

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

# Международная агроинженерия

---

научно-технический журнал

**1 (21)  
2017**

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

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН  
НЕКОММЕРЧЕСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «НАЦИОНАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ  
НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР»  
КАЗАХСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕХАНИЗАЦИИ И  
ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

# **МЕЖДУНАРОДНАЯ АГРОИНЖЕНЕРИЯ**

Научно-технический журнал

**1 (21)  
2017**

**Алматы, 2017**

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ МИНИСТРЛІГІ

«ҰЛТТЫҚ АГРАРЛЫҚ ҒЫЛЫМИ-БІЛІМ БЕРУ ОРТАЛЫҒЫ»

КОММЕРЦИЯЛЫҚ ЕМЕС АКЦИОНЕРЛІК ҚОҒАМЫ

ҚАЗАҚ АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫН МЕХАНИКАЛАНДЫРУ ЖӘНЕ

ЭЛЕКТРЛЕНДІРУ ҒЫЛЫМИ-ЗЕРТТЕУ ИНСТИТУТЫ

MINISTRY OF AGRICULTURE OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

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

KAZAKH SCIENTIFIC RESEARCH INSTITUTE OF MECHANIZATION AND  
ELECTRIFICATION OF AGRICULTURE

## **ХАЛЫҚАРАЛЫҚ АГРОИНЖЕНЕРИЯ**

Ғылыми-техникалық журнал

## **INTERNATIONAL AGROENGINEERING**

Scientific-technical journal

**1 (21)**

**2017**

**Алматы, 2017**

**РЕДАКТОРЛЫҚ АЛҚА:**

*Кешиуов 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);  
*Абилжанулы Т.*- т.ғ.д., проф., ҚР АШҒА академигі (ҚазАШМЭҒЗИ)  
*Адуов МА.*- т.ғ.д., проф., С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университеті;  
*Алдибеков И.Т.*- т.ғ.д., Казахский национальный аграрный ун-т;  
*Голиков В.А.*- т.ғ.д., проф., Академик НАН РК (КазНИИМЭСХ);  
*Грибановский А.П.* - т.ғ.д., проф., Академик НАН РК (КазНИИМЭСХ);  
*Дерепаскин А.И.*- д.т.н. (КФ «КазНИИМЭСХ»);  
*Жортуылов О.Ж.*- д.т.н., проф., Академик АСХН РК (КазНИИМЭСХ);  
*Жунисбеков П.Ж.*- д.т.н., проф. (Казахский национальный аграрный ун-т);  
*Омаров Р.А.*, - д.т.н., Академик АСХН РК (КазНИИМЭСХ);  
*Козак А.И.*- к.т.н. (АФ «КазНИИМЭСХ»);  
*Нукешев С.О.*- д.т.н., проф. (Казахский агротехнический ун-т им. С. Сейфуллина).  
Жауапты редакторлар:  
*Жұматай Ғ.С.*- т.ғ.к. (ҚазАШМЭҒЗИ)  
*Токсанбаева Б.О.* – (ҚазАШМЭҒЗИ)

**Жылына 4 рет шығарылады**

Журнал байланыс және ақпарат Министрлігінің ақпарат және мұрағат Комитетінде тіркелген.

Тіркелу туралы куәлік:

№11827-Ж 02.07.2011

**Редакцияның мекен-жайы:**

050005, Алматы қаласы, Райымбек даңғылы, 312

Тел.: 8(727)2479600

Факс:8(727)2476907

Е-mail: [journal.kazsrima@yandex.ru](mailto: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)  
*Токсанбаева Б.О.*- (КазНИИМЭСХ)

Издается 4 раза в год

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

Свидетельство о регистрации:

№11827-Ж от 02.07.2011 г.

### Адрес редакции:

050005, г. Алматы, пр. Райымбека, 312

Тел.: 8(727)2479600

Факс: 8(727)2476907

E-mail: [journal.kazsrima@yandex.ru](mailto: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. Zhalinin**- Dr.Tech.Sci., professor, All-Russian Institute of Agricultural Mechanization (Russia);

**A. Nekrasov** - Dr.Tech.Sci., professor, All-Russian Institute of Agricultural Electrification (Russia);

**A. Nemtsev** - Dr.Tech.Sci., professor, Siberian Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture (Russia);

**R. Baimetov** - Dr.Tech.Sci., professor, Uzbek Research Institute of Mechanization and Electrification of Agriculture (Uzbekistan);

**A. Radzhabov** - Dr.Tech.Sci., professor, Tashkent Agrarian University (Uzbekistan);

**I. Osmonov** - Dr.Tech.Sci., professor, Kyrgyz National Agrarian University named after K.I. Skryabin (Kyrgyzstan);

**T. Abilzhanyli** - Dr.Tech.Sci., professor, member of Academy of Agricultural Sciences of the Republic of Kazakhstan

**M. Aduov** - Dr.Tech.Sci., professor, S.Seifullin Kazakh AgroTechnical University;

**I. Aldibekov** - Dr.Tech.Sci., Kazakh National Agrarian University;

**V. Golikov** - Dr.Tech.Sci., professor, Academician of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan

**A. Gribanovskiy** - Dr.Tech.Sci., professor, Academician of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan

**A. Derepaskin** - Dr.Tech.Sci..

**O. Zhortuylov** - Dr.Tech.Sci., professor, member of Academy of Agricultural Sciences of the Republic of Kazakhstan

**P. Zhunisbekov** -Dr.Tech.Sci., professor. (Kazakh National Agrarian University);

**R. Omarov** - Dr.Tech.Sci., member of Academy of Agricultural Sciences of the Republic of Kazakhstan

**A. Kozak** - Candidate of Technical Sciences.

**S. Nukeshev** - Dr.Tech.Sci., professor. (S.Seifullin Kazakh AgroTechnical University).

Executive editors:

**G. Zhumatay** - Candidate of Technical Sciences. (KazRIMEA)

**B. Toxanbayeva** - (KazRIMEA)

Publication frequency: 4 issues per year

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

Registration certificate:

**№11827-Ж from July 2, 2011**

**Editorial address:**

**050005, Almaty city, 312, Raimbek ave.**

Tel.: 8(727)2479600; Fax:8(727)2476907

E-mail: [journal.kazsrima@yandex.ru](mailto:journal.kazsrima@yandex.ru)

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

МРНТИ 68.35.47

*Н.К. Мазитов<sup>1</sup>, Н.Т. Сорокин<sup>1</sup>, Р.С. Багманов<sup>2</sup>, Л.З. Шарафиев<sup>2</sup>,  
А.Е. Макушев<sup>3</sup>, С.Ю. Дмитриев<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>*«Всероссийский научно-исследовательский институт механизации и информатизации агрохимического обеспечения сельского хозяйства»  
г. Рязань, Россия*

<sup>2</sup>*«Казанский государственный аграрный университет»  
г. Казань, Россия*

<sup>3</sup>*«Чувашская государственная сельскохозяйственная академия»  
г. Чебоксары, Россия*

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ СЕНОКОСОВ И ПАСТБИЩ В ЗАСУШЛИВЫХ УСЛОВИЯХ**

### **Аннотация**

*Представляются результаты лабораторно-полевых, производственных и государственных испытаний технологий повышения продуктивности естественных и сеяных сенокосов и пастбищ до 50 % в условиях засухи. Работа удостоена золотой медали ВДНХ СССР и Государственной премии РСФСР в области науки и техники. Исследования были приостановлены изменением экономической политики в России. Сегодня наша технология вновь остро востребована в связи с критическим состоянием в полевом кормопроизводстве.*

**Ключевые слова:** *естественные, сенокосы, аэрация дернины, влагоаккумуляция, влагопоглощение.*

### **Введение**

Начало XXI – века в АПК России ознаменовали критическими явлениями: спад урожайности зерновых и кормовых культур, их высокая себестоимость, ликвидация севооборотов, оросительных систем, разрушительные паводки, катастрофическая нехватка фуража и кормов, которые, в основном, стали из-за нарушения выполнения установившихся способов влагоаккумуляции.

Цель работы предложить производству резервы:

1. Обеспечения животноводства достаточным количеством экологически чистыми, биологически полноценными и дешевыми кормами (сено, сенаж, зел. корма);

2. Прекращение разрушительных паводков смыва плодородного слоя почвы и удобрений; заиления и заражения водоемов, а также уничтожения их флоры и фауны;

3. Восстановления дикого животного, птичьего миров и опылителей, ориентируясь на следующие климатические и агротехнические факторы.

Потепление климата идёт более интенсивно, чем в целом на планете, но главное заключается в том, что потепление сопровождается уменьшением суммы осадков за вегетацию. В том числе количество осадков в наиболее

критической для большинства культур период май-июнь снизилось за 30 лет на 8 %, а за период август-сентябрь – на 11 %. В Республике Татарстан в 2010 году весенние запасы продуктивной влаги под многолетними травами были 3,3 раза меньше, чем под однолетними травами, посеянными по глубокому безотвальному осеннему рыхлению, или под озимой рожью. Это происходит из-за переуплотнения почвы под многолетними травами.

Таким образом, сам собой напрашивается вывод о необходимости включения в технологию ухода за многолетними травами приёмов, способствующих разуплотнению корнеобитаемого слоя почвы. Одним из таких приёмов, ставшим в 80-е годы прошлого века почти обязательным после засухи 1981 г., является щелевание (или кротование) на глубину 30-35 см, увеличивающее запасы продуктивной влаги метрового слоя почвы на 20-45 %. Другой приём, повышающий водопроницаемость и влагопроводность верхнего слоя почвы, заключается в образовании на поверхности поля множества лунок с помощью игольчатых орудий.

Актуальность работы: подтверждается Постановлениями государственных органов в 1981-1990гг.

#### **Материалы и методы**

Условия, материалы и методы. Низкая урожайность естественных сенокосов и пастбищ объясняется не только отсутствием ухода и бессистемным выпасом, но и ухудшением водно-воздушного режима дернины в результате накопления большого количества пожнивно-корневой массы. Органическая масса дернины является огромным запасом неиспользованного запаса почвенного плодородия которая лежит «мертвым» запасом вследствие ухудшения водно-воздушного режима дернины.

Улучшение природных кормовых угодий путем обработки дернины аэрационными боронами типа ПБЛ-10 и плоскорезами разной модификации и последующим подсевом трав и подкормкой минеральными удобрениями улучшает водно-воздушный режим почвы и способствует мобилизации питательных веществ дернины. Создает благоприятные стартовые условия для приживания подсеянных трав. При этом сохраняются вегетативные органы размножения, способствующие сохранению ботанического разнообразия исходного травостоя, что делает полученный корм биологически полноценным.

Технологическую основу боронования дернины трав составляет улучшение водно-воздушного и пищевого режимов на уплотненных почвах с пониженной аэрацией, с ослабленной деятельностью микроорганизмов с помощью укалывающих рабочих органов (С.П.Смелов,1966, Н.Г.Андреев, 1974), с учетом того, что глубина залегания узлов кущения трав составляет 1...8 см (Н.Г. Андреев,1974, Г.С. Скоблин, 1977).

Для оптимального роста луговых трав воздух в почве должен занимать не менее 20-30 % ее объема. А на практике по мере использования травостоя изменяются условия произрастания трав: почва уплотняется, в ней становится меньше воздуха, снижается интенсивность газообмена, ухудшаются условия для жизнедеятельности микроорганизмов почвы. В результате из травостоя

выпадают ценные кормовые травы, продуктивность сенокосов и пастбищ снижается (Г.С. Скоблин, 1977), а известные приемы обработки дернины (бороны) не справляются с задачей рыхления дернины трав. В то же время улучшение водно-воздушного режима позволяет более продуктивно использовать поливную воду, без которой невозможен фотосинтез, передвижение и превращение веществ в растениях (А.С. Кружилин, 1977).

Таким образом, из вышесказанного можно сделать **ВЫВОД**, что создание машин для поверхностной обработки почвы требует учета технологических основ выполнения этих операций на многолетних травах в системе почвоводоохранного земледелия и подхода к оценке их не только с агротехнической точки зрения, но и эксплуатационной, экономической, а также экологической, эргономической. Как предмет исследования, эти группы показателей должны быть учтены обязательно совместно, что до нас никем не делалось.

### **Результаты и обсуждение**

Проверка эффективности новых луговых борон производилась лабораторно-полевыми опытами (поисковые исследования), производственными – в различных зонах страны и государственными испытаниями [1, 2, 3]. Коническая дискозубовая борона – (ПБЛ-10), изготовленная на раме луцильника ЛДГ-10, испытывалась на многолетних травах.

Технология повышения продуктивности природных и сеяных сенокосов и пастбищ предусматривает пять уровней воздействия на дернину многолетних трав на основе аэрации и влагонакопления.

1. Весеннее влагоаккумулирующее поверхностное воздействие на глубину до 7 см с образованием микрощелей длиной 8...18 см и шириной 2...4,5 см, с помощью конической дискозубовой бороны (Патент № 2236102 исключая применение борон «зиг-заг»).

2. Осеннее влагопоглощающее рыхление на глубину до 15 см без выворачивания дернины с рабочими органами «Якорь», чизельной бороны (Патент № 1353331).

3. Позднеосеннее влагонакапливающее рыхление на глубину 40...65 см кротователями (Патент № 2120204).

4. Подсев.

5. Полив.

Для лабораторно-полевых опытов с целью изучения эффективности бороны ПБЛ-10 на сеяных травах в ОПХ «Центральное» был выбран сеяный злаково-бобовый травостой второго года пользования. Общий фон минеральных удобрений –  $N_{60}P_{60}K_{60}$ . Почва зернистопойменная, средне-суглинистого гранулометрического состава. Полив агрегатом «Фрегат» в два приема по 450 м<sup>3</sup>/га после боронования. Делянки по 1,2 га. Показатели качества боронования и урожайности на опытных делянках представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Урожайность сеяных трав

Вариант опыта	Урожай зеленой массы, ц/га				Прибавка в урожае	
	1980 умерен. тепл. без переувлажн.	1981 остро-засушл.	1983 умерен. тепл. переувл.	средн. за 3 года		
					ц/га	%
Контроль	188,4	108,6	187,0	161,3		
БЗТС-1,0	214,7	121,2	229,0	186,3	27,0	16,7
БИГ-3,0	223,0	154,5	230,0	202,5	41,2	25,5
ПБЛ-10	238,2	192,5	238,0	222,9	61,2	37,9

Увеличению урожайности во всех вариантах опыта содействовало более полное использование поливной воды, а в варианте бороны ПБЛ-10 (коническая бороны) и лучшая аэрация корневой системы, обеспеченная лучшим рыхлением дернины микрощелями (Рисунок 1-а).

По Рисунок 1-б жидкость 1, попадающая на поверхностный слой 2, заполняет щель 3 и проходит в боковые микрощели 4, образуемые благодаря сложной кинематике только конического рабочего органа, улучшая попадание воды и воздуха к большей площади корневой системы трав. Давление воды 5 растет к местам сужения размера щели 3 и микрощели 4. При отсутствии этих щелей поливная вода, образуя только поверхностный слой 2, образует стоки, смывающие гумусный слой и поверхностно разбросанные удобрения, одновременно заражая и водоемы.

