

ISSN 2227-2038 (print)

Международная агроинженерия

научно-технический журнал



2
2018



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 (26)
2018**

Алматы, 2018

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 (26)
2018

Алматы, 2018

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., Челябин 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);
Абилжанұлы 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)
Сейпаталиев О.Е. – (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.kazsrima@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)
Сейпаталиев О.Е. - (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.kazsrima@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. Zhالنin - 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. Zhortuyllov - 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)

O. Seipataliyev - (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.kazsrima@yandex.ru

Web-site: <http://www.kazars.kz>

МРНТИ 55.57.01

А.С. Усманов¹, В.А. Голиков¹, Ж.Ж. Утемурагов¹

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

СОСТОЯНИЕ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКА АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА КАЗАХСТАНА

Аннотация

Проведен анализ текущей ситуации технического оснащения агропромышленного комплекса, определены наличие и объемы поставок основных видов сельскохозяйственной техники, структуры возрастного состава машинно-тракторного парка.

***Ключевые слова:** техническое оснащение, машинно-тракторный парк, сельскохозяйственная техника, наличие, структура, объемы, возрастной состав.*

Введение

За последние годы в развитии сельскохозяйственного производства республики наблюдаются положительные результаты, которые стали возможны благодаря принятой программе «Государственная программа развития АПК РК на 2017-2021 гг.» [1].

Концепция устойчивого развития АПК предусматривает комплекс мер по модернизации и перевооружению производства, развитию его институциональной и промышленной инфраструктуры через развитие финансовых, инвестиционных, страховых, информационных институтов и формированию отраслевых кластеров, а также обеспечению безопасности и качества продукции в соответствии с международными требованиями. Реализация данных мер позволит обеспечить качественную подготовку сельскохозяйственной отрасли к конкуренции с импортируемой продукцией на внутреннем рынке в условиях членства страны в ВТО и подготовить серьезный плацдарм для выхода отечественной продукции на внешние рынки.

Дальнейшее развитие АПК, направленное на рост производительности и доходности его отраслей, требует принятия комплекса мер по качественному росту технической оснащенности отраслей АПК, соблюдению научно-обоснованных агротехнологий, усилению научного обеспечения и внедрения инновационных разработок в соответствии с потребностями реального сектора.

Реализация технической политики будет возможна лишь в случае повышения конкурентоспособности сельскохозяйственной техники и существенной модернизации технологического потенциала. В Казахстане износ МТП составляет 87%, более 90% техники устарело. Из-за физического и морального износа МТП просто не успевает в установленные агротехнические сроки убирать выращенный урожай. Уровень механизации сельского хозяйства остается одним из самых низких среди развитых стран. АПК оснащается в основном импортной сельскохозяйственной техникой.

Развитие сельскохозяйственного производства немислимо без дальнейшего технического перевооружения, осуществления комплексной

механизации производственных процессов и обеспечения на этой основе более высокой производительности труда. В последние годы значительно снизились поставки в АПК сельскохозяйственной техники и оборудования, снизилась энерговооруженность сельскохозяйственного производства. Энергетические средства – главный фактор укрепления материально-технической базы агроформирований.

Материалы и методы исследования

Информационной базой исследований являлись: данные МСХ РК по техническому обеспечению АПК, Агентства РК по статистике на текущий период; действующие инструменты и механизмы регулирования развития АПК и сельскохозяйственного машиностроения; концепции, программы, предложения и прогнозы по развитию министерств, ведомств, агентств, комитетов, холдингов, предприятий и производств по развитию и реформированию АПК и сельскохозяйственного машиностроения.

Исследования проводились с использованием методов анализа, обработки и обобщения материалов.

Проведение исследований базировалось на использовании методов: технико-экономического анализа, эксплуатации сельскохозяйственной техники, оптимизации МТП, системного подхода, обработки и обобщение материалов и др.

Результаты и их обсуждения

За годы реформ (1990-2017 гг.) АПК страны его технический потенциал претерпел значительные изменения, главным образом в негативную сторону. Наличный состав МТП страны за указанный период уменьшился, соответственно тракторов с 243,3 тыс. ед. до 148,3 тыс.ед. (в 1,64 раза), зерноуборочных комбайнов – с 88,9 тыс. ед. до 40 тыс. ед. (в 2,22 раза), сеялок – с 176,9 тыс. ед. до 80,8 тыс. ед. (в 1,9 раза), жаток – с 42 тыс. ед. до 15,6 тыс. ед. (в 2,8 раза) и др. (рисунки 1 и 2). Энерговооруженность труда на 100 га посевной площади снизилась с 230/312 кВт/л.с. до 105/143 кВт/л.с.

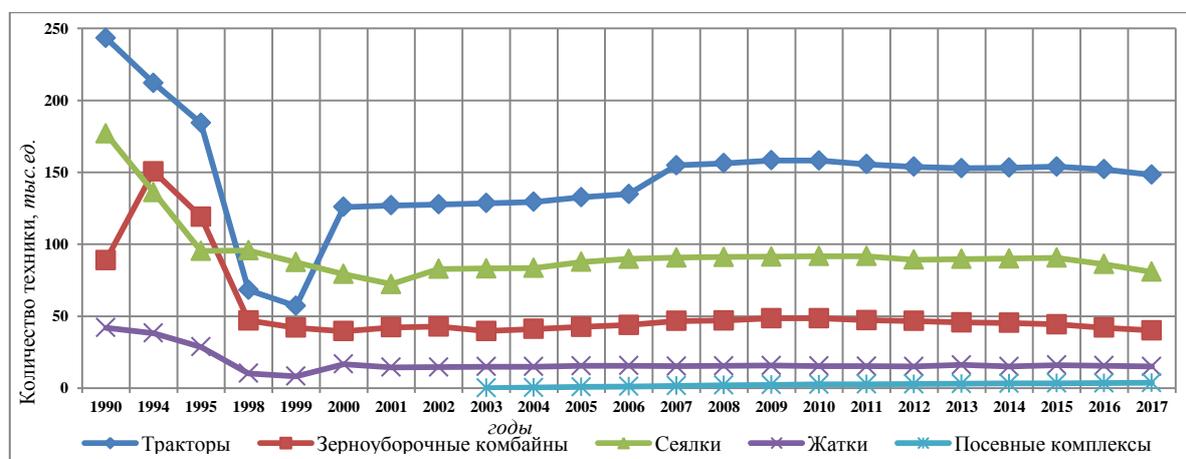


Рисунок 1 - Наличие у агроформирований основных видов сельскохозяйственной техники

Производительность труда в Казахстане в 8...10 раз ниже, а затраты энерго и других материальных ресурсов в 3...5 раза больше, чем в странах ЕС.

На 01.01. 2018 г. тракторов насчитывалось около 148,3 тыс. ед., из них колесных около 124,12 тыс. ед. (83,7%), а гусеничных - 24,18 тыс. ед. (16,3%), из них типа ДТ-75М – 14,1 тыс. ед. (9,5%) (рисунок 3). Наличие у агроформирований тракторов по тяговым классам (рисунок 4) показывает, что энергонасыщенных тракторов класса 5 российского производства К-700, К-701 и К-744Р1 - 17,2 тыс. ед. или 11,6% от общего количества, белорусских тракторов «Беларус» всех модификаций - 75,9 тыс. ед. (51,2%). Тракторов из дальнего зарубежья в парке 3481 ед. (около 2,35%). Импортные тракторы представлены из различных стран: Китая, США, Италии, Германии и Канады и фирм: «Deere&Co.», «CNH», «AGCO», «SDF», «Claas», «Foton», «Challenger», «Versetail», «Lambordgini» и др.

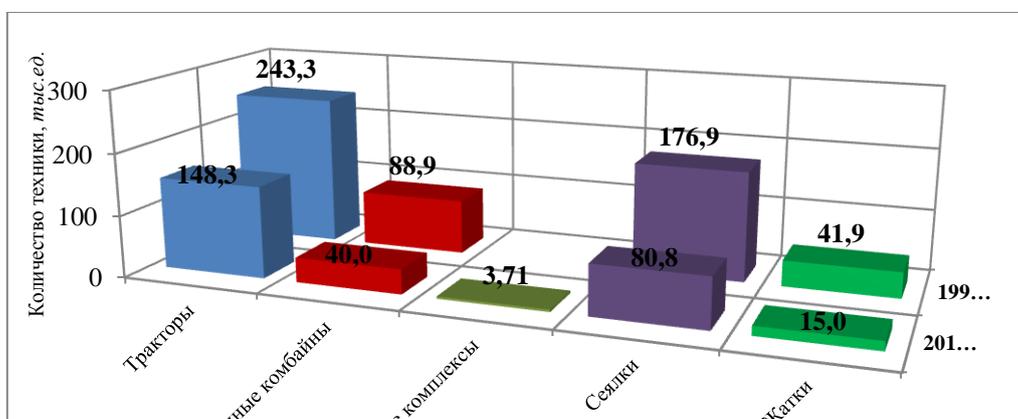


Рисунок 2 - Наличие у агроформирований основных видов сельскохозяйственной техники

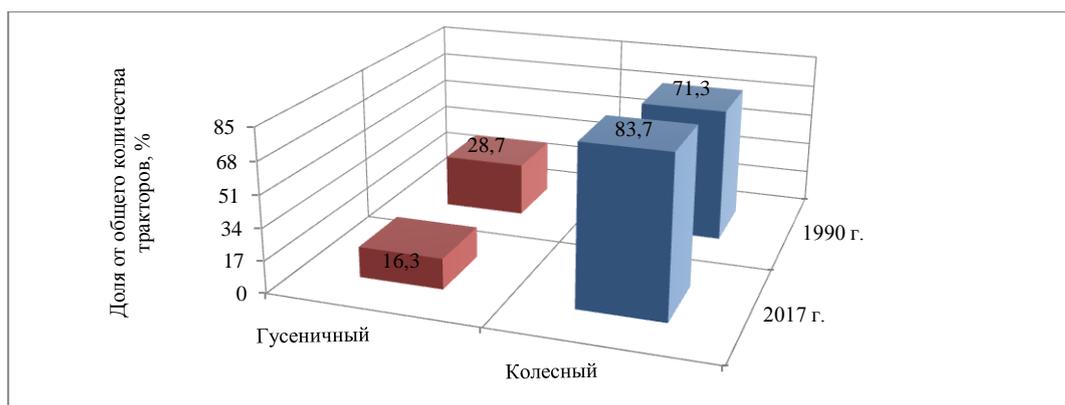


Рисунок 3 - Структура тракторного парка по типу двигателя

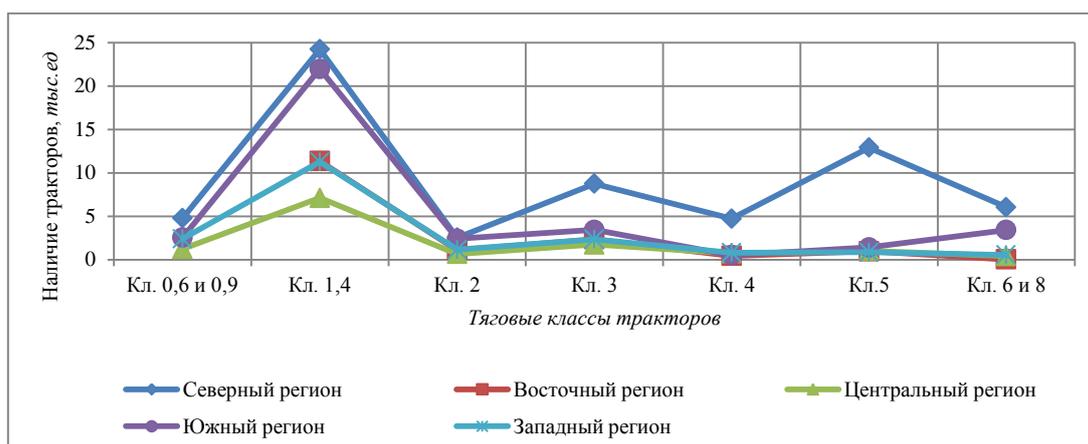


Рисунок 4 - Наличие у агроформирований тракторов по тяговым классам

На 01.01.2018 г. наличие зерноуборочных комбайнов по классам в парке - 40 тыс. ед., из них класса 3: СК-5А «Нива» - 12409 ед. (31%), Енисей-1200 и Енисей-950 «Руслан» - 16224 ед. (40,5%); класса 4: «Вектор-410kz», КЗС-740 «Essil» - 3178 ед. (7,9%); класса 5: Дон-1500 и Acros-530 – 1965 ед. (4,9 %). Комбайнов из дальнего зарубежья класса 6 и 7 - 4656 ед. (11,6%), различных марок из США, Германии, Италии, Канады и Финляндии, фирм: «Deere&Co.», «New Holland», «Case», «Massey Ferguson», «Claas», «Sampo», «Laverda», «Ghallerger», «Western», «Fend», «Deutz-Fahr» и др. (рисунок 5).

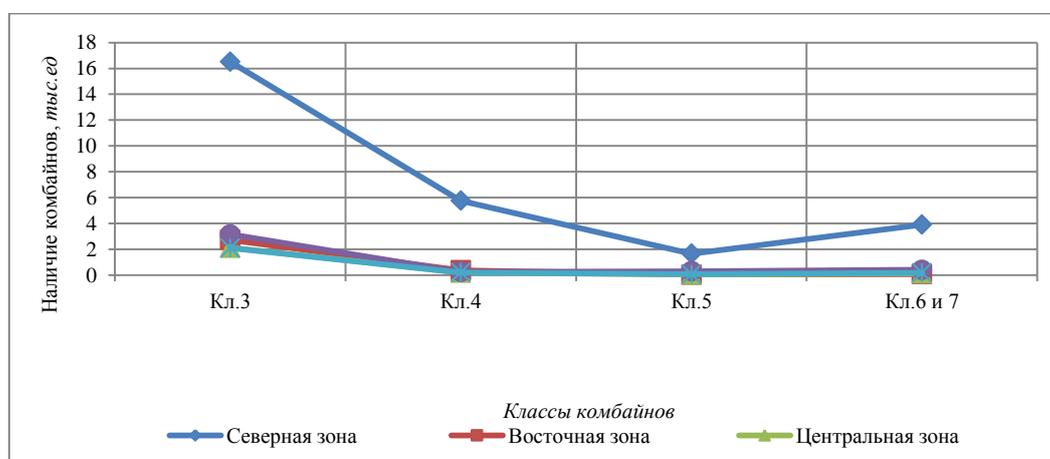


Рисунок 5 - Наличие зерноуборочных комбайнов по классам

Кормоуборочных комбайнов – 1665 ед. из Беларуси, Украины, Германии, США: КСК-100, КПИ-2,4, Jaguar 830, Jaguar 850, John Deere 7200 и др.

В связи с расширением применения нулевой и минимальной технологий производства зерновых культур резко увеличилось приобретение посевных комплексов. Их количество составляет 3705 ед. марок: «Morris Maxsim», «Deere&Co.», «CNH», «Borgo», «Flexi-Coil», «Buller», «Concord», «Кузбас» и др.

Сеялок зерновых – 80,8 тыс. ед., плоскорезов 6,6 тыс. ед. производства Казахстана и России. Опрыскивателей около 5,2 тыс. ед., из них дальнего зарубе-

жья 120 ед. (2%).

Анализ показывает высокую многомарочность тракторов (около 30 марок и 20 фирм), зерноуборочных комбайнов (около 20 марок и 15 фирм), посевных комплексов (около 25 марок и 20 фирм) и других машин, что приводит к трудностям в организации их сервиса, в обеспечении запасными частями, ТСМ, подготовке операторов и др. Кроме того, импорт осуществляется без надлежащего со стороны государства технического и технологического контроля, без адаптации к почвенно-климатическим и местным условиям.

В республике состав МТП не соответствует потребностям АПК ни по количеству, ни по структуре, ни по техническому уровню техники. Очевидно, что с таким техническим арсеналом увеличить производительность труда в сельском хозяйстве невозможно.

Недостаточная обеспеченность АПК сельскохозяйственной техникой, значительный износ парка машин приводит к потерям продукции, ухудшению ее качества из-за несвоевременного выполнения или вообще нарушения технологических операций при возделывании сельскохозяйственных культур, уборке урожая, хранении и др. Это при том, что значительная часть основных фондов хозяйств уже выработала свой ресурс и требует немедленной замены.

Анализ наличия у агроформирований основной сельскохозяйственной техники показывает, что из-за развала производственных структур (как совхозы и колхозы), наблюдается острая нехватка сельскохозяйственной техники, ТСМ, ИТР и механизаторских кадров. Высокая степень износа имеющейся в наличии техники влияет, прежде всего, на качество обработки земель, что влияет на качество и количество продукции, а также снижает производительность труда аграриев и приносит дополнительные затраты, связанные с нерациональным потреблением нефтепродуктов. Недостаток техники приводит к нарушению технологии работ, агротехнических сроков их проведения и др. Все это крайне отрицательно сказывается на проведении весенне-полевых и уборочных работ и ведет к недобору только из-за этих двух агроприемов примерно 20...40% урожая. Из-за физического и морального износа техника просто не успевает в установленные агротехнические сроки убирать урожай. Сбор урожая должен уложиться в сроки 10...15 дней, а затягивается до 30...40 и более дней, что приводит к серьезным потерям. От снижения уровня механизации сельскохозяйственного производства страна теряет ежегодно не менее 30...40% урожая.

Техническая оснащенность АПК страны характеризуется в расчете на 1000 га приходится: тракторов 7 ед. (в 1990 г. – 13 ед.), зерноуборочных комбайнов 2,4 (6) ед. Один зерноуборочный комбайн убирает в среднем за сезон – 425 га, что на много больше чем в развитых стран. В целом обеспеченность АПК основными видами сельскохозяйственной техники составляет 40...60% от потребного.

Уровень механизации сельского хозяйства в Казахстане остается одним из самых низких среди развитых стран. В общем объеме реализации сельскохозяйственной техники доля чисто отечественной продукции не превышает 5%.

Остальное либо импорт, либо отверточная сборка по лицензии зарубежных производителей. Спасти ситуацию может принудительная реновация сельскохозяйственной техники.

Проблема обновления сельскохозяйственной техники – одна из самых острых и актуальных. Без современной сельскохозяйственной техники страна не может быть конкурентоспособной. В настоящее время покупка сельскохозяйственной техники происходит за счет собственных средств потребителей, через «КазАгроФинанс», посредством кредитов коммерческих банков, с государственным субсидированием процентных ставок и др.

Анализ возрастного состава МТП (рисунок 6) показывает, что только 8% сеялок, 16% тракторов, 25% жаток, 34% зерноуборочных комбайнов и 78% посевных комплексов находится в доамортизационном сроке эксплуатации. Около 79% парка тракторов имеет срок эксплуатации свыше 15 лет, соответственно парка зерноуборочных комбайнов - 54%; жаток – 63%; сеялок – 86%. В целом по АПК 82...93% всех основных производственных фондов (число машин с фактическим сроком эксплуатации) по степени изношенности не отвечают конъюнктуре спроса и требуют замены.

Для повышения эффективности производства хозяйствам необходимо заменять ежегодно около 4,5...5 тыс. зерноуборочных комбайнов, 1,5 тыс. жаток и 14...15 тыс. тракторов, 9 тыс. сеялок и др.

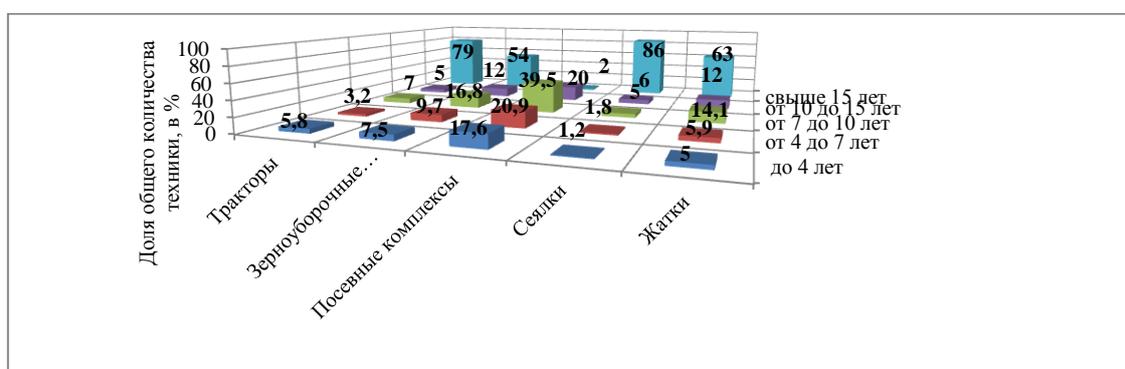


Рисунок 6 – Возрастная структура МТП

Как видим, потребность в вышеуказанной технике очень велика. Динамика в этом вопросе не радует – темпы износа превышают темпы обновления, количество машин сокращается. Парк МТП ежегодно сокращается на 8...10%, а обновляется всего на 1...3% в год, вместо 8...12% по нормативам, что указывает на низкие темпы обновления МТП в агроформированиях республики. Далек не всем агроформированиям сегодня по экономическим возможностям покупка техники. Средняя доля обновления МТП за 10 лет в республике составила: тракторов – 24,3 тыс. ед. (16,4%), зерноуборочных комбайнов – 19,5 тыс. ед. (48,8%), жаток – 4,1 тыс. ед. (26,3%), сеялок – 10,6 тыс. ед. (13,1%) и др. (рисунок 7). Главная причина медленного обновления парка машин – дороговизна и нехватка денежных средств.

В республике отсутствует здоровая конкуренция на рынке, потребители,

купившие технику в лизинг, столкнулись с проблемой некачественного сервиса. На сегодня сложилась ситуация, когда продажа, лизинг и сервис сельскохозяйственной техники известных торговых марок частично монополизированы. Такое положение дел приводит к злоупотреблениям: не вовремя проводятся ремонтно-обслуживающие воздействия и устранение последствий отказов, поставляются некачественные эксплуатационные материалы, растянуты сроки поставки запасных частей и др.

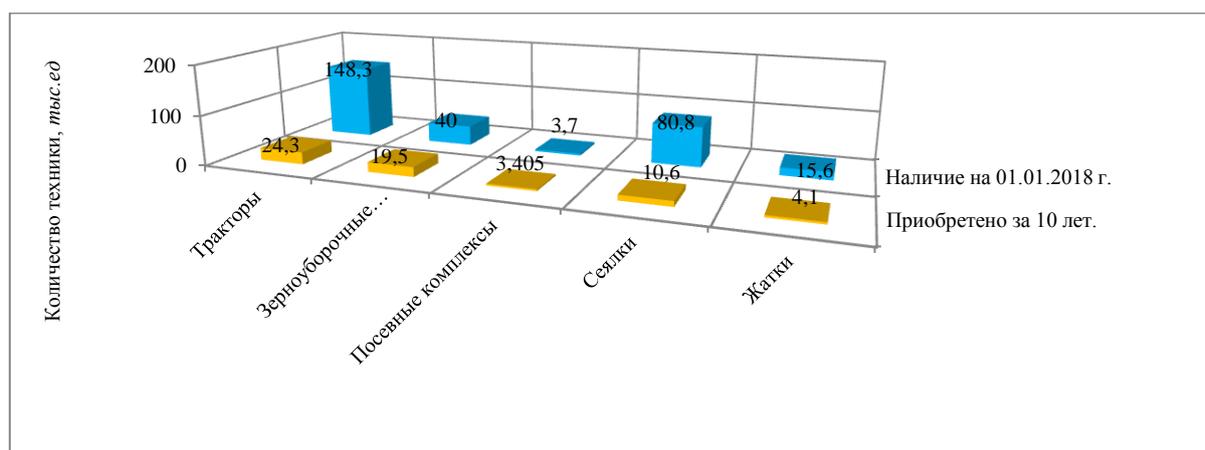


Рисунок 7 – Темпы обновления сельскохозяйственной техники

За последние 8 лет количество поступающих в сельское хозяйство страны тракторов насчитывает в среднем 1829 ед., зерноуборочных комбайнов – 1042 ед., жаток – 252 ед., сеялок – 395 ед., посевных комплексов – 173 ед. в год, или в 3...5 раз больше, чем в 2000 г. (рисунки 8 и 9). Однако они не оказывают существенного влияния на состояние материально-технической базы, что обусловлено опережением выбытия сельскохозяйственной техники в 7...8 раз ее ввода.

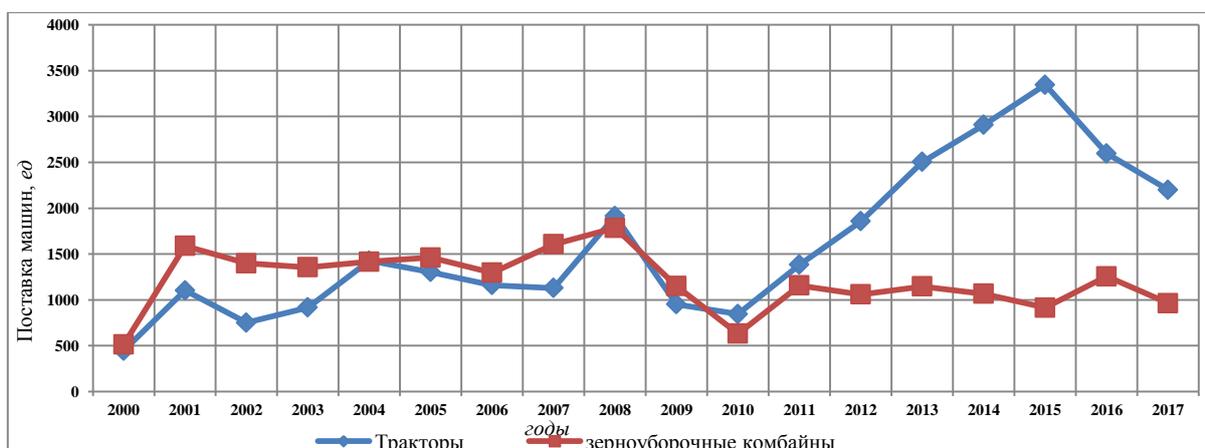


Рисунок 8 – Поставка тракторов и зерноуборочных комбайнов для АПК

Анализ показал, что целесообразно по ряду образцов техники обеспечить отечественное производство машин и комплектующих к ним на уровне, пре-

вышающем 75% потребления в таких сегментах как почвообрабатывающая, посевная техника, кормоуборочная техника (кроме комбайнов), оборудование для защиты растений, оборудование для послеуборочной подработки культур (очистка, сушка), для животноводства и птицеводства. Для техники с большим количеством компонентов (тракторы, комбайны, сеялки) целесообразно продолжение и развитие совместных предприятий с зарубежными производителями, с постепенным увеличением уровня локализации более 50% с адаптацией конструкций к почвенно-производственным условиям республики [2].

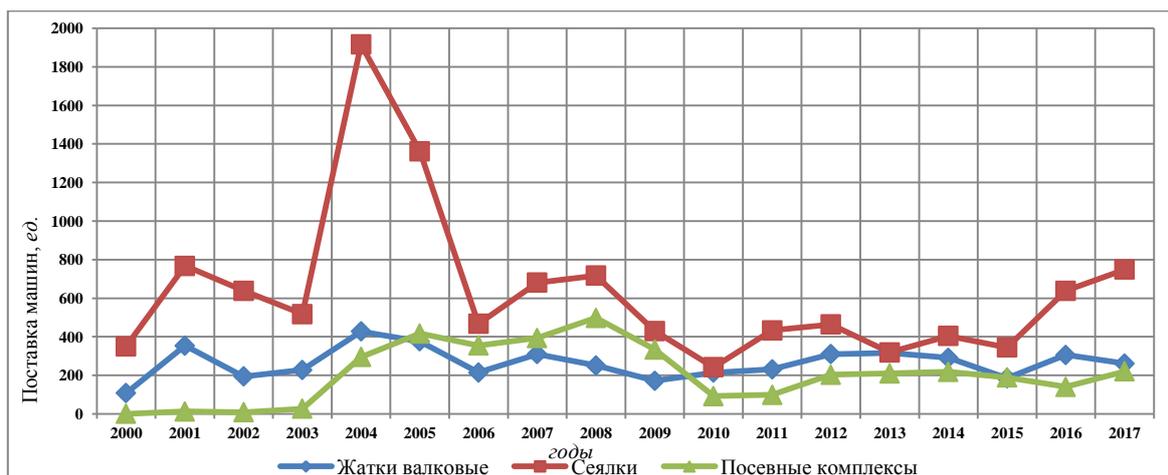


Рисунок 9 – Поставка сельскохозяйственной техники для АПК

Выводы

1. Анализ наличия у агроформирований основной сельскохозяйственной техники показывает, что из-за физического и морального износа техники нарушаются агротехнические сроки проведения сезонно-полевых работ. Присутствие старой изношенной техники на полях негативно влияет на урожайность и качество продукции.

2. МТП страны требует обновления: около 87% парка техники изношено, более 90% – устарело, средний возраст более 80% сельскохозяйственной техники 13-14 лет при нормативном сроке 10 лет, т.е. они, работают при истекшем сроке эксплуатации. Подлежат списанию 71% комбайнов, 83% жаток, 92% тракторов.

3. Средняя доля обновления МТП в Казахстане составили: тракторов – 0,9%, зерноуборочных комбайнов – 2,8%, жаток – 1,8%, сеялок – 0,8% и др. Главная причина медленного обновления парка машин – дороговизна и нехватка средств.

4. Для комплексного решения проблемы, необходимо возобновление отечественного сельскохозяйственного машиностроения и разработка программы развития системы инженерно-технического обеспечения АПК.

Список литературы

1. УП «Государственная программа развития АПК РК на 2017-2021 гг.» № 420 от 14.02.2017 г.
2. Усманов А.С., Голиков В.А., Рзалиев А.С. и др. Рекомендации по развитию сельскохозяйственного машиностроения/ Научное издание. – Алматы: AD-Time, 2017. - 310 с.

ҚАЗАҚСТАН АГРОӨНДІРІС КЕШЕНІ МАШИНА-ТРАКТОР ПАРКІНІҢ ЖАҒДАЙЫ

Аңдатпа

Агроөндіріс кешенінің техникалық жабдықталуының ағымдағы жағдайына талдау жасалды, ауылиаруашылық техникалары негізгі түрлерінің қолданыстағы бары мен жеткізіп берілуі, машина-трактор паркі құрамының құрылымы анықталды

Кілтті сөздер: *техникалық жабдықталу, машина-трактор паркі, ауылиаруашылық техникасы, жеткізіп берілуі, құрамы, көлемі, құрылым жасы.*

THE STATE OF MACHINE AND TRACTOR PARK OF AGRO- INDUSTRIAL COMPLEX OF KAZAKHSTAN

Annotation

The analysis of the current situation of technical equipment of the agro-industrial complex, the presence and volume of supplies of the main types of agricultural machinery, the structure of the age composition of the machine and tractor fleet.

Keywords: *technical equipment, machinery and tractor fleet, agricultural machinery, availability, structure, volume, age composition.*

МРНТИ 55.63.31

Д.Т. Абилжанов¹, Т. Абилжанулы¹, В.Л. Утешев¹,
Е.В. Найденко¹, А.Т. Буланов²

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

²Казахский национальный аграрный университет, г. Алматы, Казахстан

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ МАЛОГАБАРИТНОГО РАЗДАТЧИКА-СМЕСИТЕЛЯ КОРМОВ

Аннотация

В результате теоретических исследований получены аналитические выражения для определения производительности выгрузки кормосмеси и значения выгружаемой массы на одном метре кормового стола.

