принципа Даламбера [3] составлена расчетная схема и определены силы, действующие на каток в момент дробления почвы, (рисунок 3):

$$S + (m_к + m_z) \cdot a_\tau - F_{тр} = 0$$
$$R_п - (m_к + m_z) \cdot a_n = 0, \quad (2)$$

где S – движущая каток сила, Н;

$m_к$ – масса катка, кг;

m_z – масса догрузки от сжатия пружин, кг;

a_τ – касательное ускорение, м/с^2;

$F_{тр}$ – сила трения катка, Н;

$R_п$ – реакция почвенного комка на воздействие прутка в момент дробления, Н;

$a_ц$ – нормальное ускорение, м/с^2.

Поскольку рассматриваемый каток движется равномерно, т.е. не происходит изменения угловой скорости, угловое ускорение $\varepsilon = 0$, следовательно, и $a_\tau = 0$.

Нормальное ускорение определяется по формуле:

$$a_n = \frac{V^2}{r_k}, \quad (3)$$

где V – поступательная скорость орудия, м/с.

В этом случае движущая каток сила определяется по уравнению:

$$S \geq F_{тр} = \frac{\mu \cdot (m_к + m_z) \cdot g}{r_k}, \quad (4)$$

где μ – коэффициент трения стали по почве.

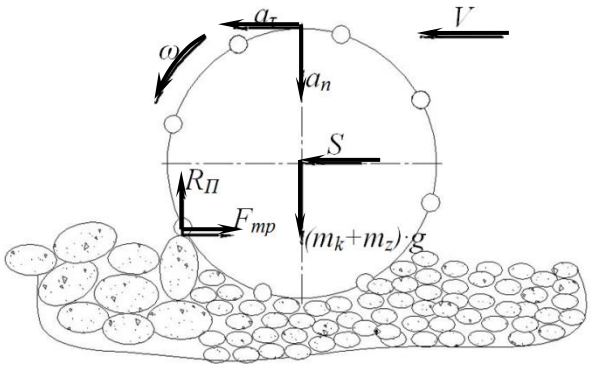


Рисунок 3 – Силы, действующие на каток в момент дробления почвы

Реакция почвенного комка на воздействие прутка в момент дробления будет определяться по формуле:

$$R_{\text{п}} = (m_{\text{к}} + m_z) \cdot a_n = \frac{V^2 \cdot (m_{\text{к}} + m_z)}{r_k}. \quad (5)$$

Зная реакцию на прутке катка, определим давление, с которым пруток воздействует на почвенную фракцию:

$$p_{\text{пр}} = \frac{R_{\text{п}}}{S_{\text{пр}}} = \frac{V^2 \cdot (m_{\text{к}} + m_z)}{r_k \cdot S_{\text{пр}}}, \quad (6)$$

где $S_{\text{пр}}$ – площадь сечения прутка, взаимодействующая с почвой, м^2.

Для разрушения почвенных фракций давление прутка должно превышать твердость обрабатываемого почвенного слоя ($\rho_{\text{пр.min}} \geq T_{\text{п}}$). Каток воздействует на верхний 5-ти сантиметровый почвенный слой. Результаты экспериментальных исследований показали, что твердость данного слоя после прохода плоскорежущих рабочих органов составляла не более 0,9 МПа, то есть $\rho_{\text{пр.min}} = T_{\text{п}} = 0{,}9$ МПа.

Результаты расчетов по формуле (6) представлены на рисунке 4.

Установлено, что удельный вес катка, при котором создается достаточное для разрушения почвенных фракций давление, должен быть не менее 250 кг/м.

По результатам теоретических исследований определены основные параметры пруткового прикатывающего катка. Диаметр катка должен составлять 500-700 мм, минимальный шаг между прутками – 100 мм, удельный вес катка должен составлять не менее 250 кг/м.

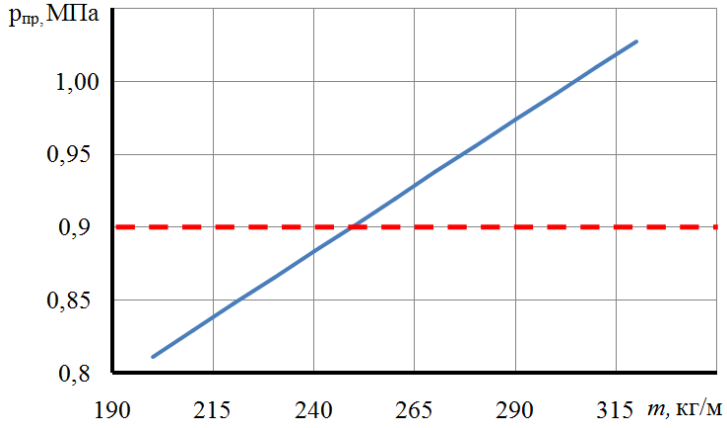


Рисунок 4 – Влияние удельной массы катка на создаваемое давление

Экспериментальная проверка теоретических расчетов по уточнению удельного веса катка проводилась на лабораторной установке, на стерневом

поле после уборки твердой пшеницы. Вид лабораторно-полевой установки в работе представлен на рисунке 5.

а)

б)

а) вид в работе; б) общий вид

Рисунок 5 – Лабораторно-полевая установка

На лабораторную установку устанавливались дисковый нож перед стойкой, плоскорежущие рабочие органы шириной захвата 0,7 м и прутковый прикатывающий каток диаметром 500 мм с шагом между прутками 140 мм, с разной догрузкой. При собственной массе катка 160 кг максимальная догрузка составляла 260 кг. Глубина обработки во всех опытах была равна 30 см.

Показатели, характеризующие качество выполнения технологического процесса (крошение обрабатываемого слоя и глубина обработки) определялись в соответствии с требованиями СТ РК 1560 [4]. Показатели энергетической оценки определялись в соответствии с требованиями ГОСТ Р 52777 [5].

Состояние обрабатываемого слоя в период исследований характеризовалось следующими показателями, приведенными в таблице 1.

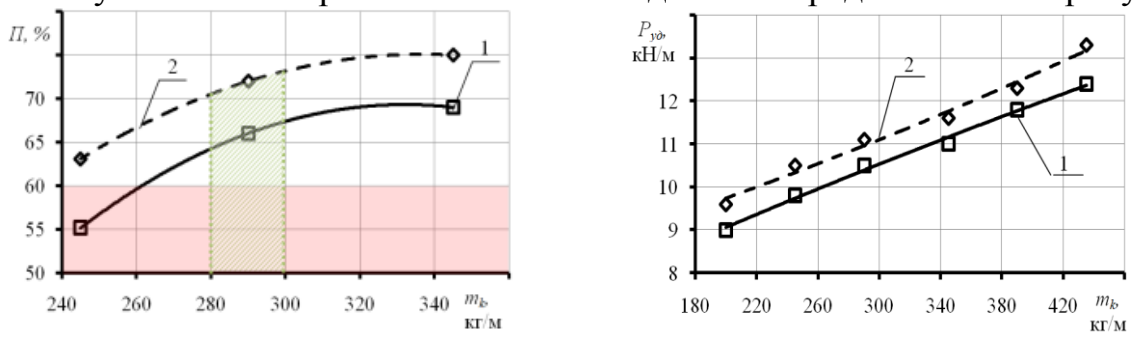
Почвенные условия являются типичными для полей, на которых применялись элементы минимальной и нулевой технологий возделывания зерновых культур. Экспериментальные исследования проводились на двух скоростных режимах движения.