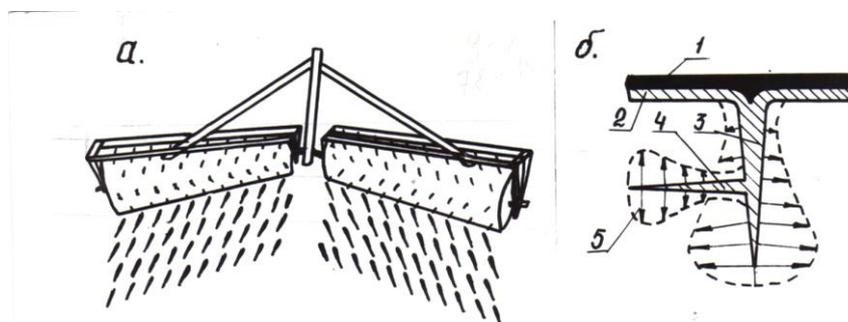


Рисунок 1 - Микрощели в почве после боронования конической бороной:  
а – общий вид сверху; б – разрез одной щели.

Производственная работа конической бороны в ОПХ «Центральное» на естественных травах площадью свыше 300 га подтвердила высокую эффективность. Наиболее интересные результаты получены на бороновании естественного пастбища (таблица 2), где за последние 20 лет не было никакой обработки. В этих опытах бороны БИГ-3 не применялась как дающая худшие результаты, как по образованию щелей, так и в целом по урожайности.

В результате такого комплексного ухода в составе травостоя наибольшего развития получили бобовые компоненты, которые, как более калорийные, оказали лучшее влияние на привесы откармливаемого скота, увеличение надоев коров.

Таблица 2 - Урожайность естественного пастбища

Способ улучшения травостоя	Урожай зеленой массы, ц/га				Прибавка в урожае	
	1 год	2 год	3 год	среднее за 3 года	ц/га	%
1. Естественное пастбище без улучшения	25,0	37,5	35,0	32,5	-	-
2. Подкормка N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> (фон)	51,0	62,3	64,7	59,3	26,8	82,6
3. Фон+боронование БЗТС-1,0	62,0	71,2	76,2	69,8	37,3	114,8
4. Фон+аэрационная обработка ПБЛ-10	73,0	95,0	125,0	97,7	65,2	200,5

Анализ почвы в конце поиска показал, что повышению урожайности трав способствует: более полное использование воздуха, воды, удобрений, в результате чего в почве происходит увеличение легкогидролизующего азота до 40 мг/кг, более активно используются фосфорные и калийные соединения, заметное снижение кислотности и повышение содержания гумуса (таблица 3).

Таблица 3 - Изменение химического состава почвы при различных способах обработки дернины на сеяных травах. В числителе – на глубине 0-10 см, в знаменателе – 0-40см

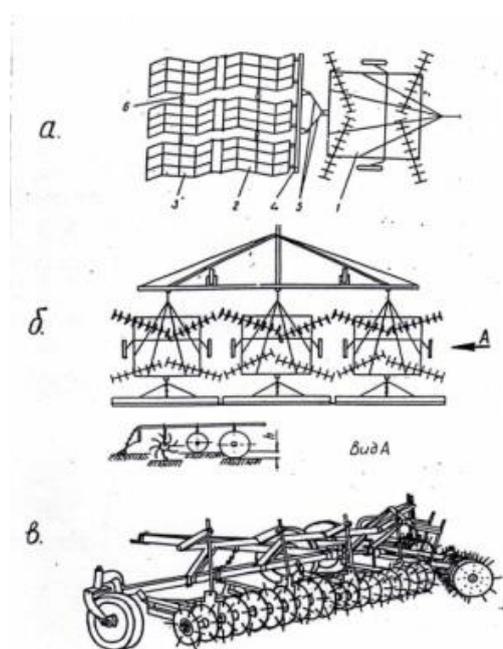
№ п/п	Варианты опыта	Легкогидролизующий азот, мг/кг	pH	K <sub>2</sub> O мг/100 почвы	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> мг/100 почвы	Гумус
1	Контроль	<u>135,8</u>	<u>6,2</u>	<u>32,3</u>	<u>28,0</u>	<u>5,37</u>
		130,4	6,3	26,8	25,8	5,40
2	БЗТС-1,0	<u>131,6</u>	<u>6,0</u>	<u>25,9</u>	<u>31,2</u>	<u>5,36</u>
		128,4	5,8	16,1	22,8	5,34
3	БИГ-3,0	<u>135,1</u>	<u>6,0</u>	<u>17,3</u>	<u>23,5</u>	<u>5,40</u>
		136,4	6,0	11,8	16,0	5,36
4	ПБЛ-10	<u>175,0</u>	<u>6,4</u>	<u>16,3</u>	<u>21,9</u>	<u>5,57</u>
		151,2	6,4	11,1	15,5	5,51

Ухудшение состава почвы после боронования бороной зиг-заг подтверждает необходимость запрещения выполнения такой операции, т.к. она очищает поле от старой отавы, образующей гумус.

Приемочные и предварительные испытания на Литовской МИС в 1985 и 1986 гг., где даже без боронования, в силу благоприятных погодно-климатических условий на каждом укосе получен урожай по 200 ц/га, выявлена прибавка зеленой массы при обработке боронами БПШ-3,1; БЛШ-2,3 и ПБЛ-10 соответственно по годам на 1,1; 3,6; 8,3% и 3,5; 8,0; 13,5% и выполнение агротехнических требований боронования трав только бороной ПБЛ-10, что подтверждено испытаниями 1987 года.

Широкозахватные – до 24 метров посевные агрегаты для трав можно составить используя комбинированные бороны (Рисунок 2), установив на трактор или раму бороны 12 вольтовый распределитель Super Vario R, который служит для внесения гранул борьбы со слизнями, посева семян трав (кроме штучных культур) таких как белая горчица, фацелия, кормовая редька, кормовой рапс и внесения мышинных приманок.

Такой сеялочный агрегат является мудрейшим решением со времен изобретения сеялок, которые производятся фирмой LEHNER. Их можно приобрести в Воронеже.



в – коническая диско-зубовая борона ПБЛ-5; 1 – борона БИГ-3А; 2,3 – зубовые бороны БЗТС-1; 4 – сцепка; 5 – тяги; 6 – шарнирное соединение.

Рисунок 2 - Комбинированные бороны: а – БИГ-3А+»БЗТС-1; б – 3БИГ-3А с передними дисками луцильника, задними игольчатыми и уголковыми выравнивателями;

### Результаты и их обсуждения

Экономико-эколого-социальный эффект от массового внедрения предлагаемой технологии.

1. Полное обеспечение животноводства сеном, сенажом и зеленым кормом;
2. Гарантирование экологического равновесия на сельскохозяйственных угодьях;
3. Ограничение разрушительных паводков и эрозии почвы;
4. Естественное повышение плодородия почвы;
5. Резкое сокращение импорта продукции животноводства опасного и низкого качества на основе высоких доз минеральных удобрений и гербицидов;

6. Гарантированная социальная забота по трудоустройству собственного населения;

7. Обеспечение стабильного пополнения собственного бюджета, отказавшись от покупки экологически не гарантированных комбикормов.

8. В 2012 году работа удостоена Диплома Международной выставки «Золотая Осень» (г.Москва) за «За создание комплекса отечественных технических средств для аэрационной и влагоаккумулирующей экономически чистой технологии повышения продуктивности сеяных и природных сенокосов и пастбищ». С 2015 года по проблеме начат новый этап работы на базе Всероссийского научно-исследовательского института механизации и информатизации агрохимического обеспечения сельского хозяйства (ФГБНУ ВНИМС, г. Рязань, Россия), Чувашской государственной сельскохозяйственной академии, Казанского государственного аграрного университета, Альметьевского аграрного центра Республики Татарстан с созданием усовершенствованных технических средств.

### **Вывод**

Российская отечественная технология повышения продуктивности многолетних трав с применением отечественных сельскохозяйственных машин вполне способна довести урожайность при минимальных затратах до 30 и более центров сена с 1 га.

### **Список литературы**

1. Мазитов Н.К. Ресурсосберегающие почвообрабатывающие машины. – Казань, 2003.-456с.

2. Мазитов Н.К. Комплекс многофункциональной техники к трактору МТЗ-82 / Мазитов Н.К., Хаецкий Г.В., Хлызов Н.Т. и др. // Достижения науки и техники АПК.-2006.-№ 12- С.37-39.

3. Мазитов Н.К. Основа успеха – интеграция науки и производства и верность Отечеству / Мазитов Н.К., Сахапов Р.Л., Садриев Ф.М. // Достижения науки и техники АПК.-2007.-№ 1.- С.2-8.

## **ҚУАҢШЫЛЫҚ ЖАҒДАЙЫНДА ШАБЫНДЫҚТАР МЕН ЖАЙЫЛЫМДЫҚТАРДЫҢ ӨНІМДІЛІКТЕРІН АРТТЫРУДЫҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖОЛДАРЫ**

### **Аңдатпа**

*Табиғи және екпе пішендіктер мен жайылымдықтардың қуаңшылық жағдайдағы өнімділігін 50 % дейін арттырудың зертханалық-далалық, өндірістік және мемлекеттік технологиялық сынақтарының нәтижелері берілген. 1990 жылы осы жұмыстар БХШЖ алтын медалі және РСФСР ғылым мен техника саласы бойынша Мемлекеттік сыйлығымен марапатталды. Зерттеу жұмыстары Ресей экономикалық саясатына байланысты тоқтатылған болатын. Қазіргі күні біздің технологияларымызды далалық азық даярлаудың қиын жағдайға ұшырауына байланысты қайта жандандырудың қажеттілігі туып отыр.*

*Кілт сөздер: табиғи, шабындықтар, саздақтарды аэрациялау, ылғал жинау, ылғал сіңіру.*

## ENVIRONMENTAL WAYS OF INCREASING THE PRODUCTIVITY OF THE SENCENS AND PASTURES IN THE DRY CONDITIONS

### *Summary*

*Presents the results of laboratory and field, production and state testing technologies to improve the productivity of natural and sown grasslands and pastures up to 50% in drought conditions. In 1990, the work is awarded a gold medal ENEA USSR and RSFSR State Prize in Science and Technology. Studies have been suspended for economic policy changes in Russia. Today, our technology is once again keenly demanded in connection with the critical state in the field fodder.*

**Key words:** *Natural, hay fields, pastures, turf aeration, water accumulating, dehumidification.*

МРНТИ 55.57.37

***В.А. Голиков<sup>1</sup>, А.С. Усманов<sup>1</sup>, А.С. Рзалиев<sup>1</sup>, В.Н. Артамонов<sup>1</sup>***

<sup>1</sup>*«Казахский НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства»  
г. Алматы, Казахстан*

## ОБОСНОВАНИЕ КОМПЛЕКСОВ МАШИН ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ И УБОРКИ САХАРНОЙ СВЕКЛЫ

### **Аннотация**

*В соответствии с рекомендуемой ТОО «КазНИИЗиР» технологией возделывания сахарной свеклы обоснованы варианты комплексов машин для её реализации. Проанализированы результаты наблюдений за работой некоторых машин из дальнего зарубежья на посевах сахарной свеклы. Необходимо продолжить мониторинг зарубежной техники для возделывания и уборки сахарной свеклы с целью выбора наиболее эффективных машин для условий республики, а также разрабатывать отечественную технику для производства этой культуры.*

**Ключевые слова:** *Сахарная свекла, технология, плуги, сеялки, культиваторы, свеклоуборочные комбайны.*

### **Введение**

Сахарная свекла является одной из ценнейших сельскохозяйственных культур. Сочные, богатые углеводами корни сахарной свеклы являются основным сырьем для получения сахара. Из 7,5 т корнеплодов можно получить 1 т сахара. Из патоки сахарной свеклы получают спирт, глицерин, лимонную кислоту для химической, парфюмерной и пищевой промышленности, дрожжи для хлебопекарной промышленности, из жома – пектиновый клей, используемый в текстильном производстве. В ее корнеплодах содержится до 25% сухих веществ, в т.ч. до 17% сахара. Листья сахарной свеклы содержат 15-22% сухих веществ и по количеству кормовых единиц и перевариванию протеина не уступают клеверу. Ботва сахарной свеклы является ценным органическим удобрением.

Выращивание сахарной свеклы повышает плодородие почвы и способствует росту урожайности других культур, особенно зерновых.

В республике возделывают сахарную свеклу в основном в двух областях: Алматинской и Жамбылской. Поставлена задача увеличить производство сахара в республике за счет увеличения посевной площади и повышения урожайности сахарной свеклы.

Целью работы является формирование комплексов машин для реализации рекомендуемой КазНИИЗиР технологии возделывания сахарной свеклы применительно к условиям республики. Подбор машин осуществлялся по их технико-технологическим параметрам, обеспечивающим выполнение агротехнических требований по качеству выполнения технологических операций и по агросрокам. Предложены варианты комплексов машин в зависимости от величины посевной площади. Так как вспашка зяби должна производиться на глубину 22...25 см и более необходимо использование более мощных тракторов чем при возделывании зерновых, класса тяги 3 и 5.

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

### **Материалы и методы**

Для возделывания и уборки сахарной свеклы используется следующая техника [1, 2, 3].

Тракторы: Беларус-80/82, Беларус -1221, Беларус -1523 (Беларусь), К-744, К-700А (Россия), Т-150К, ХТЗ-17221 (Украина), Джон-Дир-8220 и Джон-Дир-6920 (США).

Плуги: комбинированный плуг-рыхлитель ПРГ-7(8), плуг-рыхлитель универсальный навесной ПРУН-8-45, универсальный плуг ПУН-8-40, плуг общего назначения ПЛН-6-40, плуг полунавесной оборотный пятикорпусный ППО-5-55, (Россия), оборотные плуги модели Euro Opal 5, Euro Diamante 8, Euro Diamante 10 («Lemken»).

Комбинированные агрегаты и культиваторы для обработки почвы: компактор (Германия, фирма «Lemken»); культиваторы широкозахватные КШУ-18, КШУ-12, КШУ-8, КПК-8; культиватор-растениепитатель УСМК-5,4В, культиватор свекловичный универсальный КСУ-5,4; культиватор-растениепитатель КРШ-8,1 (Россия, Украина).

Сеялки: сеялки свекловичные ССТ-8В, ССТ-12В, ССТ-24, УПС-12(Россия, Украина); пропашные сеялки Amazone ED-602К («Amazone-Werke»), Accord-12 (Франция).

Ботвоуборочные машины: ботвоудалители БУН-4/6 (Россия); МБШ-6 (Беларусь); БМ-4А, МБК-2,7 (Украина).

Свеклоуборочные комбайны: прицепной свеклоуборочный комбайн МКП-6 (Беларусь); машина для уборки корнеплодов МКК-6-02, РКМ-6 (Украина); самоходный свеклоуборочный комбайн WKM-9000 («Agrifac») Голландия; навесной комбайн «Gilles» (Бельгия); самоходный комбайн «Kleine» (Германия) и комбайн «Grimmer» (Германия).

Погрузка корней из валков осуществляется прицепными погрузчиками WKM(Agrifac), «Gilles» K-136 (Бельгия).

Ранее сотрудниками ТОО «КазНИИМЭСХ» были проведены наблюдения за работой некоторых зарубежных машин для возделывания и уборки сахарной свеклы в хозяйствах Жамбылской области.

Наблюдения проводились на подъеме зяби и уборке сахарной свеклы со снятием некоторых агротехнических и эксплуатационных показателей.

Вспашка зяби осуществлялась трактором John Deere-8220 с оборотным плугом Euro Diamant -7 корпусов. Производительность в час основного времени составила 1,7 га, ширина захвата пахотного агрегата 2,6 м, глубина вспашки 28-34 см, средняя рабочая скорость агрегата составила 6,4 км/час, расход топлива 26 кг/га.