В результате экспериментальных исследований определены рациональные значения частоты вращения горизонтального шнека, оптимальные значения времени смешивания, площади выгрузного окна и значения равномерности выгружаемой кормосмеси по длине фронта кормления.

При этом частота вращения горизонтального шнека 26 мин⁻¹. При приготовлении кормосмеси для овец длительность процесса смешивания 3...5 минут, а для КРС 8...9 минут и однородность выгрузки массы кормосмеси по длине кормового стола 92,4%.

Ключевые слова: раздатчик-смеситель кормов, измельчитель грубых кормов, измельчитель зерновых кормов, приготовление кормосмесей, однородность выгрузки.

Введение

По состоянию на 2017 год 90...95% поголовья крупного рогатого скота и овец содержится в хозяйствах населения и в крестьянских хозяйствах.

Известно, что на одно хозяйство населения приходится 5...10 голов крупного рогатого скота и 50...100 голов овец, а в 70...80% крестьянских хозяйств содержится в среднем 50...100 голов КРС и до 500 голов овец. Однако в этих хозяйствах не организованы молочные и откормочные фермы, поэтому в нашей стране не налажен выпуск продукции животноводства. Для решения данной проблемы МСХ РК создают модельные фермы в различных регионах республики. При этом для организации производства продукции животноводства (молоко, мясо) возникает необходимость механизации процессов приготовления и раздачи кормов.

В настоящее время в зарубежных странах выпускаются раздатчики-смесители кормов с объемом бункера 4...36 м³, а в странах СНГ выпускаются раздатчики-смесители кормов с объемом бункера 6 и более м³ [1...7].

Если учесть, что суточный рацион крупного рогатого скота составляет 28...30 кг полнорационной кормосмеси, т.е. для фермы с поголовьем 100 голов крупного рогатого скота суточный объем кормосмеси равен 3000 кг. При трехкратном кормлении масса кормосмеси для раздачи составляет 1000 кг.

Известно, что плотность кормосмеси составляет 360 кг/м^3 , значит необходимый объем бункера раздатчика-смесителя составляет $3,0 \text{ м}^3$ [8].

Кроме того, иностранные раздатчики-смесители кормов имеют высокую стоимость. Например, раздатчик-смеситель кормов РСК-6 (Республика Беларусь) имеет цену около 6,0 млн. тенге, поэтому для решения проблемы страны возникает необходимость разработки отечественного раздатчика-смесителя кормов с объемом бункера $3,0 \text{ м}^3$.

Материалы и методы исследования

При проведении экспериментальных исследований по обоснованию параметров раздатчика-смесителя применен метод однофакторного экспериментального исследования. Для обоснования параметров процесса смешивания применен метод математической статистики, в частности для оценки однородности смешивания и распределения выгружаемой массы по кормовому столу определены коэффициенты вариации каждого опыта, проведенного в зависимости от времени смешивания и от площади выгрузного окна [9].

Результаты и их обсуждения

В настоящее время раздатчики-смесители имеют вертикальные и горизонтальные шнеки, предназначенные для смешивания кормов. Здесь для процессов смешивания более высокой однородности применяются машины с горизонтальными шнековыми рабочими органами. В настоящее время выпускаются машины с двумя и тремя горизонтальными шнеками.

На первом этапе разработки малогабаритного раздатчика-смесителя кормов нами предусматривается провести экспериментальные исследования процесса двухконтурного смешивания одним горизонтальным шнеком.

Поэтому были разработаны технические требования и чертежная документация для изготовления раздатчика-смесителя с одним горизонтальным шнеком.

По техническим требованиям длина горизонтального шнека была равна 3,0 м. В центре шнека по длине 600 мм были расположены лопатки, а в крайних участках витки шнека (рисунок 1).

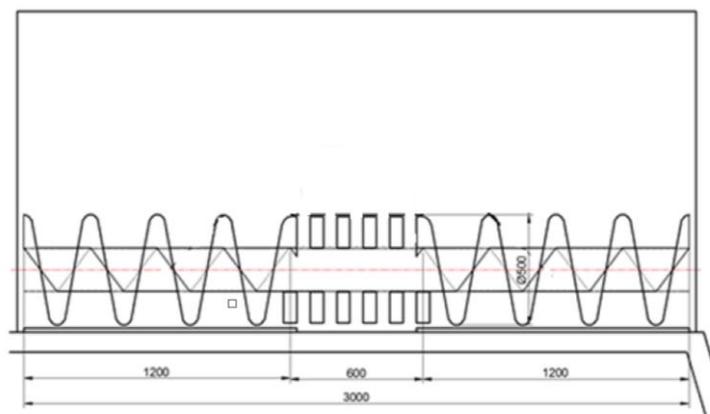


Рисунок 1 – Конструктивно-технологическая схема бункера с одним горизонтальным шнеком

Указанные размеры бункера обеспечивали 3,2 м³ объема бункера, т.е. общий объем бункера соответствует планируемому объему бункера передвижного кормоцефа.

В процессе работы горизонтального шнека поступающая масса левыми и правыми витками шнека будет направлена в среднюю часть бункера, вращающиеся лопатки поднимают массу вверх, и далее поднимаемая масса после определенной высоты будет скатываться к торцевым стенкам бункера, т.е. масса будет поступать на начальный участок горизонтального шнека и обратно направляться в среднюю часть бункера. При этом должен образоваться кругооборот массы в передней и задней частях бункера, т.е. образуется двухконтурное смешивание массы.

В таблице 1 приведены основные параметры бункера с одним горизонтальным шнеком.

Таблица 1 – Основные параметры бункера с одним горизонтальным шнеком

Показатель	Значение величины показателя
Объем бункера, м ³	3,2
Длина шнека, мм	3000
Длина участка шнека с правым и левым витками, мм	1200
Длина участка шнека с лопатками, мм	600
Высота корытообразного участка бункера, мм	650
Высота прямоугольного участка бункера, мм	800
Ширина бункера, мм	960
Частота вращения горизонтального шнека, мин ⁻¹	25...35

Исходя из этих технических требований, была разработана чертежная документация для изготовления бункера с одним горизонтальным шнеком и с объемом бункера 3,2 м³.

При открытии заслонки лопатки, расположенные в центре вала шнека будут выталкивать массу через выгрузное окно. При этом будем считать, что скорость выхода массы через выгрузное окно должна быть равна линейной скорости лопатки, определяемой по формуле:

$$v_l = \frac{\pi n_{ш}}{30} R_l, \quad (1)$$

где $n_{ш}$ – частота вращения лопатки, мин⁻¹;
 R_l – радиус конца лопатки, м.

При площади выходного окна S_O и скорости выхода кормосмеси v_K , производительность выгружаемой массы Q_B определяется по формуле:

$$Q_B = v_K \cdot S_O \cdot \rho_K, \quad (2)$$

где ρ_K — плотность кормосмеси, кг/м³.

При скорости движения агрегата v_a время на прохождение 1 м длины кормового стола t_1 определяется по формуле:

$$t_1 = \frac{1}{v_a}. \quad (3)$$

При этом масса корма, выгружаемая на 1 м длины кормового стола определяется по формуле:

$$m_K = Q_t \cdot t_1 = \frac{\pi n_{ш} \cdot R_n \cdot S_o \cdot \rho_K}{30 v_a}. \quad (4)$$

Таким образом, в результате теоретических исследований получены аналитические выражения для определения производительности выгрузки кормосмеси и значения выгружаемой массы кормосмесей на одном метре кормового стола.

Для изготовления бункера с одним горизонтальным шнеком был использован ранее изготовленный раздатчик-смеситель кормов с объемом бункера 5 м³.

Для этого по разработанной новой чертежной документации уменьшен объем бункера до 3 м³ и изготовлен горизонтальный шнек с правыми и левыми витками, и в центре шнека установлены лопатки (рисунок 2).

Выгрузное окно перенесено в центр бункера. Заслонка выгрузного окна была снабжена специальным механизмом, который обеспечивает открытие заслонки на различном уровне по высоте выгрузного окна.

Привод горизонтальному шнеку осуществлен через промежуточный вал и одноступенчатый редуктор, а также через ременную и цепную передачи (рисунок 3).

После изготовления раздатчика-смесителя с одним горизонтальным шнеком были проведены экспериментальные исследования по обоснованию параметров.

При проведении экспериментальных исследований частота вращения шнека была выбрана по результатам ранее выполненных исследований и она была равна 26 мин⁻¹ [10].



Рисунок 2 – Общий вид горизонтального шнека

Результаты опытов показали, что при данной частоте вращения шнека процесс двухконтурного смешивания прошел удовлетворительно.



Рисунок 3 – Общий вид привода механизма горизонтального шнека

Для смешивания в бункер была загружено 600 кг силоса и 200 кг измельченного сена. Для оценки процесса смешивания в качестве контрольного компонента было включено 8 кг проса.

Для оценки процесса смешивания в зависимости от времени смешивания были отобраны пробы (10 шт по 50 г).

Результаты однородности смешивания приведены на рисунке 4.

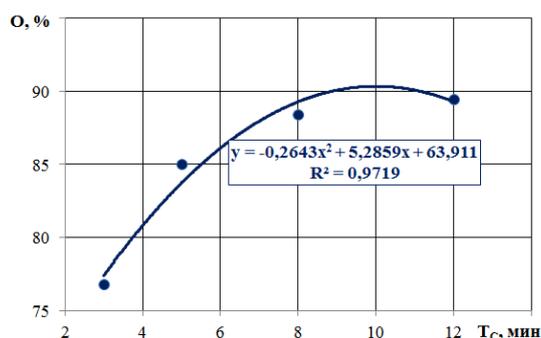


Рисунок 4 – Влияние времени смешивания T_c на значение однородности смеси O

По зоотехническим требованиям при приготовлении кормов, состоящих из измельченных грубых кормов и силоса или сенажа, требуется однородность смеси для овец в пределах 75...80%, а для крупного рогатого скота 90%. Допустимое отклонение от заданного рациона $\pm 5\%$. Отсюда видно, что при приготовлении кормосмеси для овец длительность процесса двухконтурного смешивания должна быть в пределах 3...5 минут, а для крупного рогатого скота 8...9 минут.

В процессе работы раздатчика-смесителя кормов для крупного рогатого скота при трехразовой раздаче кормов на 1 метр кормового стола должно быть выгружено 8...10 кг кормосмеси, поэтому был проведен эксперимент для определения влияния открываемой площади выгрузного окна S_0 на значение массы на одном погонном метре кормового стола (рисунок 5).

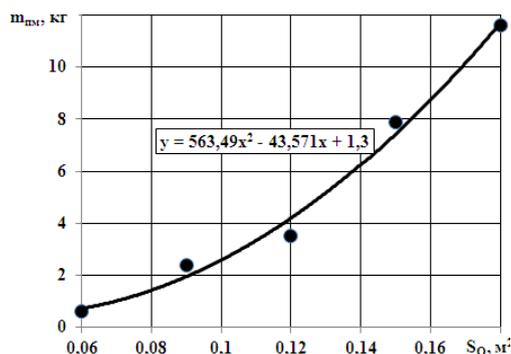


Рисунок 5 – Влияние площади открываемого выгрузного окна на значение массы на одном погонном метре кормового стола

Анализ полученной зависимости показывает, что для подачи кормосмеси соответствующей зоотехническим требованиям значение площади выгрузного окна должна находиться в пределах 0,15...0,18 м². При площади выгрузного окна $S_0 = 0,18 \text{ м}^2$ масса выгружаемой смеси составила $m_{\text{шт}} = 11,6 \text{ кг}$, а теоретическое значение, определяемое по формуле равно 11,3 кг, то есть разница между теоретическими и опытными значениями равна 2,58%, что показывает достоверность полученных аналитических выражений.

Для определения однородности распределения массы на одном погонном метре кормового стола был проведен специальный эксперимент. При площади открытия выгрузного окна $S_0 = 0,12 \text{ м}^2$ и скорости движения агрегата 0,7 м/с (рисунок 6) .



Рисунок 6 – Общий вид выгруженной кормосмеси по длине фронта кормления

Значение массы на одном погонном метре фронта кормления приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Значения массы на одном метре фронта кормления $m_{\text{шт}}$ при длине кормового стола l_k

$l_k, \text{ м}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
$m_{\text{шт}}, \text{ кг}$	3,6	3,2	3,2	3,6	3,0	3,6	3,8	3,5	3,9	3,2	3,6	3,7	3,5

Результаты обработки этих данных показали, что среднее значение выгружаемой кормосмеси на одном метре было равно 3,5 кг и коэффициент вариации равен 7,6 %, то есть однородность распределения массы по длине кормового стола 92,4%, что соответствует зоотехническим требованиям.

Таким образом, в результате теоретических и экспериментальных исследований обоснованы параметры процесса двухконтурного смешивания, то есть определены рациональные значения частоты вращения горизонтального шнека и оптимальные значения времени смешивания, площади выгрузного окна и значения равномерности выгрузки кормосмеси по длине фронта кормления.

Выводы

1. В результате теоретических исследований получены аналитические выражения для определения производительности выгрузки кормосмесей и значения выгружаемой массы на один погонный метр кормового стола при работе бункера с одним горизонтальным шнеком.

2. В результате экспериментальных исследований определены рациональное значение частоты вращения шнека и оно равно 26 мин^{-1} и оптимальное значение времени смешивания при приготовлении кормосмесей для овец – 3...5 минут, для КРС – 8...9 минут, площадь выгрузного окна для крупного рогатого скота – 0,15...0,18 м².

Равномерность распределения выгружаемой кормосмеси по длине кормового стола равна 92,4%, что соответствует зоотехническим требованиям для рациона кормосмесей крупного рогатого скота и овец.

Список литературы

1 Ильин И.В. Тенденции развития техники для животноводства и кормопроизводства //Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1996. – №8. – С.1-9.

2 Для крупных хозяйств: Самоходные кормосмесители //Новое сельское хозяйство. – 2005. – №1. – С.82-89.

3 Кормоцех на колесах КИС-8, КИС-9, КИС-10: проспект /Новосибирский опытно-экспериментальный завод нестандартизированного оборудования. – 1 с.

4 Фролов В.Ю., Сысоев Д.П. Оптимизация процессов приготовления кормов раздатчиком-смесителем //Техника и оборудование для села. – 2011. – №2. – С.22-23.

5 Сысоев Д.П., В.Ю. Фролов /Совершенствование рабочего органа раздатчика кормов //Техника в сельском хозяйстве. – 2009. – №5. – С.12-15.

6 Сысоев Д.П., В.Ю. Фролов /Экспериментальные аспекты оптимизации процесса приготовления кормов измельчителем-смесителем //Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2009. – №10. – С.16-18.

7 Тищенко М.А., Брагинец С.В., Клименко В.И. Комбинированная машина для приготовления и раздачи кормов // Сельский механизатор. – 2010. – №11. – С.22-23.

8 Кулаковский И.В., Кирпичников Ф.С., Резник Е.И. Машины и оборудование для приготовления кормов. Ч. 1.: Справочник. – М.: Россельхозиздат, 1987. – 285 с.

9 Касандрова О.Н., Лебедев В.В. Обработка результатов наблюдений. – М.: Наука, Главная редакция физ-мат литературы, 1970. – 104 с.

10 В.Г. Савенко, Л.В. Ларичкина, Б.В. Лукьянов, П.Б. Лукьянов. Приготовление и раздача полнорационных кормосмесей для КРС. Технология и машины. Рекомендации по применению. – Минск, 2005. – 60 с.

КІШІГІРІМ АЗЫҚ ТАРАТҚЫШ-АРАЛАСТЫРҒЫШТЫҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН НЕГІЗДЕУ

Аңдатпа

Теориялық зерттеулердің нәтижесінде араласазықты түсіру өнімділігін және азық столының бір метріне түсірілетін араласазық массасының мәнін анықтау үшін аналитикалық өрнектер алынды. Тәжірибелік зерттеулердің нәтижесінде горизонталь шнектің айналу жиілігінің рациональ мәні, араластыру уақытының, түсіру терезесінің ауданының және азықтандыру фронты бойынша араласазықтың түсіру біркелкілігінің оңтайлы мәндері анықталған. Мұнда горизонталь шнектің айналу жиілігі 26 мин⁻¹.

Араласазық дайындағанда араластыру уақыты қой малы үшін 3...5 минут, сол ірі қара үшін 8...9 минут және азық столының ұзындығы бойынша түсірілген араласазық массасының біркелкілігі – 92,4%.

***Кілттік сөздір:** азық таратқыш-араластырғыш, сабақты азық ұсақтағыш, дәнді азық ұсақтағыш, араласазық дайындау, түсіру біркелкілігі .*

JUSTIFICATION OF PARAMETERS OF SMALL-SIZED FEED DISTRIBUTOR AND MIXING MACHINE

Annotation

As a result of theoretical studies, analytical expressions for determining the productivity of unloading the feed mixture and the value of the discharged mass on a meter of the feed stalls were obtained. As a result of experimental studies, rational values of the rotational speed of the horizontal screw; the optimum value of the mixing time, the area of the discharge window and the values of uniformity of the discharged feed mixture along the length of the feeding front were determined.

The rotation frequency of the horizontal screw is 26 min⁻¹. Feed mixing process for sheep takes 3...5 minutes, and for cattle 8 ... 9 minutes and the uniformity of unloading the mass of the feed mixture along the length of the feed stalls is 92.4%.

***Key words:** feed distributor and mixing machine, hay chopper, grain chopper and feed mixture preparation, unloading uniformity.*

МРНТИ 68.35.47

М.К. Алдабергенов¹, Н.М. Орынбаев²

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

²Казахский национальный аграрный университет, г. Алматы, Казахстан

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ДЕГРАДИРОВАННЫХ ПАСТБИЩНЫХ И ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ

Аннотация

В статье приведены результаты исследования показателей технических средств производства и внесения органических удобрений на пастбищных и пахотных землях для восстановления плодородия. Показатели восстановления плодородия деградированных пастбищных и пахотных земель и повышения продуктивности сельскохозяйственного производства, а также описание рекомендуемой комплексной технологии восстановления плодородия деградированных пастбищных и пахотных земель, существующих технических средств и технологий

***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 достигают 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 и пахотных земель является актуальной проблемой повышения продуктивности производства продуктов растениеводства и 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 пастбищ и пахотных земель, осуществляемая с применением систем водоснабжения, производства жидких удобрений, внедрением технологии подпочвенного внесения удобрений с микроорганизмами, является актуальной проблемой.

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.

Материалы и методы исследования

Фирма МТ- Biomethan GmbH (Германия) применяет технологию 3-х стадийного сбраживания для увеличения выделения биогаза: основное анаэробное сбраживание в метантенке, дображивание в «холодном» резервуаре и остаточное газовыделение в резервуаре-накопителе готового удобрения [4].

В качестве другого варианта такой технологии фирмой «Ubitec GmbH» (Германия) предложена технология сбраживания, которая состоит из 2-х стадий: кислотная стадия протекает в предварительном биореакторе, а щелочная стадия протекает в основном реакторе [4].

Анализ технологий анаэробного сбраживания позволил выявить тенденции их развития и пути повышения эффективности биогазовых установок. Это позволит получить исходные данные для разработки технологического оборудования для метанового сбраживания органических отходов и создавать инновационные конструктивно-технологические схемы высокопроизводительного оборудования на базе дальнейшего развития разработанных технологий.

Для поддержания в биореакторах температурного режима на уровне 30-91°C с оптимальным условием технологии получения жидких удобрений, а также для экономии потери энергии рекомендуется усилить теплоизоляцию реакторов с установкой их углублением в почву, что позволит существенно повысить эффективность производства жидких удобрений за счет снижения потерь теплоотдачи и использования тепла земли.

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 биореакторе 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 с температурой нагрева до 100°C, обеспечивающего стерилизацию микробов [5].

Трехступенчатый биореактор снабжен системой автоматики для контроля процесса производства жидких удобрений и подкормок из навоза и помета. В бункер загрузки помещается от 0,1 м³ сырья (помёт/навоз) и добавляется до 0,4 м³ воды (рисунок 1). Смесь автоматически перемешивается до однородной консистенции и настаивается в течение 2-4 часов. Загрузка установки и отбор готовой продукции происходит каждые 6 часов.



Рисунок 1 – Общий вид трехступенчатого биореактора для производства жидкого органического удобрения

При подаче смеси в первую ёмкость происходит последовательный перелив приготавливаемой продукции в последовательно соединенные емкости сбраживания, в которых автоматически поддерживается постоянная температура. Источником тепла является отопительный котел на газе собственного производства [5].

Преимущество деления процесса анаэробной переработки на отдельные фазы или стадии проявляется в том, что в каждой фазе создаются оптимальные условия для развития и жизнедеятельности той популяции микроорганизмов, которая необходима для повышения эффективности брожения биомассы.

Устойчивость и интенсивность процесса метанового сбраживания в биореакторе зависит от сбалансированности всех стадий процесса, оптимального взаимодействия всех групп микроорганизмов в каждой фазе переработки.

Количество бактерий в 1 мл субстрата при любом микробиологическом процессе, протекающем непрерывно, обуславливается скоростью разбавления культуры, т.е. дозой загрузки в биореактор. Эту зависимость можно выразить уравнением

$$\frac{dx}{d\tau} = (V_{\text{рост}} - V_{\text{разб}})x, \quad (1)$$

где x – количество бактерий в 1 мл субстрата; τ – время протекания процесса; $V_{\text{рост}}$ – удельная скорость роста культуры; $V_{\text{разб}}$ – скорость разбавления культуры, зависящая от дозы загрузки.

Если $V_{разб} = V_{рост}$, то $\frac{dx}{d\tau} = 0$, т.е. количество бактерий в субстрате остается постоянным.

Анаэробное брожение наиболее эффективно протекает при постоянном росте количества микроорганизмов, таким образом, условие интенсификации процесса имеет вид:

$$V_{разб} < V_{рост}, \text{ тогда } \frac{dx}{d\tau} \geq 0. \quad (2)$$

Ускорить выход метантенка на рабочий режим можно также, используя новые эффективные ассоциации микроорганизмов путем внесения их в виде засевного материала одновременно с подготовленным навозом.

В щелочной стадии сбраживания субстрата интенсификация процесса производится введением через дозатор штаммов эффективных микроорганизмов, содержащих, например, метаногенирующие культуры *Methanobacterium omelianskii* и *Methanococcus mazei*.

Представляет интерес использование технологии эффективных микроорганизмов (ТЭМ), разработанной профессором Хига из университета г. Окинава (Япония). Скорость биохимических реакций возрастает пропорционально увеличению температуры, для биохимических реакций такая зависимость наблюдается до некоторого предела. Как известно, при сбраживании навоза выделение биогаза идет в 2,5...3 раза быстрее в термофильных условиях (40...55 °С), чем в мезофильных (25...35°С).

Однако выделение биогаза зависит не только от дозы загрузки, но и от метода внесения сырья в метантенк. При прочих равных условиях дискретная подача навоза более эффективна, чем разовая, при этом количество разложившегося органического вещества и выход биогаза выше на 38...50%.

Многоуровневое перемешивание и принудительная дегазация ускоряют процесс. При перемешивании можно добиться равномерного распределения загружаемого навоза и микроорганизмов в реакторе, а с помощью принудительной дегазации воспрепятствовать накоплению промежуточных и конечных продуктов метаболизма [7...16].

Результаты теоретического расчета выхода биогаза в психрофильном, мезофильном и термофильном режимах, а также при комбинированном сбраживании субстрата в термофильном и мезофильном режимах приведены в таблице 1.

Эффективность работы биогазовой установки во многом зависит от теплового режима работы ее биореактора. Биореактор является основным элементом конструкции биогазовых установок, в котором протекают процессы биохимического превращения отходов животноводства. Основным критерием процесса брожения в биореакторе является температура субстрата, а также интенсивность выделения биогаза и время переработки субстрата.

Таблица 1 – Выход биогаза в психрофильном, термофильном, мезофильном и комбинированном режимах

Температурный режим	Скорость роста микроорганизмов, μ_m , сут-1	Предельный выход биогаза, ВПРЕД, м ³ /кг	Содержание органического вещества, COB, %	Выход биогаза с 1 м ³ биореактора, В, м ³ /м ³
Психрофильный	0,13	0,09...0,18	8,4	0,6...1,2
Мезофильный	0,26	0,18...0,4	8,4	1,2...2,16
Термофильный	0,58	0,32...0,6	8,4	2,16...4,13
Термофильный и мезофильный	0,26...0,58	0,18...0,6	8,4	3,36*...6,26**

* - при продолжительности сбраживания 10...15 сут;

** - при продолжительности сбраживания до 30 сут;

Для трёхступенчатого биореактора задаётся температура субстрата t_p , необходимая для осуществления технологического процесса, тогда в качестве неизвестной величины принимается тепловая мощность Q_{TK} , а температура t_p представляет собой входную независимую.

Решение задачи в такой постановке может осуществляться в рамках как стационарного, так и нестационарного теплового режима. В первом случае оно сводится к определению расчётной тепловой мощности топливного котла P_{TK} , во втором – находится закон изменения во времени температур теплоносителей, в системе t_i и трёхступенчатого биореактора t_p .

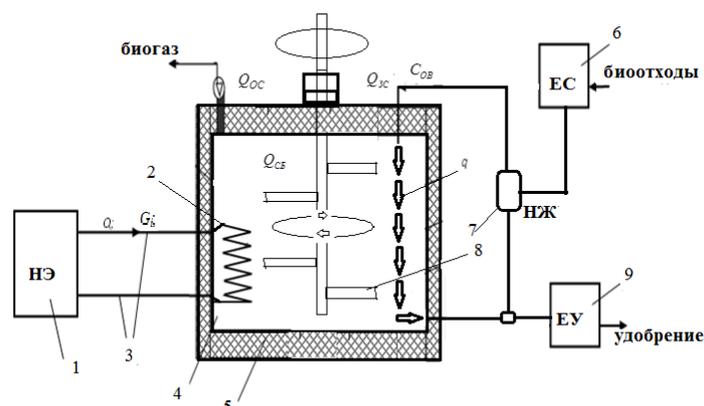
Исходя из теории теплообменных аппаратов, принимаются следующие допущения: температура потока теплоносителя принимается одинаковой по всему сечению труб, внутренние источники тепла в теплоносителях отсутствуют, аккумулирующей способностью стенок теплообменников можно пренебречь, теплоемкость всех элементов и теплоносителей постоянна, теплообмен между элементами системы характеризуется средними значениями коэффициентов теплоотдачи и теплопередачи [4].

Тепловые потоки биогазовой установки показаны на принципиальной схеме теплообмена ее элементов (рисунок 2). На основе вышесказанного формируются уравнения аналитической модели биогазовой установки. Решая (2), получаем описание динамики нагрева в отдельных элементах. Уравнение динамики нагрева теплоносителя в топливном котле НЭ:

$$t_{i\text{вых}} = t_{i0} e^{-\tau/T_1} + t_{i\text{уст}} \left[1 - e^{-\tau/T_1} \right], \quad (3)$$

$$T_1 = \frac{G_i c}{K_{TO} F_{TO}}, \quad (4)$$

где T_1 – постоянная времени; $t_{i\text{уст}}$ – установившаяся температура.



1 – нагревательный элемент (НЭ); 2 – теплообменник биореактора (ТО); 3 – технологические трубопроводы (ТТ); 4 – биореактор; 5 – тепловая изоляция; 6 – емкость для приготовления субстрата (ЕС); 7 – электронасос-измельчитель субстрата (НЖ); 8 – лопасть смесителя субстрата; 9 – емкость для накопления готового удобрения (ЕУ)

Рисунок 2 – Структурная схема биореакторной установки

Приравнявая уравнения теплоотдачи от ТО и изменение энтальпии биомассы в биореакторе, определяем температуру t_l''

$$t_l'' = \frac{t_l' - t_n (B+1)}{B}, \quad B = e^{\frac{K_{TO} F_{TO}}{G_l c}} \quad (5)$$

где $t_l'; t_l''$ – начальная и конечная температуры теплоносителя в ТО.

На основе вышесказанного формируются уравнения аналитической модели биогазовой установки.

$$\left. \begin{aligned} P_{TK} d\tau &= G_i c dt_i + K_{TO} F_{TO} (t_i - t_n) d\tau - G_q c (t_{exq} - t_{выхq}) d\tau \\ K_{TO} F_{TO} (t_i - t_n) d\tau + K_{TY} F_{TY} (t_q - t_n) d\tau &= \\ = G_{BY} c dt_n + M_K c dt_n + K_{BY} F_{BY} (t_n - t_0) d\tau \\ C_l \frac{dt_l}{d\tau} + K_{TO} F_{TO} (t_i - t_n) &= G_l c (t_{exl} - t_{выхl}) \\ C_q \frac{dt_q}{d\tau} + K_{TY} F_{TY} (t_q - t_n) &= G_q c (t_{exq} - t_{выхq}) \\ t_i &= \frac{t_{выхi} + t_{exi}}{2}; \quad p = i, l, n, q; \quad t_p (\tau = 0) = t_{pn} \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

где P_{TK} – тепловая мощность топливного котла; $t_{ex}, t_{вых}$ – температуры теплоносителей на входе и выходе соответствующих элементов; t_0 – температура окружающей среды; t_i, t_l, t_q, t_n – соответственно температуры теплоносителей в ТК, ТО, ТУ, биогазовой установки; K_{TO}, K_{TY} –

соответственно коэффициенты теплопередачи ТО и ТУ; $K_{БВ}$ – коэффициент теплопередачи в окружающую среду биогазовой установки; $F_{ТО}, F_{ТУ}$ – соответственно поверхности теплообмена ТО, ТУ; $F_{БВ}$ – поверхности теплоотдачи в окружающую среду биогазовой установки; $G_i; G_b; G_q$ – соответственно расходы теплоносителей в ТК, ТО, ТУ; τ – время, с; $c; c_B, c_c$ – соответственно удельные теплоемкости воды, биомассы ($C_B = 4,06$ кДж/кг °С) и стали; $G_{БВ}, M_K$ – масса субстрата и корпуса биогазовой установки; $C_l; C_q$ – полные теплоемкости соответствующих элементов.

Решая (7), получаем описание динамики нагрева в отдельных элементах. Уравнение динамики нагрева теплоносителя в топливном котле ТК

Время нагрева биомассы до заданной температуры t_n'' равно [4, 5]

$$\tau_{БВ} = T_2 \ln \frac{t_n'' - t_l' \left[\frac{(B-1)}{(B+1)} \right]}{t_n' - t_l' \left[\frac{(B-1)}{(B+1)} \right]}, \quad (7)$$

$$T_2 = \frac{B(G_{БВ} c_B + M_K c_c + Q_{OC})}{G_l c(B+1)}, \quad (8)$$

где $t_n'; t_n''$ – температура биомассы в начале и конце нагрева; T_2 – постоянная времени биореактора биогазовой установки; Q_{OC} – удельные тепловые потери.