Таблица 1 – Влажность, твердость и плотность почвенных слоев на стерневом поле

Почвенный слой, см	Определяемый показатель		
	влажность, %	твердость, МПа	плотность, г/см^3
0-5	8,0	3,4	1,3
5-10	5,1	9,8	1,4
10-15	6,9	10,2	1,5
15-20	7,0	7,4	1,5
20-25	7,9	5,0	1,6

25-30	8,7	4,5	1,5

Результаты экспериментальных исследований представлены на рисунке 6.



а) б)

а) крошение почвы; б) удельное тяговое сопротивление

1 – V_p = 2,2 м/с; 2 – V_p = 2,6 м/с

Рисунок 6 – Влияние удельной нагрузки катка и скорости движения на крошение поверхностного слоя и тяговое сопротивление лабораторно-полевой установки

Выводы

Анализ зависимостей показывает, что с увеличением удельного веса катка на исследуемых скоростях движения крошение почвенного слоя возрастает. Требуемый уровень крошения (не менее 60%) обеспечивается при минимальном удельном весе катка на почву m_k=280 кг/м. Увеличение удельного веса катка более 300 кг/м приводит к незначительному росту крошения (5-6% по абсолютному значению), в то время как прирост удельного тягового сопротивления составляет не менее 15%. В связи этим удельный вес катка должен находиться в пределах m_k=280-300 кг/м.

Таким образом, по результатам теоретических и экспериментальных исследований установлены рациональные пределы удельного веса прикатывающего катка к орудию основной обработки уплотненных почв, которые для пруткового катка диаметром 500 мм с шагом между прутками 140 мм должны выбираться в пределах 280-300 кг/м.

Список литературы

1 Босой, Е.С. Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин [Текст] / Е.С. Босой, О.В. Вереняев, И.И. Смирнов, Е.Г. Султан-Шах. – М.: Машиностроение, 1978. – 568 с.

2 Кленин, Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины [Текст] / Н.И. Кленин, В.А. Сакун. – М. : Колос, 1980. – 671 с.

3 Воронков, И.М. Курс теоретической механики [Текст] / И.М. Воронков. – М.: Наука, 1965. – 596 с.

4 СТ РК 1560-2006. Испытания сельскохозяйственной техники. Машины и орудия для глубокой обработки почвы. Методы оценки функциональных показателей [Текст]. – Введ. 2006-11-24. – Астана: : Комитет по техническому регулированию и метрологии Министерства индустрии и торговли республики Казахстан, 2006. – 42 с.

ТЫҒЫЗДЫЛҒАН ТОПЫРАҚТАРДЫ НЕГІЗГІ ӨҢДЕУ ҮШІН ҚҰРАЛҒА ШЫБЫҚТЫ ТАПТАҒЫШТЫҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН НЕГІЗДЕУ

Аңдатпа

Мақалада тығыздылған топырақтарды негізгі өңдеу үшін құралға шыбықты тығыздайтын таптағыштың параметрлерін негіздеу бойынша теориялық және эксперименттік зерттеулер нәтижелері келтірілген. Зерттеулер нәтижесінде тығыздайтын таптағыштың оңтайлы баскермесі, шыбықтардың арасындағы қадамы және үлес салмағы анықталған.

Кілт сөздер*: таптағыш, топырақ, өңдеу, сақтау.*

JUSTIFICATION OF PARAMETERS OF THE ROLLER ORGANIZATION FOR THE MAIN PROCESSING OF SEAL SOILS

Summary

In the article the results of the theoretical and experimental researches on the substantiation of the parameters of the cage roller to the implement for the primary tillage of the consolidated soils are given. During the researches the rational diameter, pitch between rods and specific weight of the cage roller are determinated.

Keywords*: rink, soil, processing, conservation*

МРНТИ 68.01.81

Г.С. Жуматай[1], М.Т. Суранчиев[1]

[1]ТОО «Казахский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства» Алматы, Казахстан

РЕЗУЛЬТАТЫ ЛАБОРАТОРНО-ПОЛЕВЫХ ИСПЫТАНИИ СЕЯЛКИ «CRUCIANELLI Pionera 2717»

Аннотация

В статье представлены результаты лабораторно-полевых испытании сеялки «CRUCIANELLI Pionera 2717» и краткое техническое описание.

Информация предназначена для широкого круга фермеров и специалистов сельскохозяйственного производства, занимающихся земледелием, животноводством.

Ключевые слова*:* Сеялка, семена, глубина, удобрения.

Введение

Испытательной лабораторией ТОО «КазНИИМЭСХ» было проведено лабораторно-полевые испытания сеялки «CRUCIANELLI Pionera 2717» (Аргентина) в хозяйственных условиях Опытного хозяйства масличных культур, ТОО «ВКНИИСХ», Восточно-Казахстанской области, на поле, подготовленном для посева яровой пшеницы «Кульжинка 25». Агрегатирование сеялки проводилось трактором Т 150 К.

Методы и материалы

Сеялка «CRUCIANELLI Pionera 2717» (рисунки 1, 2, 3, 4) предназначена для посева озимых зерновых, озимого рапса, яровых зерновых, гороха, сои, рапса. Сеялка PIONERA является сеялкой нового поколения. Она позволяет производить одновременно с высевом семян внутрипочвенное внесение удобрений. При этом норма внесения удобрений регулируется от 25 до 470 кг/га. На сеялке установлен дозатор семян роликового типа с двойным отверстием, подвод семян осуществляется телескопическими трубками, удобрений – гофрированными. Дозатор удобрений – шевронного типа, дно которого разбирается для удобства очистки. На задней штанге можно установить комплект для посева крупнозерновых культур с шириной междурядьев от 35 до 70 сантиметров. На сеялке имеется коробка передач с рычагами управления для удобства выбора нормы высева.

Сеялка изготовлена по прицепной схеме. Транспортировка производится вдоль рабочего хода, при этом высевающие секции поднимаются в крайнее верхнее положение.

Рисунок 1 – Общий вид сеялки «CRUCIANELLI Pionera», вид справа

Технические характеристики:

Модель	2717
Ширина захвата, м	4.7
Число рядов	27
Ширина междурядья, см	17.5
Число модулей	1
Емкость бункеров	

Объем бункера для семян, л	1238
Агрегатируемость с трактором мощностью, л.с.	120 - 130

Рисунок 2 – Общий вид сеялки «CRUCIANELLI Pionera», вид сзади

Агротехнические показатели

Показатели	Значение показателей	
	По НД	По данным испытаний
1	2	3
Культура	Яровая пшеница	
Скорость, км/ч		6,4 – 8
Гребнистость поверхности поля (высота гребней), см	не более 3	2,7
Количество эрозионно-опасных частиц размером менее 1 мм в слое почвы от 0- 5 см после прохода, %	не должно увеличиваться 19,0	29,0
Качество высева: - норма высева семян, кг/га: заданная	218,0	230,6
фактический высев		230,6
- отклонение фактического высева от заданного, %	± 5%	10,6
- неравномерность высева отдельными аппаратами: среднеквадартическое отклонение, ±, г		2,29
коэффициент вариации, %	до 20	1,16
- неустойчивость общего высева:		

среднеквадратическое отклонение, ±,г		64,6
коэффициент вариации, %	до 3	1,21

Результаты и их обсуждения

Сеялка «CRUCIANELLI Pionera 2717» была испытана в хозяйственных условиях Опытного хозяйства масличных культур, ТОО «ВКНИИСХ», Восточно-Казахстанской области, на поле, подготовленном для посева яровой пшеницы «Кульжинка 25». Агрегатирование сеялки проводилось трактором Т 150 К.