Следует отметить, что условия при подъеме зяби не соответствовали агротехническим требованиям. Так, влажность почвы составила 9,7-12,4 % при оптимальной не ниже 20%, а твердость в пахотном слое превышала 4 МПА, что повлияло на показатели работы пахотных агрегатов.

Движение челночным способом сводит к минимуму холостые переезды на разворотах в начале и в конце гона и обеспечивает гладкую пахоту. В результате отпадает необходимость в разравнивании свальных и развальных борозд, но необходимо произвести выравнивание поворотных полос и углов карт.

Уборка сахарной свеклы осуществлялась двумя способами.

Прямая – самоходным комбайном WKM-9000 (рисунок 1), который срезает ботву, измельчает и укладывает ее в валок. Одновременно осуществлялась копка корней с доочисткой на транспортерах и сбором в накопителе. После заполнения накопителя происходит остановка и выгрузка корней в транспортное средство.



Рисунок 1 – Свеклоуборочный самоходный комбайн WKM-9000 в работе

На уборке прямым способом использовалось два комбайна, производительность комбайна в час основного времени составила 0,60 га, рабочая скорость 2,7-3,0 км/час, расход топлива 27,7 кг/га, урожайность учетного участка составила 302 ц/га, условия работы соответствовали агротехническим требованиям.

Раздельная уборка осуществлялась навесным копателем «Gilles» на тракторе John Deer – 6920 (рисунок 2), который срезает ботву, измельчает и укладывает ее в валок. Одновременно осуществляется копка корней с доочисткой на транспортерах и укладкой в валок. После доработки корней производится их погрузка в транспортное средство. При уборке разных участков средняя производительность в час основного времени составила 1,4 га, рабочая скорость 4,9 км/час, расход топлива 14,2 кг/га, урожайность участков составила 305 ц/га.



Рисунок 2- Копатель Gilles ASC-48-32 в работе

Погрузка корней из валков осуществлялась агрегатом Беларусь-80 с погрузчиком «Gilles» К-136 (рисунок 3). Производительность в час основного времени составила 1,4 га, рабочая скорость 7,6 км/час при урожайности участка 311 ц/га.



Рисунок 3 – Погрузчик «Gilles» К-136 в работе

Следует отметить особенность погрузчиков «Gilles». При подборе валков на транспортерах производится доочистка корней от растительных остатков и земли, а также сбор корней в накопитель при отсутствии транспортного средства.

В процессе наблюдений за работой импортной техники, срок службы которой составил 7 лет, отказов в работе не наблюдалось, качество выполнения технологических процессов соответствует агротехническим требованиям. По рекомендации фирм производителей техники и опыта использования ее в Южном регионе Казахстана данные машины целесообразно использовать на площади 400 и более га посевов сахарной свеклы.

С учетом этих и других данных сформированы различные варианты комплексов машин для возделывания и уборки сахарной свеклы в зависимости от посевной площади, которые приведены в таблице.

Таблица – Комплексы машин для возделывания и уборки сахарной свеклы

## Международная агроинженерия. 2017. №1.

№ операции	Наименование операции, количественные показатели	Состав агрегата	
		трактор или комбайн	сельскохозяйственная машина
1	2	3	4
1	Лущение стерни или дискование, 6...8 см	Беларус-80/82	БДН-180 , БДН-2,4.
		Беларус-1221	ЛДГ-10, БДН-3.
		Т-150К, ХТЗ-17221, Беларус-2023	ЛДГ-15, БДТ-3, БДМ-3x2Н
		К-744Р1	ЛДГ-20, БДТ-7
2	Погрузка минеральных удобрений	Беларус-80/82	ПКУ-0,8 , ПФ-0,5 , ПФС-0,75
3	Транспортировка и внесение минеральных удобрений	Беларус-80/82	МВУ-90 , МВУ-5, МТТ-4У
		Беларус-1221, Беларус-1523.	РМУН-1900
4	Погрузка органических удобрений	Беларус-80/82	ПКУ-0,8А, ПФ-0,5 , ПФС-0,75
		Беларус-2023	ПФП-1,2
5	Транспортировка и внесение органических удобрений	Беларус-80/82	РОУ-6М, ПРТ-7А
		Беларус-1221, ХТЗ-17221, Т-150К	МТТ-9
		К-744Р1	ПРТ-16
6	Вспашка зяби, после зерновых, 22...25 см.	Беларус-1221, Беларус-1523.	ПЛН-4-35
		ХТЗ-17221, Т-150К, Беларус-2023.	ПЛН-5-35
		К-744 Р1	ПЛН-8-40, ПТК-9-35.
		Джон-Дир-8220	Евроопал 8 (6)
7	Текущая планировка	Беларус-80/82	ГН-2,8
		ХТЗ-17221, Т-150К, Беларус-2023.	ГН-4А (3м)
		К-744Р1	ГН-4А (5м)
8	Закрытие влаги, 6...8 см	Беларус-80/82	С-11У+8БЗСС-1+3ЗОР-0,7
		ХТЗ-17221, Т-150К, Беларус-2023.	СГ-21+21БЗСС-1+93ОР-0,7
9	Дискование	Беларус-1221, Беларус-1523.	ЛДГ-10, БДН-3
		ХТЗ-17221, Т-150К, Беларус-2023.	ЛДГ-15, БДТ-3 , БДН-3x2Н
		К-744Р1	ЛДГ-20, БДТ-7.
10	Малование	Беларус-1221, Беларус-1523.	МВ-6
11	Транспортировка раствора гербицида	Беларус-80/82	МПР-3200
12	Внесение гербицидов	Беларус-80/82	ОП-2000-2-01, ОНШ-15, RALL-2000П
13	Заделка гербицидов	Беларус-80/82	С-11У + 8БЗСС-1,0
		ХТЗ-17221, Т-150К, Беларус-2023.	СГ-21 + 21БЗСС-1,0
14	Предпосевная культивация	Беларус-80/82	УСМК-5,4 + 2ШБ-2,5 , ОК-3,6.
15	Погрузка минеральных удобрений	Беларус-80/82	ПКУ-0,8А, ПФ-0,5 , ПФС-0,75

## Международная агроинженерия. 2017. №1.

16	Транспортировка минеральных удобрений и семян	Беларус-80/82	2ПТС-4,5 , 2ПТС-6
17	Посев с внесением минеральных удобрений	Беларус-80/82	ССТ-8В,
		Беларус-1221, Беларус-1523.	СПУ-12, ССТ-12В, ОПТИМА
18	Боронование до всходов	Беларус-80/82	С-11У+8БЗСС-1+33ОР-0,7
		ХТЗ-17221, Т-150К, Беларус-2023.	СГ-21+21БЗСС-1+93ОР-0,7
19	Транспортировка раствора гербицида	Беларус-80/82	МНР-3200
20	Внесение гербицидов	Беларус-80/82	ОП-2000-2-01, ОНШ-15, RALL-2000П
21	Механизированная шаровка	Беларус-80/82	УСМК-5,4А
22	Погрузка минеральных удобрений	Беларус-80/82	ПКУ-0,8А, ПФ-0,5 , ПФС-0,75
23	Транспортировка минеральных удобрений	Беларус-80/82	2ПТС-4,5 , 2ПТС-6
24	1-ая междурядная обработка, с внесением удобрений, 8...14 см	Беларус-80/82	УСМК-5,4В, КТС-4,8 (КГС-4,8)
		Беларус-1221, Беларус-1523.	КРН-5,6 , КРШ-8ДГ.
25	Междурядное рыхление	Беларус-80/82	УСМК-5,4В, КТС-4,8 (КГС-4,8)
		Беларус-1523.	КРН-5,6 , КРШ-8ДГ.
26	Нарезка временных оросительных сетей (ВОС)	Беларус-1221, Беларус-1523.	КЗУ-0,3Д
27	Заравнивание ВОС	Беларус-1221, Беларус-1523.	КЗУ-0,3Д
28а	Варианты уборки	Беларус-80/82	БМ-4А
	Уборка ботвы		
	Вывоз ботвы		
	Уборка корней	МКК-6-02 (ПКМ-4)	
28б	Измельчение ботвы и укладка в валок, копка корней и укладка в валок	Джон-Дир-7810	Ботворез AGRIFAC B.V, Копатель-валкователь MOREAV
		Джон-Дир-6920	Gilles ASC-48-32
28в	Измельчение ботвы и укладка в валок, копка корней со сбором в бункер	самоходные комбайны "Kleine" , WKM-9000, «Grimme».	
29	Погрузка корней в транспортное средство	Беларус -80/82	Погрузчики корней WKM, Gilles K-136
30	Транспортировка корней на переработку	КамАЗ-55102 с прицепом ГКБ-8527 и др.	

### **Результаты и их обсуждение.**

Технология возделывания сахарной свеклы, рекомендуемая ТОО «КазНИИЗиР» включает следующие основные операции. После озимой пшеницы проводят лушение стерни или дискование. Под вспашку зяби проводится внесение органических (20...30 т/га) и основной части минеральных удобрений (250...300 кг/га). Зябь пахут на глубину 22...25 см и более обычными, ярусными и оборотными плугами. При повышенной твердости почвы производится предпахотный полив.

По зяби проводится текущая планировка полей, а затем под зиму глубокое рыхление зяби.

Уборка сахарной свеклы осуществляется по различным технологиям. Один из вариантов включает уборку ботвы ботвоуборочными машинами с ее вывозкой. Затем осуществляется уборка корней прицепными или самоходными комбайнами с вывозом на сахарные заводы или на площадки, где формируются кагаты, из которых потом проводится погрузка корней в транспортные средства и перевозка на сахарные заводы.

При использовании техники из стран дальнего зарубежья уборка ботвы и корней осуществляется по двум схемам:

- самоходным комбайном с измельчением ботвы и укладкой её валок, копка корней со сбором в бункер и последующей выгрузкой в транспортное средство;

- навесным или прицепным агрегатом с измельчением ботвы и укладкой её валок, копка корней и укладка в валок с последующей доработкой.

Погрузка из валков в транспортное средство осуществляется специальным погрузчиком.

### **Выводы**

1. Обоснованы варианты комплексов машин для возделывания и уборки сахарной свеклы по технологии, рекомендуемой ТОО «КазНИИЗиР».

2. Необходимо продолжить мониторинг за работой зарубежной техники для возделывания и уборки сахарной свеклы с целью выбора наиболее эффективных машин для условий республики. Необходимо также разрабатывать отечественную технику для производства сахарной свеклы.

### **Список литературы**

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

2. Перспективная ресурсосберегающая технология производства сахарной свеклы: Метод. реком. –М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2008. – 56с.

3. Колчина Л. М. Технологии и техника для возделывания и уборки сахарной свеклы: -М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2012. – 80с.

## ҚАНТ ҚЫЗЫЛШАСЫН ӨСІРУ ЖӘНЕ ЖИНАУҒА АРНАЛҒАН МАШИНАЛАР КЕШЕНІН НЕГІЗДЕУ

### Аңдатпа

«ҚазӨҚҒЗИ» ЖШС қант қызылшасын өсірудің технологияларына сәйкес ұсыныстарына байланысты кешенді машиналар қатарын сатудың негіздемесі жасалды. Қант қызылшасы егістіктерінде алыс шетелдік кейбір машиналар жұмысын байқау нәтижелері талданды. Қант қызылшасын өсіруге, жинауға арналған шет елдік техникаларды республика жағдайында неғұрлым тиімділігін анықтауды мониторингтеу жұмыстарын, сондай-ақ осы дақылды өсіруге арналған отандық техникаларын жасауды жалғастыру қажат.

**Кілт сөздер:** қант қызылшасы, технология, соқалар, сеялқалар, культиваторлар, қызылша жинау комбайндары.

## RATIONALE FOR COMPLEXES OF MACHINES FOR CULTIVATION AND HARVESTING OF SUGAR BEET

### Summary

In accordance with the recommended TOO "KazNIIZiR" sugar beet culture technology grounded variants complexes of machinery for its implementation. Analyzed the results of observation of the work of some machines from abroad on sugar beet crops. It is necessary to continue monitoring the foreign technology for cultivation and harvesting of sugar beet with a view to selecting the most effective vehicles for the conditions of the Republic, as well as develop domestic technology for the production of this crop.

**Keywords:** Sugar beet, technology, plows, seeders, cultivators, harvesters.

МРНТИ 52.45.15

**В.Л. Астафьев<sup>1</sup>, П.Г. Иванченко<sup>1</sup>, В.В. Киркилевский<sup>1</sup>, С.Л. Малыгин<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>«Казахский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства» г. Костанай, Казахстан

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ КАЧЕСТВА РАБОТЫ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ-РАЗБРАСЫВАТЕЛЯ СОЛОМЫ К ЗЕРНОУБОРОЧНОМУ КОМБАЙНУ

### Аннотация

В статье приведены результаты исследований степени измельчения, ширины и неравномерности разброса в зависимости от частоты вращения измельчающих рабочих органов и конструктивного исполнения навесного измельчителя-разбрасывателя зерноуборочного комбайна.

**Ключевые слова:** воздухоотвод, секундомер, измельчитель, солома.

### Введение

Мульчирование почвы соломой повышает противозрозионную устойчивость поверхности поля и способствует сохранению влаги в почве за счет уменьшения испарения, повышению потенциального плодородия почвы [1, 2].

При мульчировании почвы соломой навесными измельчителями зерноуборочных комбайнов весьма важна равномерность распределения растительных остатков по поверхности поля. Агротехническими требованиями процесса уборки предполагается мульчирование всей площади поля. Однако существующие конструкции измельчителей соломы на комбайнах не приспособлены для работы с жатками захватом 7-12 м. При их работе солома разбрасывается полосами шириной 4-6 м, оставляя оголенные полосы практически на половине поля. Это способствует непродуктивным потерям влаги.

С учетом изложенного, актуальна разработка измельчителя соломы к зерноуборочному комбайну, обеспечивающего измельчение и разброс соломы на ширину захвата современных жаток (до 9-12 м).

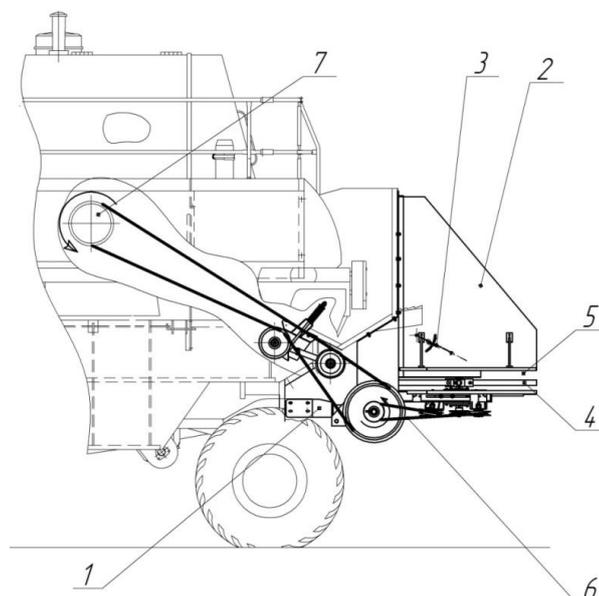
Ниже представлены исследования разработанного в КФ ТОО «КазНИИМЭСХ», измельчителя-разбрасывателя соломы, которые проводились на полях КХ «Жанахай», Федоровского района, Костанайской области (Рисунок 1, 2). Измельчитель-разбрасыватель предназначен для частичного измельчения и разброса измельченной соломы по ширине захвата жаток зерноуборочных комбайнов при уборке зерновых культур прямым и раздельным комбайнированием.