Тепловая мощность нагревательного элемента (НЭ), необходимая для разогрева биореактора [4]

$$P_{TK}^1 = \frac{(C_{БМ} G_2 + C_{БГ} G_3 + C_c M_K) \cdot (t_p'' - t_p^1)}{\eta_T \eta_{mo} \tau_P}, \text{кДж}, \quad (9)$$

где G_2 – количество биомассы, кг; $C_{БГ}$ – удельная теплоемкость биогаза, $C_{БГ} = 2,34$ кДж/кг ч; C_c – удельная теплоемкость стали корпуса, $C_c = 0,46$ кДж/кг ч; M_K – масса корпуса, кг; G_3 – масса биогаза в газгольдере; $G_{БГ} = V\rho$, кг; V – объем газгольдера, м³; ρ – плотность биогаза, нормальная, $\rho = 1,2$ г/л; τ_P – время нагрева биомассы в биореакторе, ч; η_{mo} – к. п. д теплообменника, $\eta_{mo} = 0,92$; t_p' ; t_p'' – начальная и конечная температуры биомассы в биореакторе, °С. Начальная и конечная температуры биомассы в реакторах, соответственно, $t_2' = 20^\circ\text{C}$; $t_2'' = 49^\circ\text{C}$, $t_3' = 69^\circ\text{C}$, входе и выходе теплообменника $t_2' = 30^\circ\text{C}$; $t_2'' = 69^\circ\text{C}$, $t_3' = 89^\circ\text{C}$.

Результаты и их обсуждение

Анализ полученных данных говорит о том, что время нагрева биомассы с учетом интенсивности циркуляции в трёхступенчатых биореакторах до

термофильной температуры 80°C составляет 120 ч, установленная суммарная тепловая мощность НЭ составляет 5,9 кВт.

На основании полученных данных разработана усовершенствованная технология комбинированного сбраживания сельскохозяйственных отходов с помощью трехступенчатого биореактора [5], с реакторами объемом 3 м³. Результаты исследования приведены на рисунке 3, где показана зависимость интенсивности процесса сбраживания биомассы от дозы загрузки в мезофильном и термофильном режимах.



Рисунок 3 – Зависимость продолжительности стадий кислотного и щелочного сбраживания и выхода биогаза от дозы загрузки биомассы в биореакторах с объемом реактора 3 м³ в мезофильном режиме – 20 % (200 л/сут); 40 % (400 л/сут); 60 % (600 л/сут) и 80 % (800 л/сут).

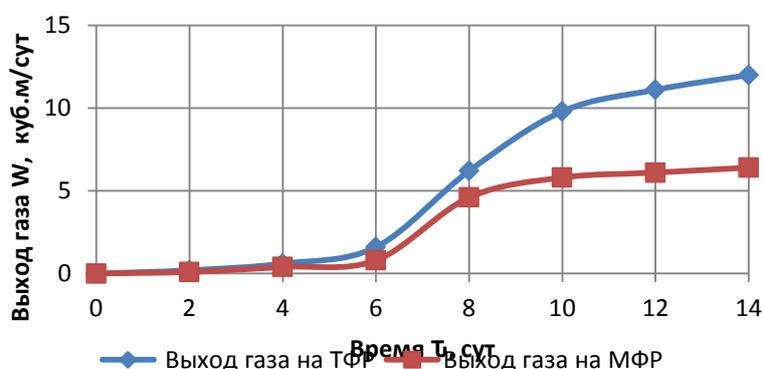


Рисунок 4 – Выход биогаза в мезофильном и термофильном режимах в первом и втором ступенях сбраживания

Анализ полученных данных говорит о том, что при изменении дозы загрузки биомассы от 20 до 80% удельный выход биогаза составляет для мезофильного режима 0,2...1,2 м³/м³ в сутки и для термофильного режима 0,4...2,16 м³/м³ в сутки (рисунок 5). Полученные данные свидетельствуют, что стадия кислотного брожения наиболее эффективно протекает в мезофильном режиме, а её продолжительность снижается от 15 до 5 суток, при увеличении дозы загрузки от 20 до 80%. Следовательно, оптимальные условия кислотного брожения следующие: температура – 30...35 °С, время экспозиции – 3...5 суток, доза загрузки – не менее 80%.

Исследования зависимости температуры субстрата в биореакторе от режимов нагрева показали, что в режиме постоянного нагрева при мощности нагревательного элемента до 3 кВт, температура субстрата в первом реакторе поддерживается в диапазоне 39...51°C, в режиме периодического нагрева (нагревательные элементы включались на 10 ч в течение суток) температура субстрата во втором реакторе составляла 56...65°C, а в третьем реакторе температура субстрата поддерживается в диапазоне 79...91°C и производится полное обеззараживание.

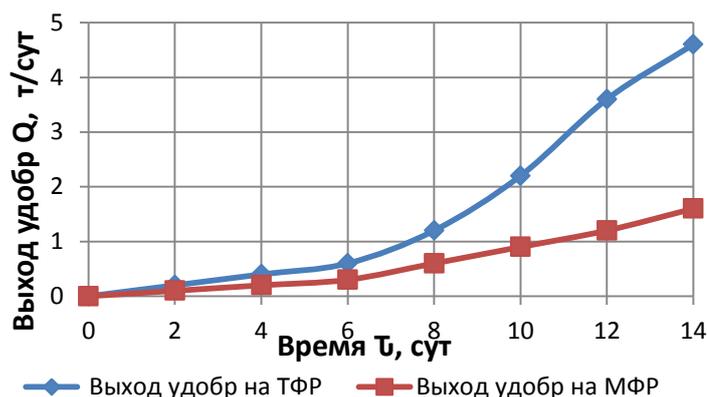


Рисунок 5 – Выход удобрения в мезофильном и термофильном режимах

Данные рисунка 5 позволяют сделать следующие выводы: суточная производительность биореактора по удобрению составляет 0,7 т/сут., тогда месячный выход удобрения составляет 21 т/мес.

Результаты лабораторных исследований в термофильном режиме показали, что при дозе загрузки 40...60% выход биогаза составляет 2,1 м³/м³, кислотная стадия продолжается до 3 суток, затем брожение переходит в щелочную стадию и продолжается 7...10 суток. Начало щелочной стадии характеризуется интенсивным выделением биогаза. Следовательно, стадия щелочного брожения наиболее эффективно протекает в термофильном режиме при температуре 50...75°C, время экспозиции – 7...10 суток, доза загрузки – 40...60%.

В результате исследований установлено, что производительность установки по биогазу составляет 6,5...11,5 м³/сут, по удобрению – 0,5...0,7 т/сут, температура субстрата в биореакторе соответствует термофильному режиму – 50...75°C, расход биогаза на нагрев – 6,2 м³/сут, доза загрузки – 10%, плотность полученного удобрения – 964,9 кг/м³, массовая доля сухого вещества – 4,7%, эффективность обеззараживания навоза 98%.

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.

Технологический процесс подпочвенного внесения жидких удобрений совместно с ЭМ-ассоциациями, осуществляется с помощью агрегата, состоящего из трактора и прицепного бака с насосом нагнетания и

распределителя по стойкам рабочих органов, надежность систем рассчитываем следующим образом.

Реакции на колесах и серье прицепа можно определить по схеме, приведенной на рисунке 6. Равнодействующая всех вертикальных сил, действующих на культиватор (плоскорез),

$$F = G + Q + Q_1, \quad (10)$$

где G – вес культиватора; Q – вес почвы, лежащей на рабочих органах; Q_1 – усилие, затрачиваемое на отрыв пласта.

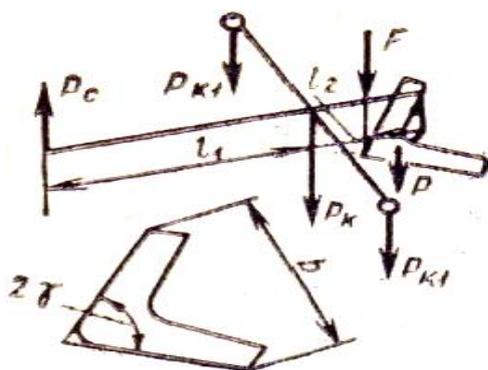


Рисунок 6 – Схема для определения реакций на колесах и серье прицепа

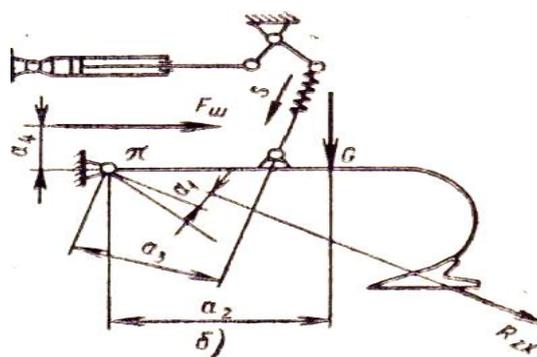


Рисунок 7 – Схема механизмов подъема рабочих органов прицепных культиваторов

Вес почвы, находящейся на рабочих органах,

$$Q = ab^2ctg \gamma qn/2, \quad (11)$$

где a – глубина обработки; b – ширина захвата; q – удельный вес почвы; n – число рабочих органов.

Усилие, необходимое для отрыва пласта, $Q_1 \approx Q$

Определив равнодействующую F , можно вычислить реакции на колесах и серье прицепа:

$$P_k = \frac{F(l_1 + l_2)}{l_1} \quad \text{и} \quad P_c = \frac{Fl_2}{l_1}$$

Реакция, приходящаяся на одно колесо,

$$P_{k1} = \frac{P_2}{2} = \frac{F(l_1 + l_2)}{2l_1}.$$

Усилия в звеньях механизмов можно определить графически, построением плана скоростей или многоугольника сил.

На рисунке 7 изображена схема механизма подъема лап прицепного культиватора (плоскореза) с жестким креплением рабочих органов. Для определения усилия, действующего вдоль штока при переводе культиватора из рабочего положения в транспортное.

Из плана скоростей и равенства моментов находят усилие, действующее вдоль штока

$$F_{\text{ш}} = [(P_k + G_k)n_1 - P_k f n_3] / n_2, \quad (12)$$

где G – вес двух колес; n_1 , n_2 и n_3 – плечи соответствующих сил на плане скоростей; $f = 0,12/0,16$ – коэффициент сопротивления передвижению колес.

По полученному максимальному значению $F_{\text{ш}}$ определяют параметры гидроцилиндра.

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

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, 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.

Технологический процесс подпочвенного внесения жидких удобрений совместно с ЭМ-ассоциациями, осуществляется с помощью агрегата, состоящего из трактора и прицепного бака с насосом нагнетания давлений и распределителя по стойкам рабочих органов.

В комплект рабочих органов входят: трубопроводы, стойка глубинного рыхлителя с коса-резанным сошником. В схеме расположений рабочих органов предусмотрено 5 рыхлителей с сошниками, расположенный 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.

Прилагаемое оборудование, предназначенное для внутрисочвенного внесения жидких удобрений совместно с ЭМ-ассоциациями, приведено следующими показателями: бак вместимостью 2 м³; 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.

В отличие от существующих аналогов, агрегат обеспечивает равномерное внесение жидких органических удобрений с производительностью достаточной для сезонного внесения действующих усилий в звеньях механизмов прицепных культиваторов и плоскорезов. Максимальные усилия возникают во время выглубления рабочих органов культиватора или плоскореза, так как при этом на культиватор действует вес почвы,

находящейся на рабочих органах, усилие, необходимое для среза пласта, а также вес машины.

Выводы

В результате проведенных предварительных испытаний по оценке применений комплексной технологии восстановления деградированных пастбищных и пахотных земель, с применением трехступенчатого биореактора и агрегата подпочвенного внесения, установлено повышение плодородия почв, при этом содержание азота в почвах увеличилось в 2,0-2,5 раза, засоленность почвенного фильтрата снижалась от рН 8,15 до нейтрального значения (рН 6,12), что обеспечивает восстановление плодородия и повышение продуктивности деградированных пастбищных и пахотных земель.

Применение данной комплексной технологии позволяет организовать производство органической сельскохозяйственной продукции в растениеводстве и животноводстве Казахстана, а также повышение конкурентоспособности продукции.

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 Pankhava 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: Инжу-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 Abdullahi YA, Akunna JC, White NA, Hallet PD, Wheatley R (2008) Investigating the effects of anaerobic and aerobic post-treatment on quality and stability of organic fraction of municipal waste as soil amendment. *Bioresour Technol* 99:8631–8636. doi:10.1016/j.biortech.2008.04.027.

8. Roger Nkoa., Agricultural benefits and environmental risks of soil fertilization with anaerobic digestates (2013) : a review Accepted: *Agron. Sustain. Dev.* (2014) 34:473–4925 November 2013 /Published online: 13 December. doi:10.1007/s13593-013-0196-z.

9. Biogas in Frankreich im Kommen. *Sonne Wind und Wärme.* 2012. 36, №8, с.29.

10. MT- Biomethan shliebt Pool 2 fur Stadtwerke erfolgreich ab. ew: Elektrizitätswirt. 2012.111, №14, с. 12.
11. 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
12. Redoxpotential als Messgrobe fur Biogasanlagen. Euroheat and Power. 2012. 41, №6, с.71.
13. F. Fantozzi, C. Buratti. Biogas production from different substrates in an experimental Continuously Stirred Tank Reactor anaerobic digester// Bioresource Technology, 2009 – December, Volume 100, Issue 23.
14. H. Werner et. al. “Economical and Environmental analysis of a biogas plant within a context of a real farm”, 2004, The Royal Veterinary and Agricultural University Denmark.
15. «Biomass Energy Systems», ACRE, the Australian CRS for Renewable Energy Ltd, [http:// wwwphys.murdoch.edu.au/acre/](http://wwwphys.murdoch.edu.au/acre/).
16. «How small bio-digesters can improve nutrient recycling in agriculture, reduce emissions of greenhouse gases and improve local energy services», 2000, Prepared for IAC by ETC Energy.

ТОЗҒАН ЖАЙЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖЫРТЫЛҒАН ЖЕРЛЕРДІ ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУ БОЙЫНША ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІ

Аңдатпа

Мақалада топырақтың құнарлылығын қалпына келтіру үшін жайылымдық және егістік жерлерге органикалық тыңайтқыштарды енгізу және өндірудің техникалық құралдарының көрсеткіштерін зерттеу нәтижелері келтірілген. Тозған жайылымдық және жыртылған жерлердің құнарлылығын қалпына келтіру және ауыл шаруашылығы өндірісінің өнімділігін арттыру көрсеткіштері, сондай-ақ тозған жайылымдық және жыртылған жерлердің құнарлылығын қалпына келтірудің ұсынылатын кешенді технологиясының, қолданыстағы техникалық құралдар мен технологиялардың сипаттамасы келтірілген.

***Түйінді сөздер:** жайылымдардың тозуы, техникалық құралдар, биореакторлар, өндіріс технологиясы, Органикалық тыңайтқыштар, құнарлылықты қалпына келтіру технологиясы, жер асты енгізу*

THE RESULTS OF THE STUDY ON RESTORATION OF DEGRADED PASTURE AND ARABLE LAND

Abstract

The article presents the results of the study of indicators of technical means of production and the introduction of organic fertilizer in pasture and arable land to restore fertility. Restoration of fertility of degraded pasture and arable land and increase of agricultural productivity, as well as description of the recommended integrated technology for restoration of fertility of degraded pasture and arable land, existing technical means and technologies

***Keywords:** pasture degradation, equipment, bioreactors, production technology, organic fertilizer, technology of recovery of fertility, subsoil introduction*

МРНТИ 68.85.29

А.А. Курач¹, М.А. Амантаев¹

¹ ТОО «Казахский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства», г. Костанай, Казахстан

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ УПЛОТНЯЮЩИХ КАТКОВ НА КАЧЕСТВЕННЫЕ И СИЛОВЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Аннотация

В статье представлены результаты экспериментальных исследований работы катков для уплотнения почвы при прямом способе посева зерновых культур. Исследовались клиновидные и трапецевидные катки при совместной работе с анкерными сошниками. Получены зависимости влияния удельного давления катка на почву и поступательной скорости движения на качественные и силовые показатели. Работа исследуемых катков оценивалась по следующим показателям: объемная масса почвы в слое залегания семян, сохранение стерни, гребнистость поверхности поля после прохода рабочих органов и удельное тяговое сопротивление. Получены значения удельного давления исследуемых типов катков на почву и рабочих скоростей движения, при которых обеспечивается требуемое качество уплотнения почвы. Установлено, что удельное тяговое сопротивление трапецевидного катка на 12...15% ниже, чем у клиновидного.

Ключевые слова: уплотняющие катки, клиновидный каток, трапецевидный каток, качественные и силовые показатели, объемная масса почвы, сохранение стерни, гребнистость поверхности, тяговое сопротивление.

Введение

Уплотнение (прикатывание) почвы при посеве зерновых культур является необходимым агротехническим приемом и занимает важное место в технологии возделывания зерновых культур. Его основное назначение заключается в создании благоприятных условий для прорастания семян. Данная технологическая операция эффективно влияет на урожайность зерновых культур, особенно в засушливых условиях.

К технологическому процессу уплотнения (прикатывания) почвы предъявляются следующие агротехнические требования [1]:

- плотность почвы в слое залегания семян должна составлять 1,10-1,20 г/см³;
- количество эрозионно-опасных частиц в верхнем слое почвы 0-5 см не должно возрастать более чем на 5%;
- сохранение стерни после прохода катков должно составлять не менее 70%;
- после прохода катков должна обеспечиваться выровненная, ветроустойчивая поверхность поля;
- процесс прикатывания почвы не должен способствовать разрушению структуры почвы и нарушать требования, предъявляемые к процессу посева в разных почвенно-климатических условиях.

Известны катки с различной шириной рабочей поверхности.

Получившие распространение катки с широким профилем по ряду показателей не отвечают требованиям технологии, в частности, ввиду

небольшого удельного давления они не всегда обеспечивают оптимального уплотнения почвы в зоне залегания семян.

Известно, что адресные катки с узким рабочим профилем уплотняют почву только в посевной борозде, не затрагивая остальную поверхность поля и не нарушая структуры почвы. Однако недостаточно исследован процесс уплотнения почвы указанным типом катков в зависимости от удельного давления катков на почву и скорости их движения, особенно при прямом способе посева зерновых культур в условиях Северного Казахстана.

Исследованию процесса уплотнения почвы и обоснованию параметров уплотняющих катков посвящены работы А.П. Виноградова [2], М.А. Акулова [3], Л.П. Сидорова [4], А.А. Кнауца [5], Г.З. Гайфуллина [6], А.В. Семибаламута [7] и др. Однако, качество посева определяется совместной работой сошников и уплотняющих катков, что в неполной мере учитывалось в указанных исследованиях.

В связи с этим, целью работы является определение зависимостей качественных и силовых показателей работы уплотняющих катков от режимов работы, в частности, от удельного давления на почву и поступательной скорости движения при прямом способе посева зерновых культур.

Материалы и методы исследования

Для проведения экспериментальных исследований были выбраны следующие типы уплотняющих катков:

– каток с клиновидным профилем диаметром 550 мм и шириной – 80 мм (рисунок 1а).

– каток с трапециевидным профилем (с узкой обрешиненной рабочей поверхностью) диаметром 450 мм, шириной большего и меньшего основания трапеции соответственно 48 и 20 мм и высотой трапеции 47 мм (рисунок 1б).



а –каток с клиновидным профилем; б –каток с трапециевидным профилем

Рисунок 1 – Типы исследуемых катков для уплотнения почвы

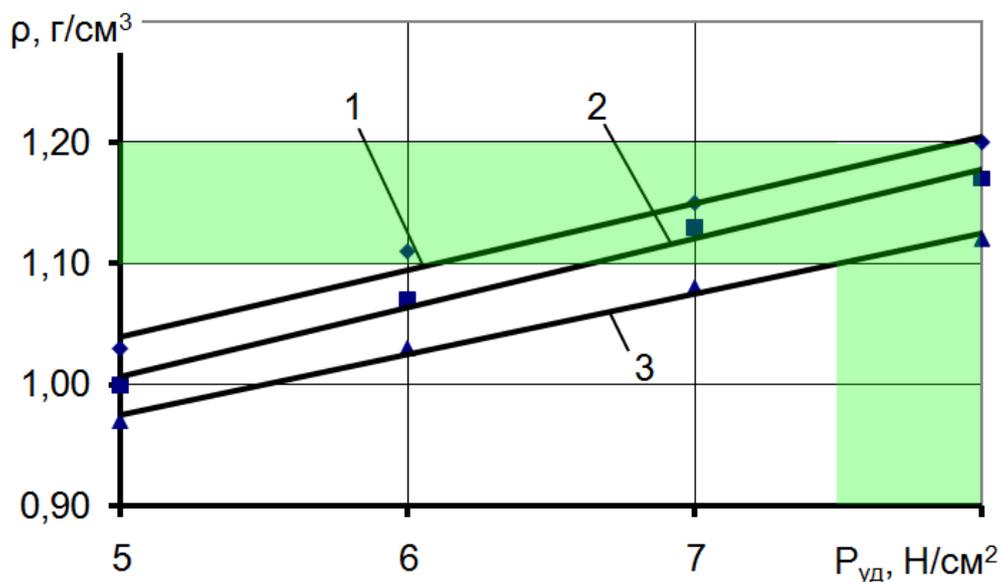
Технологический процесс осуществляется следующим образом. При рабочем ходе заглубленные на заданную глубину анкерные сошники, перемещаясь в почве, формируют посевные борозды. Одновременно на дно борозды укладываются семена на заданную глубину заделки. После прохода

сошников, почва по их следу осыпается, закрывая семена, а идущие следом в посевной борозде катки уплотняют слой почвы с высеянными семенами.

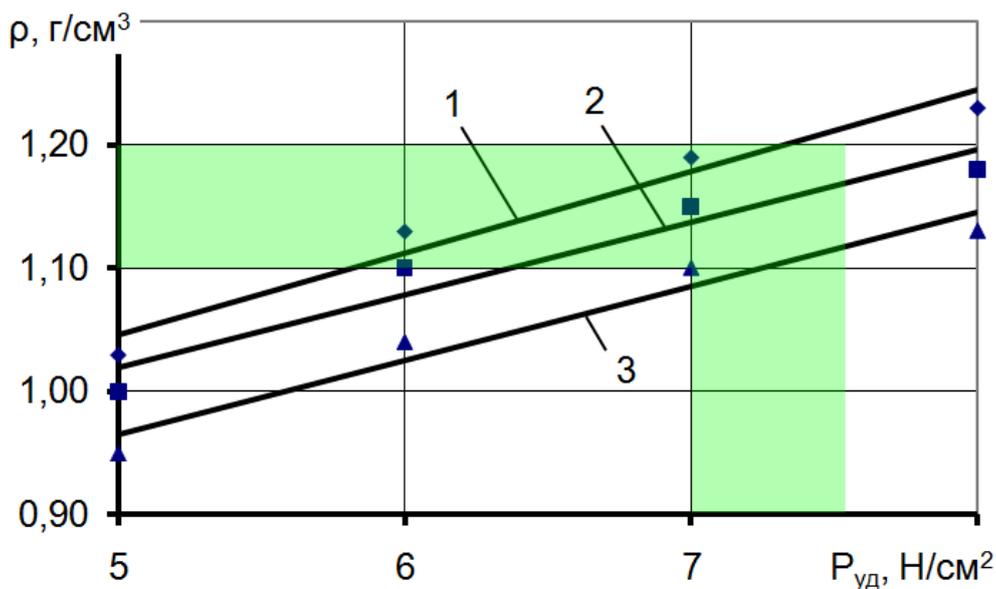
При проведении экспериментальных исследований изучалось влияние режимов работы уплотняющих катков на качественные и силовые показатели. Основными исследуемыми режимами работы являлись удельное давление катка на почву $P_{y\partial}$ и поступательная скорость движения V . Работа исследуемых катков оценивалась по следующим показателям: объемная масса почвы в слое залегания семян ρ , сохранение стерни, гребнистость поверхности поля после прохода рабочих органов и удельное тяговое сопротивление $R_{x\partial}$. Указанные показатели определялись при совместной работе анкерных сошников для прямого посева и исследуемых уплотняющих катков. Агротехнические показатели оценивались в соответствии с СТ РК 1559 [8]. Исследования проводились на стерневом фоне в следующих условиях: тип почвы – чернозем обыкновенный, по механическому составу средний суглинок; влажность почвы составляла в слое 0-5 см – 12,7%, 5-10 см – 16,3% и в слое 10-15 см – 18,4%; твердость почвы – 0,73, 1,92 и 3,12 МПа соответственно; глубина хода сошников – 10,1 см при $\sigma=0,9$ см. При проведении исследований удельное давление катков на почву $P_{y\partial}$ создавалось вертикальной нагрузкой P , приложенной к каткам посредством набора грузов, и составляло 5, 6, 7 и 8 Н/см². Величина скорости движения изменялась от 8 до 12 км/ч. Критерий выбора удельного давления на почву $P_{y\partial}$ – обеспечение оптимальной объемной массы почвы в слое залегания семян $\rho=1,1-1,2$ г/см³.

Результаты и их обсуждение

Результаты исследований по определению влияния удельного давления катков на почву $P_{y\partial}$ и поступательной скорости движения V на объемную массу почвы в слое залегания семян ρ для исследуемых уплотняющих катков представлены на рисунке 2.



а)



б)

а – клиновидный каток; б – трапециевидный каток

1 – $V=8$ км/ч; 2 – $V=10,6$ км/ч; 3 – $V=11,8$ км/ч

Рисунок 2 – Зависимости объемной массы в слое залегания семян ρ от удельного давления катков на почву $P_{уд}$ и поступательной скорости движения V

Анализ результатов показывает, рисунок 2а, что рост удельного давления клиновидных катков на почву $P_{уд}$ от 5 до 8 Н/см² приводит к увеличению объемной массы почвы в слое залегания семян на 15...17%. Изменение поступательной скорости движения V от 8 до 11,8 км/ч вызывает некоторое уменьшение значения объемной массы почвы в слое залегания семян на 6...7%. При этом, требуемая объемная масса в слое залегания семян $\rho=1,1-1,2$ г/см³ обеспечивается при удельном давлении клиновидных катков на почву $P_{уд}$ от 7,5 до 8 Н/см².

При увеличении удельного давления на почву $P_{уд}$ трапециевидных катков от 5 до 8 Н/см² отмечается возрастание величины объемной массы почвы на 18...20% (в 1,1...1,20 раза), рисунок 2б. Рост поступательной скорости движения V от 8 до 11,8 км/ч приводит к снижению объемной массы почвы в слое залегания семян на 8...9%. При этом, для указанного вида уплотняющих катков агротехническим требованиям $\rho=1,1-1,2$ г/см³ соответствует удельное давление на почву $P_{уд}$ в диапазоне 7...7,5 Н/см².

Результаты влияния типа катка и поступательной скорости движения V на сохранение стерни C_c и гребнистость поверхности Γ_p при удельном давлении катков на почву, обеспечивающим оптимальную объемную массу в слое залегания семян $\rho=1,1-1,2$ г/см³, приведены в таблице 1.

Из таблицы 1 следует, что увеличение поступательной скорости движения V от 8,0 до 11,8 км/ч приводит к снижению сохранения стерни C_c на 13...15% для обоих типов катков. Установлено, что требуемое сохранение стерни (не менее 70%) обеспечивается в диапазоне поступательной скорости $8 < V < 10,6$ км/ч для обоих типов катков. При этом максимальное сохранение

стерни $C_c=80,1\%$, получено после прохода трапециевидных катков. Дальнейшее увеличение поступательной скорости до 11,8 км/ч приводит к снижению сохранения стерни до 66,3 для клиновидных и 69,1% для трапециевидных катков.

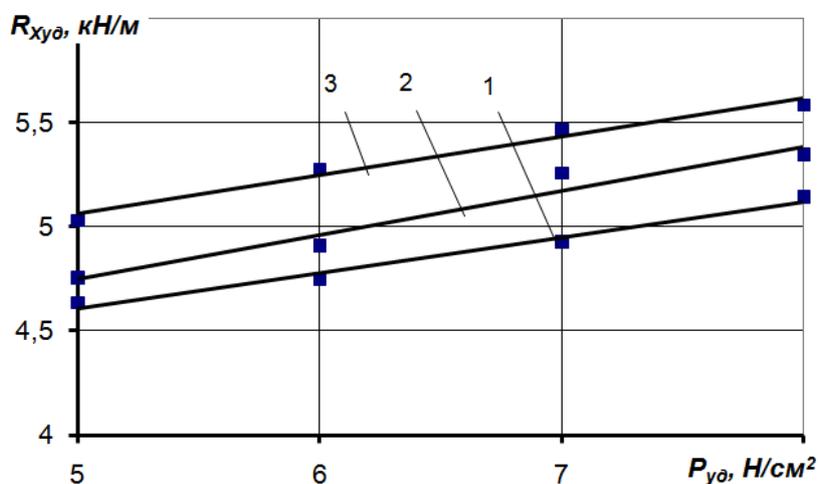
Анализ представленных данных также показывает, что в исследованном диапазоне увеличение скорости движения от 8,0 до 11,8 км/ч практически не влияет на гребнистость поверхности Γ_p после прохода исследуемых катков. Также не существенно различие по гребнистости поверхности между исследуемыми типами катков.

Таблица 1 – Влияние типов катков и поступательной скорости движения V на сохранение стерни C_c и гребнистость поверхности Γ_p

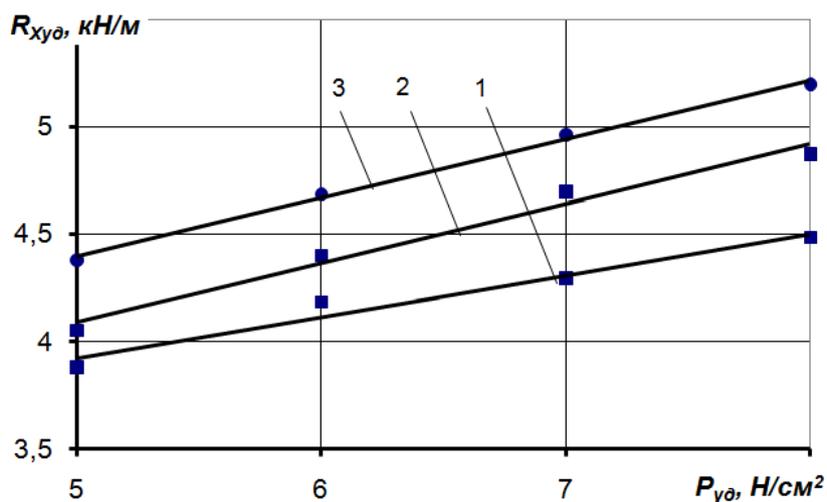
Показатели	Скорости движения, км/ч		
	8	10,6	11,8
<i>Клиновидный каток</i>			
Сохранение стерни, %	77,5	72,7	66,3
Гребнистость поверхности Γ_p , см	6,1	6,0	5,8
<i>Трапециевидный каток</i>			
Сохранение стерни, %	80,1	73,0	69,1
Гребнистость поверхности Γ_p , см	5,5	5,3	5,3

На рисунке 3 приведены зависимости удельного тягового сопротивления $R_{худ}$ рабочих органов от удельного давления катка на почву $P_{уд}$ и скорости движения V для исследуемых типов уплотняющих катков.