Рисунок 3 – Замеры глубины заделки семян и расстояния между семенами

Рисунок 4 – Определение неравномерности высева

По результатам лабораторно-полевых испытаний сеялки установлено: предшественником посева являлась яровая пшеница; предпосевная обработка была проведена: осенью после уборки урожая поле было обработано мульчировщиком МП-5,2. Глубине обработки почвы составила 5,5 см. Весной проведено закрытие влаги зубовыми боронами в два следа.

Наработка за весь период испытаний составила 60 га. Влажность почвенного слоя глубины заделки семян составила: в слое 0-5 см – 11%, в слое 5-10 см – 14%. Твердость почвы составила: в слое 0-5 см – 0,504 МПа, а в слое 5-10 см – 1,521 МПа, что соответствует предъявляемыми НД.

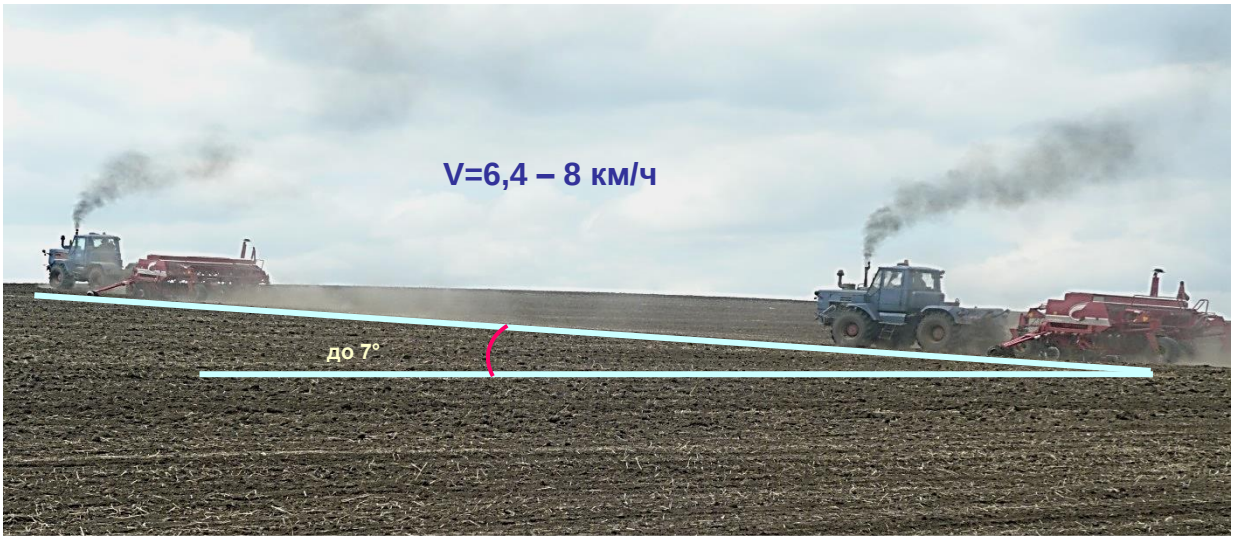


Рисунок 5 – Агрегатирование сеялки трактором Т 150 К.

Испытание сеялки проведены на скоростях движения от 6,4 до 8 км/ч. ограничение скорости вызвано тяговым сопротивлением сеялки которое составило 250 кН, при полностью загруженным ящиком семенами. Производительность посевного агрегата за 1 час основного времени составила 2,53 га/ч или 0,54 га на 1 м ширины захвата сеялки, что ниже требований НД, предъявленных к дисковым сеялкам (0,8-1,5).

Установочная норма высева семян яровой пшеницы на испытываемой сеялке была установлена 218 кг/га, фактический высев семян составил 230,6 кг/га, что на 10,6 % выше установленной нормы высева. Неравномерность высева отдельными аппаратами: среднее квадратическое отклонение, ± 2,29 г; коэффициент вариации – 1,16 %; неустойчивость общего высева: среднее квадратическое отклонение ± 64,6 г; коэффициент вариации – 1,21%.

Глубина заделки семян составила 77 мм, т.е. все семена укладывались высевающими аппаратами во влажный слой почвы, 85,2 % семян заделываются на оптимальную глубину, во влажный слой почвы; исключения составляет заделка семян по следу трактора, но и здесь семена заделываются во влажный слой, несмотря на уплотнение почвенного слоя. Показатели качества находятся на требуемом уровне.

Удельный материалоемкость сеялки составляет 1398 кг/м, что выше на 298 кг предъявленных к сеялкам прямого высева по ГОСТ 26025-83, п.4.2.

По результатам лабораторно-полевых испытаний сеялки установлено, что испытываемая машина обеспечивает качественное выполнение технологического процесса.

Функциональные и технические показатели сеялки, соответствуют требованиям безопасности и эргономичности.

Рисунок 4– Сеялка «CRUCIANELLI Pionera» в работе

Достоинства сеялки:

- одна из особенностей сеялки CRUCIANELLI Pionera 2717 состоит в том, что при работе основное давление сеялки распределяется на сошники, а не на опорные колеса, предотвращая уплотнение почвы. Приводное колесо имеет

автономную систему регулировки, что обеспечивает точность копирования рельефа и исключает пропуски семян.

- применение гофрированного ножа (Колтер) облегчает заделку семян во влажную почву дисковыми сошниками.

- возможность перемещения положения центра тяжести бункера вперед, с помощью гидравлики, уменьшает нагрузку передней оси на 250 кг;

- широкая площадка с лестницей обеспечивает удобство заполнения бункера посевным материалом и соответствует требованиям безопасности.

- конструкция сеялки и изготовление сошников из прочного материала позволяет использовать сеялку в неблагоприятных для других сеялок условиях.

Недостаток сеялки:

- из-за увеличенного зазора в катушечном аппарате и семяпрводами имеет место потери незаделанными семенами;

- излишняя металлоемкость;

- нет автоматического контроля из кабины оператора за расходом семян и качеством высева;

- недостаточная производительность из-за большого тягового сопротивления и невысокой скорости агрегата.

Выводы

По результатам лабораторно-полевых испытаний сеялки установлено, что испытываемая машина обеспечивает выполнение технологического процесса и имеет удовлетворительные эксплуатационные и агротехнические показатели.

Технические показатели сеялки соответствуют требованиям безопасности и эргономичности.

Сеялка материалоемкая и в испытываемых условиях показана невысокая производительность. Сеялка не испытана на прямом посеве весной.

Испытательная лаборатория ТОО «КазНИИМЭСХ» рекомендует провести полные приемочные испытания сеялки по различным фонам включая нулевую обработку в условиях различных регионов РК.

Список литературы

1. ГОСТ 20915-2011 Испытания сельскохозяйственной техники. Методы определения и условия испытаний.

2. ГОСТ 31345-2007 Сеялки тракторные. Методы испытаний.