Рисунок 1 - Измельчитель-разбрасыватель соломы на комбайне Енисей КЗС-950

Измельчитель-разбрасыватель соломы монтируется на заднюю часть каркаса молотилки зерноуборочного комбайна Енисей КЗС-950 вместо копнителя и состоит из рамы 1, капота 2, направляющего щитка 3, разбрасывателей 4, включающих валы со ступицами и кронштейнами, на которые с помощью болтов крепятся измельчающие рабочие органы,

воздуховода 5 и механизма привода 6 для передачи крутящего момента от вала муфты молотилки 7.



1 – рама; 2 – капот; 3 – направляющий щиток; 4 – разбрасыватели; 5 – воздуховод; 6 – механизм привода разбрасывателей; 7 – вал муфты молотилки.

Рисунок 2 – Схема измельчителя-разбрасывателя соломы на комбайн Енисей КЗС-950

### Материалы и методы

Исследованиями текущего года проверялась эффективность установки двух новых элементов: воздуховода и направляющего щитка, обеспечивающего подачу соломы в зоны кольцевых секторов, расположенных в первом и втором круговых секторах левого и правого рабочих органов (рисунок 3). Параметры новых элементов выбраны согласно теоретических исследований.

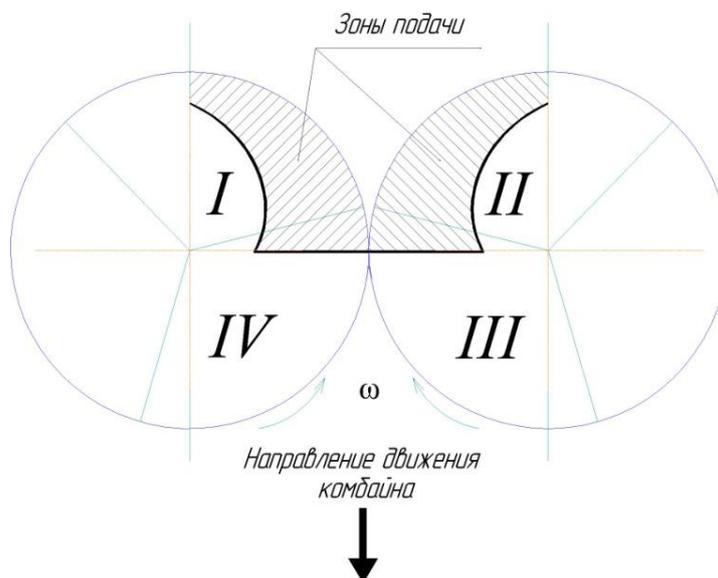


Рисунок 3 - Зоны подачи соломы на рабочие органы  
На рисунке 4 представлены зоны разброса измельченной соломы

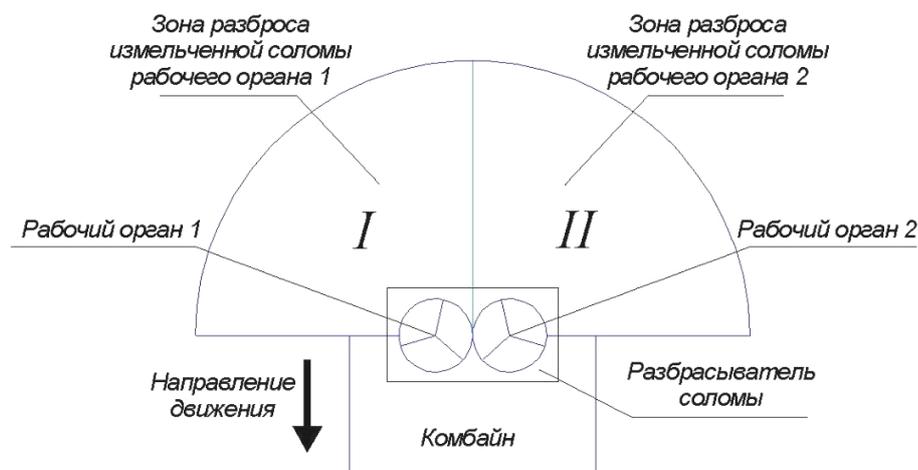


Рисунок 4 - Зоны разброса измельченной соломы

Условия проведения исследований измельчителя-разбрасывателя соломы, приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Условия проведения исследований

Показатель	Высота стеблей растений, см						
	35-40	40-45	45-50	50-55	55-60	60-65	65-70
Урожайность соломы, ц/га	28,6						
Средняя высота стеблей, см	52,5						
Доля стеблей, %	14,5	25,5	20,0	16,0	12,5	8,5	3,0
Влажность соломы, %	10,0						
Скорость бокового ветра, м/с	3						

Из таблицы 1 следует, что средняя высота стеблей составляла 52,5 см, при этом преобладали стебли высотой 40...45 см.

Схема предусматривает серию однофакторных опытов. В качестве изменяемых принято 3 фактора:

- частота вращения рабочих органов: 800, 1000, 1200 и 1400 мин<sup>-1</sup>;
- установка высоты воздуховода: 115, 165 и 215 мм;
- без воздуховода и направляющего щитка.

Время прохождения опытной делянки замеряли секундомером. Ширину разбрасывания измельченной соломы замеряли рулеткой, распределение измельченной соломы по ширине захвата жатки определяли методом взвешивания. Для исключения попадания мелкого соломистого вороха и половы с решетного стана в зону разброса измельченной соломы в некоторых сериях опытов устанавливали половоотборник. При проведении

экспериментальных исследований длина опытной делянки составляла 40 м. Опыты для изучения параметров распределения измельченной соломы по ширине захвата жатки проводили следующим образом: для определения качества разбрасывания соломы по полю отбирали пробы по всей ширине прохода жатки с каждого 1 м<sup>2</sup> в четырех повторностях. Скорость движения комбайна была агротехнически допустимой для данной характеристики поля при одинаковой массе зерна в бункере. Далее собранные пробы взвешивали, а ширину разбрасывания измельченной соломы оценивали визуально, устанавливали колышки натягивали шнур и измеряли рулеткой в тех же местах, где определяли качество разбрасывания. Длину измельченной соломы измеряли линейкой из проб, взятых для оценки ее качества по всей ширине разбрасывания.

В процессе проведения исследований определялась неравномерность распределения измельченной соломы (коэффициент вариации) по ширине захвата жатки, степень измельчения соломы и ширина разброса измельченной соломы в зависимости от частоты вращения измельчающих рабочих органов и конструктивного исполнения измельчителя-разбрасывателя.

Средневзвешенную степень измельчения соломы  $\bar{X}$ , см, вычисляли по формуле:

$$\bar{O} = \sum_1^i \bar{l}_i \cdot a_i, \quad (1)$$

где  $\bar{l}_i$  - средние длины измельченной соломы в  $i$ -том классе, см;

$a_i$  - доля соломы длиной  $\bar{l}_i$  в  $i$ -том классе.

Неравномерность разброса измельченной соломы по ширине захвата жатки  $v$ , %, вычисляли по формуле:

$$v = \frac{\sigma}{\bar{C}} \cdot 100, \quad (2)$$

где  $\sigma$  - среднеквадратическое отклонение измельченной соломы по ширине захвата жатки, г;

$\bar{C}$  - средняя величина измельченной соломы по ширине захвата жатки, г.

Среднеквадратическое отклонение измельченной соломы по ширине захвата жатки  $\sigma$ , г, вычисляли по формуле:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n-1}}, \quad (3)$$

где  $(x - \bar{x})^2$  - отклонение от средней;

$n$  - количество измерений.

Среднюю величину измельченной соломы по ширине захвата жатки  $\bar{C}$ , г, вычисляли по формуле:

$$\bar{C} = \frac{\sum C_i}{n}, \quad (4)$$

где  $C_i$  - результат отдельного измерения, г.

По результатам предыдущих исследований были выбраны измельчающие рабочие органы в количестве 3, радиусом 600 мм.

Неравномерность разброса измельченной соломы по ширине захвата жатки представлена на рисунок 5.

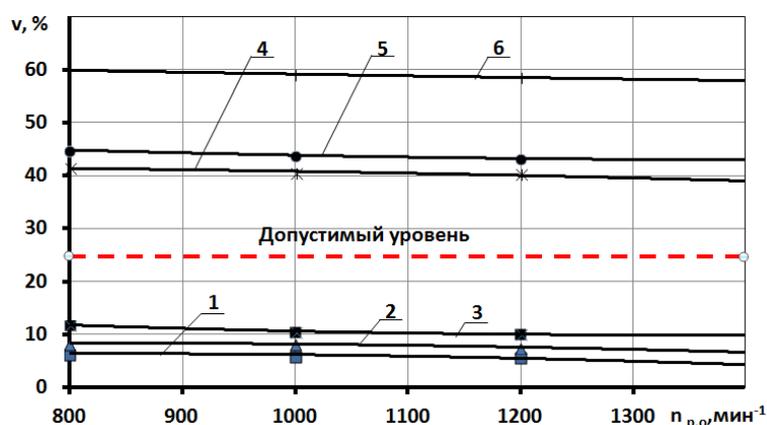


Рисунок 5 - Неравномерность разброса измельченной соломы по ширине захвата жатки при высоте воздуховода:  $h=115$  мм (1),  $h=165$  мм (2),  $h=215$  мм (3), при наличии половеи и направляющего щитка; при высоте воздуховода  $h=115$  мм (4),  $h=215$  мм (5), при отсутствии половеи и наличии направляющего щитка; при отсутствии воздуховода и направляющего щитка (6)

Из рисунка 5 видно, что при высоте воздуховода  $h=115...215$  мм, при наличии половеи и направляющего щитка неравномерность разброса измельченной соломы по ширине захвата жатки соответствует агротехническим требованиям [3]. Согласно агротехническим требованиям коэффициент вариации разброса частиц соломы по ширине захвата жатки комбайна не должен превышать 25%. При высоте воздуховода 115 мм коэффициент вариации составил 4,20...6,42%, при высоте воздуховода 165 мм коэффициент вариации составил 6,64...8,36%, а при высоте воздуховода 215 мм – возростал по абсолютной величине до 9,90...11,80%.

При высоте воздуховода 115 мм, 215 мм, наличии направляющего щитка и сборе половеи в половеоотборник неравномерность разброса измельченной соломы по опытам составила 38,90...41,41 и 42,96...44,81% соответственно, что не соответствует агротехническим требованиям [3].

При отсутствии воздуховода и направляющего щитка неравномерность разброса измельченной соломы не соответствует агротехническим требованиям [3]. Коэффициент вариации составил 57,90...59,88%.

Из рисунка 5 можно сделать вывод, что на неравномерность разброса измельченной соломы по ширине захвата жатки оказывает влияние учет половы в измельченной соломе, высота воздуховода и наличие направляющего щитка. Частота вращения измельчающих рабочих органов на неравномерность разброса практически не влияет.

Зависимость степени измельчения соломы от частоты вращения измельчающих рабочих органов при высоте воздуховода 115 мм представлена в таблице 2.

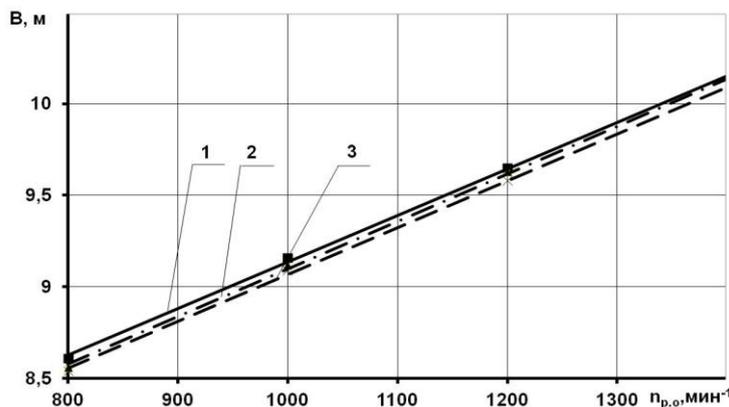
Таблица 2 - Зависимость степени измельчения соломы от частоты вращения измельчающих рабочих органов

Показатель	Частота вращения, мин <sup>-1</sup>	Длина измельченной соломы, см		
		20-25	25-30	30-35
Доля измельченной соломы	800	0,75	0,20	0,05
Средневзвешенное значение, см		24,0		
Доля измельченной соломы	1000	0,77	0,19	0,04
Средневзвешенное значение, см		23,9		
Доля измельченной соломы	1200	0,83	0,17	-
Средневзвешенное значение, см		23,4		
Доля измельченной соломы	1400	0,84	0,16	-
Средневзвешенное значение, см		23,3		

Из таблицы 2 следует, что при изменении частоты вращения измельчающих рабочих органов от 800 до 1400 мин<sup>-1</sup> средневзвешенная степень измельчения изменилась незначительно с 24,0 до 23,3 см. При этом по всем вариантам основная доля соломы измельчается на частицы до 25 см.

### Результаты и их обсуждения

По результатам исследований установлены зависимости ширины разброса измельченной соломы от частоты вращения измельчающих рабочих органов, высоты воздуховода и наличия направляющего щитка, которые представлены на рисунке 6.



высоты воздуховода:  $h=115$  мм (1);  $h=165$  мм (2);  $h=215$  мм (3) и наличия направляющего щитка

Рисунок 6 - Зависимость ширины разброса измельченной соломы от частоты вращения измельчающих рабочих органов

Из рисунка 6 можно сделать вывод, что высота воздуховода и наличие направляющего щитка на ширину разброса измельченной соломы значительного влияния не оказывает, в большей мере ширина разброса зависит от частоты вращения измельчающих рабочих органов.

### **Выводы**

1. Установлено, что неравномерность разброса измельченной соломы по ширине захвата жатки существенно снижается при наличии воздуховода, направляющего щитка и учете поперечного сечения в измельченной соломе.
2. Установлено, что на ширину разброса существенное влияние оказывает частота вращения измельчающих рабочих органов.

### **Список литературы**

1. Кудашева, Л.М. Пути повышения плодородия [Текст] / Л.М. Кудашева / Приемы совершенствования аграрного производства в Костанайской области. Сборник трудов Костанайского научно-исследовательского института сельского хозяйства. Том 5. Костанай, 2001. – С.25-38.
2. Солома как удобрение и ее роль в повышении плодородия почв [Текст] / Рекомендации – Омск, 2003. – 40 с.
3. Агротехнические требования к основным технологическим операциям при адаптивных технологиях возделывания озимых колосовых и кукурузы и новые технические средства для их выполнения в Краснодарском крае [Текст] / Краснодарский НИИ СХ им. П.П.Лукияненко. – Краснодар, – 2001.