В варианте с катками клиновидного сечения, удельное тяговое сопротивление $R_{худ}$ с ростом давления катков на почву $P_{уд}$ от 5 до 8 Н/см² и скорости движения V от 8 до 11,8 км/ч возрастает в среднем на 10...12% и 9...12% соответственно, рисунок 3а. При удельном давлении катков на почву $P_{уд}=7,5...8$ Н/см², обеспечивающем оптимальную объемную массу почвы в слое залегания семян, и скоростном режиме $V=8...11,8$ км/ч, удельное тяговое сопротивление $R_{худ}$ составляет 5,0...5,6 кН/м.



а)



б)

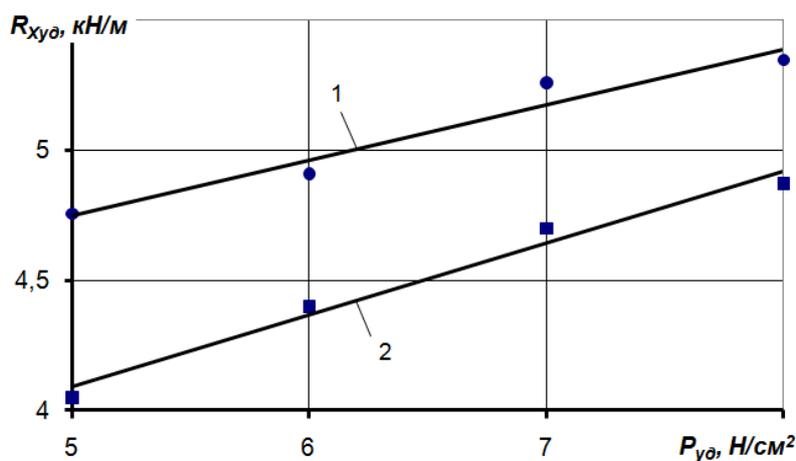
а – клиновидный каток; б – трапециевидный каток

1 – $V=8$ км/ч; 2 – $V=10,6$ км/ч; 3 – $V=11,8$ км/ч

Рисунок 3 – Зависимости удельного тягового сопротивления $R_{x_{y\delta}}$ рабочих органов от удельного давления катков на почву $P_{y\delta}$ и поступательной скорости движения V

При применении катков трапециевидного сечения с увеличением давления на почву $P_{y\delta}$ от 5 до 8 Н/см² удельное тяговое сопротивление $R_{x_{y\delta}}$ повышается на 17...18%, рисунок 3б. При увеличении скорости V от 8 до 11,8 км/ч удельное тяговое сопротивление $R_{x_{y\delta}}$ возрастает на 14...16%. При удельном давлении катков на почву $P_{y\delta}=7...7,5$ Н/см², обеспечивающем оптимальную объемную массу почвы в слое залегания семян, и скоростном режиме $V=8...11,8$ км/ч, удельное тяговое сопротивление $R_{x_{y\delta}}$ составляет 4,3...5,1 кН/м.

Сравнительная оценка силовых показателей клиновидных катков с трапециевидными показала, что применение вторых позволяет снизить на 12...15% удельное тяговое сопротивление $R_{x_{y\delta}}$, рисунок 4.



1 – клиновидный каток; 2 – трапециевидный каток

Рисунок 4 – Зависимости удельного тягового сопротивления $R_{x_{y\delta}}$ рабочих органов от удельного давления катков на почву $P_{y\delta}$ при $V=10,6$ км/ч

Выводы

1. Сравнительные экспериментальные исследования показали, что для получения заданной агротребованиями плотности почвы в слое залегания семян необходимо уплотнять почву с удельными давлениями клиновидных и трапециевидных катков на почву 7,5-8 и 7-7,5 Н/см². При этом увеличение скорости движения приводит к снижению плотности почвы на 6-9%.

2. Установлено, что трапециевидные катки наиболее полно отвечают агротребованиям по сохранению стерни. Величина агротехнически допустимых рабочих скоростей, при которой обеспечивается требуемое сохранение стерни (не менее 70%), составляет 8-10,6 км/ч для обоих типов катков.

3. Исследования показали, что поступательная скорость движения практически не оказывает влияния на гребнистость поверхности после прохода как клиновидных, так и трапециевидных катков. При этом по величине гребнистости между исследуемыми катками различие не существенно.

4. Наименьшее удельное тяговое сопротивление рабочих органов сеялки для прямого посева получено при использовании трапециевидных катков. При этом удельное тяговое сопротивление указанного типа катков на 12...15% ниже, чем у клиновидных.

Список литературы

1 Анискин В.И. Исходные требования на базовые машинные технологические операции в растениеводстве / В.И. Анискин, А.А. Артюшин. – М.: «Росинформагротех». 2005. – 270 с.

2. Виноградов М.А. Тип, параметры и режимы работы катка для сплошного прикатывания почвы к стерневым зерновым сеялкам-культиваторам: автореф. ... канд. техн. наук. – Алма-Ата, 1986. – 20 с.

3. Акулов В.М. Исследование технологического процесса прикатывания почвы каточками сеялки-культиватора: автореф. ... канд. техн. наук. – Целиноград, 1973. – 23 с.

4. Сидоров Л.П. Исследование рабочих органов дисковых катков для уплотнения почв в условиях Западной Сибири: автореф. ... канд. техн. наук. – Омск, 1973. – 25 с.

5. Кнаус А.А. Совершенствование катка-выравнивателя для подготовки почвы к посеву: автореф. ... канд. техн. наук. – Новосибирск, 1988, – 20 с.

6. Гайфуллин Г.З. Механико-технологические основы разработки и совершенствования рабочих органов машин для почвозащитного земледелия: дис. ... д-ра техн. наук. – Челябинск 2003. – 295 с.

7. Семибаламут А.В. Обоснование параметров и скорости движения катка для подповерхностного уплотнения почвы: дис. ... канд. Техн. наук. – Костанай, 2009. – 146 с.

8. СТ РК – 1559-2006. Испытания сельскохозяйственной техники. Машины и орудия для поверхностной обработки почвы. Методы оценки функциональных показателей. Введ. 2006-01-01. Астана: Комитет по

техническому регулированию и метрологии Министерства индустрии и торговли РК, 2006. – 32 с.

ТЫҒЫЗДАУШЫ ТАПТАҒЫШТАРДЫҢ ЖҰМЫС ТӘРТІПТЕРІНІҢ САПА ЖӘНЕ КҮШ КӨРСЕТКІШТЕРІНЕ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа

Бұл мақалада астықты дәнді дақылдарды тікелей себу барысында топырақты тығыздауға арналған таптағыштардың жұмысын зерттеу нәтижелері келтірілген. Сүйір тәрізді және қос таба тәрізді таптағыштар қарнақты сіңірушімен бірге жұмыс орындау барысында зерттелді. Таптағыштың топыраққа меншікті қысымы және ілгерілемелі қозғалыс жылдамдығының сапа және күш көрсеткіштеріне әсер тәуелділіктері алынды. Зерттеу таптағыштарының жұмысы келесі көрсеткіштермен бағаланды: дәндердің орналасу қабатында топырақтың көлемдік массасы, аңыздың сақталуы, жұмысшы бөліктердің өтуінен кейінгі топырақ бетінің жалы және меншікті тарту кедергісі. Топырақты тығыздау сапасы қамтамасыздандырытын зерттеу таптағыштарының меншікті топыраққа қысымы және жұмысшы қозғалыс жылдамдығы өлмедері алынды. Қос табан тәрізді таптағыштың меншікті тарту кедергісі сүйір тәріздіден 12...15% кемдігі анықталды.

Кілтті сөздер: тығыздаушы таптағыштар, сүйір тәрізді таптағыш, қос табан тәрізді таптағыш, сапа және күш көрсеткіштері, топырақтың көлемді массасы, аңыздың сақталуы, топырақ бетінің жалы, тарту кедергісі.

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF THE OPERATING MODES OF THE PRESS WHEELS ON THE QUALITY AND FORCE PERFORMANCES

Summary

In this article are presented the results of experimental studies of operation of the press wheels for the soil compaction in a direct sowing of cereal crops. There are investigated wedge-shaped and trapezoidal press wheels while working together with the tine coulters. Dependences of the influence of the specific pressure of the press wheel on the soil and the forward travel speed on the quality and force performances are obtained. The work of the press wheels to be studied was evaluated according to the following parameters: the soil density in the seedbed layer, the stubble conservation, the ridge of the field surface after the pass of the operating tools and the specific draught resistance. There are obtained values of the specific pressure of the types of press wheels to be studied on the soil and the working speeds of travel under which the required quality of soil compaction is provided. It is revealed that the specific draught resistance of the trapezoidal press wheel is lower than the wedge-shaped one by 12...15%.

Keywords: press wheels, wedge-shaped press wheel, trapezoidal press wheel, quality and force performances, soil density, the stubble conservation, the ridge of the field surface, draught resistance.

МРНТИ 65.49.01

А. Раджабов¹, М. Ибрагимов¹, М. Саломов¹

¹ «Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства» г. Ташкент, Узбекистан

ЭНЕРГОСБРЕГАЮЩАЯ ЭЛЕКТРТЕХНОЛОГИЯ СУШКИ ПЛОДОВ И ВИНОГРАДА

Аннотация

В статье приведены результаты исследований разработки энергосберегающая электротехнология сушка плодов и винограда. Проанализирован механизм воздействия электроимпульсного разряда на строения и свойства плоды винограда. Предлагается схема распространения и распределения токов разряда и эквивалентная схема замещения ткани плода винограда как объекта электровоздействия. Для интенсификации процесса сушки, от продолжительности которого зависит его энергоёмкость и энергосодержание высушенной продукции, предлагается предварительная электроимпульсная обработка винаграда перед сушкой, обеспечивающая максимальное омертвление клеток ткани, как главный фактор препятствующий удалению влаги. В работе также приводится схема проявления воздействия электроимпульсной энергии как фактора энергосбережения при сушке.

В статье представлены результаты экспериментальных исследований по определению влияния электроимпульсной обработки на продолжительность их последующей сушки для некоторых сортов плодов и винограда и математические их модели.

Ключевые слова: *бланировка, термоплазмоллиз, энергетическая ценность, сушеная продукция, эквивалентная схема замещения, степень поражения, электромагнитная энергия, энергии излучения, электроимпульсный разряд, биологический объект, межклеточный связь, проницаемость мембраны, микротрещин на кожице, удаление воскового налета, гигроскопичность коагуляция белков, клеточная мембрана, токи проводимости, энергия и мощность единичного разряда, удельный расход энергии.*

Введение

Природно-климатическое условия центрально-азиатских республик создаёт благоприятные условия для развития садоводства, плодоводства и овощеводства.

В Узбекистане в 2017 году по сравнению с 2000 годом увеличились размеры площадей плодовых садов на 85,6 тыс. гектаров, виноградников на 13,2 тыс. гектаров. В 2017 году произведено 31,0 млн. тонн плодово-овощной продукции. Вместе с тем до 30% произведённой продукции не доходит до потребителей и это в основном связано с отсутствием энергоэффективных технологии и технических решения по их переработке (сушка, хранение, консервирование и другие). Решения возникающих проблем требует проведения комплексных исследований направленных на повышение энергоэффективности энергоёмких процессов переработки, в частности сушки учитывающей особенности объекта и требования к высушенной продукции.

Материалы и методы исследования

При изучении воздействиях электроимпульсного разряда на строения и свойства биологических объектов растительного происхождения пользовались законами биофизики, электротехники и законами передачи и поглощения энергии веществом. Изменения анатомических и ультраструктурных строений изучались микроскопическим наблюдением. Оценка биологического состояния материала проводилась по степени поражения ткани S и методом электропроводности. Экспериментальные исследования проводились на специально разработанном стенде с применением общей методики проведения и обработки эксперимента и математической теории планирования многофакторных экспериментов.

Данные о воздействиях электроимпульсного разряда на целые ягоды винограда и плоды, раскрывающие механизм поражения их клеток, в литературе освещены недостаточно и требуют специальных исследований. При решении данного вопроса нами изучены и установлены положения, имеющие либо непосредственное, либо косвенное отношение к раскрытию механизмов воздействия электроимпульсного разряда на структурное строение, биологические свойства, на параметры электроимпульсного разряда и т.д.. На основе данных, полученных при изучении электрофизических свойств, можно предложить схему распределения токов разряда и эквивалентную схему замещения ткани плодов и винограда при электроимпульсной их обработке (рис.1). В отличие от эквивалентных схем замещения, приводимых в литературных источниках, в предлагаемой схеме элементы цепи, характеризующие электропроводность (электросопротивление), приняты переменными, поскольку по мере воздействия электроимпульсного разряда изменится концентрация как клеточных, так межклеточных соков. Переменность электрофизических свойств мембраны клетки принята, исходя из возникающего перераспределения соков во внутренней и наружной ее стенках при электроимпульсной обработке. На основе литературных данных о влиянии электроимпульсного разряда на растительные материалы, с учетом особенностей строения и свойств, а также результатов наших исследований предполагаются следующие изменения в клетках и тканях плодов и винограда при электроимпульсной обработке: разрушение межклеточной связи (мацерация), увеличение пористости ткани и проницаемости мембраны за счёт свертывания мембранных белков, нарушение упорядоченности структуры воды (расслабление водородной связи между молекулами воды), образование микротрещин на коже и удаление воскового налета, а также нарушение нормального раскрытия устьица. Достоверность указанных предположений установлена на основе специальных исследований, а также по литературным данным о влиянии электрофизических факторов на биологические объекты.

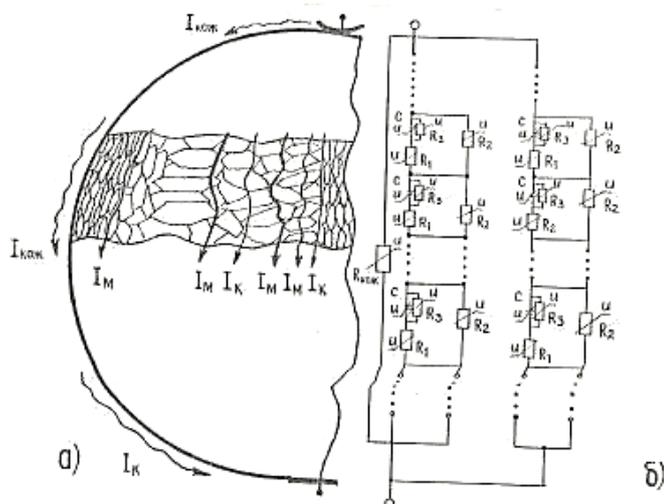


Рисунок 1 – Схема распределения тока разряда (а) и эквивалентная схема замещения ткани плодов винограда (б)

Явления сорбции и изменение равновесной влажности исследовались путем изучения пористости винограда («Черный кишмиш»), высушенного после предварительной обработки (опытный образец) и без обработки (контроль). Эксперименты проведены по существующей методике изучения гигроскопических свойств высушенных материалов [1,2]. Результаты исследований позволили установить, что поглощение влаги и достижение равновесной влажности в опытном образце происходило в среднем 1,2 раза быстрее, чем в контроле, что свидетельствует о более пористости структуры ткани, подвергнутой электроимпульсной обработке (рис. 2.).

Изменения анатомических и ультраструктурных строений при электроимпульсной обработке изучались микроскопическим наблюдением при участии биологов и цитологов.

Микроскопические наблюдения позволили установить следующее:

- кожица ягод винограда и плодов при электрообработке без перекрытия остается целой, а с перекрытием очищается от воскового налёта и по каналу разряда покрывается микротрещинами;
- при игольчатой форме потенциального электрода наблюдаются небольшие повреждения кожицы в местах ввода импульса;
- клетки ткани отслаиваются друг от друга и свободно плавают в межклеточном соке, а клеточные стенки остаются без повреждений, т.е. происходит явление мацерации.

Результаты и их обсуждения

Для проверки выдвинутого предположения на основе изложенных доводов проведено специальное исследование, предусматривающее установление интенсивности испарения воды из сока винограда «Чёрный кишмиш» обработанного электроимпульсными разрядами по сравнению с соком необработанного винограда.

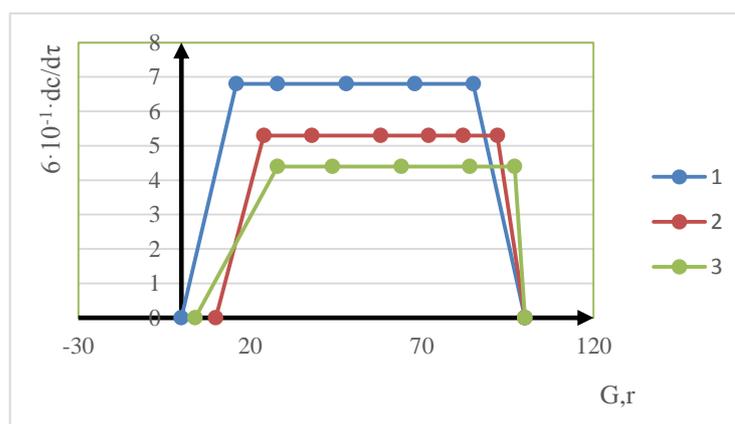


Рисунок 2 – Скорость испарения влаги: 1-из воды; 2-из сока винограда, подвергнутого электрообработке.

Для проверки выдвинутого предположения на основе изложенных доводов проведено специальное исследование, предусматривающее установление интенсивности испарения воды из сока винограда «Чёрный кишмиш» обработанного электроимпульсными разрядами по сравнению с соком необработанного винограда.

Для оценки воздействия электроимпульсной обработки в дальнейших исследованиях принимаем показатель степени поражения клетки, широко используемый при изучении электрообработки биологических объектов. Показатель степени поражения S характеризует относительное изменение биологического свойства структурного строения объекта под воздействием электроимпульсного разряда без учета изменения энергии связи влаги, имеющего место при обработке. Последний показатель влияния электровоздействия имеет существенное значение при оценке затраты энергии на сушку растительных материалов, подвергнутого электрообработке.

На основе анализа имеющихся данных о влиянии электрообработки на растительные материалы и результатов собственных исследований, представляется возможным составить структурную схему проявления воздействия электроимпульсной энергии как фактора энергосбережения при сушке (рисунок 3).

Структурная схема свидетельствует о том, что энергия электроимпульсного разряда частично поглощается материалом, частично теряется в окружающей среде в виде рассеивания электромагнитной энергии и энергии излучения.

Поглощенная часть энергии проявляется в виде теплового, механического, электрохимического и электрофизического воздействий вызывающих необратимые структурно-биологические изменения в тканях и клетках обрабатываемой продукции, оцениваемой степенью поражения биологического объекта S . Кроме того результате электрохимических и электрофизических процессов протекающих под действием $\text{grad } E$ и $\text{grad } H$, изменяются энергии связи воды с веществом и степень упорядоченности ее структуры.



Рисунок 3 – Структурная схема проявления воздействия электроимпульсной энергии как фактора энергосбережения при сушке.

Таким образом, результаты исследования позволили установить:

- основными повреждающими факторами электроимпульсного разряда являются разрядные токи, напряженность электрического и магнитного поля и продолжительность обработки (количество импульсов);

- снижение влагоудерживающей способности ткани растительных материалов в частности плодов и винограда, обработанных электроимпульсными разрядами без перекрытия, главным образом обусловлено омертвлением клеток в результате механического разрушения её цитоплазмы и межклеточной связи (мацерация) под действием гидродинамического усилия, создаваемого в разрядном канале, диссоциации ионов под действием градиента электрического поля, возникающего между внутренней и наружной стенкой клетки, а также в связи с происходящей коагуляцией белков клеточной мембраны за счет тока проводимости. Кроме того, нарушение степени упорядоченности структуры воды в клеточном соке под действием импульсного тока также снижает энергию связи молекулы воды и соответственно энергозатраты на удаление влаги при последующей сушке. Установленная закономерность электроимпульсной обработки и изменения степени поражения клеток ткани плодов и винограда требует определения взаимосвязи между основными факторами воздействия электроимпульсного разряда (U , C , n) и показателем степени поражения ткани S . На основе анализа влияния электрофизических воздействий на растительный материал и предварительных опытов нами приняты следующие параметры измерительной цепи при определении общего сопротивления ткани: напряжение измерения $U=6-8$ В, частота измерительного тока $f=10^3$ Гц. Источником энергии для измерений служит генератор сигналов типа ГЗ-33. Принятые значения U и f позволят исключить поляризацию и нагрев исследуемого объекта. В качестве

измерительных электродов использованы игольчатые электроды из нержавеющей стали, установленные на электроизоляционную основу на расстоянии 10 мм друг от друга. Для исследования влияния параметров электрообработки на степень поражения ткани плодов и ягод винограда разработан лабораторный стенд состоящий из источников импульсной энергии с емкостными накопителями, высокочастотного генератора сигналов, регулятора напряжения, измерительных приборов (киловольтметры, амперметры, вольтметры) и высоковольтного переключателя. Принципиальная электрическая схема лабораторного стенда показана на рис.4. Разработанный лабораторный стенд позволяет изменять напряжение разряда (U), емкость накопительного конденсатора (C), количество импульсов (n), вести наблюдения за показаниями приборов. По показаниям приборов определены значения тока в необработанных плодах и ягодах винограда. Затем поочередно подавались импульсные разряды на плоды или ягоды винограда, установленные на заземленные металлические поверхности через игольчатые электроды, установленные непосредственно на поверхности обрабатываемой продукции.

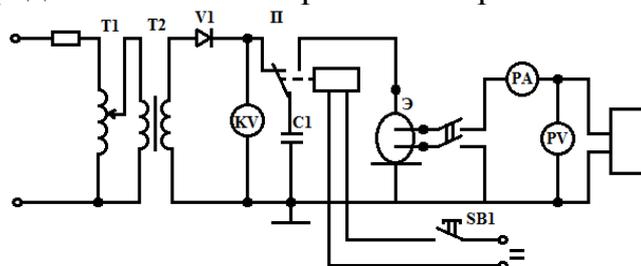


Рисунок 4 – Принципиальная электрическая схема лабораторного стенда для изучения влияния параметров электрообработки на степень поражения ткани плодов и ягод винограда

По показанию приборов вычислялась степень поражения ткани обработанных плодов и винограда в относительных единицах или в процентах к предельному значению и другие величины, характеризующие процесс (энергию и мощность единичного разряда, удельный расход энергии и т.д.).

Для более полного выявления механизма воздействия электрообработки на анатомическое ультраструктурное строение клеток ткани наряду с электрофизическим методом нами проводились микроскопические исследования плодов и винограда с привлечением биологов.

Таким образом, методика исследования электроимпульсной обработки, разработанная на основе существующих методов, с учетом технологических особенностей плодов и винограда, механизмов электровоздействия при их обработке и преследуемой цели, позволяет:

- установить параметры электроимпульсной обработки и взаимосвязь между параметрами электровоздействия и объектом обработки;
- изучить структурные (анатомические и ультраструктурные) изменения происходящие в плодах и их составных компонентах (кожице, мякоти и т.д.) при электрообработке;

- изучить энергетику процесса и установить взаимосвязь между параметрами электровоздействия и степенью поражения ткани.

В ходе исследования выявлено, что степень поражения клеток ткани зависит от энергии единичного импульса $W_{ед}$ подводимого к продукции, и количества импульсов n . При этом максимальное омертвление клеток ткани ($S = 95 - 98 \%$) достигалось при следующих параметрах: для ягоды винограда $W_{ед} = 8 \cdot 10^3$ кДж, $n=16-18$ имп; плодов косточковых и семечковых $W_{ед} = 12 \cdot 10^3$ кДж, $n=8-12$ имп.

По результатам теоретических исследований выявлены факторы определяющие протекания процесса электроимпульсной обработки: напряжение разряда (U), ёмкость разрядного конденсатора (C) и количество импульсов (n).

В качестве параметра, характеризующего обрабатываемую продукцию принята степень поражения (S).

По результатам экспериментальных исследований и их математической обработки нами получены зависимости, характеризующие изменение степени поражения ткани плодов и винограда, подвигнутых электрообработке.

На рис 5. представлена зависимость степени поражения ягод винограда сорта «Кишмиш чёрный» от напряжения электрического разряда. Анализ кривых свидетельствует о том, что увеличение напряжения разряда до 5-6 кВ сопровождается ростом степени поражения S , а дальнейшее увеличение U характеризуется снижением поражающего эффекта, что очевидно, связано с преобладанием поверхностного тока разряда над объёмными, проходящими непосредственно через мякоть ягоды винограда.

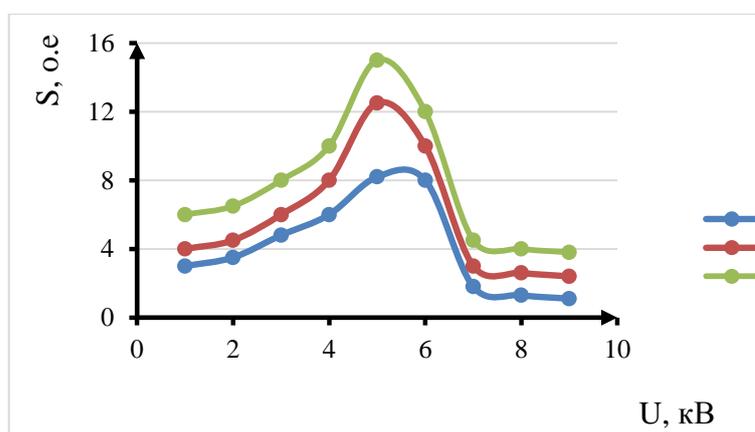


Рисунок 5 – Зависимость степени поражения ткани ягод винограда сорта «Кишмиш чёрный» от напряжения электрических разрядов $S = f(n)$ (при $C=0,1$ мкФ и числе разрядов: 1 – $n=4$; 2- $n=3$; 3 – $n=14$)

По результатам исследования влияния количества импульсов (n) на степень поражения S получены графические зависимости для плодов винограда (рис.6).

Анализ закономерностей их изменения показывает, что от воздействия первоначальных импульсов омертвление клеток происходит интенсивно, дальнейшее увеличение не даёт существенных изменений.

Полное омертвление ткани плодов и ягод винограда соответственно достигается при 8-12 и 16-18 импульсах.

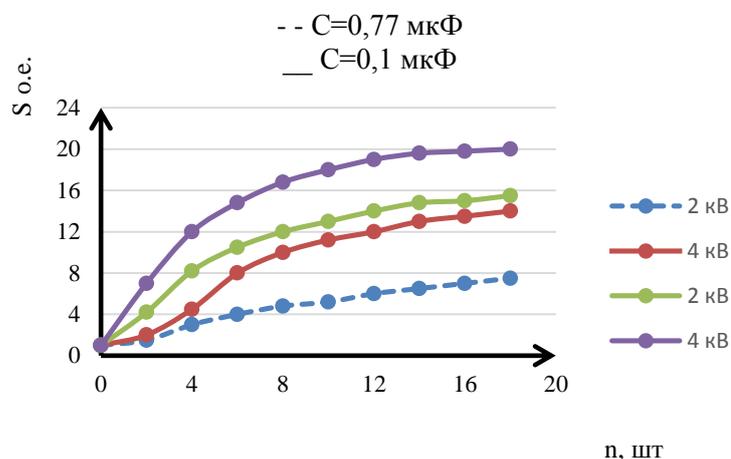


Рисунок 6 - Зависимости степени поражения ткани ягоды винограда «Кишмиш чёрный» от количество импульсов (при C= 0,77 мкФ и C=0,2 мкФ, при U=2,0 кВ и U=4,0 кВ)

Полное омертвление ткани плодов и ягод винограда соответственно достигается при 8-12 и 16-18 импульсах.

Изучение влияния ёмкости накопительного конденсатора (C) на степень поражения клетки S позволило установить взаимосвязь между ними (рис.7).

Анализ зависимости $S=f(C)$ показывает, что с увеличением емкости накопительного конденсатора до определенного значения (0,3-0,4 мкф-для ягод винограда; 0,35-0,45 мкф-для плода семечковых) повышается степень поражения ткани, а дальнейшее увеличение ввиду преобладания поверхностного разряда над объёмными сопровождается снижением эффекта поражения мякоти.

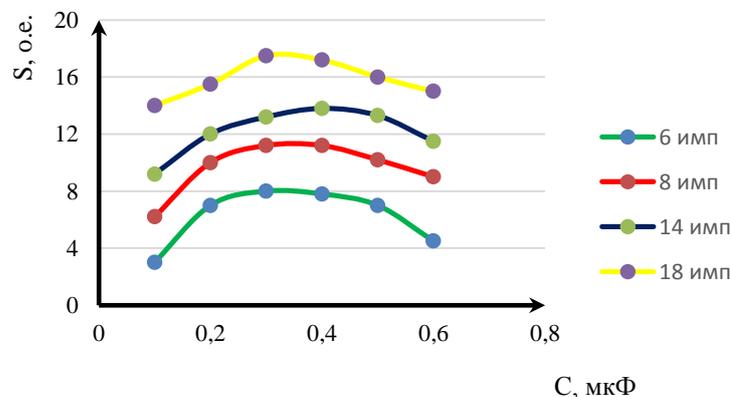


Рисунок 7 - Зависимости степени поражения винограда «Кишмиш чёрный» от ёмкости разрядного конденсатора (при U=4 кВ и количество импульсов 6, 8, 14 и 19 имп)

Одним из основных факторов, определяющих эффективность электроимпульсной обработки, является энергия единичного импульса, установление значения которого необходимо для выбора генератора импульсов высоких напряжений.

Энергию единичного разряда можно регулировать изменениям U и C .

Однако нижний предел U ограничен недостаточным эффектом обработки, верхний-возникновением дуги по поверхности ягоды, поэтому изменения энергии единичного импульса в основном добиваются изменением C .

Повышение энергии разряда за счет увеличения емкости накопительного конденсаторе приводит к более интенсивному разрушению мембран клеток, но в тоже время увеличении энергии единичного импульса привело к резкому росту удельного расхода энергии на обработку сырья (рис.8).

Максимальное омертвление ткани плоды винограда соответственно достигается при 8-12 импульсах.

Изучение степени поражения ткани ягоды винограда «Чёрный кишмиш» от напряжения разряда, количество импульсов и времени баланшировки позволило установить взаимосвязь между ними (рис.9).