3. ГОСТ 24057-88 Техника сельскохозяйственная. Методы эксплуатационно-технологической оценки машинных комплексов, специализированных и универсальных машин на этапе испытаний.

4. ГОСТ Р 52777-2007 Техника сельскохозяйственная. Методы энергетической оценки.

5. СТО АИСТ 2.8-2007 Испытания сельскохозяйственной техники. Надежность. Методы оценки показателей.

6. ОСТ 12.2.002-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Техника сельскохозяйственная. Методы оценки безопасности.

«CRUCIANELLI Pionera 2717» СЕПКІШІНІҢ ЗЕРТХАНАЛЫҚ-ДАЛАЛЫҚ СЫНАҚТАРЫНЫҢ НӘТИЖЕЛЕРІ

Аңдатпа

Мақалада "CRUCIANELLIPionera 2717" сепкішінің зертханалық-далалық сынақтарының нәтижелері және оның қысқаша техникалық сипаттамасы келтірілген. Келтірілген ақпарат егін шаруашылығы, мал шаруашылығымен айналысатын фермерлерге және ауыл шаруашылық өндірісінің мамандарына арналған.

Кілтті сөздер: *сепкіш, тұқым, тереңдік, тыңайтқыштар*

RESULTS OF LABORATORY-FIELD TESTS SEEDS «CRUCIANELLI Pionera 2717»

Summary

The article presents the results of the laboratory-field testing of the seed drill "CRUCIANELLI Pionera 2717" and a brief technical description.

The information is intended for a wide range of farmers and agricultural specialists engaged in agriculture, animal husbandry.

Keywords: *Seeder, seeds, depth, fertilizer.*

МРНТИ 68.29.15

Ш.Б. Бекмухаметов[1], А.А. Суюндуков[1]

[1]ТОО «Казахский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства», Алматы, Казахстан

К ОБОСНОВАНИЮ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ КОМБИНИРОВАННОГО ОРУДИЯ ДЛЯ ПОВЕРХНОСТНОЙ И ЧИЗЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В УСЛОВИЯХ ЮЖНОЙ ЗОНЫ КАЗАХСТАНА

Аннотация

В статье проанализирована классификация существующих комбинированных орудий их конструктивные особенности. Установлено, что в настоящее время формирование посевного слоя достигается боронованием с культивацией в два-три следа, выравниванием и прикатыванием катками за 3…4 прохода агрегатов по полю, что ведет к повышенным затратам топлива, ручного труда, а также к переуплотнению пахотных и подпахотных слоев почвы. Обоснована конструктивно-технологическая схема комбинированного агрегата.

Ключевые слова*: орудие, почва, обработка, крошение, прикатывание, выравнивание, качество.*

Введение

С целью снижения энерго и трудозатрат на выполнение технологических операций при возделывании сельскохозяйственных культур, как показывает опыт агропроизводителей различных стран, целесообразно применение комбинированных машин различных конструкций и назначения.

Современный рынок сельскохозяйственной техники имеет достаточно широкий ассортимент комбинированных орудий и машин. Тем не менее, обзор конструкций существующих машин позволяет сделать вывод, что почти весь спектр предлагаемых орудий разработан для тракторов класса 40 кН и выше.

Комбинированные почвообрабатывающие и посевные агрегаты представляют собой сложные инженерные конструкции. К ним предъявляются повышенные требования, так как за один проход они выполняют несколько операций, обеспечивая при этом оптимальные условия для получения всходов и развития растений.

Разработка комбинированных агрегатов должна базироваться на всестороннем исследовании технологии обработки почвы и посева с обоснованием возможности и необходимости совмещения двух и более технологических операций или объединения нескольких рабочих органов в одном агрегате для более качественного выполнения одной технологической операции за один проход машинотракторного агрегата. При этом необходимо учесть природно-климатические условия зоны, физико-механические характеристики почвы, биологию культуры, а также исходные агротехнические требования.

При подготовке почв к посеву большое значение имеет выровненность поверхности поля, т.к. микрорельеф почвы влияет на ее водный режим, условия посева, роста и развития растений, их урожайность, на условия уборки урожая и эксплуатации сельскохозяйственной техники.

Разравнивание неровностей осуществляются различными способами с использованием различных выравнивающих устройств.

Выравнивание почвы выполняется путем перемещения почвы вдоль поверхности, разрушения и вдавливания глыб и комков.

Наиболее распространенным способом выравнивания является перемещение почвы вперед и в сторону. Выравнивание в этом случае осуществляется за счет срезания (сдвига) возвышений и засыпки впадин срезанной почвой.

Для выполнения качественного выравнивания поверхности почвы необходимо соблюдения равенства объемов срезанной и отсыпанной почвы на любом участке поля [1]. Недостатками данного приема являются: значительное тяговое сопротивление на перемещение большого объема призмы волочения и усадка почвы в местах насыпки после выпадения осадков.

При рыхлении верхнего слоя почвы выравнивание можно осуществлять за счет крошения глыб, возвышающихся над средней поверхностью поля.

Прикатывание почвы также является одним из приемов выравнивания

микрорельефа. Прикатывание поверхности почвы осуществляются катками, рабочие органы которых осуществляют уплотнение и выравнивание почвы, дробление глыб и разрушение почвенной корки. Данный прием позволяет добиться выровненной поверхности поля с достаточно уплотненным верхним слоем, что благоприятно сказывается на развитии растении. Наибольшее распространение получили катки прутковые, кольчатые, кольчато-шпоровые, кольчато-зубчатые.

Для создания перспективных полунавесных комбинированных почвообрабатывающих агрегатов для предпосевной подготовки почв необходимо проанализировать конструктивные особенности и принцип работы существующих комбинированных агрегатов с прикатывающими и выравнивающими устройствами.

Для предпосевной подготовки почвы разработаны и выпускаются машины, отличающиеся друг от друга разнообразием конструктивных схем [2, 4, 7, 8, 9, 10]. Классификация орудий для поверхностной обработки почвы по принципу выполнения конструктивной схемы приведена на рисунке 1.