## **АСТЫҚ ЖИҢАЙТЫН КОМБАЙЫҢҒА САБАНДЫ ҰЗАҚТАҒЫШ-ШАШҚЫШТЫҢ ЖҰМЫС САПАСЫН ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІ**

### **Андатпа**

*Мақалада астық жинайтын комбайның аспалы ұзақтағыш-шашқыштың ұзақтағайтын жұмыс органдарының айналу жиілігінен және құрастырылымның орындауынан байланысты ұсақтау дәрежесі, ені және шашылған біркелкі емес бөліктерінің зерттеулер нәтижелері келтірілген.*

**Кілт сөздер:** *ауа өткізгіш, секундәлшігіш, ұзақтағыш, сабан.*

## **RESULTS OF THE STUDY OF THE QUALITY OF THE WORK OF THE SHREDDER MILLING MACHINE TO THE GRAIN TURN COMBINE**

### **Summary**

*The article presents the results of research on the straw chopping length, straw spreading width and irregularity ratio in distribution of straw within header width depending on the rotary*

*disks' revolution rate and the mounted chopper-spreader's design.*

**Key words:** *air vent, stopwatch, chopper, straw.*

МРНТИ 68.39.55

*А.А. Абдикаиров<sup>1</sup>, В.В. Хохлов<sup>1</sup>, Д.М. Шарипов<sup>1</sup>, Д.С. Әліпов<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*«Казахский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства» г. Алматы, Казахстан*

## **ОБ УСТОЙЧИВОСТИ СТАНКА-ФИКСАТОРА МОБИЛЬНОЙ УНИВЕРСАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ВЕРБЛЮДОВ В ПОПЕРЕЧНОЙ И ПРОДОЛЬНОЙ ПЛОСКОСТЯХ**

### **Аннотация**

*В статье представлены результаты аналитических и экспериментальных исследований устойчивости станка-фиксатора мобильной универсальной установки для верблюдов в поперечной и продольной плоскостях. Определены условия обеспечения этой устойчивости, а также безопасной и надежной работы станка-фиксатора в производственных условиях.*

**Ключевые слова:** *верблюдоводство, станок-фиксатор, загон, дойка, бонитировка, ветеринарная обработка, стрижка животных.*

### **Введение**

Природно-климатические условия Казахстана способствуют успешному ведению животноводства, в том числе, пастбищного животноводства. Так, площадь естественных пастбищных угодий в стране составляет 187 млн. га [1] значительная часть которых расположены в пустынных и полупустынных зонах, что благоприятствует успешному развитию в этих регионах наряду с овцеводством и верблюдоводства.

По площади пастбищ Казахстан занимает пятое место в мире. К сожалению, в настоящее время из всей имеющейся площади пастбищ, используется только 81 млн. га, при этом, из них – 26,6 млн. га деградированы, что составляет треть используемых пастбищ [2].

Верблюдоводство – одна из традиционных отраслей животноводства Республики Казахстан. На начало 2016 года поголовье верблюдов в Казахстане составило 170,3 тыс. голов [3]. Основными регионами разведения верблюдов являются Мангыстауская, Кызылординская, Южно-Казахстанская, Атырауская, Актыубинская, Алматинская, Жамбылская и Западно-Казахстанская области. В этих областях сосредоточены около 92-95% всего поголовья верблюдов страны. В то же время, в сельской местности, в хозяйственной деятельности верблюдов используют практически во всех областях республики, включая даже и области, расположенные на севере Казахстана.

Продукция верблюдоводства – молоко, шерсть, мясо и шкуры, имеют высокий спрос, как на внутреннем, так и на внешнем рынке. Верблюжье молоко обладает уникальными питательными и целебными свойствами. Мясо верблюдов по своим вкусовым и питательным свойствам не уступает мясу КРС, а верблюжья шерсть, имеющая прекрасные теплофизические и гигроскопические свойства является ценнейшим сырьем для легкой промышленности [4, ..., 7].

Технологические процессы доения, бонитировки и проведения ветеринарно-санитарных мероприятий верблюдов в настоящее время, ни в Казахстане, ни в других зарубежных странах не механизированы. Проведение этих процессов вручную, без применения специального оборудования, приводит не только к повышению трудоемкости и снижению качества выполнения этих работ, но и представляет определенную опасность для обслуживающего персонала.

Следовательно, решение проблемы механизации процессов бонитировки, доения, проведения ветеринарно-санитарных и других мероприятий верблюдов обеспечить не только безопасность и качество выполнения этих мероприятий, но и будут способствовать в целом развитию верблюдоводства в пастбищных условиях, увеличению и улучшению качества производимой продукции верблюдоводства и тем самым укреплению продовольственной безопасности страны.

### **Материалы и методы**

Объектом исследований является станок-фиксатор экспериментального образца мобильной универсальной установки для верблюдов МУУ-1В.

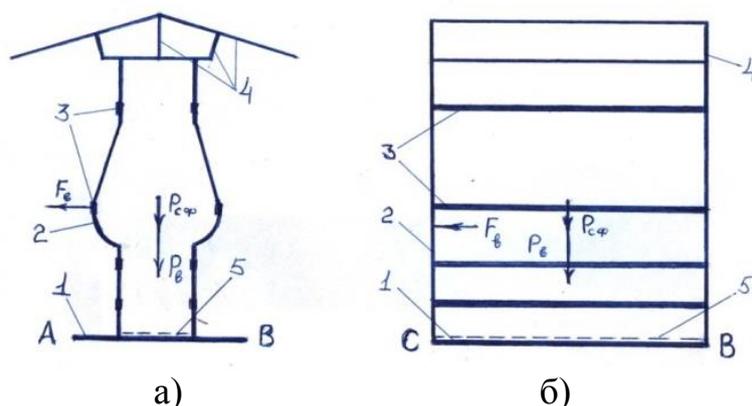
Разрабатываемая мобильная универсальная установка должна удовлетворять как к критериям мобильности и универсальности, так и соответствовать требованиям эргономики и надежности. И здесь наиболее важным является обеспечение безопасности и устойчивости станка-фиксатора при выполнении таких технологических процессов как дойка, бонитировка или ветеринарная обработка верблюдов.

Исследования проводились с применением аналитических и экспериментальных методов.

Экспериментальные исследования проводились в условиях лаборатории, а устойчивость станка-фиксатора определялась в двух плоскостях: поперечной и продольной.

Воздействие статической нагрузки на станок-фиксатор имитировалось применением автолебедки и созданием растягивающих или сжимающих нагрузок. Испытания проводились с нагрузочными балластами 2, 3 и 4 кН.

Станок-фиксатор верблюдов представляет собой рамную конструкцию, состоящую из оснований (нижнего и верхнего), боковых стоек, поперечин и каркаса защитного навеса (рисунок 1). Нижние основания являются опорной конструкцией станка-фиксатора. На нижние основания закрепляются боковые стойки симметрично относительно продольной оси станка-фиксатора.



1 – основание (нижнее и верхнее); 2 – боковая стойка (левая и правая);  
3 – поперечины; 4 – каркас защитного навеса; 5 – настил.

Рисунок – 1 К определению устойчивости станка-фиксатора

В средней части боковые стойки имеют овальную форму, описывающие боковую часть туловища верблюда. Боковые стойки являются несущей конструкцией, к которым закрепляются поперечины станка-фиксатора. Движение верблюда в продольном направлении в станке-фиксаторе ограничивается упорами, устанавливаемыми в передней и задней части станка-фиксатора, после загона в него верблюда. Боковые стойки и поперечины ограничивают его перемещение в поперечном направлении. На верхнее основание станка-фиксатора устанавливается каркас защитного навеса.

### Результаты и их обсуждения

*Устойчивость станка-фиксатора в поперечной плоскости.* Потеря устойчивости или опрокидывание станка-фиксатора от воздействия верблюда наиболее возможна в поперечной плоскости. При этом вероятность опрокидывания будет увеличиваться с увеличением усилия воздействия и высоты расположения поперечины, на которую воздействует верблюд. В частности, при воздействии на четвертую или третью поперечины вероятность опрокидывания будет выше, чем при воздействии на вторую или первую поперечины, которые расположены значительно ближе к нижнему основанию станка-фиксатора.

На рассматриваемую систему действуют следующие силы: сила тяжести станка-фиксатора  $P_{cf}$  и сила тяжести верблюда  $P_c$  зафиксированного в станке-фиксаторе, которые направлены строго вертикально вниз, а также сила воздействия верблюда на поперечину  $F_b$ , (см. рисунок 1а). Предположим, что сила воздействия верблюда на поперечину  $F_b$  равнозначна при его действии, как на правую поперечину, так и на левую поперечину и не зависит от направления его действия.

На основании выдвинутой нами гипотезы рассмотрим равновесие системы при воздействии верблюда, например, на левую поперечину для случаев:

- 1) когда в станке-фиксаторе отсутствует настил;
- 2) когда в основание станка-фиксатора установлен настил.

*Первый случай – в станке-фиксаторе отсутствует настил.* Равновесие системы относительно точки  $A$ , в этом случае, описывается следующим уравнением:

$$\Sigma M_a = 0; \quad F_g \cdot h_g - P_{cf} \cdot l_{но}/2 = 0. \quad (1)$$

$$\text{Откуда} \quad F_g = P_{cf} \cdot l_{но}/2 \cdot h_g \quad (2)$$

где  $F_g$  – сила воздействия верблюда на боковую стойку, кН;

$P_{cf}$  – сила тяжести станка-фиксатора, кН;

$h_g$  – высота приложения силы  $F_g$ , м;

$l_{но}$  – длина нижнего основания, м.

*Второй случай – в основание станка-фиксатора размещен настил.* Равновесие системы относительно точки  $A$ , в этом случае, описывается следующим уравнением:

$$\Sigma M_a = 0; \quad F_g \cdot h_g - P_g \cdot l_{но}/2 - P_{cf} \cdot l_{но}/2 = 0. \quad (3)$$

$$\text{Откуда} \quad F_g = (P_g + P_{cf}) \cdot l_{но}/2 \cdot h_g \quad (4)$$

где  $P_g$  – сила тяжести верблюда, кН.

Анализ уравнений (1) – (4) показывает, что моменты от силы тяжести, и верблюда, и станка-фиксатора, действуют в противоположном направлении моменту, возникающему от силы воздействия верблюда на поперечины. При этом сила воздействия верблюда на поперечины создает опрокидывающий момент относительно точки  $A$ , а силы тяжести верблюда и станка-фиксатора, воспрепятствуют опрокидыванию станка-фиксатора. Следовательно, эти силы имеют положительное влияние для повышения устойчивости станка-фиксатора. В связи с этим в станке-фиксаторе на нижние основания обязательно должен быть установлен настил, что позволит эффективно использовать силу тяжести верблюда, и обеспечить устойчивость станка-фиксатора без применения дополнительных конструктивных устройств или противовесов.

*Устойчивость станка-фиксатора в продольной плоскости.* Потеря устойчивости или опрокидывание станка-фиксатора от воздействия верблюда в продольной плоскости менее вероятно (см. рисунок 1б). Обусловлено это следующими обстоятельствами. Во-первых, станок-фиксатор в продольном направлении не имеет ограждений и является проходным. Во-вторых, после захода в крайний станок-фиксатор верблюда его движение ограничивают поперечными упорами, которые устанавливаются ниже уровня груди верблюда. В третьих, длина станка-фиксатора в продольной плоскости больше чем в поперечной плоскости. Следовательно, из-за низко расположенных упоров-ограничителей и более длинной базы станка-фиксатора, для опрокидывания

станка-фиксатора в продольной плоскости требуется приложить значительно большее усилие, чем в поперечной плоскости.

Равновесие станка-фиксатора в продольной плоскости рассмотрим, также как и в предыдущем случае, для двух вариантов: когда в станке-фиксаторе отсутствует настил и когда в основание станка-фиксатора установлен настил.

Равновесие системы рассмотрим относительно точки С.

$$\Sigma M_c = 0; \quad F_g \cdot h_g - P_{cf} \cdot l_{cf} / 2 = 0. \quad (5)$$

$$\text{Откуда} \quad F_g = P_{cf} \cdot l_{cf} / 2 \cdot h_g \quad (6)$$

где  $F_g$  – сила воздействия верблюда на упор ограничитель, кН;

$P_{cf}$  – сила тяжести станка-фиксатора, кН;

$h_g$  – высота приложения силы  $F_g$ , м;

$l_{cf}$  – длина станка-фиксатора, м.

*Второй случай – в основание станка-фиксатора размещен настил.* Равновесие системы относительно точки С, в этом случае, описывается следующим уравнением:

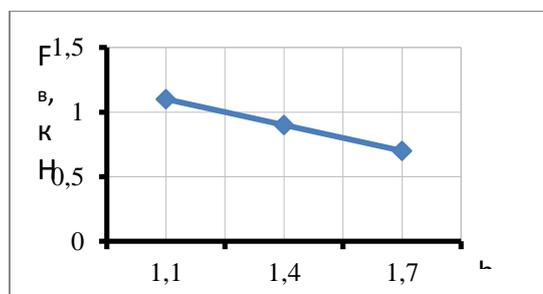
$$\Sigma M_c = 0; \quad F_g \cdot h_g - P_g \cdot l_{cf} / 2 - P_{cf} \cdot l_{cf} / 2 = 0. \quad (7)$$

$$\text{Откуда} \quad F_g = (P_g + P_{cf}) \cdot l_{cf} / 2 \cdot h_g \quad (8)$$

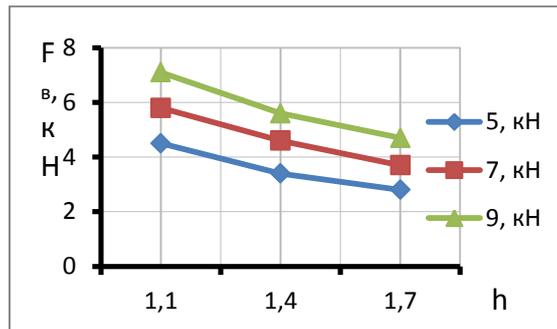
где  $P_g$  – сила тяжести верблюда, кН.

Экспериментальные исследования станка-фиксатора мобильной универсальной установки для верблюдов МУУ-1В, состоящей из 2-х секций станков-фиксаторов с каркасами защитного навеса, переходной секция, загона с б-ью секциями и входными воротами проводились на площадке испытательной лаборатории ТОО «КазНИИМЭСХ».

На рисунке 2 приведены расчетные зависимости величины усилия требуемого для опрокидывания станка-фиксатора в поперечной плоскости относительно точки А. А рисунке 3 приведены расчетные зависимости величины усилия требуемого для опрокидывания станка-фиксатора в



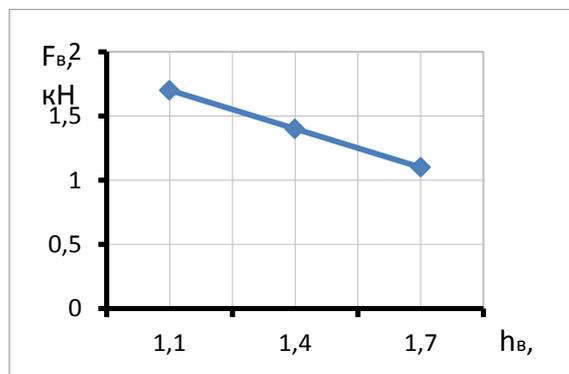
а)



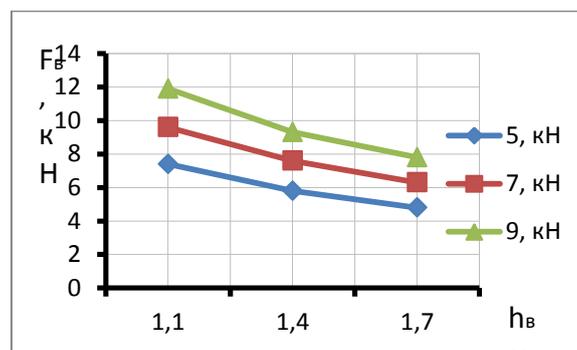
б)

а) – без настила; б) – с настилом

Рисунок – 2 Расчетные зависимости величины усилия требуемого для опрокидывания станка-фиксатора в поперечной плоскости



а)



б)

а) – без настила; б) – с настилом

Рисунок – 3 Расчетные зависимости величины усилия требуемого для опрокидывания станка-фиксатора в продольной плоскости

продольной плоскости относительно точки С. Полученные расчетные зависимости имеют линейный вид.