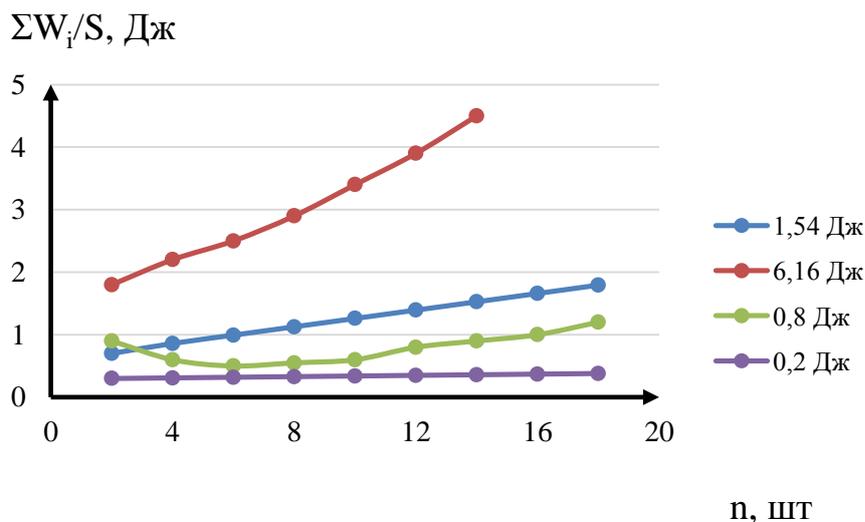


Рисунок 8 - Зависимость удельного расходе энергии от количество импульсов при различных значениях энергии импульса-0,2; 0,8;1,54; 6,16 кДж (для винограда «Чёрный кишмиши»)

Незначительное поражение ткани, ягоды винограда при жидкостной баланшировке обусловлено тем, что при обработке в течение 5-10 с термоплазмолизу подвергается лишь поверхностный слой ягоды.

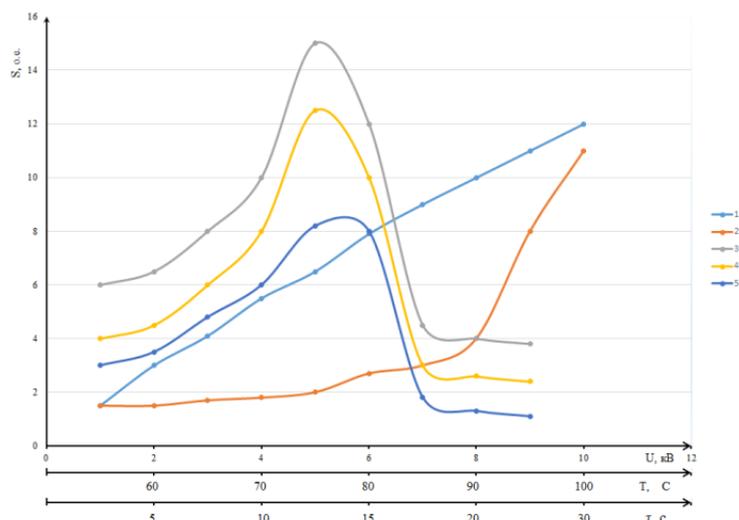


Рисунок 9 - Зависимость степени поражения ткани ягоды винограда «Чёрный кишмиш» от напряжения разряда (кривая 3,4,5), количество импульсов (кривая.1) и времени баланшировки (кривая.2)

Энергозатраты на жидкостную баланшировку составляют 250-300 кДж на 1 кг обрабатываемого винограда. Результаты экспериментальных исследований показали, что электроимпульсная обработка плодов и винограда при напряжениях разряда $U = 5-7$ кВ и емкости конденсатора $C = 0,3-0,4$ мкФ и количестве импульсов, $n = 8-18$ приводит к максимальному поражению клеток их ткани

Анализируя влияние числа импульсов на степень поражения, отметим, что от первоначальных импульсов ткань поражается более интенсивно, чем от последующих, и при определенных их значениях степень поражения ткани плодов и винограда почти неизменна, что, видимо, соответствует полной гибели живых клеток ткани.

Обработка плодов и особенно винограда, проведенная в два этапа первоначально поверхностными, а затем объемными разрядами обеспечивают интенсивную сушку в сочетании с получением высушенного сырья с хорошим товарным видом.

Для выявления комплексного воздействия основных факторов (напряжения разряда U , емкости разрядного конденсатора C , количества импульсов n) уровень их воздействия на степень поражения и для разработки математической модели процесса электрообработки некоторых сортов винограда и плодов нами проведены исследования с применением математической теории планирования многофакторных экспериментов [20,21].

На основе предварительных опытов выявлены основные факторы влияющие на степень поражения ткани плодов и винограда, основные уровни и интервалы их варьирования.

Основными факторами, влияющими на степень поражения клеток ткани, является разрядные напряжения (X_1), количество импульсов (X_2) и емкость разрядного конденсатора (X_3) (таблица.1)

Интервалы и уровни их варьирования

Таблица 1. Основные факторы влияющие на поражение клеток

Обозначение факторов		Фактор	Уровни			Интервал	Объект воздействия
Кодированное	Натуральное		-1	0	+1		
X ₁	U	Разрядное напряжение, кВ	2	4	6	2	Слива: Исфандык
			1	3	5	2	Яблоко
			3	5	7	2	Абрикосы
			2	3	4	1	«Кишмиш черный» и «белый»
			2	4	6	2	Виноград «Нимранг»
			2	3,5	5	1,5	Виноград «Гайфи розовый»
			2	3,5	5	1,5	Виноград «Мускат александрийский»
X ₂	n	Количество импульсов, шт.	6	13	20	7	Слива: Исфандык
			4	7	10	3	Яблоко
			6	9	12	3	Абрикосы
			6	12	18	6	«Кишмиш черный» и «белый»
			8	16	24	8	Виноград «Нимранг»
			8	14	22	8	Виноград «Гайфи розовый»
			6	14	22	8	Виноград «Мускат александрийский»
X ₃	C	Емкость разрядного конденсатора, мкФ	0,1	0,435	0,7	0,335	Для всех сортов винограда, яблок, слив и абрикосов
			0,2	0,6	1	0,4	

Для описания процесса электроимпульсной обработки в интересующей нас области по результатам предварительных опытов принято уравнение

$$Y = b_0 + \sum_{i=1}^3 b_i x_i + \sum_{i=1}^3 b_{ij} x_i x_j + \sum_{i=1}^3 b_{ij} x_i^2 \quad (1)$$

При вычислении коэффициентов регрессии, входящих в уравнение b_j и b_{jk} , использован план факторного эксперимента типа 2^k . После обработки результатов эксперимента, регрессивного и дисперсионного анализа получена математическая модель процесса электроимпульсной обработки плодов и винограда. Повторность опытов принята трехкратной.

При обработке результатов экспериментов и проведении статистического анализа модели процесса использованы методики, изложенные, в работах /5,6 /.

Результаты исследований позволили получить математические модели процессов электроимпульсной обработки (таблица 2.)

Регрессионный и дисперсионный анализ математической модели показал значимость коэффициентов регрессии и адекватности построенных математических моделей. Анализ математических моделей свидетельствует о

том, что все три фактора значительно влияют на степень поражения ткани ягоды винограда и плодов.

Таблица 2. Математические модели процессов электроимпульсной обработки плодов и винограда

Вид продукции	Математическая модель		Уравнение
	с кодированными переменными	с натуральными переменными	
Слива «Исфандык»	$Y = 4 + 0,62x_1 + 0,82x_2 + 1,4x_3 + 0,12x_1^2 - 0,26x_2^2 - 0,3x_3^2 + 0,05x_1x_2 + 0,51x_2x_3$	$S = 8,94 - 0,94U + 0,11n + 6,9C + 0,053U^2 + 0,1n^2 - 26C^2 + 0,19Un + 0,33Un + 2,55nC$	(2)
Яблоки	$Y = 2,4 + 1,13x_1 + 0,66x_2 + 0,8x_3 + 0,04x_1^2 - 0,15x_2^2 - 0,18x_3^2 + 0,63x_1x_2 + 0,6x_1x_3 + 0,580,6x_2x_3$	$S = 2,16 - 0,24U - 0,18n - 3,83C - 0,63U^2 + 0,29n^2 + 0,091C^2 + 0,05Un + 0,33Un + 0,95UC + 0,3nC$	(3)
Абрикос	$Y = 8,56 + 4,41x_1 + 1,49x_2 + 1,69x_3 - 1,91x_1^2 - 0,535x_3^2 + 0,59x_1x_2 + 0,99x_1x_3$	$S = -20,08 + 2,8U - 0,53n + 3,1C - 0,33U^2 - 0,01n^2 + 0,16Un + 2,95UC$	(4)
«Кишмиш белый»	$Y = 11,18 + 2,876x_1 + 2,53x_2 + 3,826x_3 - 2,31x_1^2 + 0,083x_2^2 + 0,67x_3^2 + 0,707x_1x_2$	$S = -55,18 + 2,876U + 0,42n + 11,42C - 2,31U^2 + 0,013n^2 + 5,98C^2 + 2,11UC$	(5)
«Кишмиш черный»	$Y = 11,605 + 2,447x_1 + 2,486x_2 + 3,538x_3 + 1,98x_1^2 + 0,062x_2^2 + 0,73x_3^2$	$S = -43,18 + 2,44U + 0,513n + 10,68C + 1,98U^2 + 0,017n^2 + 6,51C^2$	(6)
Виноград «Нимранг»	$Y = 7,13 + 1,87x_1 + 2,01x_2 + 1,024x_3 + 1,13x_1^2 - 0,051x_2^2 + 0,48x_3^2 + 0,83x_2x_3$	$S = -21,3 + 19,8U + 0,35n - 0,49C + 0,97U^2 + 0,015n^2 - 0,32C^2 - 0,62nC$	(7)
Виноград «Тайфи»	$Y = 6,89 + 2,08x_1 + 1,76x_2 + 1,623x_3 - 1,08x_1^2 + 0,048x_2^2 + 0,36x_3^2 - 0,56x_1x_3$	$S = -18,3 + 1,62U + 0,44n - 0,82C + 0,98U^2 - 0,033n^2 - 0,41C^2 + 0,29UC$	(8)
Виноград «Мускат»	$Y = 8,41 + 2,13x_1 + 2,07x_2 + 1,782x_3 + 1,23x_1^2 - 0,06x_2^2 + 0,51x_3^2 + 0,85x_1x_3$	$S = -21,7 + 2,01U + 0,68n + 0,95C - 0,87U^2 + 0,042n^2 - 0,25C^2 - 2,44UC$	(9)

Наиболее значимым из коэффициентов трех факторов является ёмкость разрядного конденсатора (C). Вторым по значимости в уравнениях приведенных в табл. 2 являются коэффициенты факторов X_1 , X_2 (уравнения 6,8,9).

Нами, также проводились исследования влияния разработанной технологии предварительной импульсной обработки на интенсивность последующей сушки. Исследования проводились на специальном лабораторном макете конвективной сушильной установки оснащённые специальными измерительными приборами. При установлении влияния электрообработки и параметров сушильного агента на кинетику сушки, в качестве переменных факторов, влияющих на процесс, принята степень поражения S , температура T и скорость движения сушильного агента V . Объектом исследования служили виноград «Кишмиш черный». Опыты проводились в шестикратной повторности измерением температуры и скорости сушильного агента, учетом изменения массы высушиваемой продукции и времени T . По результатам экспериментальных исследований и их математической обработки получены кривые сушки (рис. 10). Анализ кривой сушки свидетельствует о том, что средняя продолжительность сушки плодов и ягод, подвергнутых электрообработке, в 1,5-1,8 раза меньше чем у необработанной продукции. Степень влияния предварительной обработки на продолжительность процесса можно характеризовать относительным коэффициентом сокращения продолжительности сушки (K_s), определяемому как отношение продолжительности сушки не обработанной τ' продукции, к обработанной τ'' : $K_s = \frac{\tau'}{\tau''}$.

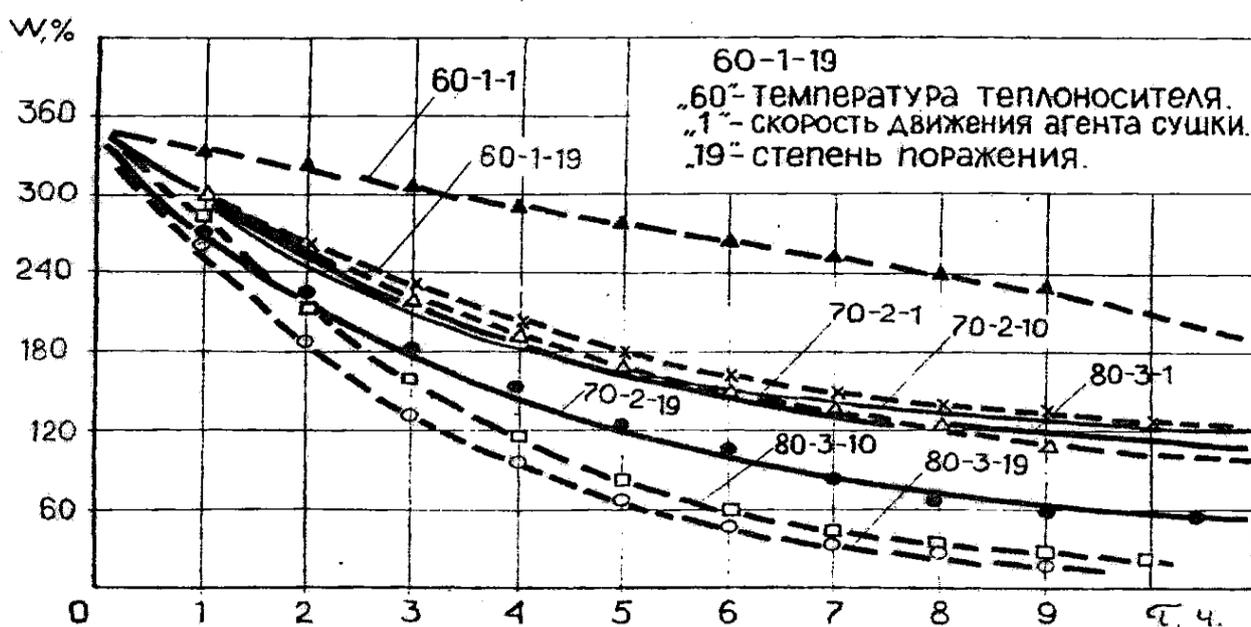


Рисунок 10 - Кривая сушки винограда «Кишмиш черный»

Выводы

1. Основными параметрами электрообработки с импульсными разрядами являются разрядное напряжение (U_p) (напряженность электрического поля), ёмкость разрядного конденсатора C и количество импульсов n ;
2. Максимальная степень поражения ткани плодов и винограда достигается при параметрах обработки $U=3-7$ кВ; $C=0,3-0,4$ мкФ, $n=8-18$ импульсов;
3. Графические зависимости и математические модели процесса электрообработки плодов и винограда характеризуют закономерности процесса и могут быть использованы в инженерных расчетах и при проектировании электроимпульсной установки;
4. Энергия единичного импульса зависит от сопротивления разрядного канала, верхний её предел ограничивается допустимой плотностью разрядного тока в местах ввода энергии (для винограда разных сортов $W=5*10^{-3}$ кДж, для плодов - $W=9*10^{-3}$ кДж), нижний - недостаточностью поражающего эффекта;
5. Жидкостная бланшировка плодов и винограда позволяет лишь незначительно поражать клетки ткани $S=2,5-5$ (в основном кожицы поверхностной ткани) при значительно больших удельных затратах энергии $W=250-300$ кДж/кг.
6. Предварительная электроимпульсная обработка обеспечивает сокращение продолжительности процесса сушки и снижение затрат энергии на ее осуществление, причем эффективность влияния степени поражения на интенсификацию сушки при значениях $S < 50$ % незначительная, дальнейшее увеличение S характеризуется резким повышением ее эффективности, а при $S > 85-90$ % наблюдается постоянство продолжительности процесса.

Список литературы

1. N.K. Thakur, N.S. Thakur *Drying of Fruits and Vegetables. Postharvest Technology of Fruits & Vegetables*, Indus Publishing Co., New Delhi, India (2000) pp. 821–895
2. Beker CGJ (2005) Energy efficiency in drying. *Stewart Post-harvest Rev* 4:8–12
3. Пенто В.Б. Технология и техника сушки. // Пищевая промышленность. 2005. № 9* - С. 14-16.
4. Tzempelikos DA, Vouros AP, Bardakas AV. Case studies on the effect on the effect of the air drying conditions on the convective drying of quinces. *Case Studies in Thermal Engineering*. 2014;3:79-85
5. Мирзаев М.М. и др. Технология возделывания и сушка винограда. - Ташкент.: Узбекистан, 1982.-41 с.
6. Moses JA, Norton T, Ala gusundaram K, et al. Novel drying techniques for the food industry. *Food Engineering Reviews*. 2014;6:43-55.
7. Erle U (2005) Drying using microwave processing. In: *The microwave processing of foods*. Schubert H, Regier M (ed), Wood-head Publ, Cambridge, England, p 142–152

8. Бойко А.Я. Электроплазмолиз растительных объектов //Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства 1977 №2. с.42
9. Romaswanny H., Voort F. R. Van de. Microwave applications in food processing // Can. Eust., Food Sci. Am Technol. Y. 1990. V. 23. № 1. P. 17–21.
10. Schreier, P., Reid, D., and Fryer, P. (1993). Enhanced diffusion during the electrical heating of foods. Int. J. Food Sci. Technol., 28, 249-260.
11. Способ подготовки плодов и винограда к сушке. А.Раджабов, М.Мирзаев, А.Мухаммадиев, Е.В.Стативкин, А.Х.Вахидов (СССР) № 3493088/ 28-13; Заявлено 22.09.82; Опубл. 15.05.84. бюл. № 18.
12. А.С.СССР №13981123. Способ подготовки дыни к сушке. Раджабов А., Муратов Х., Расулов А. 22 января 1988 г.
13. А.С. СССР №1614785. Устройства для подготовки растительных материалов к сушки. Раджабов А., Муратов Х., Файзуллаев С., Музаффаров Ш. 12 август 1990 г.
14. А.С. №1758925. Способ сушки мякоти дыни. Раджабов А., Муратов Х., Ахмедов О., 1 мая 1992 г.
15. Раджабов А., Хасанов У. Электрообработка продуктов перед сушкой //Пищевая промышленность, 1991.№4.-с.65-67
16. Раджабов А. Основы энергосберегающей технологии сушки пищевых продуктов //Вестник с/х науки, 1991. №5.-с. 68-72
17. Раджабов А., Муратов Х., Исмоилов М., Научные основы энергетического совершенствования производство сухофруктов и кишмиша. Монография. Ташкент.: Мехнат, 1993. -с.110
18. Раджабов А. Методологические основы энергосберегающей электротехнологии сушки плодов и винограда. Автореф. док. дисс. — Челябинск, 1991. — 36 с.
19. Раджабов А., Муратов Х., Исмоилов М. Научные основы энергетического совершенствования производство сухофруктов и кишмиша. Ташкент.: Мехнат, 1993. -с.110
20. Винарский М.С, Лурье М.С . Планирование эксперимента в технологических экспериментах .-Киев.:Техника,1975.-168 с.
21. Румшинский Л.З. Математическая обработка результатов эксперимента.- М.:Наука,1971.
22. Абрамов Н.В. Изучение действия электрофизических факторов на биологические объекты // Электронная обработка материалов. 1980. - № 5. - С. 57-60
23. Бородин Н.А. Выбор электрической схемы моделирования зерновой массы. // Механизация и электрификация социалистического сельского хозяйства, 1971. № I. - С. 40-41..
24. Баер В. Биофизика. - М.: Иностранная лит., 1962. - С. 430.

ЖЕМІС ПЕН ЖҮЗІМДІ КЕПТІРУДІҢ ЭНЕРГИЯ ҮНЕМДЕЙТІН ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЯСЫ

Аңдатпа

Мақалада энергия үнемдейтін электротехнологиялар жемістерді және жүзімді кептіру зерттеуінің нәтижелері келтірілген. Жүзім жемісінің құрылысы мен қасиеттеріне электр импульстік разрядтың әсер ету механизмі талданды. Разряд токтарын тарату және бөлу схемасы және электр әсері объектісі ретінде жүзім ұрығының тіндерін алмастырудың баламалы схемасы ұсынылады. Кептіру процесін қарқындандыру үшін оның энергосыйымдылығы мен кептірілген өнімнің энергосыйымдылығы оның ұзақтығына байланысты, кептіру алдында жүзімді алдын ала электр импульстік өңдеу ұсынылады, ол ылғалды жоюға кедергі келтіретін басты фактор ретінде мата жасушаларының барынша өлі болуын қамтамасыз етеді. Сонымен қатар жұмыста кептіру кезінде энергия үнемдеу факторы ретінде электр импульстік энергия әсерінің көрініс схемасы келтіріледі.

Мақалада жеміс пен жүзімнің кейбір сорттары үшін электр импульсті өңдеудің одан әрі кептіру ұзақтығына әсерін анықтау бойынша эксперименталдық зерттеу нәтижелері және олардың математикалық модельдері ұсынылған.

Түйінді сөздер: бланшировка, термоплазмоллиз, энергетикалық құндылығы, кептірілген өнім, алмастырудың баламалы схемасы, зақымдану дәрежесі, электромагниттік энергия, сәулелену энергиясы, электр импульстік разряд, биологиялық объект, жасушааралық байланыс, мембрана өткізгіштігі, қабығындағы микротрезаттар, балауыз ұшуын алып тастау, ақуыздардың гигроскопиялылығы, жасушалық мембрана, өткізгіштіктің токтары, жеке разрядтың энергиясы мен қуаты, энергияның үлестік шығыны.

ENERGY-SAVING ELECTRECHNOLOGY DRYING FRUITS AND GRAPES

Summary

The article presents the results of studies on the development of energy-saving electrotechnology for the drying of fruits and grapes. The mechanism of the action of the electric-pulse discharge on the structures and properties of grapes is analyzed. A scheme for the distribution and distribution of discharge currents and an equivalent circuit for replacing the fruit tissue of grapes as an object of electric action are proposed. To intensify the drying process, on the duration of which its energy intensity and energy content of dried products depend, a preliminary electric-pulse treatment of the grapes before drying is proposed, which ensures the maximum necrosis of tissue cells, as the main factor preventing moisture removal. The paper also shows the scheme of manifestation of the effect of electric-pulse energy as a factor of energy saving during drying.

The article presents the results of an experimental study to determine the effect of electric-pulse treatment on the duration of their subsequent drying for certain varieties of fruits and grapes and their mathematical models.

Keywords: blanching, thermoplasmolysis, energy value, dried products, equivalent replacement scheme, degree of damage, electromagnetic energy, radiation energy, electric-pulse discharge, biological object, intercellular communication, membrane permeability, microcracks on the skin, wax removal, hygroscopicity, protein coagulation, cell membrane, conduction currents, energy and power of a single discharge, specific energy consumption.

МРНТИ 66.31.90

А.Р. Кунгуров¹, С.Б. Бекбосынов¹

¹Казахский Национальный Аграрный Университет, г. Алматы, Казахстан

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ШТАБЕЛИРОВАНИЯ РУЛОНОВ ПРИ РУЛОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ УБОРКИ ГРУБЫХ КОРМОВ

Аннотация

В данной статье описывается исследование процесса штабелирования рулонов при применении в хозяйстве рулонной технологии заготовки грубых кормов. Придание захватывающему механизму дополнительной степени подвижности в горизонтальной плоскости позволяет устранить ошибку наибольшего промаха, тем самым повысить производительность агрегата при штабелировании. Определен алгоритм оптимального управления этим механизмом

Ключевые слова: технология уборки грубых кормов, рулонная технология, штабелирование рулонов, алгоритм оптимального управления механизмом, допустимая зона промаха, метод стыкования дифференциальных уравнений.

Введение

Технология уборки грубых кормов прессованием имеет неоспоримые преимущества перед способом сбора в рассыпном виде, допускающими значительные потери и большие затраты на транспортировку, составляющие свыше трети всех затрат, понесенных на сбор и использование. Она дает возможность получить транспортабельный продукт, удобный для перевозок и хранения, что в свою очередь, позволяет разрешить проблему транспорта в сельском хозяйстве путем использования универсальных прицепов.

Испытания технологий заготовки кормов, многолетний практический опыт США и Канады показывает, что по затратам труда, потерям продукта при хранении и кормлении, расходу корма на 1 кг привеса и стоимости корма, более экономична рулонная технология /1,2/. Значительным преимуществом ее также является снижение в 2,5...3 раза расхода шпагата, устойчивость рулона к проникновению осадков, уменьшение количества операций в процессе погрузки на транспортные средства и штабелирование.

Заключительной операцией технологии является штабелирование рулонов.

Материалы и методы исследования

Для погрузки сено- солоmistых и других материалов, а также многих видов штучных грузов в сельском хозяйстве промышленность поставляет универсальное погрузочное средство – стогометатель ПФ-0,75. Погрузчик – стогометатель ПФ- 0,75 навешивается на трактор МТЗ-80 и представляет собой гидрофицированный подъемный кран со сменными рабочими органами (рис.1.). В настоящее время эту операцию заполняют и с помощью

приспособления ППУ-0,5, навешиваемого на фронтальный погрузчик ПФ-0,5 или копновоз КУН-10.

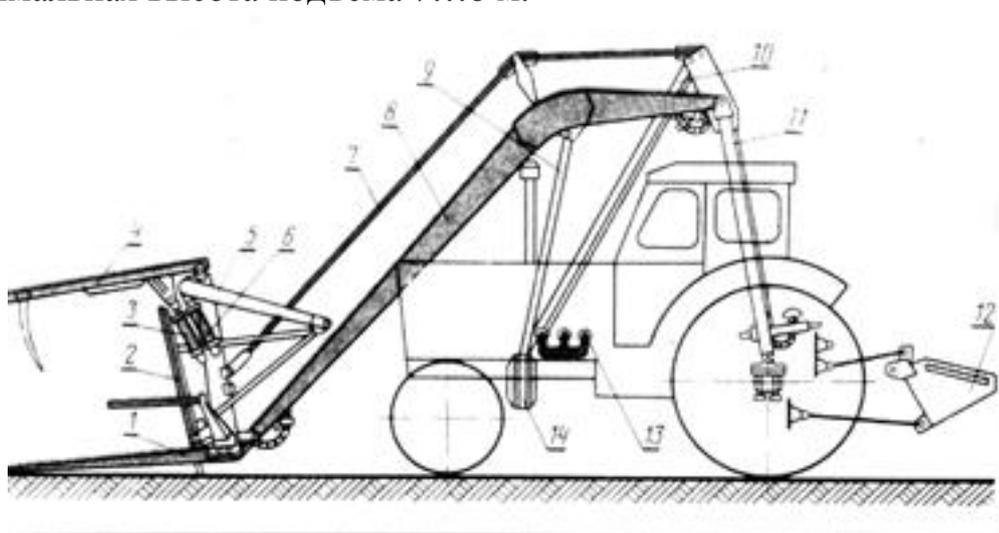
Невозможность маневрирования рабочим органом ППУ-0,5 зачастую приводит к промахам при подъезде агрегата к рулону или скирде, особенно в стесненных пространствах, из-за чего снижается производительность. Для исключения этого были проведены исследования модернизации приспособления ППУ-0,5 и оптимизации процесса штабелирования рулонов. Основными узлами стогометателя являются: рама подъема 8, опорная рама 11 и рама грабельной решетки 5. К раме грабельной решетки присоединены длинные заостренные подбирающие 1 и боковые удерживающие пальцы, и сталкивающая стенка 2. Последняя передвигается вдоль пальцев при помощи гидроцилиндра 6. Над пальцевой решеткой подвешена зубчатая накидная решетка 4, управляемая гидроцилиндром 3.

Грабельную решетку поднимают рамой 8, опирающейся на гидроцилиндры 9. Нижние концы гидроцилиндров шарнирно соединены с передней рамой 14, прикрепленной к трактору.

Рама подъема 8 присоединена к раме 11, опирающейся на полуоси трактора. Для уравнивания погрузчика в ковш 12 загружают балласт.

На погрузке сено- солоmistых материалов стогометатель работает следующим образом. Тракторист опускает пальцевую решетку перед копной и поднимает накидную решетку. Наезжая на копну, он набирает порцию сена в пальцевую решетку. Затем пальцевая решетка поднимается рамой 8, а захваченная порция сена отрывается от копны. Далее тракторист подъезжает к стогу, опускает на него пальцевую решетку с порцией сена, поднимает накидную решетку и включает сталкивающую решетку, которая выталкивает порцию на скирду.

Максимальная высота подъема 7...8 м.



1- пальцы, 2- отталкивающая стенка, 3,6- гидроцилиндры, 4- накидная решетка, 5- рама решетки, 7- тяга, 8- рама подъема, 9- гидроцилиндр подъема, 10,11- элементы опорной рамы, 12- ковш, 13,14- элементы передней рамы.

Рисунок 1 – Стогометатель ПФ-0,75

Для подъема или погрузки рулонов и их штабелирования к стогометателю создано приспособление ППУ-0,5. Работает приспособление следующим образом. Тракторист подъезжает к одной из торцевых сторон рулона таким образом, чтобы пальцы 1 оказались под рулоном и располагались параллельно его оси. В этом положении рулон фиксируется прижимом 7 и поднимается. Поскольку расстояние между пальцами меньше диаметра рулона, он не проваливается между ними.

При погрузке штучных грузов возникают значительные трудности, состоящие в том, что наибольшей продолжительностью отличаются операции «подъезд к грузу» и «подъезд к скирде». Сущность их состоит в том, что тракторист, не имея возможности точно подъехать к грузу, допускает определенные отклонения (промахи). В случаях значительных промахов он вынужден отъехать и вновь подъехать к грузу. Промахи могут совершаться как в правую, так и в левую стороны. Аналогичная картина получается и при укладке рулона в кузов транспортного средства и в штабель: при значительных промахах, когда рулон не попадает на место укладки, тракторист также вынужден повторить подъезды, но в этом случае – уже совместно с рулоном.

Из-за необходимости в дополнительных подъездах на операции подбора и укладки рулонов в среднем тратятся соответственно 30,3 и 23,3 с, что составляет 21,1 и 16,3% от общей продолжительности цикла.

Таким образом, проблема погрузки рулонов в транспорт или штабель состоит в том, что:

- из-за неточности подъезда погрузчика-штабелера к рулону теряется значительная часть времени на совершение повторных подъездов;

- один из способов решения проблемы заключается в придании вилам штабелера дополнительной степени подвижности относительно рулона.

Результаты и их обсуждения

Штабелер с дополнительной степенью подвижности исполнительных рабочих органов состоит из подвижной рамки, на которой жестко закреплены два пальца², образующие соответствующие вилы. Рамка совместно с вилами соединена со штоком гидроцилиндра³, перемещающего рамку в горизонтальной плоскости в нужном направлении. Управление этим движением выполняется с помощью гидрораспределителя 4, соединенного с гидроцилиндром рукавами (трубками)⁵. Гидрораспределитель имеет корпус и золотник 6, перемещающийся в корпусе с помощью рукоятки 7.

Процесс работы стогометателя со штабелером протекает следующим образом.

Подъезжая к рулону, механизатор опускает штабелер в нижнее положение настолько, чтобы вилы своей нижней стороной скользили по поверхности почвы. Агрегат направляется таким образом, чтобы вилы располагались параллельно оси рулона, а последний полностью вошел в створ между пальцами вил. Затем включается механизм подъема рамки стогометателя,

посредством которого рулон поднимается на нужную высоту и опускается на штабель или кузов транспортного средства (автомобиля или прицепа).

Если в процессе подъезда не удалось достигнуть того, чтобы рулон вошел в створ между пальцами, то механизатор на определенное время включает гидроцилиндр 3, шток которого сдвигает вилы в нужном направлении и на вполне определенную величину.