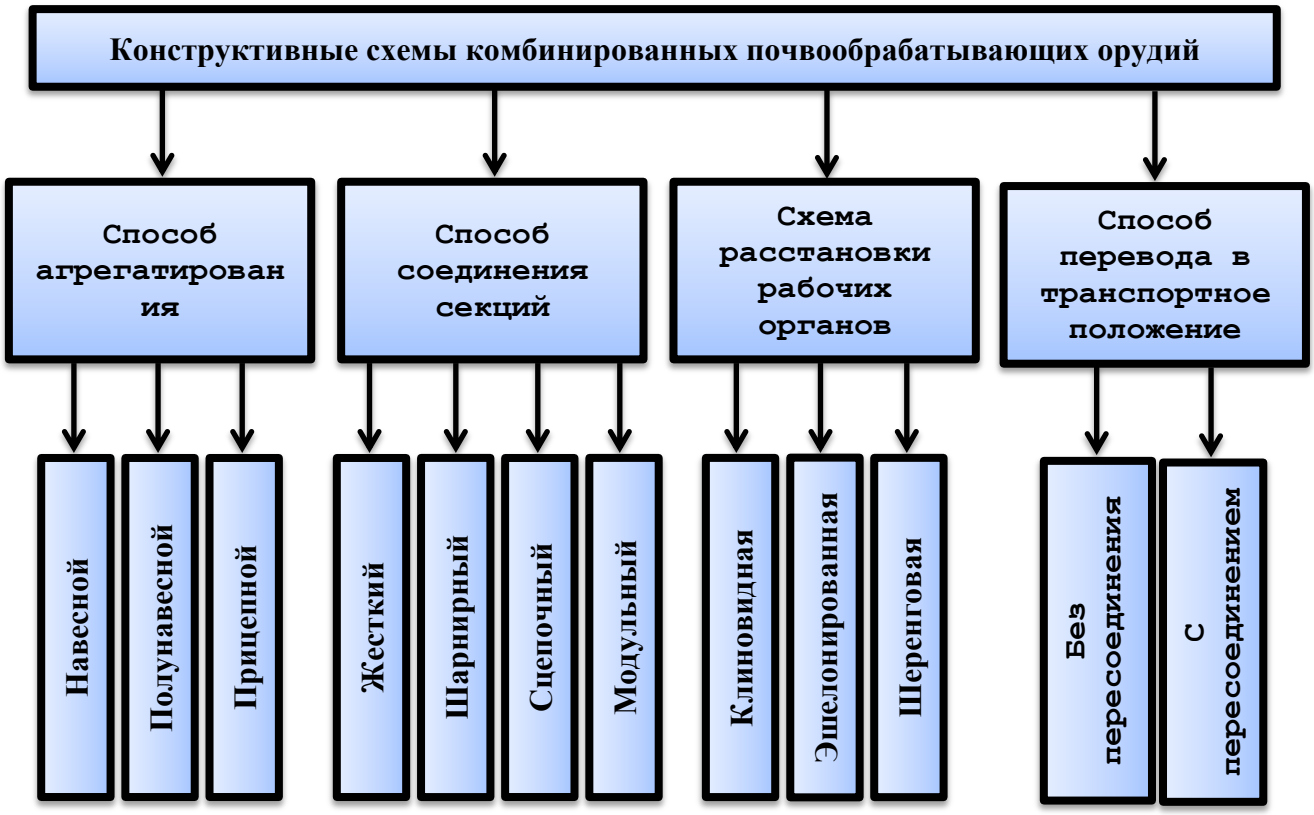


Рисунок 1 – Конструктивные схемы почвообрабатывающих орудий

Система машин для поверхностной обработки почвы совершенствуется путем внедрения новых комбинированных орудий с использованием разнотипных рабочих органов. Общая классификация рабочих органов орудий для поверхностной обработки почвы представлена на рисунке 2. Данную классификацию можно использовать при конструировании рабочих органов и комбинированных почвообрабатывающих орудий [3, 5, 6, 7].

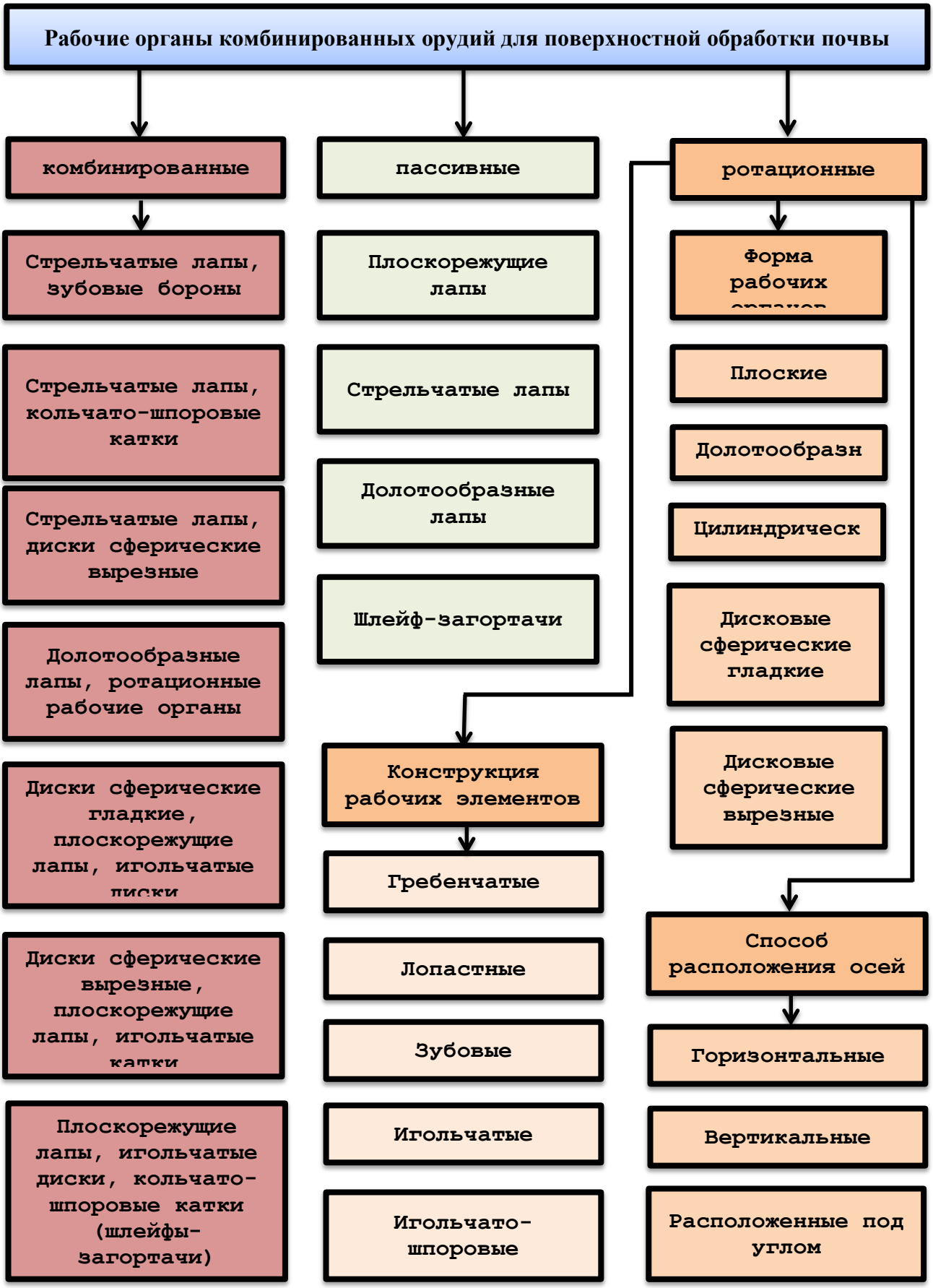


Рисунок 2 – Классификация рабочих органов комбинированных орудий для поверхностной обработки почвы

Родоначальниками машин для поверхностной обработки почвы были комбинированные агрегаты АКП – 2,5 и АКП – 5, обеспечивающие глубину обработки до 16 см с крошением и выравниванием верхнего слоя на глубину посева с измельчением растительных остатков.

Однако комбинированные почвообрабатывающие агрегаты типа АКП металлоемки (до 980 кг/м) и маломаневренны, при их работе перемешается большой объем грунта, что приводит к иссушению верхнего посевного слоя и требуются большие поворотные полосы [1].

Большой интерес представляют комбинированные агрегаты зарубежных фирм Lemken, Farment, Kverneland, Atlas (Рисунок 3).