На рисунке 4 приведены результаты экспериментальных исследований станка-фиксатора мобильной установки для верблюдов МУУ-1В на поперечную устойчивость на испытательной площадке.

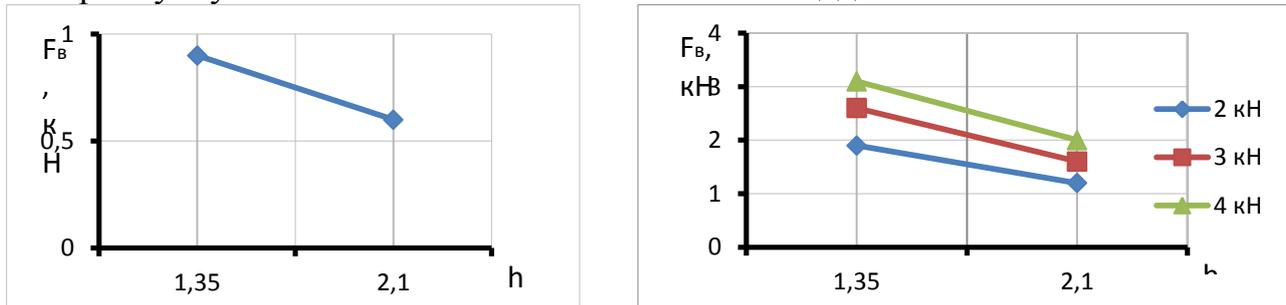


Рисунок – 4 Экспериментальные зависимости величины усилия опрокидывания станка-фиксатора в поперечной плоскости

Анализ этих зависимостей показывает, что с увеличением высоты точки приложения силы величина усилия необходимого для опрокидывания станка-фиксатора мобильной установки для верблюдов МУУ-1В уменьшается. В этом случае, применение настила является наиболее рациональным решением для обеспечения устойчивости станка-фиксатора в полевых условиях, которое позволяет без укрепления станка-фиксатора в грунт обеспечить требуемую устойчивость и надежность работы установки.

### Выводы

Анализ результатов аналитических и экспериментальных исследований на поперечную и продольную устойчивость станков-фиксаторов мобильной универсальной установки для верблюдов МУУ-1В показывает, что расчетные и экспериментальные зависимости величины опрокидывающей силы от высоты ее приложения имеют линейный вид. При этом величина опрокидывающей силы изменяется в пределах:

– от 0,7 до 1,1 кН в поперечной плоскости и от 1,1 до 1,7 кН в продольной плоскости (при отсутствии настила);

– от 2,8 до 7,1 кН в поперечной плоскости и от 4,8 до 11,9 кН в продольной плоскости (при наличии настила с грузом 5, 7 и 9 кН).

Наличие настила на станке-фиксаторе позволяет обеспечить устойчивость его без использования дополнительных нагрузочных устройств.

### Список литературы

- 1 Терентьев С.М. Верблюдоводство. -М.: Колос, 1975. -224 с.
- 2 Кугенев П.В. Верблюдоводство. М.: Ун-т Дружбы народов им П. Лумумбы, 1982. -87 с.
- 3 Mr. Dnyaneshwar Natha, Manish Giri. Intelligent Drip Irrigation System // International journal of engineering sciences and research technolog, 2014. -№3. - С.1-5.

4 Верблюдоводство в Казахстане (под ред. А. Баймуканова). -Алматы: Бастау, 1995. -Вып.1. -135 с.

5 Черепанова В.П., Мусаев З.М., Белокобыленко В.Т. Химический состав верблюжьего молока //Животноводство. -М.: Агропромиздат, 1986. -№3. -С.55-56.

6 Баймуканов А. Состав, физико-химические свойства и энергетическая ценность верблюжьего молока //Верблюдоводство в Казахстане. -Алматы: Бастау, 1995.-Вып.1.-С.5-7.

7 Баймуканов Д.А. Верблюдоводство Казахстана XXI века (к 70-летию профессора А. Баймуканова). – Алматы: Бастау. – 2009. – 208 с.

## **ТҮЙЕГЕ АРНАЛҒАН МОБИЛЬДІ ӘМБЕБАП ҚОНДЫРҒЫ БЕКІТУ-СТАНОГІНІҢ КӨЛДЕНЕҢ ЖӘНЕ БОЙЛЫҚ ЖАЗЫҚТЫҚТАҒЫ ТҰРАҚТЫЛЫҒЫ ТУРАЛЫ**

### **Андатпа**

*Мақалада түйеге арналған мобильді әмбебап қондырғы бекіту-станогінің көлденең және бойлық жазықтықтағы тұрақтылығының аналитикалық және тәжірибелік зерттеулерінің нәтижелері келтірілген. Бұл тұрақтылықты қамтамасыз ету шарттар анықталды, және өндірістік жағдайдағы бекіту-станогінің қауіпсіз және сенімді жұмысы анықталды.*

**Кілт сөздер:** *түйе шаруашылығы, бекіту-станок, қора, сауу, бонитировка, ветеринарлық өңдеу, жануарларды қырқу.*

## **ABOUT THE STABILITY OF A FIXING MACHINEMOBILE UNIVERSAL INSTALLATION FOR VEBLUDES IN THE TRANSVERSE AND LONGITUDINA PLANES**

### **Summary**

*The article presents the results of analytical and experimental studies of the stability of the lathe of a mobile universal installation for camels in the transverse and longitudinal planes. The conditions for ensuring this stability, as well as the safe and reliable operation of the lathe in production conditions, are determined.*

**Key words:** *camel breeding, fixing machine, corral, milking, boning, veterinary treatment, haircut of animals.*

МРНТИ 55.57.31

*Б.П. Артыкбаев<sup>1</sup>, С.У. Алланиязов<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*«Научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства», г. Янгиюль, Узбекистан*

<sup>2</sup>*«Ташкентский государственный аграрный университет», г. Нукус, Узбекистан*

## ОБОСНОВАНИЕ ДИАМЕТРА ДИСКОВ СЕКЦИИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ХЛОПКОВОГО КУЛЬТИВАТОРА

### Аннотация

*В статье приведены сведения о дисковой рабочей секции хлопкового культиватора и результаты теоретических исследований по обоснованию диаметров ее дисков.*

**Ключевые слова:** *культиватор, диски, диаметр, секция*

### Введение

При обработке междурядий после вегетационных поливов, в часто качество крошения почвы рабочими органами хлопкового культиватора не отвечает предъявляемым требованиям. В результате наблюдается потеря влаги из почвы и повреждение корней хлопчатника. Это отрицательно влияет на развитие хлопчатника и приводит к снижению его урожайности. С учетом этого нами для улучшения качества крошения почвы при обработке междурядий после вегетационных поливов была разработана дисковая рабочая секция [1], и проведены исследования по обоснованию ее параметров.

### Материалы и методы

На рисунке 1 приведена схема разработанной рабочей секции, а на рисунке 2 показана схема расположения ее в междурядье хлопчатника.

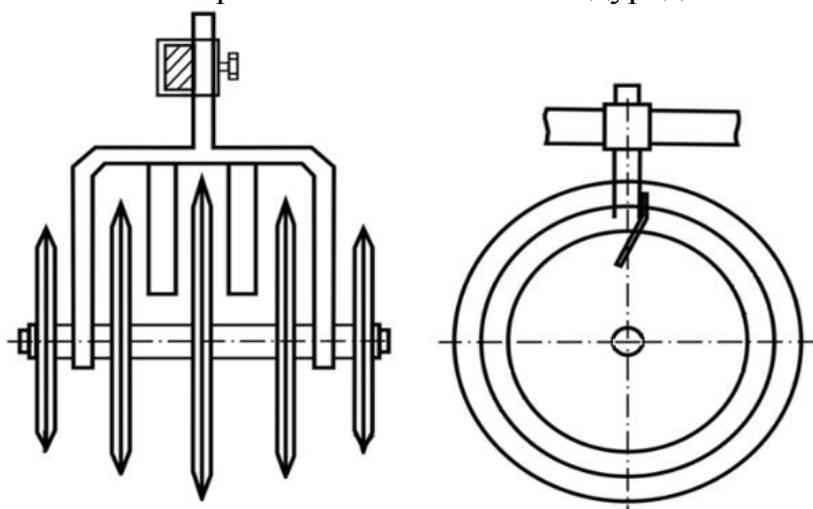


Рисунок 1. Схема дисковой рабочей секции

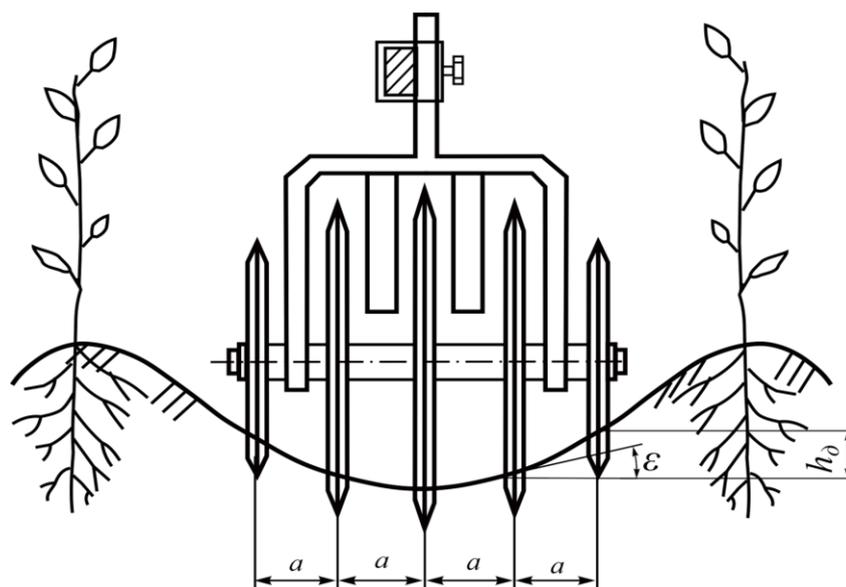


Рисунок 2. Расположение рабочей секции в междурядьях хлопчатника

Диаметры дисков рабочей секции определяются из условия чтобы перед ними не происходило сгруживание почвы [2]. Исходя из этого, мы в первую очередь определяем диаметры самых маленьких, т.е. крайних дисков рабочей секции.

Если принять во внимание, что диски секции работают в затвердевшей после полива монолитной почве, то диаметр  $D_k$  крайних дисков можно определить по следующему выражению

$$D_k \geq \frac{2h_0}{1 - \cos(\varphi_1 + \varphi_2)}, \quad (1)$$

где  $h_0$  – глубина погружения дисков в почву;

$\varphi_1, \varphi_2$  – углы внешнего и внутреннего трения почвы.

Зная диаметры крайних дисков диаметры остальных дисков можно определить по выражению (Рисунок 2)

$$D_p \geq D_k + 2l_n \operatorname{tg} \varepsilon, \quad (2)$$

где  $D_p$  – диаметр рассматриваемого диска;

$l_n$  – поперечное расстояние от крайнего диска до рассматриваемого диска;

$\varepsilon$  – угол наклона откоса борозды к горизонту.

С учетом выражения (1) выражение (2) имеет следующий вид

$$D_p \geq \frac{2h_0}{1 - \cos(\varphi_1 + \varphi_2)} + 2l_n \operatorname{tg} \varepsilon. \quad (3)$$

Это выражение для рабочей секции с числом дисков  $n$  в общем виде можно написать следующим образом

$$D_p \geq \frac{2h_\delta}{1 - \cos(\varphi_1 + \varphi_2)} + (n + 1 - 2k)atg\varepsilon, \quad (4)$$

где  $k$  – порядковый номер рассматриваемого диска (начиная с центрального диска);

$a$  – расстояние между дисками.

Для центрального диска рабочей секции  $k = 1$ , для дисков, расположенных первыми с правой и левой стороны центрального диска,  $k = 2$ , для дисков, расположенных вторыми,  $k = 3$ .

На основании вышеполученных результатов выражение (4) для центрального и боковых дисков рабочей секции с пятью дисками имеет следующий вид:

для центрального диска рабочей секции

$$D_u \geq \frac{2h_\delta}{1 - \cos(\varphi_1 + \varphi_2)} + 4atg\varepsilon; \quad (5)$$

для боковых дисков, расположенных первыми с левой и правой стороны центрального диска рабочей секции,

$$D_{\delta 1} \geq \frac{2h_\delta}{1 - \cos(\varphi_1 + \varphi_2)} + 2atg\varepsilon; \quad (6)$$

для боковых дисков, расположенных вторыми с левой и правой стороны центрального диска рабочей секции

$$D_{\delta 2} \geq \frac{2h_\delta}{1 - \cos(\varphi_1 + \varphi_2)}. \quad (7)$$

Как видно из анализа выражений (5)-(7), диаметры дисков рабочих секций зависят от глубины их погружения в почву, поперечного расстояния между ними, а также углов внешнего и внутреннего трения почвы.

Расчеты, проведенные по выражениям (5)-(7), при  $h_\delta = 5$  см,  $a = 5$  см,  $\varphi_1 = 30^\circ$ ,  $\varphi_2 = 40^\circ$ ,  $\varepsilon = 25^\circ$ , показывали, что диаметр центрального диска рабочей секции должен быть не менее 25 см, а диаметры дисков, расположенных первым и вторым с левой и правой сторон рабочей секции, соответственно не менее 20 и 15 см.

### Вывод

Для качественной обработки междурядий хлопчатника после вегетационных поливов диаметр центрального диска рабочей секции должен быть не менее 25 см, а диаметры дисков, расположенных первым и вторым с левой и правой сторон рабочей секции, соответственно не менее 20 и 15 см.

### Список литературы

1. Патент РУз № IAP 05004 Рабочая секция культиватора / Хаджиев А.Х., Ауезов О.П., Артыкбаев Б.П., Балтаниязов А.С. // Официальный вестник. – 2015. – № 2.

2. Кленин Н.И., Сақун В.А. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. – М.: Колос, 1994. – 751 с.

## МАҚТА КУЛЬТИВАТОРЫНЫҢ ЖҰМЫСТЫҚ ОРГАНЫ СЕКЦИЯСЫ ДИСКЛЕРІНІҢ ДИАМЕТРІН НЕГІЗДЕУ

### Аңдатпа

Мақалада мақта культиваторының дисклі жұмыстық секцияларының мәліметтері және оның дисклерінің диаметрлерін негіздеу бойынша теориялық зерттеу нәтижелері келтірілген.

**Кілт сөздер:** культиватор, дисклер, диаметр, секция.

## SUBSTANTIATION DIAMETERS OF DISK SECTION OPERATIVE PARTS OF A COTTON CULTIVATOR

### Summary

In article in the data is illustrated on disk working section of a cotton cultivator and results of theoretical researches on a substantiation diameters of its disks.

**Keywords:** cultivator, disks, diameter, section.

МРНТИ 68.29.15

*А.П. Грибановский<sup>1</sup>, А.С. Рзалиев<sup>1</sup>, В.П. Голобородько<sup>1</sup>, А.Г. Евтифеев<sup>1</sup>,  
А.А. Суюндуков<sup>1</sup>, Ш.Б. Бекмухаметов<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*«Казахский НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства»  
г. Алматы, Казахстан*

## РАЗРАБОТКА ОРУДИЯ ДЛЯ ВНУТРИПОЧВЕННОГО ВНЕСЕНИЯ ГЕРБИЦИДОВ ДЛЯ БОРЬБЫ С ГОРЧАКОМ ПОЛЗУЧИМ

### Аннотация

В комбинированных орудиях для обработки почвы с одновременным внутрипочвенным внесением гербицидов применяются стрельчатые лапы, в подлаповом пространстве которых установлены распылители, подающие раствор гербицида в сходящийся с крыльев лап пласт разрыхленной почвы. Показано, что при постоянных геометрических параметрах стрельчатой лапы высота и дальность полета пласта почвы в процессе работы меняются, что обусловлено физико-механическими свойствами почвы, глубиной рыхления и скоростью агрегата. Поэтому при подаче раствора в сходящийся с лап пласт почвы не обеспечивается равномерность его распределения по площади. Показано, что этот недостаток устраняется при подаче распылителями раствора в подлаповое пространство, параметры геометрического контура которого постоянны.