Поскольку скорость перемещения вил должна быть достаточно высокой и в то же время она при этом изменяется по сложной зависимости (ускоряется, а затем замедляется) уловить нужный момент переключения гидроцилиндра (переместить золотник в обратную сторону и тем самым прекратить подачу масла или дать противоток) весьма непросто. Тем более, что в связи с различной степенью неточности подъезда каждому включению должна соответствовать своя продолжительность включения и момент переключения гидроцилиндра. Поэтому периодически может возникать необходимость в повторных включениях гидроцилиндра и даже повторных заездах агрегата.

Для того, чтобы уменьшить или полностью устранить затраты времени на дополнительные переключения и заезды необходимо обоснованно подойти к выбору параметров рабочих органов (вил) штабелера и оптимизировать режим их работы.

Наибольшее распространение в мировой практике получила заготовка грубых кормов в прессованном виде. Технология заготовки в рулонах полностью исключает ручной труд, обеспечивающая комплексную механизацию всех операций и высокую производительность. Из-за простоты и меньшей стоимости по сравнению с другими пресс-подборщиками для заготовки грубых кормов он занял доминирующее положение рулонных пресс-подборщиков на рынке Казахстана.

Вместе с тем, используя ППУ-0,5, опыт показал, что безошибочная точность подъезда практически невозможна даже при самой высокой квалификации тракториста. Наибольшее отклонение от оси рулона подвода пальцев приспособления ППУ-0,5 под рулон приводит его к сдвигу с перекосом и вызывает необходимость повторного подъезда.

Распределение отклонений центра расстояния между пальцами от центра рулона показано на рисунке 2,б. Радиус рулона $r = 802$ мм, расстояние между пальцами ППУ-0,5- $h = 650$ мм, высота их от почвы $b = 40$ мм. Из рисунка 2,а видно, что допустимая зона промаха за счет маневра пальцами составит

$$\varepsilon = \frac{h}{2} - R \sqrt{1 - \frac{(R-b)^2}{R^2}} \quad (1)$$

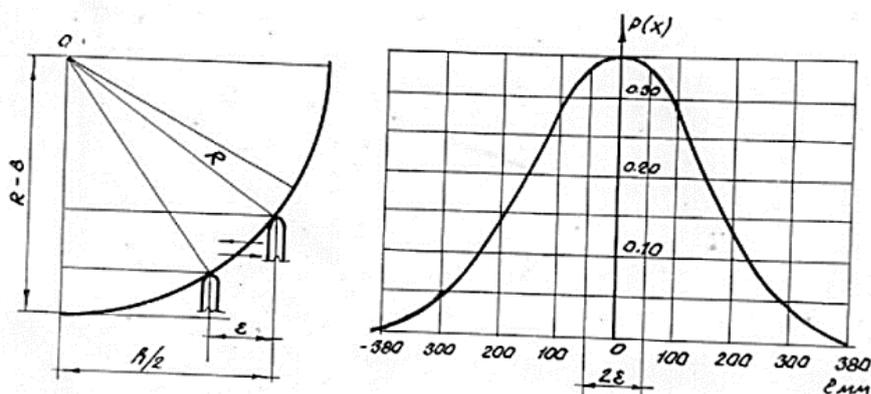


Рисунок 2 - К обоснованию допустимой зоны промаха при подборе рулона

Подставив данные, имеем $\varepsilon = 72$ мм. То есть при подводе вил к рулону тракторист может допустить отклонение от оси не более, чем на 72 мм. Вероятность того, что тракторист правильно сумеет с первого раза захватить рулон, равна:

$$P(-\varepsilon < x' < \varepsilon) = 2[\Phi(0) - \Phi(x'/\sigma)] = 2[\Phi(0) - \Phi(0,45)] = 0,347 \quad (2)$$

где x' - квантиль границы зоны допуска.

Таким образом, в 65% случаев будет промах мимо рулона и требуется дополнительный маневр. Доля времени этих повторных подъездов составляет 12,9% при подборе и 10,9%- при укладке рулона. Устранение этого, резерв для повышения производительности агрегата при штабелировании.

Для определения алгоритма оптимального управления этим механизмом (рисунок 3) составили уравнение его движения.

Обозначим:

X - перемещение золотника, см;

u - перемещение рукоятки распределителя трактора, см;

X_1 - перемещение золотника распределителя, необходимое для облегчения ускоренного движения, см;

C_1 - коэффициент усиления по скорости (см/с)/см

α - коэффициент вязкого трения нагрузки и поршня, н/(см/с);

K_Q – коэффициент усиления по расходу при нулевом перепаде давлений на поршне, (см³/с/см);

C_2 – коэффициент усиления по усилию, н/см;

M - масса вил, поршня и штока, кг;

A - площадь поршня(см²);

K_P –коэффициент усиления по давлению, (Н/см²)/см.

При перемещении золотника на величину X_1 механизму будет придана скорость dy/dt , причем вязкое трение механизма прямо пропорционально этой скорости:

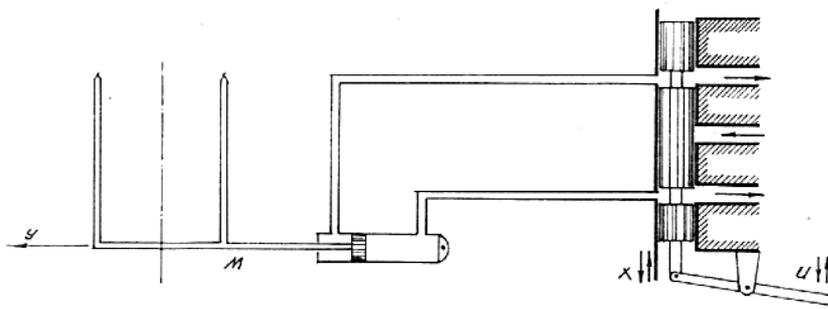


Рисунок 3 - Схема приспособления для погрузки рулонов с дополнительной степенью подвижности

При перемещении золотника на величину X_1 механизму будет придана скорость dy/dt , причем вязкое трение механизма прямо пропорционально этой скорости:

$$x_1 = \left(\frac{1}{c_1} + \frac{\alpha}{c_2} \right) \frac{dy}{dt} \quad (3)$$

Коэффициент усиления по скорости c_1 пропорционален коэффициенту усиления по расходу при нулевом перепаде давлений

$$C_1 = \frac{K_Q}{A} \quad (4)$$

Сила, вызванная перемещением механизма, равна

$$F = M \frac{d^2y}{dt^2} \quad (4)$$

$$\text{Учитывая, что } C_2 x_2 = F \quad (5)$$

$$\text{получим } x_2 = \frac{M}{C_2} \frac{d^2y}{dt^2}$$

где $C_2 = K_P A$

Приняв для упрощения решения задачи, что жидкость в цилиндре несжимаема, имеем

$$\frac{M}{C_2} \frac{d^2y}{dt^2} + \left(\frac{1}{C_1} + \frac{\alpha}{C_2} \right) \frac{dy}{dt} = x, \quad (6)$$

Подставляя численные значения: $K_P = 1400 \frac{\text{Нсм}^2}{\text{см}}$; $K_Q = 3300 \frac{\text{см}^3/\text{с}}{\text{см}}$;
 $A = 16.7 \text{см}^2$; $M = 10 \text{кг}$; $\alpha = 0.1$.

Получим дифференциальное уравнение движения механизма

$$0,085 \frac{d^2y}{dt^2} + \frac{dy}{dt} = 198.3x, \quad (7)$$

Данное уравнение характеризует динамическую систему, состоящую из интегрирующего и апериодического звеньев, соединенных последовательно.

Для механизма, описываемого уравнением (7), находим оптимальное управление, переводящее захват из положения промаха ($y = 0; \dot{y} = 0$) при $t = 0$) в рабочее положение ($y = y_n; \dot{y} = 0$) за минимальное время. На перемещение золотника механизма наложены ограничения $|x| \leq x_{max} = 0.4$ см и $y_n = 20$ см. Максимальное перемещение механизма $y_n = 20$ см взято из условия применения гидроцилиндра ЦС-55; при большем промахе возможно управление механизмом по вертикали.

Обозначив $\frac{dy}{dt} = x_1$, перейдем к системе уравнений в фазовых координатах

$$\left. \begin{aligned} 0,085 \frac{dy_1}{dt} + y_1 &= 198.3x \\ \frac{dy_1}{dt} + y_1 &= 198.3x \\ \frac{dy}{dt} &= y_1 \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Систему (8) приведем к нормальному виду, обозначив

$$\left. \begin{aligned} \frac{dy_1}{dt} &= \frac{1}{0.085} (198.3x - y_1) = f_1 \\ \frac{dy}{dt} &= y_1 + f_2 \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

Применив принцип максимума Понтрягина, введем вспомогательные переменные Ψ_1 и Ψ_2

$$\frac{d\Psi_i}{dt} = - \sum_{v=0}^n \frac{df_v(y,x)}{dy_1} \Psi_v, \quad i = 0, 1, \dots, n \quad (10)$$

Подставляя в (3.80) уравнение (3.81), получим

$$\frac{d\Psi_1}{dt} = - \left[\frac{df_1}{dy_1} \Psi_1 + \frac{df_2}{dy_1} \Psi_2 \right] = - \left[11.8 \frac{d(198.3x - y_1)}{dy_1} + \frac{dy_1}{dy} \Psi_2 \right] = 0 \quad (11)$$

Из уравнения (11) находим решения для функций Ψ_1 и Ψ_2

$$\begin{aligned} \Psi_1 &= -e^{11.8t} \left[\int \Psi_2 e^{11.8t} dt + c_2 \right] = c_1 - c_2 e^{11.8t} \\ \Psi_2 &= \Psi_{20} \end{aligned} \quad (12)$$

Составляем гамильтониан по формуле

$$H = \sum_{i=0}^n f_i(y, x) \Psi_i \quad (13)$$

Имеем

$$H = \Psi_1 11.8(198.3x_1 - y_1) + \Psi_2 y_1 \quad (14)$$

Подставляя значения Ψ_1 и Ψ_2 из (14) и рассматривая в уравнении только член, зависящий от x , имеем

$$H = \Psi_i 2340x = (c_1 - c_2 e^{11.8t}) 2340x \quad (15)$$

Из принципа максимума гамильтониан имеет максимальное значение при $x = x_{max}$, тогда

$$H'_{max} = (c_1 - c_2 e^{11.8t}) 2340 x_{max},$$

которое является необходимым условием принципа максимума, чтобы x_{max} меняло столько раз свой знак, сколько меняет его функция $\Psi_1 = c_0 - c_2 e^{11.8t}$

Мы видим, что при любых c_0 и c_2 функция Ψ_1 не более одного раза меняет знак, т.е. имеет два интервала управления. Оптимальное управление является кусочно- постоянной функцией вида

$$x(t) = G x_{max} \tag{16}$$

где $G = \text{Sign} \Psi_1(t) = \text{Sign}(c_0 - c_2 e^{11.8t}) = \pm 1$

В конце управления $x = 0, \dot{x} = 0$

При работе с ППУ-0,5 золотником распределителя управляет тракторист посредством рычага. Считая коэффициент усиления рычага по перемещению в реальной системе «оператор- машина» равным 0, имеем

$$0,085 \frac{dy^2}{dt^2} + \frac{dy}{dt} = +9,8u \tag{17}$$

при $|u| \leq u_{max} = 3\text{см}$

Из алгоритма оптимального управления (17) видно, что алгоритм управления состоит из двух интервалов управления $\mp u_{max}$. Находим моменты переключения t_1 и t_2 и оптимальный переходной процесс $y(t)$ следующим образом.

Моменты переключения определяются функцией оптимального управления "

$$t_i = f_i(\alpha_1 \dots \alpha_n, y_0; y_n; u_{max}) \tag{18}$$

Для нахождения этой функции применим метод стыкования дифференциальных уравнений со знакопеременной правой частью.

На первом интервале решения уравнения

$$y(t) = 19.8u \cdot t + c'_1 + c'_2 e^{-11.8t} \tag{19}$$

где c'_1 и c'_2 - постоянные интегрирования на первом интервале управления.

Из начальных условий $t = 0, y = 0, y' = 0$ определяются постоянные интегрирования:

$$\left. \begin{aligned} y &= c'_1 + c'_2 = 0 \\ y' &= +9.8u - 11.8c'_2 = 0 \end{aligned} \right\} \tag{20}$$

Откуда

$$\left. \begin{aligned} c_1' &= -\frac{19.8u}{11.8} = -1.67u \\ c_2' &= \frac{19.8u}{11.8} = 1.67u \end{aligned} \right\} \quad (21)$$

Решение уравнения (20) на втором интервале управления

$$y(t) = -19.8u + c_2'' e^{-11.8t} \quad (22)$$

Исключив первый корень $z = 0.5$, т.к. время в реальной системе не может быть отрицательным при положительной постоянной времени (0,085). Поэтому решением является $z = 105.7$, откуда $t_1 = \frac{\ln z}{11.8} = 0.39c$ и $t = 0.45c$.

Изображая оптимальное управление на рис.4., видим, что весь процесс управления займет по времени менее полсекунды, что практически не увеличивает время операции.

Для реализации такого закона оптимального управления погрузчику рулонов ППУ-0,5 была придана дополнительная степень подвижности (рисунок 4), т.е. произведена модернизация приспособления ППУ-0,5.

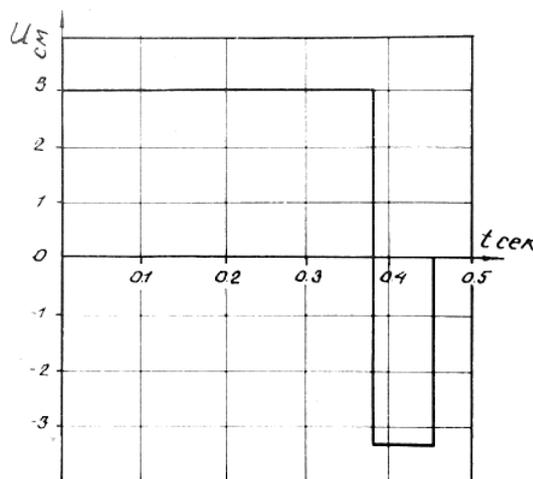


Рисунок 4 - Закон оптимального управления боковым перемещением штабелировщика

Модернизированное приспособление (штабелировщик) (рисунок 5) представляет собственно ППУ-0,5, на раму 1 которого монтировались направляющие полозья 2. По ним на четырех роликовых опорах перемещался в поперечном направлении механизм захвата рулонов 3. Перемещение осуществлялось двусторонним цилиндром, управление которым производилось от гидросистемы трактора. Рабочий процесс осуществлялся следующим образом. При подводе вил штабелировщика к рулону с некоторым промахом механизатор корректирует положение захватывающего устройства относительно рулона путем включения цилиндра перемещения. За счет этого исключаются потери времени на дополнительное маневрирование агрегата.

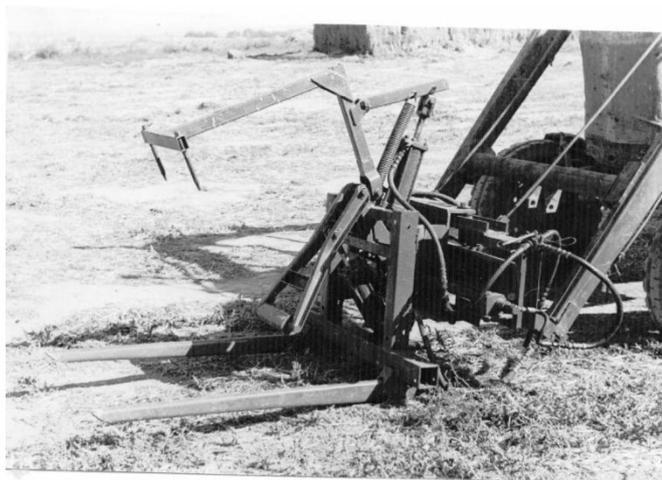


Рисунок 5 - Модернизированное приспособление для погрузки рулонов

Выводы

Таким образом, в результате экспериментальных исследований и математического моделирования определен алгоритм оптимального управления механизмом дополнительной степени подвижности в горизонтальной плоскости при штабелировании рулонов сено- соломистого материала. Конструкция штабелировщика рулонов позволяет устранить ошибку наибольшего промаха, что увеличивает производительность агрегата

Литература

1. Техничко- экономические показатели технологий уборки зерновых культур с различными способами уборки незерновой части урожая. М., Госкомсельхозтехника СССР, Минсельхоз СССР, Мин.трак. и сельхозмашиностроения, 1975,136с.
2. Оматов А.Ф.Зарубежные машины для уборки и использовании соломы. Обзорная информация. ЦНИИЭТитракторсельхозмаш, вып.9, М.,1981,34с.
3. Джеймс Х., Филипс Р., Никольс Н. Теория следящих систем. М.: Иностранная литература,1954.
4. Гуткин Л.С. Оптимизация радиоэлектронных устройств. М. «Советское радио», 1975.
5. ГутерР.С. Овчинский Б.В. Элементы численного анализа и математической обработки результатов опыта. М., Наука, 1970, с.430-431.
6. МакаровИ.М., Озерный В.М., Ястребов А.П. Принятия решения о выборе варианта сложной системы автоматического управления. «Автоматика и телемеханика», 1971,№3
7. Завалишин Ф.С. Основы расчета механизированных процессов в растениеводстве. М. Колос , 1973.
8. Мелентьев П.В. Приближенные вычисления. М. Государственное издательство физико- математической литературы, 1962.

ІРІ АЗЫҚТЫ РУЛОНДЫҚ ТЕХНОЛОГИЯМЕН ЖИНАҒАНДАҒЫ РУЛОНДАРДЫ ТЕКШЕЛЕП ЖИНАУ ПРОЦЕСІН ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа

Бұл мақалада шаруашылықта ірі азықты жинауға рулондық технологиясы пайдаланғанда рулондарды текшелеп жинау процесінің зертеуі көрсетілген. Алым механизмге жаттық жазықтықта қосымша жылжымалылық дәреже берілсе ең үлкен мұлт кету кәтесін жоюға мүмкіндік береді, осылайша агрегаттың текшелеп жинау өнімділігі жоғарлайды. Осы механизмді оптималды басқару алгоритмі анықталды.

Түйін сөздер: ірі азықты жинау технологиясы, рулондық технология, рулондарды текшелеп жинау, механизмді оптималды басқару алгоритмі, мұлт кету қатесінің шектем аймағы, дифференциалдық теңдеулерді қиюласу әдісі.

STUDY OF STACKING OF THE ROLLS IN THE ROLL TECHNOLOGY OF HARVESTING ROUGHAGE

Annotation

This article describes a study of the process of stacking of coils for application in agriculture roll technology procurement roughage. Imparting a gripping mechanism of the additional degree of freedom in the horizontal plane allows to remove the largest error penalties, thereby improve the performance of the unit when stacking. The algorithm of optimal control of the mechanism.

Key words: *the technology of harvesting roughage, roll technology, the stacking of the coils, optimal mechanism control algorithm, allowable miss zone, the method of joining differential equations.*

МРНТИ 44.37.01

А.Т. Санбетова¹

¹Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства, г. Ташкент, Узбекистан

ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЗАРУБЕЖОМ И РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЙ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ В УЗБЕКИСТАНЕ

Аннотация

В статье приведен обзор существующих производителей фотоэлектрических систем за рубежом и анализ разработки технологий фотоэлектрических систем электроснабжения Узбекистана.

Ключевые слова: фотоэлектрическая система, фотобатарея, наночастицы, фотоэлектрический модуль.

Введение

На сегодняшний день подавляющее большинство солнечных батарей, которые можно встретить на рынке, основаны на кристаллическом кремнии, оксиде цинка, титане, однако их характеристики оставляют желать лучшего. Учёные всё больше и больше интересуются устройствами на основе тонких плёнок (так называемое второе поколение солнечных батарей) и устройствами с высокой эффективностью и малой стоимостью (третье поколение). Создание некоторых из них, конечно же, требует использования наноструктур. Удачно подобранная геометрия таких структур может сократить путь, который должен пройти носитель заряда, и соответственно, увеличить эффективность.

Материалы и методы исследования

Группа учёных из General Electric предложила новый подход в создании солнечных батарей. На химически очищенную фольгу из нержавеющей стали с помощью осаждения методом распыления наносился слой Ta₂N толщиной 100 нм. Эта плёнка играет роль как контакта на тыльной стороне солнечной батареи, так и диффузионного барьера во время роста нанопроволоки. Затем на нанесённых каплях золота из смеси силана, водорода, HCl и триметилбора при температуре 65⁰ С в течение 30 минут по механизму ПЖК выращивается кремниевая нанопроволока с проводимостью р-типа (диаметр ~100 нм, длина ~16 микрон). После этого проводится отжиг при 800 0С с последующим удалением оксидного слоя. Затем нанопроволока методом PECVD покрывается аморфным кремнием (проводником n-типа) толщиной 40 нм. Это необходимо для создания фотоактивного р-n-перехода. Затем методом напыления наносится ITO для электрического связывания нанопроволочек. И, наконец, изготавливаются верхние электроды (рисунок 1).

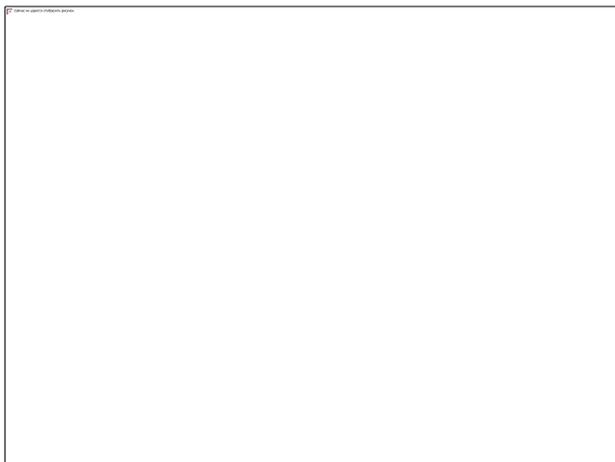
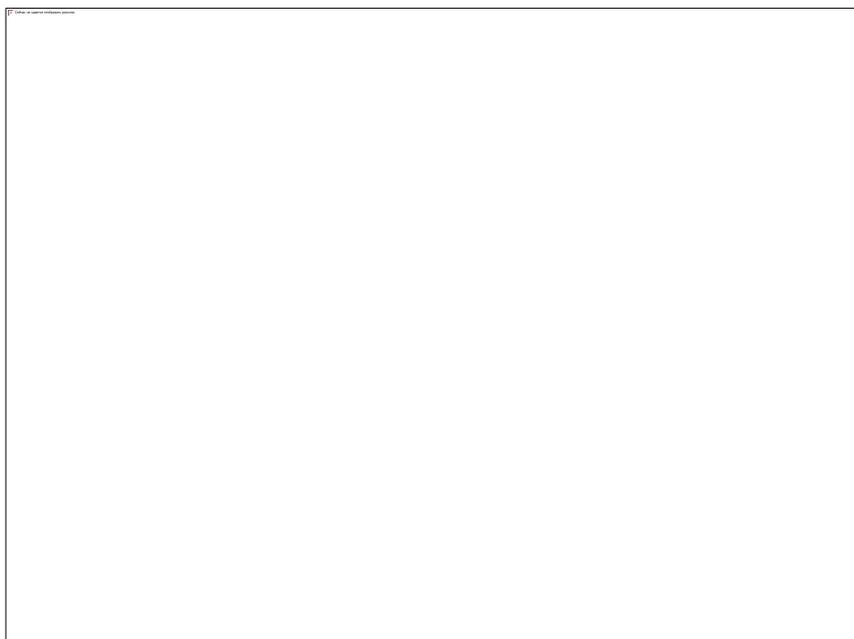


Рисунок 1 - Структура неорганической солнечной батареи на основе кремниевой нанопроволоки. (а) схематическое представление архитектуры такой батареи, массив из нанопроволок покрыт тонким слоем аморфного кремния; (б) SEM-изображения массива из нанопроволочек.



(а) Значительное снижение зеркального отражения (логарифмическая шкала) нанопроволочек (зелёный) по сравнению с тонкой плёнкой р-і-п аморфного кремния (синий); (б) Фотография планарной солнечной батареи на основе аморфного кремния (слева) и солнечной батареи на основе кремниевых нанопроволочек. Оба устройства имеют площадь 1 см² и не имеют противоотражающего слоя.

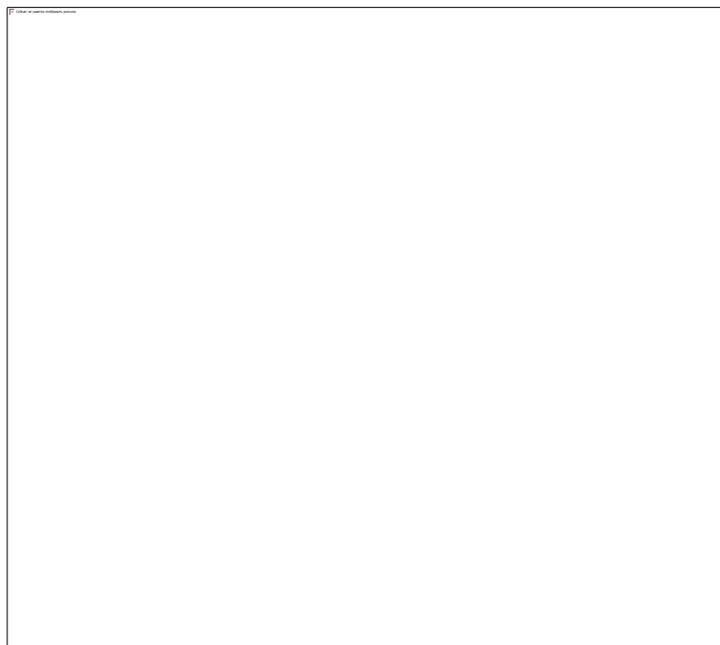
Рисунок 2 - Оптические характеристики солнечных батарей на основе кремниевых нанопроволочек.

Введение в структуру солнечной батареи аморфного кремния, по мнению учёных, должно способствовать снижению безызлучательных рекомбинаций на поверхности.

Однако существует множество факторов, которые могут снизить эффективность солнечной батареи: геометрия нанопроволочек, катализ роста

наноструктур с помощью золота, материал контакта на тыльной стороне солнечной батареи, хотя учёные надеются, что значительное количество Та не сможет продиффундировать в толщу кремниевого слоя.

Дальнейшие разработки в этой области, как считают учёные, помогут создать по-настоящему недорогие и высокоэффективные солнечные батареи.



(a) Вольт-амперная характеристика такой солнечной батареи; (b) Внешняя квантовая эффективность для таких устройств.

Рисунок 3 - Фотоэлектрические свойства солнечной батареи на основе кремниевых нанопроволочек с подложкой из нержавеющей стали

Результаты и их обсуждения

Новые фотобатареи имеют концентрация света в 2000 раз. Совсем недавно появившаяся на свет американская компания SUNRGI разработала фотоэлектрическую батарею по новой технологии, названной Xtreme Concentrated Photovoltaics (ХСРV). Как ясно из названия, она основана на необычайно высокой степени концентрации солнечного света, прежде чем он попадает на поверхность фотоэлектрического преобразователя. Сам по себе такой приём не нов. Ранее для этого неоднократно использовали зеркала и линзы Френеля. Однако SUNRGI утверждает, что успешно решила проблему нагрева солнечной батареи под "конденсированным" потоком, благодаря чему степень сжатия света перед батареями удалось довести до 2 тысяч, а с учётом потерь в оптике яркость лучей в данной установке повышается в 1600 раз.

Собранный свет попадает на высокоэффективную солнечную батарею с КПД в 37,5%. Специальная система, названная Coolmove, быстро отводит лишнее тепло от ячеек, продлевая срок их службы (рис.4). Без этого устройства солнечные панели ХСРV просто расплавились бы, их температура в таком случае превысила бы 1650⁰С.

Довершает картину система слежения за солнцем, повышающая эффективность установки. В результате последняя требует для производства одного и того же количества электроэнергии в 16 раз меньше площади, чем быстро "растущие" тонкоплёночные солнечные батареи, также претендующие на звание самых недорогих. Кроме того, утверждает компания, модульная конструкция её батарей-концентраторов тщательно продумана с целью удешевления массового производства. Выход ХСРВ был анонсирован на 11-м Глобальном энергетическом форуме (NEM 11th Annual Global Energy Forum), прошедшем в конце апреля в Вашингтоне под эгидой национальной ассоциации поставщиков энергоресурсов США. SUNRGI построила опытный образец своей системы и успешно его испытала. Промышленные образцы ХСРВ должны появиться на рынке в 2009 году.

Джеффри Гордон (Jeffrey Gordon) из Университета Бен-Гуриона и Решеф Тенне (Reshef Tenne) из Института Вейцманна собирали солнечную энергию и передавали ее в лабораторию с помощью оптико-волоконных световодов, где свет фокусировался на порошках сульфида молибдена или кварца. По словам исследователей, им впервые удалось получить нановолокна и наносферы из чистого кварца. Вольфганг Тремель (Wolfgang Tremel), специалист по неорганическим наночастицам из Университета Майнца поясняет, что главной проблемой синтеза фуллереноподобных наночастиц и нанотрубок при высоких температурах является необходимость связывания краев фрагментов для получения желаемой кривизны нанои изделия. Гордон и Тенне полагают, что использование солнечной энергии для получения наночастиц проще и дешевле методов лазерной абляции или высокотемпературного синтеза, поскольку требует лишь простую оптическую систему, доставляющую солнечную энергию к реактору. Конечно, до практического использования нового метода получения наночастиц еще далеко - для воспроизводимого получения одинаковых по форме наночастиц необходима детальная конфигурация как оптических систем, так и реактора. Дополнительно возникает вопрос - что отвечает за получение наночастиц - только температура, или еще и фотохимия. Тремель также отмечает, что в настоящем состоянии развития новая методика еще неспособна производить наночастицы в граммовых количествах. Он полагает, что одна из самых интересных черт новой методики - возможность получения новых типов фуллереноподобных наночастиц. Он добавляет, что использованные условия позволяют образование наночастиц из оксидов металлов, имеющих существенно меньшее давление паров, чем у халькогенидов металлов.

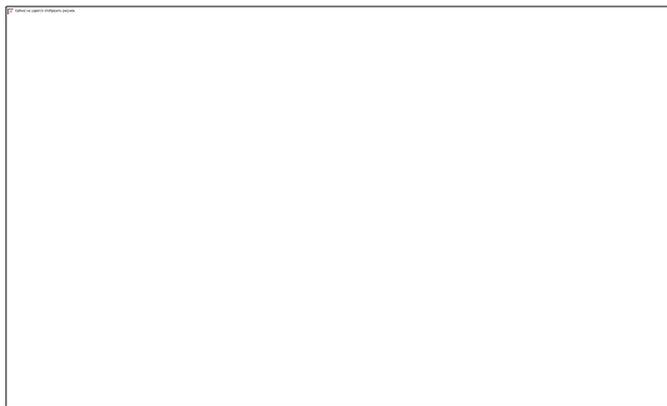


Рисунок 4 - Фотоэлектрическая батарея по новой технологии Xtreme Concentrated Photovoltaics (ХСРV), разработанная американской компанией SUNRGI.