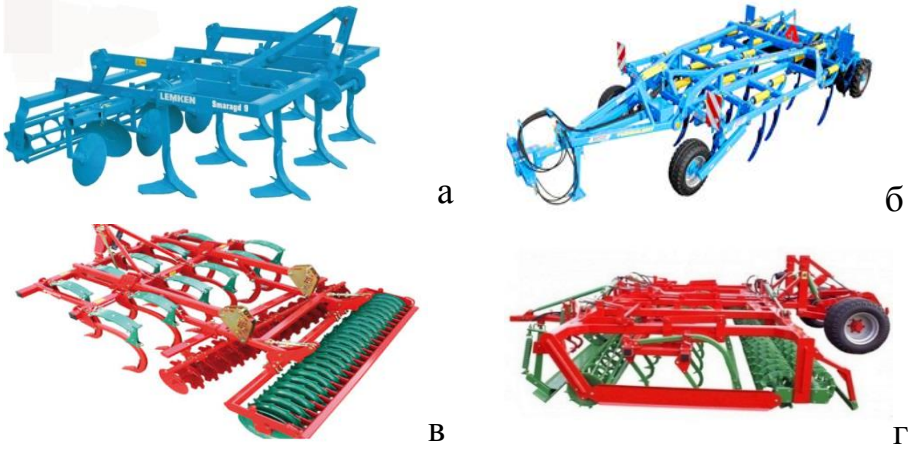


Рисунок 3 – Комбинированные агрегаты для предпосевной обработки почвы зарубежных фирм Lemken (а), Farment (б), Kverneland (в) и Atlas (г)

Чтобы сформировать посевной слой в соответствии с агротехническими требованиями, необходимо выполнить крошение, выравнивание и подуплотнение посевного слоя почвы. В настоящее время в южной части республики это достигается боронованием с культивацией в два-три следа, выравниванием и прикатыванием катками за 3…4 прохода агрегатов по полю, что ведет к повышенным затратам топлива, живого труда, а также к переуплотнению пахотных и подпахотных слоев почвы.

Таким образом, существует настоятельная необходимость разработки комбинированного агрегата, способного сформировать семенное ложе в соответствии с агротехническими требованиями за один проход.

Зарубежные комбинированные агрегаты имеют большую стоимость и при этом допускают глыбы размером до 100 мм и гребни высотой до 4 см, при глубине посева на 3…5 см. Комбинированные агрегаты стран ближнего зарубежья, предназначенные для предпосевной подготовке почвы проводят обработку почвы на глубину до 16 см, что приводит к перемещению большого объема почвы и значительному ее иссушению, повышенным тяговым сопротивлениям, расходам ТСМ и затратам труда. По требованиям агротехники почву перед посевом надо обрабатывать на глубину заделки семян 5…7 см. Этим требованиям не отвечает ни один комбинированный агрегат в странах ближнего зарубежья.

В связи с этим возникает необходимость в разработке комбинированного почвообрабатывающего агрегата для предпосевной подготовки почвы и глубокого рыхления, имеющий простоту конструкции, укомплектованный из серийных однооперационных машин, обеспечивающих подготовку почвы к посеву сельскохозяйственных культур и высокую производительность.

С учетом изложенного, нами предлагается комбинированное орудие, который предназначен для предпосевной подготовки почвы под посев зерновых и пропашных культур, а также для глубокого рыхления (чизелевания) уплотненных почв.

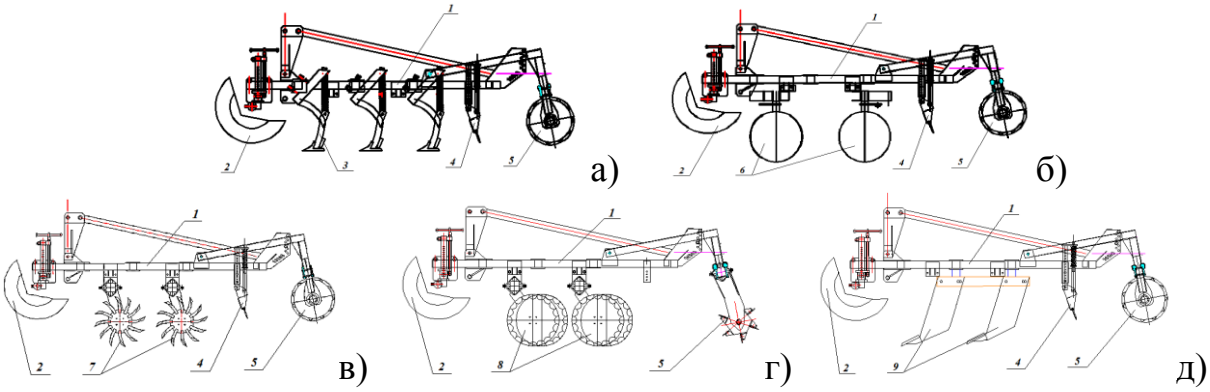
Комбинированное орудие для поверхностной и чизельной обработки почвы выполняют операции по боронованию (лущению), рыхлению почвы стрельчатыми лапами, уплотнению и выравниванию поверхности поля. Чизелевание почвы осуществляется орудием при замене стрельчатых рабочих органов чизельными рабочими органами, входящими в комплектацию орудия.

По сравнению с имеющимися аналогами, создаваемый агрегат будет адаптирован к работе в почвенно-климатических условиях южного Казахстана и обеспечит качественную обработку почв различного механического состава.

Комбинированное орудие для поверхностной и чизельной обработки почвы, состоящее из рамы, на которой в определенной последовательности к направлению движения агрегата устанавливаются различные типы рабочих органов.

Принятые модели конструктивно-технологических схем комбинированного орудия для поверхностной и чизельной обработки почвы приведены на рисунке 4.

В состав орудия входят: 1 – рама, 2 - опорно-регулировочное колесо, 3 – культиваторные лапы, 4 - подпружиненная зубовая борона, 5 - каток, 6 – блок с сферическим диском, 7 - блок с игольчатым диском, 8 - блок с волнистым диском, 9 - чизельные рабочие органы.



а) культиваторные лапы + подпружиненная зубовая борона + каток; б) сферические диски + подпружиненная зубовая борона + каток; в) игольчатые диски + подпружиненная зубовая борона + каток; г) волнистые диски + подпружиненная зубовая борона + ножевой каток

Рисунок 4 - Конструктивно-технологические схемы комбинированного орудия

Стрельчатые лапы шириной захвата 330 мм для безотвальной зяблевой обработки стерневых агрофонов на глубину 8-12 см обеспечивают качественное рыхление, подрезание сорняков с сохранением растительных остатков на поверхности почвы. При работе по отвальным фонам на глубину 8-14 см они обеспечивают качественное крошение, рыхление и выравнивание почвы подрезание сорняков (Рисунок 4 а).

Сферические диски при работе по стерневым фонам на глубину 8-10 см подрезают сорняки, рыхлят почву, создают мульчирующий слой. По отвальным фонам, при предпосевной обработке почвы, обеспечивают разделку почвы после вспашки, выравнивают поверхность поля, уничтожают сорняки (Рисунок 4 б).

Игольчатые диски качественно подрезают сорняки и мульчируют растительные остатки в обрабатываемом слое. Они широко применяются на процессах весеннего закрытия влаги, подготовки почвы под посев яровых и озимых культур на полупаровой обработке зяби в целях борьбы с сорняками и др. (Рисунок 4 в).