**Ключевые слова:** Внутрипочвенное внесение гербицидов, равномерность распределения гербицидов, плоскорезная широкозахватная лапа.

### Введение

Карантинный сорняк горчак ползучий наносит огромный вред сельскохозяйственному производству во всем мире. Распространен во всех 14 областях Казахстана. По данным РГП «Фитосанитария» общая площадь его распространения с 650 тыс. га в 1965-1970 годы возросла в 2008 году до 2,6 млн. га. В результате засорения посевов и сельскохозяйственных угодий горчаком ползучим ежегодные потери продукции составляют более 3 млрд. тенге [1,2].

В борьбе с горчаком ползучим применяются такие агротехнологические приемы как плантажная вспашка, многочисленная механическая обработка пара, полупара, мелиоративных полей (от 8 до 15 обработок). Однако в силу своей дороговизны и трудоемкости эти приемы борьбы не нашли широкого распространения.

По имеющимся в литературе данным лучшие результаты по борьбе с горчаком дает сочетание внесения гербицидов с приемами разноглубинной обработки почвы, поскольку установлено, что отрезки корней горчака менее 5 см практически не приживаются [3].

При разработке интегрированной системы борьбы с горчаком ползучим на посевах сельскохозяйственных культур в условиях богарного земледелия юго-востока страны Казахский НИИ защиты и карантина растений обосновал целесообразность одновременного рыхления почвы рабочими органами культиватора-плоскореза на глубину 10-12, 14-16 и 18-20 см [4]. При этом гибель горчака составила 60,9%, что безусловно свидетельствует о высокой эффективности такого технологического приема, а при одновременном внутрпочвенном внесении равномерным экраном раствора гербицидов на глубину 14-16 см степень уничтожения горчака резко повышается.

В связи с изложенным возникла необходимость создания трехъярусного культиватора-плоскореза с одновременным внутрпочвенным внесением гербицидов под второй ярус на глубину 12-14 см.

В принципе особых трудностей при разработке такого орудия не возникает поскольку у КазНИИМЭСХ имеется большой опыт создания выпускаемых серийно культиваторов-плоскорезов КПН-4, КПШ-5, КПШ-9, КПШ-11, ОПТ-3-5.

Для внесения гербицидов одновременно с обработкой почвы создано и освоено производство навесного оборудования, которое устанавливается на различных типах почвообрабатывающих машин, например ОКЖ-5,6 (ООО «Агро-Тех», Ростовская область, г. Таганрог) и др., и позволяют обеспечить подачу заданного объема раствора гербицидов на 1 га (примерно 100-120 литров).

В основу широкозахватной (990 мм) плоскорезной лапы культиваторов-плоскорезов положен прямой клин с углом постановки ножа ко дну борозды  $\alpha_0 = 25^\circ$  и углом  $\gamma = 35^\circ$  к направлению движения и высотой подъема пласта  $OZ = h = 35$  мм (рисунок 1).

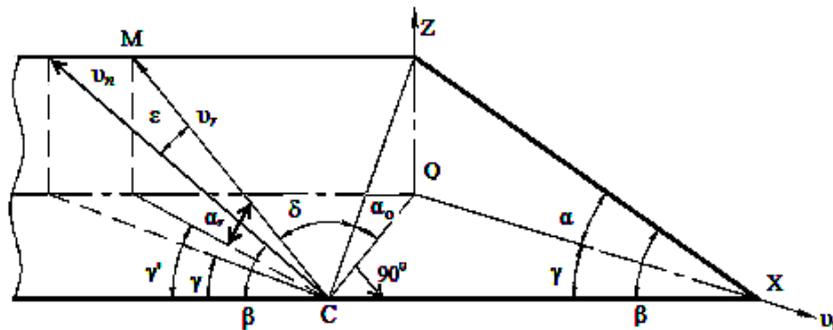


Рисунок 1 – К анализу работы плоскорезной лапы

В связи с этим движущийся по поверхности косо поставленного клина пласт почвы со скоростью  $v_r$  будет сходиться под некоторым углом -  $\varepsilon$  к направлению её поступательной скорости  $v_n$  [5]. При этом высота и дальность полета пласта почвы определяются параметрами траектории полета как тяжелой материальной точки  $M$  брошенной под углом  $\alpha_r$  к горизонту с определенной скоростью  $v_r$ . Между нижней поверхностью сходящего с лапы пласта почвы и дном борозды образуется незначительное по высоте, длине и ширине свободное от почвы пространство. Поэтому возникают определенные трудности в обеспечении допустимой  $\pm(5,0 \div 10,0)\%$  неравномерности распределения экрана гербицидного раствора по площади под широкозахватной плоскорезной лапой. Это обстоятельство предопределяет целесообразность применения щелевых распылителей раствора гербицидов (например, типа ST), формирующих незначительной толщины плоский конусный факел распыла с углом при вершине  $80^\circ-120^\circ$ . Это позволит устанавливать под широкозахватную лапу меньшее количество распылителей, что упрощает конструкцию и снижает вероятность забивания в процессе работы выходных отверстий распылителей системы.

Диаметр отверстия (калибр) щелевого распылителя зависит от заданного (100-120 л) объема подачи гербицидного раствора на 1 га. При ширине захвата 3-х ярусного культиватора-плоскореза 2,77 м, скорости его движения 8 км/ч и норме внесения раствора 120 л/га объем подачи раствора под одну лапу будет равен 1,3 л/мин. При установке, например, семи щелевых распылителей на ширину захвата лапы объем подачи раствора одним распылителем будет равен 0,19 л/мин, что обеспечивается, например, серийно выпускаемым распылителем ST 110-01.

Распылители целесообразно располагать по контуру заднего обреза подлапника лапы толщиной 16 мм на высоте примерно 27 мм от поверхности дна борозды и ниже на 8 мм горизонтальной поверхности подлапника (рисунок 2).

Формируемый щелевым распылителем плоский конический факел, плоскость которого должна быть параллельна дну борозды, встретится со сходящим с лапы пластом почвы в точке  $A$  (см. рисунок 2). Пласт почвы насыщенный гербицидным раствором под действием силы тяжести опустится на дно борозды и должен образовать гербицидный экран, который и будет

уничтожать непосредственно или препятствовать развитию расположенной ниже дна борозды корневой системы горчака ползучего. Контур и координаты линии пересечения факела распыла и нижней плоскости пласта сходящей с лапы почвы и будут определять необходимое количество распылителей под лапой и угол отклонения оси факела относительно направления её поступательной скорости. Определение рациональных значений этих параметров и позволит обеспечить необходимую равномерность распределения раствора по площади под лапой.

Траекторию полета пласта почвы сходящего с лапы можно рассматривать как движение тяжелой материальной точки  $M$ , брошенной под углом к горизонту  $\alpha_r$  с определенной скоростью  $v_r$  (рисунок 2).

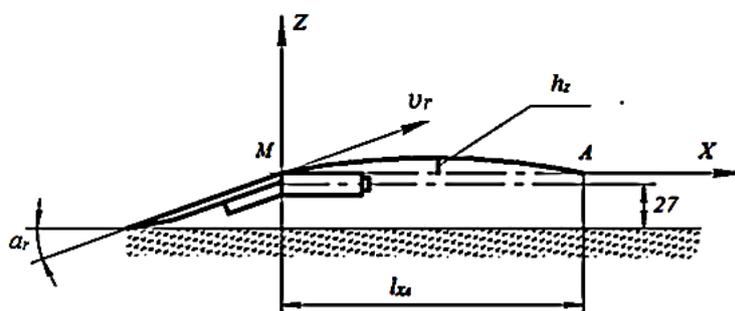


Рисунок 2 – К определению параметров траектории полета сходящего с лапы пласта почвы

Траектория движения брошенной под углом  $\alpha_r$  к горизонту тяжелой материальной точки  $M$  в системе координат  $XMZ$  определяется уравнением [6]

$$\left. \begin{aligned} l_{xA} &= v_r \cdot t \cdot \cos \alpha_r \\ h_z &= v_r \cdot t \cdot \sin \alpha_r - \frac{1}{2} g t^2 \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где  $l_{xA}$  - дальность полета почвы в точке  $M$ ,  
 $g$  - ускорение свободного падения тела,  
 $h_z$  - высота траектории полета почвы в точке  $M$ .

Найдем уравнение этой траектории в непараметрической форме. Для этого из первого уравнения системы (1) определим  $t$ , подставим во второе уравнение и после преобразования получим

$$h_z = l_{xA} \cdot \operatorname{tg} \alpha_r - \frac{g l_{xA}^2}{2 v_r^2 \cdot \cos^2 \alpha_r} \quad (2)$$

Для определения дальности полета почвы в точке  $M$  положим в (2), что  $h_z = 0$ . В

этом случае  $l_{XA} \cdot \left( tga_r - \frac{gl_{XA}}{2v_r^2 \cdot \cos^2 \cdot a_r} \right) = 0$ , т.е. получим две точки пересечения траектории с осью МХ, т.е. начала координат  $l_{XM} = 0$ , и

$$l_{XA} = \frac{v_r^2 \cdot \sin 2a_r}{g}. \quad (3)$$

Для нахождения максимальной высоты подъема траектории  $h_z$  приравняем в (2) производную  $\frac{dh_z}{dl_{XA}}$  нулю, и, преобразуя, найдем

$$h_z = \frac{v_r^2}{2g} \cdot \sin^2 \alpha_r. \quad (4)$$

В формулах (3) и (4) скорость брошенного под углом к горизонту пласта почвы для плоскорезной лапы принимаем равной его относительной скорости перемещения по поверхности ножа лапы, т.е.  $v_r$ .

По экспериментальным и расчетным данным [5] для плоскорезной лапы с параметрами  $\alpha_0=25^\circ$ ,  $\gamma=35^\circ$ ,  $h=35$  мм и её поступательной скорости 2,17 м/с ( $\approx 7,8$  км/ч) относительная скорость перемещения почвы по поверхности ножа лапы  $v_r \approx 1,7$  м/с.

Угол  $\alpha_r$ , образованный вектором относительной скорости перемещения почвы по поверхности ножа с горизонтальной плоскостью у плоскорезной лапы (см. рисунок 1), является фактическим углом резания и находится по формуле [5]

$$tga_r = tga_0 \cdot \sin \gamma', \quad (5)$$

где  $\gamma'$  - угол между проекцией скорости  $v_r$  на горизонтальную плоскость и лезвием ножа косо поставленного клина и равен [5]

$$\gamma' = \arctg(\ctg \delta \cos a_0). \quad (6)$$

Угол  $\delta$ , характеризующий отклонение вектора скорости перемещения пласта почвы по поверхности ножа от перпендикуляра к его лезвию (см. рисунок 1), при указанных выше параметрах лапы и скорости её поступательного движения будет равен примерно  $45^\circ$  [5]. Тогда согласно (6) и (5) угол  $\gamma' \approx 41^\circ$ , а фактический угол резания  $a_r$  будет равен  $\approx 17^\circ$ .

Угол  $\varepsilon$ , характеризующий отклонение вектора  $\bar{v}_r$  от  $\bar{v}_n$  на поверхности ножа, определится из соотношения [5]

$$\varepsilon = 90^\circ - (\beta + \delta), \quad (7)$$

где  $\beta$  - угол скоса ножа лапы и определяется по известной формуле  $tg \beta = \frac{tg \gamma}{\cos a_0}$  и при  $\gamma = 35^\circ$  и  $\alpha_0 = 25^\circ$ ,  $\beta$  будет равно  $37^\circ$ . Тогда угол  $\varepsilon$  согласно (7) будет равен  $8^\circ$ , т.е. пласт почвы при сходе с лапы будет двигаться в направлении к продольной в горизонтальной плоскости оси лапы, поскольку  $\gamma' / > / \gamma /$ .

Для определения времени движения  $t$  пласта почвы из точки  $M$  в точку  $A$  (см. рисунок 2) подставим в первое уравнение системы (1) значение  $l_{xA}$  (3) и преобразуя получим

$$t = \frac{2v_r}{g} \cdot \sin a_r. \quad (8)$$

При  $a_r = 17^\circ$  и  $v_r = 1,7$  м/с согласно (8), (3) и (4)  $t = 0,1$  секунде, путь  $l_{xA} = 16,5$  см и высота  $h_z = 1,2$  см.

Зная длину  $l_{xA} = 16,5$  см и угол  $\varepsilon = 8^\circ$  представляется возможным построить предполагаемый контур линии пересечения факела распыленного раствора гербицида с нижней плоскостью пласта почвы. При этом в зависимости от скорости движения агрегата и физико-механических свойств почвы сход почвы в точке  $M$  может произойти как с поверхности заднего контура полапника при небольшой скорости движения агрегата, так и с верхней точки ножа лапы при более высоком значении этой скорости. Для построения предполагаемой контурной линии пересечения берем произвольные близко расположенные между собой точки схода пласта с подлапника и отложив в направлении  $\bar{v}_r$  длину траектории  $l_{xA} = 16,5$  см, получим линию  $A_n A_n$  (рисунок 3).

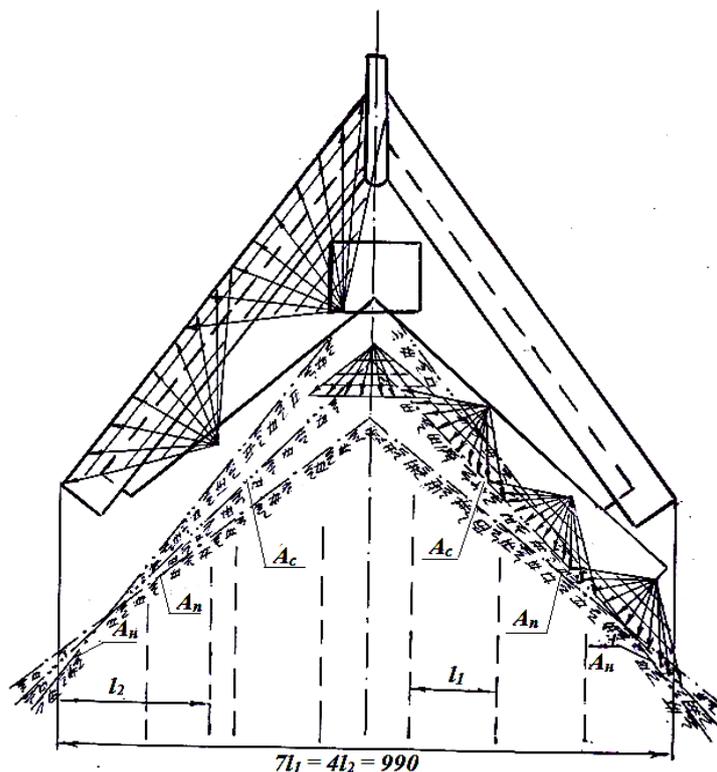


Рисунок 3 – К определению размещения щелевых распылителей для подачи раствора гербицида под плоскорезную лапу

Аналогичным образом строим контурную линию  $A_n A_n$  при сходе пласта с верхней точки ножа лапы. Поскольку в процессе работы фактическое положение контурной линии будет меняться между её крайними положениями  $A_n A_n$  и  $A_n A_n$ , то для расчета необходимого числа распылителей и направления

оси факела распыла целесообразно построить контурную линию  $A_cA_c$ , расположенную между контурными линиями  $A_nA_n$  и  $A_nA_n$ , (см. рисунок 3).