Исследователи из Массачусетского технологического института предложили новый способ извлечения солнечной энергии, при котором окна в современных высотных зданиях играют роль панелей солнечных батарей. Технология, получившая название «солнечных концентраторов», позволяет собирать энергию солнечного света с большой поверхности окна и сосредоточивать ее по краям. Вместо того чтобы покрывать крышу дорогостоящими солнечными батареями, достаточно разместить солнечные элементы по краям плоской оконной панели. Концентрация солнечного света позволит увеличить электроэнергию, получаемую от каждого элемента, более чем в 40 раз. Для создания подобного концентратора исследователи воспользовались специальным образом подобранными красителями, которые наносятся на панель из стекла или пластика. Это позволяет поглощать солнечные лучи в довольно широком диапазоне световых волн. Полученная энергия передается на края панели, где накапливается солнечными элементами. Соответствующая концепция была разработана еще в 70-х годах, но у ученых не было технологии, позволяющей передавать энергию от центра панели на ее края без существенных потерь. Использование исследователями разных красителей, смешиваемых в различных пропорциях, позволило им добиться повышения эффективности поглощения света и перемещения его энергии. Большую часть солнечной энергии сегодня по-прежнему собирают традиционные солнечные панели, установленные на крышах. А использование солнечных концентраторов в оконных панелях представляет собой лишь более дешевую альтернативу данному способу.

Разработан проект «Солнечные огни, встроенные в оконные рамы», в котором совмещены нанотехнологии и фотовольтаика; благодаря этому возможным стало создание окон, в ночное время дающих свет от органических светодиодов (OLED). Концепт Lightway стал победителем конкурса Dyson Student Award; разноцветные светодиоды, использованные в конструкции, расположены подобно средневековой мозаике, которую можно встретить в витражах. Автор проекта Дамиан Савайо (Damian Savio) утверждает, что его

разработка очень энергоэффективна, и при потреблении 5 ватт солнечной энергии витражи будут давать свет, эквивалентный 60-ваттной лампе накаливания. Выглядит данная разработка, конечно, совершенно запредельно; особую важность она представляет, как первый прецедент использования OLED-технологии для домашнего интерьера. Не исключено, что в течение ближайших десяти лет теперь неоднократно будут появляться целые осветительные стены на органических светодиодах. Кроме того, благодаря особенностям технологии, осветительные панели могут быть гибкими, а спектр цветов практически неограничен.

Эксперты по солнечной энергии американской компании Conergy Americas, базирующейся в Денвере, и чиновники южнокалифорнийского ирригационного района Сан-Хоакин установили и ввели в эксплуатацию солнечноэнергетическую систему, которая, как полагают, является первой в мире одноосной следящей за Солнцем системой с тонкопленочными фотогальваническими ячейками. Мощность системы 419 киловатт. Это вторая фаза солнечно энергетического решения суммарным потенциалом 1,6 мегаватт, которое поможет ирригационному району сэкономить почти 400 тысяч долларов в год коммунальных затрат, позволит собрать миллионы долларов в рамках программы материального стимулирования штата и стабилизировать клиентские стоимости в разгар постигнутого штат водного кризиса.

Главная цель проекта, известного как Robert O. Schulz Solar Farm, состояла в том, чтобы стабилизировать электрические затраты, которые существенно увеличиваются в летнее время, говорит директор коммунальных систем ирригационного района Сан-Хоакин Дон Бэттлз. Помимо вышеупомянутой четырехсоттысячной ежегодной экономии системы солнечной энергии предоставляют району защиту от роста коммунальных затрат. Оба проекта включены в электрическую сеть штата, что означает, что район будет в состоянии продавать свой излишек энергии пикового времени местной коммунальной службе. Район получает 6 миллионов долларов материального стимулирования из фонда программы California Solar Initiative, разработанной для того, чтобы стимулировать солнечноэнергетические рынки, обеспечивая скидки до 30 процентов стоимости системы для фирм, государственных организаций и домовладельцев, которые становятся потребителями солнечной энергии.

Первый Президент Узбекистана Ислам Каримов подписал постановление о создании узбекско-корейского совместного предприятия ООО Uz-Shindong Silicon для разработки месторождений кварца в Джизакской области. Размер уставного капитала Uz-Shindong Silicon составит \$2,43 млн. В случае успешного проведения геологоразведочных работ и подтверждения запасов кварцитов, пригодных для производства технического кремния и монокристаллов кремния, стороны планируют создать СП для последующей разработки выявленных запасов. Поликристаллический кремний - необходимый ресурс при производстве компьютерных полупроводников и солнечных батарей. Стоимость этого вида кремния на мировых рынках

составляет \$300 тыс. за тонну. По прогнозам аналитиков, в 2008 году потребление технического кремния вырастет до 1,4 млн. тонн. Основными экспортерами этого сырья являются Бразилия, Китай, США и Норвегия, занимающие совокупно более 75 процентов мирового рынка. По мнению специалистов Госкомгеологии, Узбекистан имеет хорошие перспективы для вхождения на этот рынок. Оценочные запасы ресурсов кварцевого сырья в пяти регионах страны составляют 30 млн. тонн при содержании кремния на уровне 98 процентов. <http://capital.trendaz.com>

Научные исследования по фотоэнергетике проводятся в рамках государственных фундаментальных и прикладных научно-технических и инновационных программ. В реализации программ участвуют научные учреждения АН РУз и ВУЗы Республики.

Физико-технический институт и Институт Материаловедения НПО «Физика-Солнце», Институт энергетики и автоматики, Институт электроники, НПО «Академасбоб» АН РУз широко известны фундаментальными исследованиями и прикладными разработками в области различных видов ВИЭ: фотоэнергетики, ветроэнергетики, термодинамических преобразователей, солнечных коллекторов, гелиоматериаловедения и биогаза.

В последнее время увеличивается количество проектов, выполняемых по проблеме ВИЭ. Характер и направленность этих исследований соответствуют мировым тенденциям, первостепенное внимание в них уделяется научной стороне вопроса. Вопросы внедрения научных достижений и разработок по ВИЭ в республике носят декларативный характер и многие действующие установки, использующие ВИЭ, в основном, финансировались в рамках международных грантов.

Приоритетным направлением практического использования солнечной энергии в Узбекистане является фотоэлектрическое преобразование солнечной энергии в электрическую.

В республике насчитывается примерно 4500 чабанских стоянок и около 900 отдаленных кишлаков, в которые подача электроэнергии и питьевой воды традиционными способами затруднена. В этой ситуации единственным альтернативным способом улучшения социальных условий жизни населения, проживающего в этих поселках, является применение солнечных фотоэлектрических энергоустановок. Эти установки могут быть также использованы для подъема воды и ее опреснения, в производственных процессах, не требующих больших мощностей.

Фотоэлектрический способ преобразования солнечной энергии в республике развивается на базе результатов научных и прикладных исследований в области физики и технологии полупроводников. Разработана технология изготовления солнечных элементов на основе моно- и поли-кристаллического кремния и освоено производство фотоэлектрических установок различной мощности и назначения суммарной мощностью 10 кВт в год. Разработаны и изготовлены фотоэлектрические источники электропитания различных мощностей и комплектностей. В частности, в 2005 году по заказу

ЮНЕСКО в туристическом объекте "Аяз-кала" Республики Каракалпакстан Физико-техническим институтом изготовлена и установлена автономная фотоэлектрическая установка мощностью 300 Вт, снабженная системой аккумулирования электрической энергии с ёмкостью аккумуляторной батареи 500 А час и инвертором мощностью 1000 Вт, обеспечивающая напряжение в сети 220 В и частоту тока 50 Гц.

В 2007 году Физико-технический институт НПО «Физика-Солнце» совместно с ООО «MIR-SOLAR» на базе эффективных солнечных элементов китайской фирмы «Sunopsis» с КПД 16% отработал технологию изготовления фотоэлектрических батарей и установок различной мощности. Разработано также новое устройство - фото-тепло-преобразователь, который совмещает функции фотоэлектрической установки и солнечного коллектора. С 2008 году производится производство малой серии мощностью 2-3 кВт.

В рамках приоритета «Фотоэлектрическое преобразование солнечной энергии» предусматриваются исследования по следующим направлениям:

- разработка физических основ для создания новых поколений полупроводниковых солнечных элементов;
- усовершенствование технологии производства солнечных элементов на основе кремния, содействие внедрению фотоэлектрических установок отечественного и зарубежного производства в различные отрасли экономики Узбекистана;
- разработка и внедрение в производство фотоэлектрических станций и батарей на основе солнечных элементов отечественного и зарубежного производства, адаптированных к жарким климатическим условиям Узбекистана;

Исследования направлены на создание солнечных элементов нового поколения с эффектом множественной генерации электронно-дырочных пар на основе нанокристаллических слоев полупроводников. Будут разработаны фотоэлементы нового поколения на широкозонных полупроводниковых материалах и новых структурах, фототермовольтаические элементы с рабочим диапазоном в области ИК излучения. Будут разработаны материалы и покрытия, отражающие ИК излучение и пропускающие излучение с энергией более 1 эВ, для уменьшения тепловых потерь в фотоэлектрических установках. Особое внимание будет уделено созданию полупроводниковых материалов для преобразователей теплового ИК излучения в электрическую энергию.

Прикладные исследования направлены на разработку и создание фотоэлектрических систем адаптированных к климатическим условиям Узбекистана с мощностью от нескольких Ватт до 1 кВт. Будет разработана конструкция комбинированного фото тепло преобразователя, предназначенного для снабжения потребителей электричеством и горячей водой. Будут разработаны и оптимизированы комплектующие блоки фотоэлектрических систем, включающие в себя аккумуляторные батареи, контроллер и инвертор, а также экономичные осветительные лампы на основе современных светодиодов высокой яркости.

Список литературы

1. *www.ren21.net*. Renewable Energy Policy Network for the 21st Century.
2. Перспективы развития возобновляемой энергетики в Узбекистане. UNDP, Ташкент, 2007. <http://www.undp.uz/>.
3. Проект ПРООН UZB/02/M01. «Чистая энергия для сельских общин Каракалпакстана». Информационный доклад. Ташкент, 2004 г.
4. Абдурахманов Б. М., Акбаров Ш.К., Анарбаев А.И., Захидов Р.А., Таджиев У.А. Фотоэлектрическая станция с двухосным слежением за Солнцем. Международный журнал «Гелиотехника». №3, 2007. сс.33-82.
5. А.И.Анарбаев, Р.А.Захидов, Н.И.Орлова, У.А.Таджиев. Районирование территории Узбекистана по комплексу метеофакторов, влияющих на эффективность работы солнечных систем горячего водоснабжения. // «Гелиотехника», №2, 2008. 62-73 сс.
6. Дж.Твайделл, А.Уэйр. Возобновляемые источники энергии. М., Энергоатомиздат, 1990, 391 с.

ШЕТЕЛДЕ ЖҰМЫС ІСТЕП ТҮРҒАН ФОТОЭЛЕКТРЛІК ЖҮЙЕ ӨНДІРУШІЛЕРІНЕ ШОЛУ ЖӘНЕ ӨЗБЕКСТАНДА ЭЛЕКТРМЕН ЖАБДЫҚТАУДЫҢ ФОТОЭЛЕКТРЛІК ЖҮЙЕСІНІҢ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ӘЗІРЛЕУ

Аңдатпа

Мақалада, шетелдегі қолданыстағы өндірушілердің фотоэлектрлік жүйелерді келтірілген шолу және Өзбекстандағы фотоэлектр жүйелерін электрмен жабдықтау технологиясыан талдау жасалған.

Түйін сөздер: *фотоэлектрлік жүйелер, фотопатареи, наноталшықтар, фотоэлектрлік модуль*

REVIEW OF EXISTING MANUFACTURERS OF PHOTOELECTRIC SYSTEMS BY FOREIGN COUNTRIES AND DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES OF PHOTOELECTRIC ELECTRICAL SUPPLY SYSTEMS IN UZBEKISTAN

Annotation

The article provides a review of the existing manufacturers of photovoltaic systems abroad and analysis of technology development of photovoltaic power systems in Uzbekistan.

Keywords: *photovoltaic systems, photo batteries, nanoparticles, photovoltaic module*

МРНТИ 68.01.84

Т. Таменов¹, М. Бексултанов¹, О. Матаев¹

¹Казахский национальный аграрный университет, г. Алматы, Казахстан

ВНЕДРЕНИЕ АЭРОДИАГНОСТИКИ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ В ЦЕЛЯХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ НАДЕЖНОГО И БЕСПЕРЕБОЙНОГО ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Аннотация

Линии электропередачи требуют постоянного и тщательного осмотра, пренебрежение этим правилом может привести к авариям с отключением линии электропередач и дорогостоящим последствиям. Идея использовать беспилотные летательные аппараты - это безопасный и оперативный вид мониторинга, который позволяет следить за ситуацией на ЛЭП, в научной статье приложены обзоры методов и средства по ее реализации. Выделены актуальные проблемы эксплуатации ВЛ и возможные причины нарушения их работы на основе анализа статистики отказов ВЛ.

С целью решения представленных проблем предлагается разработка диагностического комплекса для оценки состояния ВЛ, состоящего из трех подсистем: беспилотного летательного аппарата (мультикоптера) с модульными диагностическими блоками, беспилотного летательного аппарата планерного типа и системы оценки состояния ВЛ. Оценка состояния ВЛ и в том числе рекомендации по их дальнейшей эксплуатации, выполняются на основе методов искусственного интеллекта, на базе данных, полученных с помощью мультикоптера и беспилотной авиасистемы. Проведенный анализ показал, что разрабатываемый комплекс позволит решить актуальные проблемы эксплуатации ВЛ и увеличить надежность их работы.

Ключевые слова: БПЛА, ЛЭП, электроэнергетика, квадрокоптер, аэромониторинг.

Введение

Сегодня, в Казахстане основные проблемы, связанные с эксплуатацией и контролем состояния воздушных линий (ВЛ) различных классов напряжения, условно можно разделить на три вида:

- отсутствие системного подхода в организации обслуживания, контроля и оценки состояния, планирования и производства ремонтов ВЛ;
- отсутствие четкой системы подготовки и ведения полной и качественной базы данных по ремонтно-эксплуатационной и нормативно-технической документации;
- недостаточность уровня подготовки линейного и инженерно-технического персонала электросетевых предприятий для решения фактических задач эксплуатации ВЛ.

В связи со всеми вышперечисленными проблемами, очевидна необходимость не просто системы диагностики или разработки новых методов контроля состояния ВЛ, а комплексной системы, способной на основе всей полученной информации формулировать необходимые решения по дальнейшей эксплуатации этих ВЛ. Применение БПЛА позволяют оперативно получать

данные о состоянии энергетической инфраструктуры, не ограничивая энергоснабжение потребителей. При обследовании ЛЭП, оценивается состояние опор, кабелей и охранной зоны. Определяется точное положение проводов и тросов, подробная съемка позволяет рассмотреть опоры, изоляторы, арматуру и провода в мельчайших деталях.

Также необходимо подчеркнуть речь из послания Президента Республики Казахстан Н.А. Назарбаева народу Казахстана. 10 января 2018 г. «Необходимо разработать и апробировать новые инструменты, направленные на модернизацию и цифровизацию наших энергетических предприятий»

Материалы и методы исследования

В настоящее время развитие технологий разработки и применения беспилотных авиационных систем и летательных аппаратов (БПЛА) представляет практический интерес для мониторинга технического состояния объектов электросетевого хозяйства. Это современный, удобный, безопасный и оперативный вид мониторинга, который позволяет существенно сократить трудозатраты при проведении диагностических, плановых и аварийно-восстановительных работ. На (рисунок 1) указан принцип съемки ЛЭП с помощью дрона планерного типа.

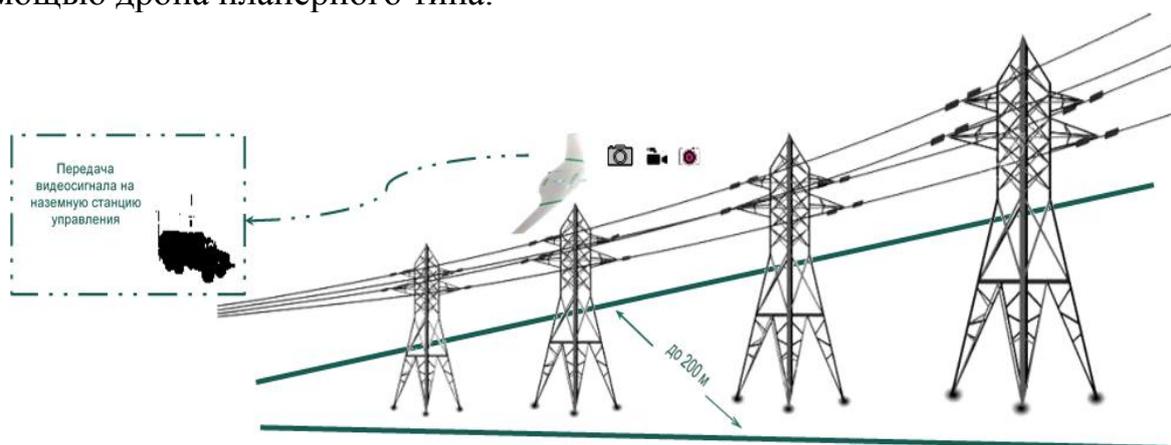


Рисунок 1 - Применение БПЛА самолетного типа при аэродиagnosticе ЛЭП

В данной работе предпринята попытка решения существующих проблем на основе разработанной системы оценки состояния ВЛ, состоящей из средства обеспечения диагностики (представленного в виде мультикоптера со съемными блоками), беспилотной авиа системы и математической модели (реализуемой в дальнейшем в виде программного комплекса), для определения оптимальных решений для последующей эксплуатации ВЛ, в том числе корректировки циклов ремонтных работ, повышения эффективности эксплуатации, а также для решения задач технического перевооружения и реконструкции воздушных линий. Более того, математическая модель, в данном случае, позволит не только создать базу данных на основе полученных измерений, но и анализировать полученную статистику и выявлять различные связи и зависимости. Также полученная информация может быть использована в

рамках решения задачи управления электросетевыми активами и для повышения точности оценки состояния ВЛ. Разработанная модель мультикоптера конструктивно представляет собой мультикоптер со съемными блоками: управления, диагностирования, измерений и передачи и хранения данных. Каждый блок выполняет свои функции, но измерительный и диагностический блоки могут быть «дополнены в зависимости от необходимости детализации оценки состояния доукомплектованы необходимым оборудованием для проведения требуемых измерений или испытаний. На (рисунок 2) указан принцип съемки ЛЭП с помощью дрона планерного типа.

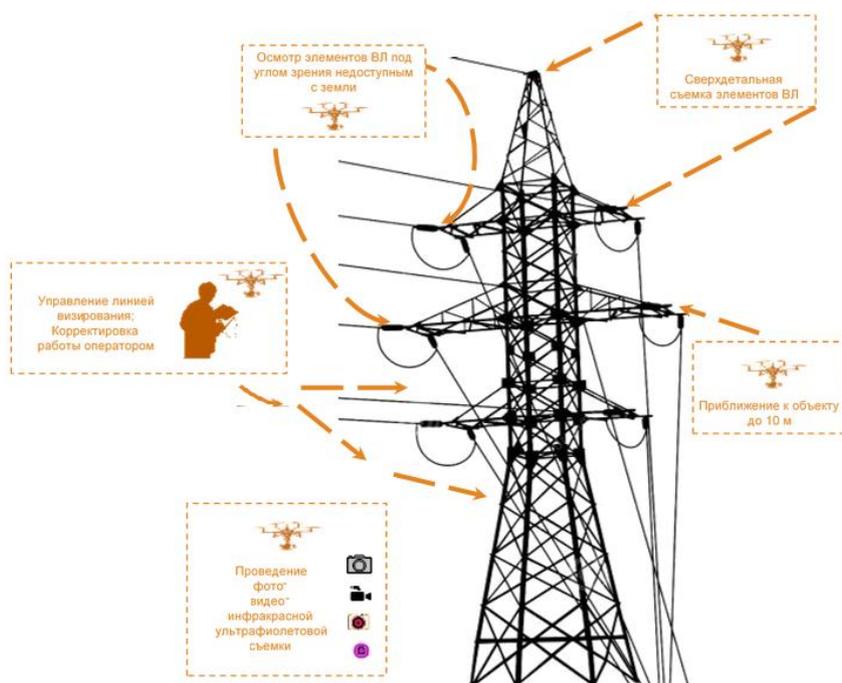


Рисунок 2 - Применение БПЛА квадрокоптерного типа при аэродиagnosticе ЛЭП

Математическая модель для оценки состояния ВЛ выполняется на базе агрегированной информации, полученной с мультикоптера с помощью методов искусственного интеллекта на базе разработанной системы принятия решений.

Результаты и их обсуждения

Для определения степени актуальности задачи диагностирования воздушных ЛЭП был произведен анализ статистики повреждений воздушных ЛЭП.

Все отключения ЛЭП были укрупненно разделены на три основные группы:

- 1) когда отключения происходят по вине эксплуатирующей организации (пробой изоляторов, перегорание проводов и грозотросов, повреждение опор, падение древесины, неправильная работа устройств защиты и др.);
- 2) отключения по вине сторонних организаций и третьих лиц (набросы, подсечка проводов, валка деревьев и др.);

3) отключения из-за стихийных бедствий (в результате гололеда, сильного ветра, наводнения, пожара, грозы и др.).

На рисунке 3 представлена динамика изменения количества отключений для каждой из групп в период 2013–2016 гг. На рисунке 4 представлена динамика изменения количества часов вынужденного простоя поврежденных ЛЭП за рассматриваемый период.

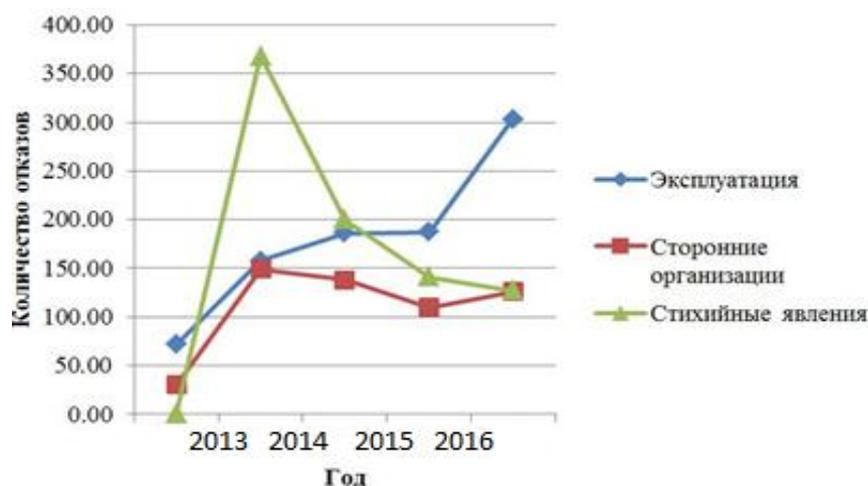


Рисунок 3 - Изменение количества отключений ЛЭП из-за различных типов повреждений по годам

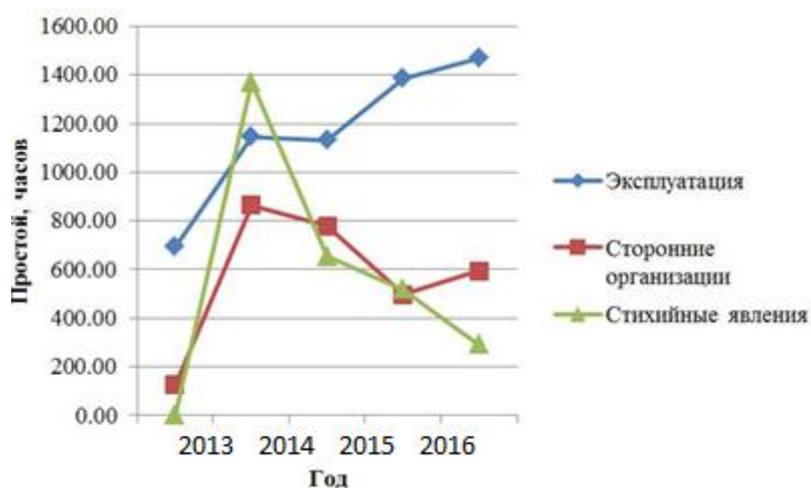


Рисунок 4 - Изменение времени простоя ЛЭП из-за различных типов повреждений по годам

Из рисунка 3 и рисунка 4 видно, что наибольший ущерб приходится на отключения по вине эксплуатирующей организации, другими словами из-за несоответствующего или несвоевременного обслуживания и диагностирования состояния ЛЭП и ее элементов. Заметим, что отключения данного типа влекут за собой самые длительные простои ЛЭП, что, в свою очередь, может привести

к серьезному ущербу из-за недостатка электроэнергии. Более того, количество повреждений данной категории имеет склонность к увеличению с каждым годом, что также нельзя не учитывать.

В представленной работе был выполнен более детальный анализ повреждений первой группы – по вине эксплуатирующей организации.

В рамках анализа рассматривались устойчивые повреждения, т.е. те повреждения, которые приводят к отключению ЛЭП и влекут за собой значительные издержки. При этом отключения были разделены на группы по повреждаемому элементу: провода, грозозащитные тросы, изоляторы, опоры. В отдельную группу были выделены отключения вследствие падения деревьев.

На рисунке 5 представлены графики распределения отключений в период 2013-2016 года.

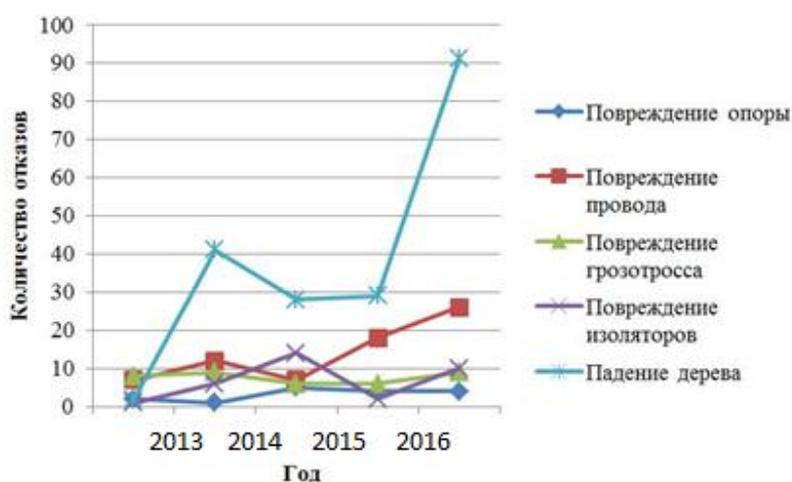


Рисунок 5 - Изменение количества отключений ЛЭП из-за различных типов повреждений по вине эксплуатации по годам

Из рисунка 5 видно, что реже всего повреждаются конструкции опор, а чаще всего отключения происходят из-за падения деревьев. Причем тенденция повреждаемости проводов и падений деревьев имеет явно положительную динамику. Произведенный анализ статистики отключений показал, что задачи диагностирования воздушных ЛЭП играют важную роль для обеспечения надежной работы энергосистемы. Представленные причины отказов ЛЭП позволяют сделать вывод о видах диагностирования, которые целесообразно выполнять для снижения вероятности повреждений, вне зависимости от того, носят ли они обязательный характер, согласно нормативной документации. На основе выполненного анализа и была выполнена оценка существующих методов диагностирования по наиболее крупным узлам (для которых, согласно статистике, наиболее часто характерны отключения) и выявлены наиболее информативные методы для определения состояния ЛЭП и ее элементов.

Поэтому автоматизация в таких условиях необходима не только на уровне диагностирования состояния оборудования, но и на уровне анализа

результатов, полученных в ходе использования этих методов, – для повышения точности оценки состояния ЛЭП и определения корреляционных связей и зависимостей отключений от различных факторов.

Потребность в разработанной системе объясняется необходимостью обеспечивать максимально автоматизированную оценку состояния ЛЭП на базе различных методов диагностирования и измерений при минимально возможном участии человека в течение длительного периода времени и при минимально возможной стоимости ее внедрения.

На сегодняшний день известно несколько способов размещения оборудования для диагностирования (измерений) состояния ЛЭП:

- стационарное – в виде систем мониторинга, устанавливаемое на самой ЛЭП и ее элементах, как, например, в системах Dilin,
- портативное – в виде систем периодического контроля, т. е. с помощью переносной диагностической и измерительной аппаратуры.

Портативная реализация в свою очередь может быть условно разделена на два вида: обследования ЛЭП с земли и с воздуха. Сегодня аэродиagnostика реализуется с помощью пилотируемых летающих аппаратов (привлечение малой авиации или, для высоких классов напряжения ЛЭП, многоцелевых вертолетов типа Ми-2, Ми-8).

Очевидно, что стационарное оборудование для оценки состояния ЛЭП с точки зрения эксплуатации является наиболее надежным и обладает повышенным рабочим ресурсом по сравнению с аэродиagnostикой, но требует существенных финансовых вложений на закупку, монтаж и эксплуатацию оборудования. Аэродиagnostика в противовес стационарным системам позволяет исследовать протяженные участки ЛЭП при помощи одного аппарата, что существенно снижает затраты на обслуживание и диагностику ЛЭП, а также позволяет осуществлять методы профилактического контроля ВЛ в труднодоступной местности.

Среди всех видов аэродиagnostического оборудования приоритетным направлением является использование БПЛА, так как пилотируемые аппараты требуют существенных вложений по сравнению с БПЛА, как с точки зрения оснащения самого оборудования необходимыми дополнительными системами, так и с точки зрения подготовки персонала.

Были проведены облёты воздушных линий электропередачи филиала АО «КЕГОС» с применением беспилотных летательных аппаратов. По результатам аэрофотосъемки с квадрокоптера и дрона планерного типа, обработки данных и анализа были получены следующие результаты.

На первоначальном этапе были определены неисправности в подвесах и арматуре, контактных соединений, на проводах и грозотросах. Проведен анализ состояния заземляющих устройств, неисправности опор и фундаментов (рисунок 6).

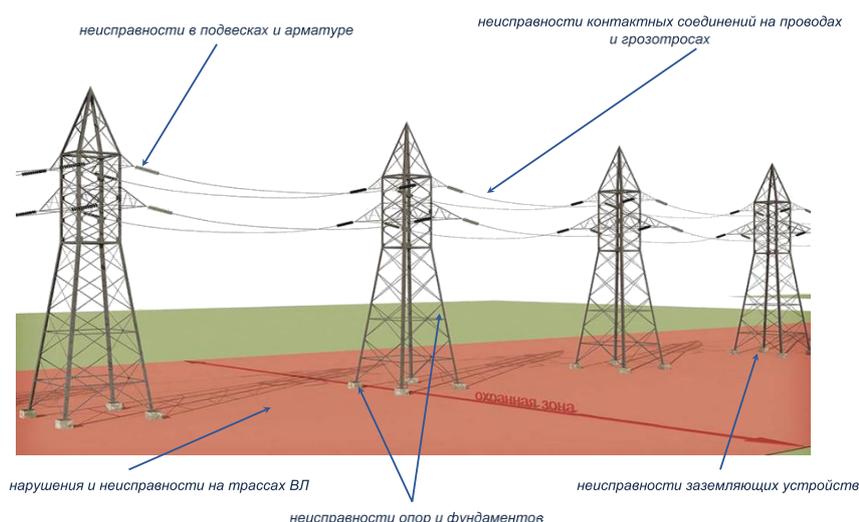


Рисунок 6 - Определение состояния заземляющих устройств, неисправности опор и фундаментов.