Волнистые диски обеспечивают качественное вертикально-объемное рыхление почвы на глубину 10-15 см без образования уплотненной подошвы, что способствует более глубокому развитию корневой системы растений и получению прибавки урожая до 8 ц/га зерновых (Рисунок 4 г).

Спирально-ножевые катки предназначены для качественного послеуборочного измельчения растительных остатков высокостебельных культур (кукуруза на корм и зерно, зеленые удобрения). В сочетании с волнистыми или сферическими дисками на агрегате они обеспечат качественную обработку агрофонов высокостебельных культур (Рисунок 4 г).

Чизельные рабочие органы для глубокого безотвального рыхления разрушают плужную подошву, разуплотняют почву, способствуют увеличению весеннего и осеннего влагонакопления (Рисунок 4 д).

Основные конструктивно-технологические требования к разрабатываемому комбинированному орудию приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные конструктивно-технологические требования к комбинированному орудию

Наименование	Показатели
Ширина захвата, м	3,6 - 4,0
Глубина рыхления почвы, см:	
- сферическими дисками	до 12
- волнистыми дисками	до 10
- игольчатыми дисками	до 10
- стрельчатыми лапами	8…14
- чизельным рабочим органом	до 35
- прутковый каток	диаметр 496 мм
- ножевой каток	диаметр 460 мм

Транспортный просвет, мм	300
Агрегатируется с тракторами, класса	2;3
Рабочая скорость, км/ч	до 10
Транспортная скорость, км/ч	до 15
Расчетная производительность, га/ч	до 3,8
Рама сварная	трубы прямоугольного сечения 140×140×5 и 100×100×5 мм
Узлы с волнистыми дисками:	
-количество, шт.	10
- диски волнистые диаметром, мм	560
- расстояние между дисками (междуследие), мм	200
- количество дисков в узле, шт.	2
- расположение узлов	в 2 ряда
- угол атаки дисков, град	0
Узлы с игольчатым диском:	
- диск игольчатый диаметром, мм	590
- расстояние между дисками на раме (междуследие), мм	200
- количество дисков в узле, шт.	1
- расположение узлов на раме	в 2 ряда
- угол атаки игольчатых дисков, град	15
- угол наклона в вертикальной плоскости, град	15
Стрельчатые лапы:	от культиваторов ОП-8(10)
- количество, шт.	15
- ширина захвата стрельчатой лапы, мм	330
- устанавливаются на брусьях рамы в три ряда с расстоянием между рядами, мм	800
- междуследием, мм	270
Чизельные рабочие органы:	глубокорыхлитель
- количество, шт.	10
- устанавливаются на раме орудия в два ряда с расстоянием между рядами, мм	800
- с междуследием, мм	400
Опорно-регулировочные колеса:	
- количество, шт.	2
- пневматические:	760x180 (6,5x16)
В задней части рамы за опорными колёсами устанавливаются секции с опорно-прикатывающим катком:	
- тип катков	прутковый, ножевой

- количество секций, шт.	2
- ширина захвата каждого катка, м	1920
- тип соединения катков с рамой	радиально-шарнирный, с возможностью регулирования высоты положения
- механизм соединения катков с рамой должен позволять устанавливать их на заданную глубину рыхления почвы, см	6…8
Масса орудия, кг	2500 - 3300

Экспериментальные образцы комбинированного орудия для поверхностной и чизельной обработки почвы приведены на рисунке 5.

Экспериментальные образцы комбинированного орудия был изготовлен на экспериментальном заводе ТОО «КазНИИМЭСХ».

а)

б)

в)

г)

а) игольчатые диски + подпружиненная зубовая борона + каток; б) волнистые диски + подпружиненная зубовая борона + ножевой каток; в) стрельчатые лапы + подпружиненная зубовая борона + каток; г) чизельные рыхлители + каток

Рисунок 5 - Экспериментальные образцы комбинированного орудия для поверхностной и чизельной обработки почвы

Выводы

Предлагаемые конструкции по сравнению с другими техническими решениями имеет следующие преимущества: простоту конструкции; способностью совмещать измельчение почвенных глыб и комков с выравниванием поверхности почвы и удалением сорной растительности, при этом обеспечивается снижение расходов топливо-смазочных материалов и уменьшение количество тракторов, применяемых для подготовки почвы к посеву.

Список литературы

1. Шубин А.В. Работа выравнивающих устройств новых почвообрабатывающих комбинированных агрегатов [Текст] / А.В. Шубин // Труды ВИМ, том 131. – М.: ВИМ, 2000. – С.176-178.

2. Архипов А.С., Оплетаев С.И., Ворокосов И.В. Состояние парка посевных машин Зауралья // Материалы междунар. науч.-практ. конф. «Сто лет Сибирской маслодельной кооперации». Куртамыш, 2007. Т. 4. С. 41–44.

3. Бараев А.И., Зайцева А. А., Госсен Э. Ф. Агротехнические обоснования для разработки машин и рабочих органов. Состояние и перспективы развития почвообрабатывающих машин, фрез и культиваторов // Материалы НТС ВИСХОМ. М., 1983. Вып. 25. С. 3–12.

4. Гурьев И.И., Каргамышев И.Н. Обоснование агротребований на технические средства для минимализации обработок почвы // Техника в сельском хозяйстве. 1992. № 4.

5. Дринча В.М. Развитие агроинженерной науки и перспективы агротехнологий. М.: ВИМ, 2002, 184 с.

6. Дринча В.М., Борисенко И.Б., Плескачев Ю.Н. Агротехнические аспекты развития почвозащитных технологий: монография. Волгоград: Перемена, 2004. 146 с.

7. Жук А.Ф. Почвовлагосберегающие агроприемы, технологии и комбинированные машины. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2012. 144 с.

8. Краснощеков Н.В., Бледных В.В., Мазитов Н.К. Почвообрабатывающий посевной комплекс для энерго-ресурсосберегающего производства продукции растениеводства // Достижения науки и техники АПК. 2008. № 5.

9. Ресурсосберегающая техника для возделывания зерновых культур / В.В. Бледных [и др.] // Механизация, электрификация и автоматизация растениеводства. 2007. № 3. С. 19–21.

10. Ресурсосберегающая техника для возделывания зерновых культур / В.В. Бледных [и др.] // Техника в сельском хозяйстве. 2007. № 3. С. 19–22.

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІК АЙМАҒЫ ЖАҒДАЙЫНДА ТОПЫРАҚТЫ БЕТТІК ЖӘНЕ ЧИЗЕЛЬДІК ӨҢДЕУГЕ АРНАЛҒАН ҚҰРАМА ҚҰРАЛ КОНСТРУКТИВТІ-ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ СҰЛБАСЫН НЕГІЗДЕУ ЖАЙЫНДА

Аңдатпа

Мақалада қолданыстағы құрама құралдардың жіктелуі және олардың конструктивті ерекшеліктері талданды. Анықталғандай, қазіргі уақытта себу қабатының құрылуы, екі-үш ізде культивациялап тырмалаумен, агрегатпен танапта 3-4 рет өтіп тегістеу және катокпен тығыздау арқылы жүзеге асады, соның салдарынан жанармай шығынының, қол еңбегінің жоғарылауы, сонымен қатар жыртылған топырақ қабаттарының шамадан тыс тығыздалуы болады. Құрама құралдың конструктивті-технологиялық сұлбасы негізделді.