Измерение расстояний от хозяйственно-производственных объектов до ВЛ, определение размеров, площадей и высот объектов, осуществлялось в специализированных программных комплексах, после обработки результатов аэрофотосъемки в камеральных условиях. Результаты данных наблюдений и измерений позволяют определить наличие в охранной зоне ВЛ расположение различных видов и типов объектов и рассчитать их пространственные параметры.

По результатам аэрофотосъемки, на этапе обработки данных были произведены расчеты площадей зарастания зеленых насаждений в границах охранной зоны ВЛ высотой более 3 м. После автоматического подсчитывания количества деревьев их диаметра и кубатуры древесины была выявлена густая растительность, которая в случае сильных порывов ветра могла бы упасть в пределах ЛЭП. Результаты расчетов позволяют в дальнейшем эффективно произвести расчеты затрат на проведение работ по вырубке и очистке охранной зоны ВЛ от зеленых насаждений.

Визуальная оценка состояния опор ВЛ производилась как в оперативном режиме (видеоконтроль), так и по результатам обработки данных аэрофотосъемки в камеральных условиях. В процессе обработки результатов производилась общая оценка состояния опор ВЛ, наличие крупных деформаций и повреждений. По результатам обработки аэрофотосъемки с БПЛА самолетного типа производился подсчет количества изоляторов, обнаружение следов перекрытия. Также по результатам обработки аэрофотосъемки БПЛА самолетного типа были определены целостности грозозащитного троса или его обрыва.

На рисунке 7 показано состояние подвеса грозотроса и гасителя колебаний.



Рисунок 7 - Состояние подвеса грозотроса и гасителя колебаний.

После использования БПЛА типа мультикоптер, мы обработали фото и видеоматериалы, в целях детальной оценки состояния оборудования и выявления трещин и сколов тарелок изоляторов. На рисунке 8 показана оценка состояния контактных соединений.

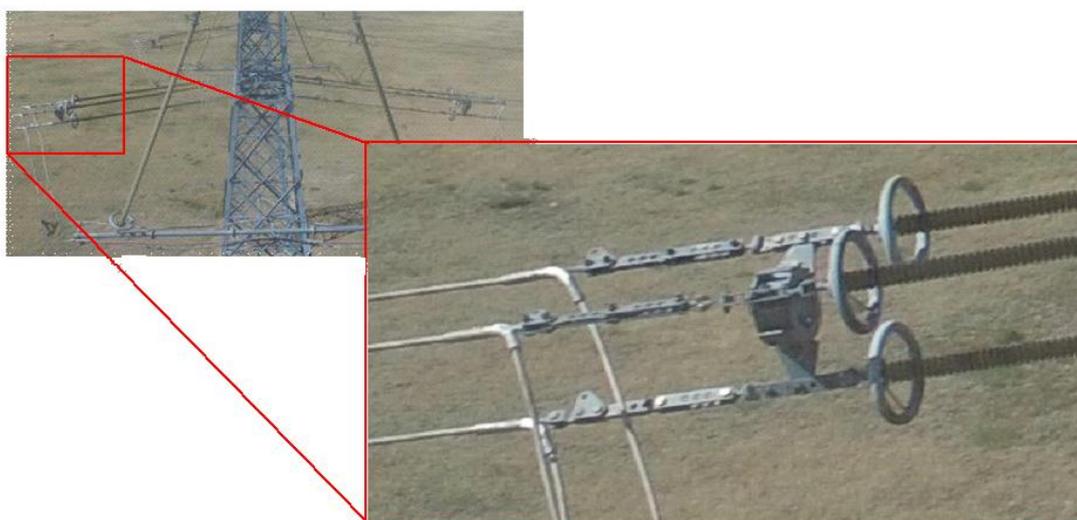


Рисунок 8 - Оценка состояния контактных соединений

По данным съемки с БПЛА мультикоптерного типа были выявлены места ремонтных соединений на проводах. Оценка наличия или же отсутствия отдельных элементов опор.

При анализе инфракрасной (тепловизионной) съемки с БПЛА мультикоптерного типа, были выявлены элементы подверженные локальному разогреву выше остального фона, были определены участки, где происходили большие потери электроэнергии. На рисунке 9 показана съемка с тепловизионной камеры.

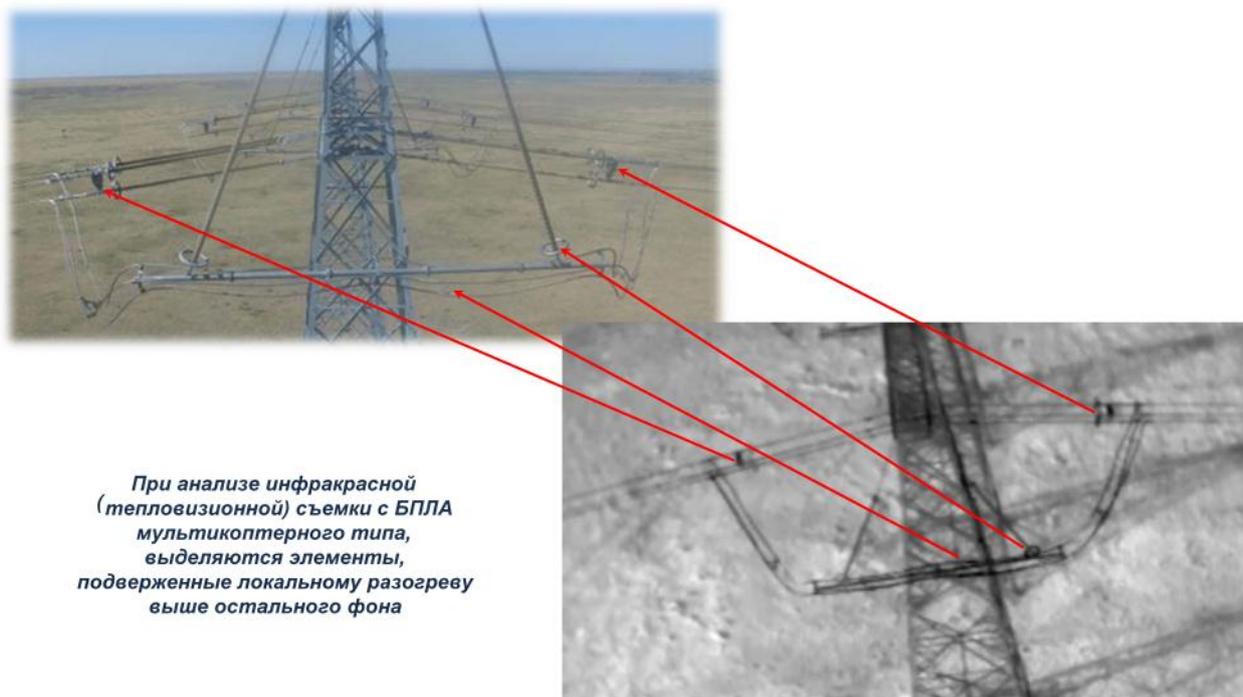


Рисунок 9 - Выявление элементов подверженных локальному разогреву выше остального фона

Выводы

Анализ статистики отключений ВЛ, представленный в данной статье, наглядно демонстрирует необходимость поиска новых решений в области оценки их технического состояния и еще раз подчеркивает актуальность представленной работы.

Разработанный комплекс оценки технического состояния ВЛ является совокупностью не только средств диагностики и измерений с помощью различных методов, но и интеллектуального анализа полученных в ходе этих измерений данных. Также данный комплекс направлен на решение существующих проблем, связанных с эксплуатацией БПЛА и на повышения эффективности их использования для анализа состояния ЛЭП.

Список литературы

1. Положение об экспертной системе контроля и оценки состояния и условий эксплуатации воздушных линий электропередачи 110 кв и выше. 153 стр.
2. Web-сайт компании «оптЭн лимитед»: <http://www.opten.cnt.ru>
3. Дикой В.П., Овсянников А.Г. Электромагнитная аэроинспекция воздушных линий электропередачи // Электрические станции. — 1999. 43-48 стр.
4. Дикой В.П., Овсянников А.Г., Щетинин В.В. аппаратура для диагностики линий электропередачи при воздушных облетах.
5. Арбузов Р.С., Овсянников А.Г. Современные методы диагностики воздушных линий электропередачи. — новосибирск: наука, 2009. — 137 стр.
6. Web-сайт международной федерации робототехники: <http://www.ifr.org>

7. Web-сайт международной ассоциации беспилотных систем: <http://uvs-international.org>

ТҰТЫНУШЫЛАРДЫҢ СЕНІМДІ ЖӘНЕ ҮЗІЛІССІЗ ЭНЕРГИЯ ҮНЕМДЕУІН ҚАМТАМАСЫЗ ЕТУ МАҚСАТЫНДА ӘУЕ ЖЕЛІЛЕРІНІҢ АЭРОДИАГНОСТИКАСЫН ЕНГІЗУ

Аннотация

Электр желілері тұрақты және мұқият тексеруді қажет етеді, бұл ереженің бұзылуы аса қымбатқа түсетін шығындарға және электр желісінің өшуіне әкеліп соғады. Ұшқышсыз ұшу аппараттарын пайдалану идеясы – қауіпсіз әрі мониторингтің жедел көрінісі, электр желілерінің жұмыстарын қадағалауға мүмкіндік береді, ғылыми жұмыстарда әдістемелер мен іске асыру құралдары қоса жүктелген. Әуе желілерінің пайдалану барысындағы өзекті мәселелері және ақаулардың статистикасын талдау негізінде олардың жұмысының бұзылуының ықтимал себептері көрсетілген.

Әуе желілерінің жағдайын бағалау үшін, ұсынылған мәселелерді шешу жолында үш шағын жүйеден тұратын модульдік диагностика құрылды, ұшқышсыз әуе аппараттары (мультикоптер) модульдік диагностикалық қондырғылармен жабдықталған, ұшқыш типті ұшқышсыз әуе кемесі және әуе желілерін бағалау жүйесі. Әуе желісінің күйін бағалау және оның одан әрі пайдалану жөніндегі ұсыныстары, жасанды интеллект әдістерінің негізінде жасалынады, мультикоптер мен ұшқышсыз әуе кемесінің көмегімен алынған деректер негізінде жүзеге асырылады. Талдау көрсеткендей, дамыған кешен әуе желілерінің пайдаланудағы өзекті мәселелерін шешеді және олардың жұмысының сенімділігін арттырады.

IMPLEMENTATION OF AERIAL DIAGNOSTICS OF OVERHEAD POWER LINES IN ORDER TO ENSURE RELIABLE AND UNINTERRUPTED ENERGY SAVING OF CONSUMERS

Annotation

Power lines require constant and thorough inspection, the neglect of this rule can lead to accidents with the power line shutdown and costly consequences. The idea to use unmanned aerial vehicles is a safe and operational type of monitoring that allows you to monitor the situation on power lines, in a scientific article reviews of methods and means for its implementation are attached. Actual problems of operation and possible causes of their malfunction based on the analysis of the air line failure statistics highlighted.

In order to solve the presented problems, it is proposed to develop a diagnostic complex for assessing the state of the air line consisting of three subsystems: an unmanned aerial vehicle (multicopter) with modular diagnostic units, an unmanned aerial vehicle of a glider type and overhead line condition system.

In order to solve the presented problems, it is proposed to develop a diagnostic complex for assessing the state of the air line consisting of three subsystems: an unmanned aerial vehicle (multicopter) with modular diagnostic units, an unmanned aerial vehicle of a glider type and a system for assessing the state of the air line. Evaluation of the state of the power line, including recommendations for their further operation, is carried out on the basis of artificial intelligence methods, on the basis of data obtained using a multicopter and an unmanned aircraft system. The analysis showed that the developed complex will allow to solve actual problems of the air lines operation and increase the reliability of their work.

МРПТИ 68.85.15

A.A. Turdiboyev¹

¹Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers
Tashkent, Uzbekistan.

ELECTRO TECHNOLOGY FOR INCREASING ENERGETIC EFFICIENCY IN COTTONSEED

Abstact

The article deals with the issues of increasing energy efficiency in obtaining oil from cotton seeds. The relationship between the amount of oil obtained and the degree of damage to cotton seed pulp is shown. Electropulse treatment of cotton seeds is expected to increase the amount of oil produced and to reduce energy costs in the technological process. As a result of applying the proposed technology, the process of pressing and squeezing oil from cottonseed seeds, reducing the duration of the frying of seeds in turn makes it possible to reduce the extracted technical oil.

Keywords: technological lines, sowing seeds, forpress shop, Chebishev's method, Energy characteristic, cotton-fertilization, cellule structure, electrical impulse.

Oil and fat products in food mix clusters, especially from technical seeds; cotton oil which has a specific character is one of the most important products for our domestic needs. Demand for oil and fat products, the growing demand of the population and corporate food stuffs to meet the growing population of the country.

Cotton fiber from technical cotton seeds is a process that has been taking place since ancient times, thereby providing a mechanical affinity for seeds. Seeds and other oil-bearing crops, our ancestors used pestilences. The technical refinement of land management will improve this process.

Today cotton oil extraction from technical cotton seeds is carried out on technological lines, including the sequential execution of several technological processes.

Table 1. The technological processes and the energy consumed in them for the treatment of crude oil.

N	Technological processes	Hardware name	Productivity	Electricity consumption for 1 tons of cotton seeds; kW*h
1	Seed growing and preparation shop			127,3
	Purification of seeds	USM	140 t/milk	23,98
	Moistening	VNIJ	100 t/milk	21,22
	Exit		120 t/milk	
	Separation	P1 – MCT	140 t/milk	32,6
2	Sowing seeds	BC – 5	100 t/milk	33,7
3	Forpress shop			123,4
	Roasting of the product	J – 68	140 t/milk	30,3
	Pressing	FP	100 t/milk	93,1
4	Water supply			12,99
Total				297,39

The data given in table 1 show that at the oil-and-gas production enterprises; up to 1000 tons of cotton seeds, up to 297.3 kW*h of electricity up to 65% of primary energy consumption is consumed.

$$M_m = \frac{W_{black\ oil}}{W_{total}} = \frac{297.39}{451.1} = 0.65 \quad (1)$$

As well as technologies for production of cotton oil are energy – intensive processes. At present, the existing oil-and-gas plants in our country use $1.2 \cdot 10^6$ kW*h for processing 1 ton of cotton seed. [2]

It is an important stage in the processes of cleaning, cutting, crushing and crushing hydraulic treatment of cotton seeds from technical cotton seeds.

Sowing seeds 2 t us not the same as breaking the various tissues of the cervix when burning the heifer or the stomach. During the crushing of the sunflower, the epidermis is less distracted then the other parts of the seed and its surrounding mucus. The crushing of cotton seeds is the most resistant to spleen. The strength of the crust is higher than the strength of the crust.

In the first case, the cellule structure is broken partially through the five-valve crankcase, while the cellule structure is broken down secondly, and the partial disruption of the cellule structure begins with the alebral hinouros and lipid granulates. After the third time the cell the walls are completely damaged but unbroken lipid granules remain in the shell.

Nowadays there are used BC – 5 five-dimensional coal-fired structures and oil-and-gas production enterprises. Production capacity of the tumble dryer for cotton seeds is 4.16 t/h. In order to measure the power consumption of the five-dimension grinders, the grinding device is loaded with 0. 25. 50. 75. 100% of the product and at the same time the product quality (product humidity).

Chebichev's method is used to obtain the energy characteristics of the trench. It is possible to determine correlation equation and calculation error using this method. [3]

Correlation equation using the Chebichev method is expressed as follows.

$$r_{(j)/1}^{(h)} = \Sigma \frac{D_{q_1}^{(q)} D_{q_1}^{(q)*}}{D^{(q_1-1)} D^{(q_1)}}; \quad (2)$$

The equation error is $\sigma = \pm 0.016$ kW computational error detection formula.

$$\sigma^{(2)} = \sigma_y \sqrt{1 - r_{1/1}^2 - \frac{b_1}{a_1}}; \quad (3)$$

The return value of the calculated value $\pm 0.13\%$

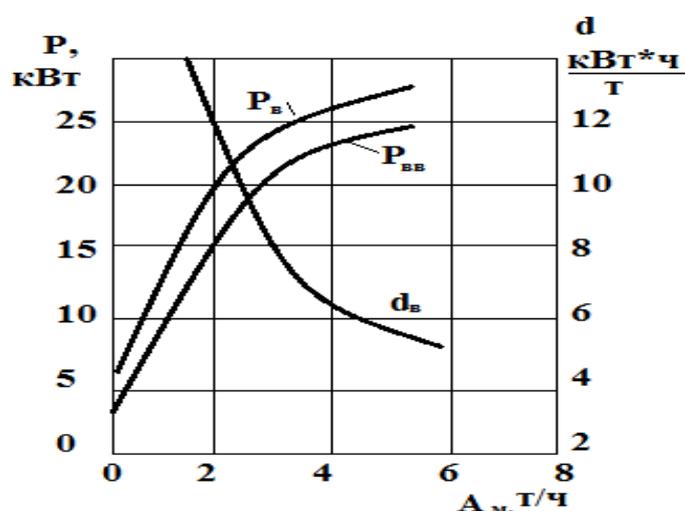
Based on the calculations the specific energy consumption and power equation required for the crushing of 1 ton beacon are obtained.

$$P_B = 7.5 + 10.93A_m - 2,781A_m^2 + 0,286A_m^3$$

$$d_B = 10.93 - 2,781A_m + 0,286A_m^2 + \frac{7.5}{A_m}$$

Here is the productivity of the A_m – ring architecture.

The description of the dimensional costing structure constructed according to (3) and (4) is given in figure 1 $d_B P_B$



Picture 1. Energy characteristic of the five-valve crankcase.

Analysis of the description shows that efficiency increases from 0 to 3.5-4.0 t/h which means that the power consumed increases by 2% of each increase in fertility rate. The maximum load capacity of the cooking unit is the most energetic regime is optimistic.

However, product degradation should not exceed 85-90% under defined conditions. As indicated but the energy descriptions of the crankcase construction, the specific electricity consumption is 35-40% higher than the maximum.

Based on the data above the analysis of power consumption of oilseeds on existing oil-and-gas producing enterprises is based on the $w=35000-37500$ kW capacity of energy consuming installations for three power supply reconstructions products is composed of.

Nowadays almost all fat-and-oil enterprises use cotton fiber roasting method. According to this method, depending on the varieties of cotton seeds moistened before melting to 12.0-17.5% and the temperature is increased up to 65-70° C.

Then the moisture in the taste is fried at 6-7% at a temperature of 100-105° C. the main objective of the task is to create favorable conditions for the extraction of crude from the raw material. The properties of proteins, phosphatides, various nitrogen substances, specific pigment gossypol and its properties. Some of the gossypol, which is toxic to the effect of moisture and temperature is harmful to the proteins and phosphatides. However the fattening ability of the grass which is obtained by the denaturatures of proteins at high temperatures, decreases. In addition, other substances (amino acids, lysine and methionine) are subject to varying degrees

of heat and are subject to change, as we know, the heat capacity of the product to be heated regardless of the heating method (in heat treatment) should be considered. If

$C_{\text{я}} = 1,372 + 0,0069 \cdot t, \text{кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$ then the the specific heat load of the technical seeds is average tidal temperature after the representative grinder is $t=25^\circ\text{C}$ while the specific heat capacity of the crockery $C_{\text{я}} = 1.5445 \text{кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$. we use the following formula for the heat energy required to heat a kilogram of heated to a certain temperature.

$$Q = m \cdot c(t_2 - t_1) \text{кДж}/\text{кг} \quad (6)$$

Where: m-is the product mass. C-specific thermal capacity t_1 –product initial temperature, t_2 –thermal heating temperature.

If it is cooked from technical seeds at $100-105^\circ\text{C}$. 115,83 kJ is consumed for 1 kg of product, 115830 kJ for roasting 1 ton of product. 35 tonnes per day for processing and 4054050 kJ per day for roasting.

The difference between electrolytic processing and other electrophysiological effects is that when electropulsed machining of technical seeds suddenly affects the product electrical and mechanical factors. In this complex cells are corroded and parenchymal cells are damaged resulting in a uniform disruption of the cell size of the seeds.

The results of primary electropulsed processing of cottonseeds are shown in table 2.

Indications obtained from experiments

Table 2. The effect of the technical seeds on the process of oil refining when electro-impulse treatment.

№	Processed product markers			Electrical impulse parametrs			Indicates the product you are buying		Total oil volume %
	Class of seeds prepared for treatment	Mineral and organic compounds %	Humidity moisture in %	Voltage kV	1 pulsed energy kJ	Processing time sec.	Oil in the cotton seed	Fat percentage %	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
“Sultan” of cotton									
1	II	1,195	8.5	6	14.4	12	20.5	3.362	17.138
2	III	1.324	9.2	9	32.4	13	17.3	3.148	14.152
3	IV	1.953	9.7	10	40	15	16.1	3.484	12.616
“Brilliant” of cotton									
1	II	1,143	8.4	6	14.4	12	21.1	3.244	17.865

2	III	1.531	8.8	9	32.4	13	18.6	3.39	15.21
3	IV	2.013	9.1	10	40	15	16.7	4.785	11.915
“Namangan” of cotton									
1	II	1,155	8.7	6	14.4	12	20.1	3.176	16.924
2	III	1.629	9.1	9	32.4	13	18.4	3.529	14.871
3	IV	1.983	9.5	10	40	15	15.9	4.057	11.843
“C65-24” of cotton									
1	II	1,301	8.5	6	14.4	12	21.0	3.105	17.895
2	III	1.714	8.7	9	32.4	13	19.2	2.97	16.23
3	IV	2.473	9.3	10	40	15	17.2	2.873	14.327

The cotton based cotton-fertilization method is 14.6% higher than that of cotton seeds which if processed with electric pulse increase by 3.5-4%. With the use of the proposed technology increasing the amount of oil in the seeds during the pressing process, decreasing the duration of the frying process by up to 2 times and decreasing the energy consumption of 115.83 kJ to 69.5 kJ per 1 kg of product at 65-70° C opportunity saves 46330 kJ of energy while roasting for processing 1 tonnes of cotton seeds. Were the temperature is 65-70° C to reduce the viscosity of the product in the oil. In turn, it is possible to reduce the amount of extracted technical oil.

Summarized

The amount of oil obtained from cotton seeds is 14.6% more than seeds and 35% for 8% in cotton, while in the case of electric pulses this indicator will increase by 4.5-5%.

As a result of the use of the proposed technology, pressurized grease can be used to further reduce the content of the seeds reduce the duration of the frying process and reduce the amount of technical fat that is extracted.

With the use of electric pulse treatment the secondary product obtained by reducing the temperature and time of the roasting process in the present technology can preserve the fertility of the shrot preventing the loss of protein in it.

References

1. Strategy of action for the further development of the Republic of Uzbekistan. Collection of the legislation of the Republic of Uzbekistan, 2017, No. 6, No. 70, article 20, article 354.
2. Salimov Z. Intensification of technological processes and prosthodontics cottonseed oil. -Tashkent: Uzbekistan, 1981.-266 p.
3. M.Ibragimov, A.Turdiboyev, R.Avliyokulov Application of energy-efficient electrotechnology in the production of vegetable oil The Republican Scientific-Practical Conference "The Importance of Innovative Technologies in the Solution of Energy Efficiency and Energy Efficiency of Industrial Enterprises". Qarshi-2016 y. 64-67 p.
4. Turdiboyev A.A Tadjibekova I.E Akbarov D.M. USE Of electrotechnical methods in obtaining cotton oil from cemjan.fgbnu "Caspian research institute of arid

land agriculture" Modern natural ecological state Wednesday and scientific and practical aspects of environmental management. Salty Zaymishche 2018. 1154-1159 p

5. Hydro electric processing of oil plants. //safarov A. F. Artikov A.A., Usmanov A.U., Mamatkulov A.H, Sarimsakhadjayev A.R. Food manufacture. M. "Agropromizdant", 1990 # P 25-26

6. A. Turdibayev, A. Vahidov, Z. Hurramova The results of electro physic method in producing cotton oil //Agro science magazine Tashkent, 1012. - #2(22). – P 77.

МАҚТА МАЙЫН АЛУДА ЭНЕРГЕТИКАЛЫҚ ТИІМДІЛІКТІ АРТТЫРУҒА АРНАЛҒАН ЭЛЕКТР-ТЕХНОЛОГИЯЛАР

Аңдатпа

Мақалада мақта тұқымынан май алу кезінде энергетикалық тиімділікті арттыру мәселелері қарастырылған. Мақта тұқымының езіндісінің зақымдану дәрежесімен алынатын май мөлшерінің өзара байланысы көрсетілген. Мақта тұқымдарын электримпульстік өңдеу арқылы алынатын майдың мөлшерін арттыру және технологиялық процестегі энергия шығындарын азайту көзделіп отыр. Ұсынылған технологияны қолдану нәтижесінде мақта тұқымынан майды престоу және сығу, тұқымдарды қуыру ұзақтығын төмендету процесі өз кезегінде экстрагирленген техникалық майды төмендетуге мүмкіндік береді.

Түйін сөздер: технологиялық желілер, тұқым сепкіші, прес процесі, Чебышев әдісі, энергия сипаттамасы, мақта ұрықтандыру, жасушаның құрылымы, электрлік импульстер.

ЭЛЕКТРО-ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ В ПОЛУЧЕНИИ ХЛОПКОВОГО МАСЛА

Аннотация

В статье рассматриваются вопросы повышения энергетической эффективности при получении масла из хлопковых семян. Показана взаимосвязь количества получаемого масла со степенью поражения мезги хлопковых семян. Электроимпульсной обработкой семян хлопчатника предполагается повысить количество получаемого масла и снизить затраты энергии в технологическом процессе. В результате применения предлагаемой технологии процесс прессования и отжим масла из семян хлопчатника, снижения продолжительности обжаривания семян в свою очередь даёт возможность снижению экстрагированного технического масла.

Ключевые слова: технологические линии, сея семена, процесс прессы, Чебышев метод, характеристика энергии, хлопок оплодотворение, структуры клетки, электрических импульсов.

МАЗМҰНЫ

А.С. Усманов, В.А. Голиков, Ж.Ж. Утемуратов Қазақстан агроөндіріс кешені машина-трактор паркінің жағдайы	6
Д.Т. Абилжанов, Т. Абилжанулы, В.Л. Утешев, Е.В. Найденко, А.Т. Буланов Кішігірім азық таратқыш-араластырғыштың параметрлерін негіздеу	15
М.К. Алдабергенов, Н.М. Орынбаев Тозған жайылым және жыртылған жерлерді қалпына келтіру бойынша зерттеу нәтижелері	23
А.А. Курач, М.А. Амантаев Тығыздаушы таптағыштардың жұмыс тәртіптерінің сапа және күш көрсеткіштеріне әсерін зерттеу	36
А. Раджабов, М. Ибрагимов, М. Саломов Жеміс пен жүзімді кептірудің энергия үнемдейтін электротехнологиясы	44
А.Р. Кунгуров, С.Б. Бекбосынов Ірі азықты рулондық технологиямен жинағандағы рулондарды текшелеп жинау процесін зерттеу	60
А.Т. Санбетова Шетелде жұмыс істеп тұрған фотоэлектрлік жүйе өндірушілеріне шолу және өзбекстанда электрмен жабдықтаудың фотоэлектрлік жүйесінің технологияларын әзірлеу	71
Т. Таменов, М. Бексултанов, О. Матаев Тұтынушылардың сенімді және үзіліссіз энергия үнемдеуін қамтамасыз ету мақсатында әуе желілерінің аэродиагностикасын енгізу	80
А. А. Турдибаев Мақта майын алуда энергетикалық тиімділікті арттыруға арналған электр-технологиялар	90

СОДЕРЖАНИЕ

А.С. Усманов, В.А. Голиков, Ж.Ж. Утемуратов Состояние машинно-тракторного парка агропромышленного комплекса Казахстана	6
Д.Т. Абилжанов, Т. Абилжанулы, В.Л. Утешев, Е.В. Найденко, А.Т. Буланов Обоснование параметров малогабаритного раздатчика- смесителя кормов	15
М.К. Алдабергенов, Н.М. Орынбаев Результаты исследования по восстановлению деградированных пастбищных и пахотных земель	23
А.А. Курач, М.А. Амантаев Исследование влияния режимов работы уплотняющих катков на качественные и силовые показатели	36
А. Раджабов, М. Ибрагимов, М. Саломов Энергосберегающая электротехнология сушки плодов и винограда	44
А.Р. Кунгуров, С.Б. Бекбосынов Исследование процесса штабелирования рулонов при рулонной технологии уборки грубых кормов	60
А.Т. Санбетова Обзор существующих производителей фотоэлектрических систем зарубежом и разработки технологий фотоэлектрических систем электроснабжения в Узбекистане	71
Т. Таменов, М. Бексултанов, О. Матаев Внедрение аэродиагностики воздушных линий электропередач в целях обеспечения надежного и бесперебойного энергосбережения потребителей	80
А. А. Турдибаев Электро-технологии для повышения энергетической эффективности в получении хлопкового масла	90

CONTENTS

A.S. Usmanov, V.A. Golikov, J. J. Utemuratov The state of machine and tractor park of agro-industrial complex of kazakhstan	6
D.T. Abilzhanov, T. Abilzhanuly, V.L. Uteshev, E.V. Naydenko, A.T. Bulanov Justification of parameters of small-sized feed distributor and mixing machine	15
M. K. Aldabergenov, N.M Orynbaev The results of the study on restoration of degraded pasture and arable land	23
A.A. Kurach, M.A. Amantayev Investigation of the effect of the operating modes of the press wheels on the quality and force performances	36
A.Radjabov, M.Ibragimov, M.Salomov Energy-saving electrechnology drying fruits and grapes	44
A.R. Kungurov, S.B. Study of stacking of the rolls in the roll technology of harvesting roughage	60
A.T. Sanbetova Review of existing manufacturers of photoelectric systems by foreign countries and development of technologies of photoelectric electrical supply systems in uzbekistan	71
T.Tamenov, M.Beksultanov, O. Matayev Implementetion of aerial diagnostics of overhead power lines in order to ensure reliable and uninterrupted energy saving of consumers	80
A.A. Turdiboyev Electro technology for increasing energetic efficiency in cottonseed	90

ХАЛЫҚАРАЛЫҚ АГРОИНЖЕНЕРИЯ
Ғылыми-техникалық журнал

МЕЖДУНАРОДНАЯ АГРОИНЖЕНЕРИЯ
Научно-технический журнал

INTERNATIONAL AGROENGINEERING
Scientific-technical journal

2(25)/2018

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

**Подписано в печать 05.07.2017 г. Формат 60x84 1/8.
Печать цифровая. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 10,25. Тираж 100 экз.**

**г. Алматы, ул. Макатаева 127/3, офис №2 (уг ул. Байтурсынова)
раб. +7 (727) 328-95-95, сот. +7 (702) 333-02-05
everest_print@mail.ru**