Кілт сөздер: *құрал, топырақ, өңдеу, ұсақтау, тығыздау, тегістеу, сапа.*

TO THE SUBSTANTIATION OF THE CONSTRUCTIVE-TECHNOLOGICAL SCHEME OF COMBINED EQUIPMENT FOR SURFACE AND CHEMICAL PROCESSING OF SOIL IN THE CONDITIONS OF THE SOUTHERN ZONE OF KAZAKHSTAN

Annotation

The article analyzes the classification of existing combined tools with their design features. It is established that at present the formation of the seed layer is achieved by harrowing with cultivation in two or three tracks, by leveling and rolling the rollers in 3 ... 4 passages of aggregates along the field, which leads to increased costs of fuel, manual labor, as well as to re-consolidation of arable and subsoil layers soil. The constructive-technological scheme of the combined unit is substantiated.

Keywords*: cannon, soil, processing, crumbling, packing, leveling, quality.*

МАЗМҰНЫ

С.А.Кешуов, И.Т.Алдибеков, Г.А.Алдибеков
Бусуқыздырғыштың конструкциясын негіздеу және жұмыс режимдерін математикалық модельдеу — 5

В.А.Голиков, А.С.Усманов, А.С.Рзалиев, В.Н.Артамонов
Қазақстанның оңтүстік өңірінде астықты өсіру және жинау үшін кешенді машиналарды негіздеу — 17

Т.Абилжанулы, Д.Т.Абилжанов, В.Т.Солдатов, Е.В.Найденко, Д.Н.Оразахын — 25

С.И.Бобков, В.Л. Астафьев
Органикалық егіншілік технологиясында топырақ бетіндегі жасыл көңді тығыздауға және ұнтақтауға арналған құралдың параметрлерін негіздеу — 31

И.Т.Алдибеков, Г.А.Алдибеков
Сүт фермаларына арналған екі контурлы күндік сужылытқыштың жұмысын зерттеу — 38

А.В.Семибаламут, Н.М.Бирюков, Ж.М. Чаканова
Ауа ағынының тұйықталған жүйесімен ағынды ауаағындыажыратқыштың өндірістік сынаулардың нәтижелері — 48

М.К.Алдабергенов, Н.М. Орынбаев
Оңтүстік-шығыс қазақстан үшін тозған жайылымдарды құнарлылығын қалпына келтіру кешенді технологиясы — 52

А.И.Дерепаскин, А.Н.Куваев, И.В. Токарев
Тығыздылған топырақтарды негізгі өңдеу үшін құралға шыбықты таптағыштың параметрлерін негіздеу — 63

Г.С.Жуматай, М.Т. Суранчиев
«Crucianelli pionera 77» сепкішінің зертханалық-далалық сынақтарының нәтижелері — 70

Ш.Б.Бекмухаметов, А.А. Суюндуков
Қазақстанның оңтүстік аймағы жағдайында топырақты беттік және чизельдік өңдеуге арналған құрама құрал конструктивті-технологиялық сұлбасын негіздеу жайында — 76

СОДЕРЖАНИЕ

С.А.Кешуов, И.Т.Алдибеков, Г.А.Алдибеков
Обоснование конструкции и математическое моделирование режимов работы пароводонагревателей 5

В.А.Голиков, А.С.Усманов, А.С.Рзалиев, В.Н.Артамонов
Обоснование комплексов машин для возделывания и уборки зерновых в Южном регионе Казахстана 17

Т.Абилжанулы, Д.Т.Абилжанов, В.Т.Солдатов, Е.В.Найденко, Д.Н.Оразахын
Обоснование параметров навесного измельчителя кормов 25

С.И.Бобков, В.Л. Астафьев
Обоснование параметров орудия для укладки и измельчения сидератов на поверхности почвы в технологии органического земледелия 31

И.Т.Алдибеков, Г.А.Алдибеков
Исследование работы двухконтурного солнечного водонагревателя для молочных ферм 38

А.В.Семибаламут, Н.М.Бирюков, Ж.М. Чаканова
Результаты производственных испытаний струйного пневмосепаратора с замкнутой системой воздушного потока 48

М.К.Алдабергенов, Н.М. Орынбаев
Комплексная технология восстановления плодородия деградированных пастбищ для юго-востока Казахстана 52

А.И.Дерепаскин, А.Н.Куваев, И.В. Токарев
Обоснование параметров пруткового катка к орудию для основной обработки уплотненных почв 63

Г.С.Жуматай, М.Т. Суранчиев
Результаты лабораторно-полевых испытании сеялки «CRUCIANELLI PIONERA 2717 70

Ш.Б.Бекмухаметов, А.А. Суюндуков
К обоснованию конструктивно-технологической схемы комбинированного орудия для поверхностной и чизельной обработки почвы в условиях южной зоны Казахстана 76

CONTENTS

S.A.Keshuov, I.T.A ldibekov, G.A. Aldibekov
Rationale design and mathematical modeling of operation regimes of steam-water heaters 5

V.A.Golikov, A.S.Usmanov, A.S.Rzaliev, V.N.Artamonov
Rationale for complexes of machines for cultivation and harvesting of crops in the southern region of Kazakhstan 17

T.Abilzhanuly, D.T.Abilzhanov, V.T.Soldatov, E.V.Naidenk, D.N. Orazahyn
The substantiation of the parameters of the weighing mill of fodder 25

S.I.Bobkov, V.L. Astafyev
Justification of parameters of the tool for rolling and shredding of green manure on the surface of the soil in technology of organic agriculture 31

I.T.Aldibekov, G.A.Aldibekov
Study of double-circuit solar water heater for dairy farms 38

A.V.Semibalamut, N.M. Biryukov, Zh.M. Chakanova
Results of production tests of a jet pneumo separator with a closed air flow system 48

M.K.Aldabergenov, N.M Orynbayev.
Complex technology of restoration of fertility of degradiated pastures for south-east Kazakhstan 52

A.I.Derapaskin, A.N.Kuvaev, I.V. Tokarev
Justification of parameters of the roller organization for the main processing of seal soils 63

G.S.Zhumatai, M.T.Suranchiev
Results of laboratory-field tests seeds «crucianelli pionera 2717 70

Sh.B.Bekmuhametov, A.A.Suyundukov
To the substantiation of the constructive-technological scheme of combined equipment for surface and chemical processing of soil in the conditions of the southern zone of Kazakhstan 76

ХАЛЫҚАРАЛЫҚ АГРОИНЖЕНЕРИЯ
Ғылыми-техникалық журнал

МЕЖДУНАРОДНАЯ АГРОИНЖЕНЕРИЯ
Научно-технический журнал

INTERNATIONAL AGROENGINEERING
Scientific-technical journal

2(22)/2017

Журнал зерегистрирован Министерством культуры и информации Республики Казахстан Свидетельство №11827-Ж

Подписано в печать 04.06.2017г. Формат 60х84 1/8.
Печать цифровая. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 10,25. Тираж 100 экз.
Заказ № 001974.

г. Алматы, ул. Байтурсынова 95, оф. 107 (угол ул. Курмангазы)
раб.8 (727) 327-41-95, сот. +7 (777) 214-02-50, +7 (707) 214-02-50
almaprintmaster@gmail.com