Для обеспечения равномерного распределения раствора гербицида по площади под лапой проекции длины линий пересечения факела конусного распылителя с пластом почвы на характеризующую ширину захвата лапы линию должны быть равными между собой. Это условие представляется возможным выполнить только лишь в случае если осевая линия конусного факела распыла будет перпендикулярна контурной линии пласта почвы, например, линии  $A_cA_c$ , а вершина конусного факела будет находиться на одинаковом от этой линии расстоянии. При использовании щелевого распылителя с углом факела  $110^0$ , для плоскорезной лапы с шириной захвата 990 мм потребуется семь форсунок. Схема их размещения (три с правой и три с левой стороны лапы и одна по центру) приведена на рисунке 3. Таким образом, если контурная линия пересечения  $A_cA_c$ , не будет менять свои координаты (положение), а каждая из семи форсунок будет подавать в единицу времени одинаковый объем раствора, то необходимая равномерность распределения жидкости по площади под лапой будет обеспечена.

Однако в процессе работы из-за изменения скорости движения агрегата, физико-механических свойств почвы и глубины рыхления контурная линия пересечения сходящего с лапы пласта почвы с факелом может находиться в любом положении между их крайними координатами  $A_nA_n$  и  $A_nA_n$ . В этом случае, поскольку координаты размещения распылителей не меняются, длина линий пересечения факела и почвенного пласта у каждого распылителя будут разные. Это не позволит обеспечить необходимую равномерность распределения жидкости по площади под плоскорезной лапой.

Таким образом, при внесении гербицидного раствора под широкозахватную плоскорезную лапу с использованием принципа подачи факела распыла жидкости под сходящий с лапы пласт почвы практически неприемлем.

Решить поставленную задачу представляется возможным при использовании свободного от почвы подлапового пространства. При этом в качестве контурной линии пересечения факела распыла принять лезвие ножей лапы, расположив должным образом распылители по линии заднего контура подлапника. В этом случае, если каждая из форсунок будет подавать в единицу времени одинаковый объем раствора, то равномерность распределения жидкости по площади будет обеспечиваться, поскольку координаты свободного от почвы подлапового пространства не меняются при изменении скорости движения агрегата, физико-механических свойств почвы и глубины рыхления. К тому же значительное расстояние лезвия ножей лапы от заднего контура подлапника позволит увеличить длину линии пересечения факела распыла с ножом. Это позволит сократить число распылителей под одну лапу с семи до четырех. Положение распылителей в этом случае и линии факелов распыла приведены на рисунке 3.

Результаты этих теоретических исследований подлежат экспериментальной проверке.

### Список литературы

1 Обзор распространения карантинных объектов в Республике Казахстан. – Главная Государственная инспекция по карантину растений Республики Казахстан. – Астана. – 2004. – 47 с.

2 Госсен Э., Сагитов А., Жарокова Р. Пора остановить губительный процесс наступления карантинного сорняка горчака ползучего (розового). //Агроинформ. – 2005. -№3.-С.13-15.

3 Жарокова Р.Г., Кидришев Т. Из опыта борьбы с горчаком ползучим на севере Казахстана// Защита растений. – 1973. -№3. – С.40-41.

4 Баядилов К.О. Разработка комплексных мер борьбы с карантинным сорняком горчаком ползучим в зоне богарного земледелия Юго-востока Казахстана. Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. –Алматы. – 2007. -99 с.

5 Грибановский А.П., Бидлингмайер Р.В. Комплекс противозерозионных машин (теория, проектирование). – Алма-Ата: Кайнар, 1990. – 256 с.

6 Бухгольц Н.Н. Основной курс теоретической механики. Часть I. Кинематика, статика, динамика материальной точки. -8-е изд. перераб. –М.: Наука, 1969. -468с.

## ЖАТАҒАН КЕКІРЕМЕН КҮРЕСУ ҮШІН ГЕРБИЦИДТІ ТОПЫРАҚ ІШІНЕ ЕНГІЗУГЕ АРНАЛҒАН ҚҰРАЛ ЖАСАУ

### Аннотация

*Гербицидті топырақ ішіне бізмезгілде енгізіп топырақ өңдеуге арналған құрама құралдарда қосытылған топырақ қабатына табан қанатынан гербицид ерітіндісін беретін табан астындағы кеңістікте орналасқан тозаңдатқышы орналасқан жебелі табан қолданылады. Көрсетілгендей, жебелі табанның геометриялық параметрлері тұрақты кезінде жұмыс үрдісінде топырақ қабатының биіктігі мен ауқымы өзгереді, яғни топырақтың физико-механикалық қасиеттеріне, қосыту тереңдігі мен агрегаттың жылдамдығына байланысты. Сондықтан топырақ қабатына табан қанатынан ерітіндіні беру кезінде аудан бойынша оның бірқалыпты таралуын қамтамасыз ете алмайды. Көрсетілгендей, бұл кемшілік тек табан қанатынан гербицид ерітіндісін беретін табан астындағы кеңістікте орналасқан тозаңдатқышы орналасқан табанның геометриялық параметрлері тұрақты болған жағдайда жойылады.*

**Кілт сөздер:** Гербицидті топырақ ішіне енгізу, гербицидтерді тарату бірқалыптылығы, жалпақтілгішті кеңалымды табан.

## DEVELOPMENT OF EQUIPMENT FOR INTERIOR-ROUTINE INTRODUCTION OF HERBICIDES TO COMBAT WRUCKING

### Summary

*Combined tools for tillage with simultaneous intrusion of herbicides use lancet paws, in the sub-space of which are installed sprayers feeding the herbicide solution into the layer of loosened soil coming off the wings of the claws. It is shown that, with constant geometric parameters of the lancet paw, the altitude and flight range of the soil layer change during operation, which is due to the physico-mechanical properties of the soil, the depth of loosening and the speed of the aggregate. Therefore, when the solution is supplied to the soil layer coming down from the paws, the uniformity of its distribution over the area is not ensured. It is shown that this defect is eliminated when the solution is supplied by sprayers into the sublacial space, the parameters of the geometric contour of which are constant.*

**Key words:** *Intrasoil application of herbicides, uniformity of the distribution of herbicides, flat-top wide gripper.*

МРНТИ 68.85.15

*А.И. Некрасов<sup>1</sup>, А.А. Некрасов<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*«Федеральный научный агроинженерный центр Всероссийский институт»  
механизации», г. Москва, Россия*

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

### Аннотация

*Рассмотрены проблемы организации системы технического обслуживания и ремонта электрооборудования сельскохозяйственных предприятий в условиях развития сельского хозяйства. Представлены научно-методические и технические разработки, дано обоснование необходимости разработки энерго-ресурсосберегающей системы технического обслуживания и ремонта электроустановок сельхозпредприятий. Сформулированы основные задачи научного обеспечения в области эксплуатации сельских электроустановок.*

**Ключевые слова:** *эксплуатация электрооборудования, техническое обслуживание и ремонт, сельские электроустановки, показатели надежности, энерго-ресурсосбережение.*

### Введение

Развитие системы эксплуатации электрооборудования тесно связано с развитием электрификации села, расширением электроэнергетической базы и строительством сельских электросетей, ростом числа установленных электродвигателей и других электроустановок, увеличением потребления электроэнергии сельским хозяйством. Энергетическая стратегия сельского хозяйства предусматривает значительное повышение эффективности использования электрифицированной техники, рост потребления электроэнергии на производственные нужды, что требует также и совершенствование системы эксплуатации электрооборудования

сельхозпредприятий. Основные показатели электрификации сельского хозяйства России приведены в таблице 1.

Таблица 1- Основные показатели электрификации сельского хозяйства России

Показатель	Значение показателя в годах										
	1980	1990	1991	1995	2000	2010	2013	2014	2020	2030	2035
Потребление эл.эн-ии на производст.н ужды, млрд.кВт-ч	32.0	67.3	70.5	53.0	30.2	15.8	15.3	15.9	20.0	23	26
Число электродвиг, млн. шт.	7.0	10.3	10.7	8.2	5.6	2.7	2.5	2.8	3.3	3.4	3.6
Численность эл.монтёров, тыс. чел.	75.0	101.4	103.1	89.3	65.7	30.2	29.0	30.3	32	33	35

### Материалы и методы

Система технического обслуживания и ремонта электрооборудования сельскохозяйственных предприятий (Система ППРЭСх), которая была введена в действие в 1987 году, является до настоящего времени основным нормативным документом, регламентирующим планирование и организацию эксплуатации электрооборудования в сельском хозяйстве. Разработка и внедрение Системы ППРЭСх имело важное значение для сельского хозяйства, позволили рационально и эффективно организовать работу электрооборудования, значительно повысить уровень использования электрифицированной техники [1,2].

Основными причинами высокой аварийности электрооборудования, работающего в сельском хозяйстве, являются: несоответствие исполнения условиям окружающей среды; отсутствие надежной защиты электродвигателей от аварийных режимов; грубые нарушения производственным персоналом правил работы на электрифицированных машинах; низкое качество капитального ремонта электродвигателей из-за нарушений технологии ремонта и его высокая стоимость; низкое качество электрической энергии при большой несимметрии и отклонениях напряжения от номинального. Недостатки в системе эксплуатации электрооборудования, возникающие из-за малочисленности электротехнических служб, слабости производственно-технической базы и отсутствия планового обеспечения служб транспортом, материалами, запасными частями, инструментом и приспособлениями для выполнения ремонтно-эксплуатационных работ приводят к тому, что необходимые профилактические мероприятия проводятся нерегулярно и поэтому электрооборудование преждевременно выходит из строя.

Надежная и экономичная работа электрооборудования в сельском хозяйстве зависит от комплекса организационных и технических мероприятий, выполняемых на стадиях его проектирования, монтажа и эксплуатации.

Однако опыт эксплуатации электрооборудования в хозяйствах показывает, что высокая его аварийность связана, в основном, с недооценкой роли технического обслуживания и ремонта. Во многих хозяйствах обслуживание электроустановок сводится лишь к ликвидации аварийных отказов и полностью исключаются все мероприятия предупредительного характера.

Ухудшение экономических показателей сельскохозяйственных предприятий в первую очередь отразилось на их энергетическом обеспечении и состоянии службы эксплуатации электрохозяйств и «Агропромэнерго». С уменьшением поступления новой и старением имеющейся техники снижается срок службы и эффективность использования электрооборудования. Поэтому значительно повышается значимость и необходимость разработки и внедрения новых методов, технических средств и прогрессивных нормативов, направленных на повышение эффективности использования электрооборудования, снижение интенсивности отказов, продление сроков службы электрооборудования и сокращение длительности простоев технологических процессов при снижении затрат на поддержание электроустановок в работоспособном состоянии.

В современных условиях развития сельского хозяйства проблема надежности электрооборудования приобретает особое значение. Частые отказы в работе электрооборудования и малый срок его службы наносят огромный ущерб сельскохозяйственному производству, создают дефицит в материалах, запасных частях и оборудовании. Существенное увеличение стоимости энергетических и материальных ресурсов всех видов, а также человеческого труда определяет необходимость повышения эффективности использования средств электрификации, в частности, сокращением непроизводительного расхода электроэнергии электродвигателями, осветительными и нагревательными установками. Это также во многом зависит от организации системы эксплуатации электрооборудования в хозяйстве.

Основными звеньями в системе технического обслуживания электрооборудования в сельском хозяйстве является ремонтно-эксплуатационная база предприятия (товаропроизводителя) и ремонтно-обслуживающая база на уровне района. На уровне сельхозпредприятия эксплуатационной базой электроэнергетической службы служат центральная ремонтная мастерская с электроцехом и передвижной электротехнической лабораторией, которые должны быть штатно укомплектованы и оснащены современными техническими средствами. На уровне района производственной базой служат предприятия «Агропромэнерго», энергетические подразделения ремонтно-технических предприятий (РТП), агротехнических центров, машинно-технологических станций или других формирований.

В ВИЭСХ разработаны научные основы эксплуатации электрооборудования в сельском хозяйстве и сформирована школа по подготовке научных кадров и специалистов высшей квалификации. Впервые создана вся нормативная база Системы ППРЭСХ – основного документа, регламентирующего организацию эксплуатации электрооборудования в

сельском хозяйстве. Обоснованы структура и нормативы численности энергетических служб сельхозпредприятий, подразделений “Агропромэнерго” и их производственно-техническая база. По разработкам лаборатории эксплуатации электрооборудования разработано, утверждено вышестоящими инстанциями и рекомендовано к практическому применению в сельском хозяйстве более 50 наименований Нормативных документов, Методических указаний, Методик, Рекомендаций, Исходных требований, ОСТов, Монографий, Книг, Брошюр, Справочников и Учебных пособий. Это позволило значительно снизить аварийность электрооборудования и материальные и трудовые затраты на эксплуатацию [1-4].

Разработаны исходные требования и организовано серийное производство электродиагностической автопередвижной лаборатории ЭДЛ-1, которая предназначена для технического обслуживания, диагностики и испытаний электродвигателей, электронагревательных, электрооблучательных и других установок, пусковых и защитных приборов. В комплекте автолаборатория имеет электрогенератор 15 кВА, сварочный трансформатор, преобразователь 200 Гц, электросверлилка, электрошлифовалка, прожектор, слесарный верстак, таль, комплект электроизмерительных приборов, электроинструмента и оборудования. Также разработаны исходные требования и организовано серийное производство асинхронных электродвигателей единой серии 4А сельскохозяйственного исполнения, которые предназначены для привода электрифицированных машин и оборудования во всех с/х помещениях при относительной влажности до 98 %, содержании аммиака до  $0,02 \text{ г/м}^3$ , сероводорода до  $0,01 \text{ г/м}^3$ , углекислого газа до  $3 \text{ мг/м}^3$ .

Наиболее полно и последовательно история развития и становления системы эксплуатации электрооборудования в сельском хозяйстве представлена в материалах публикаций [1,2,7], а ниже кратко остановимся на научно-методических и технических разработках, выполненных в лаборатории за прошедшее десятилетие.

В 2006 г. изданы Методические рекомендации по расчету потребности сервисных служб по эксплуатации электрооборудования в запасных элементах для технического обслуживания и ремонта сельских электроустановок. Основой методики расчета является математическая модель, базирующаяся на характеристиках процесса восстановления, применимая для различных законов надежности с использованием аналитических методов и методов численного интегрирования. Методика позволяет определить количество запасных изделий, необходимых для обеспечения устойчивой работы электроустановок с заданной вероятностью в течение планируемого периода времени. Рекомендации представлены в удобном для практического применения виде, снабжены необходимым справочным материалом и примерами расчета и предназначены для специалистов энергетических служб хозяйств, служб агротехсервиса, органов материально-технического снабжения АПК для обоснования и формирования номенклатуры и объемов запасов

электротехнических изделий и их элементов для обеспечения бесперебойной работы электрифицированного оборудования в сельском хозяйстве [5].

В 2006 году разработаны и изданы «Методические рекомендации по определению остаточного ресурса электрооборудования в сельском хозяйстве», в которой приведена основанная на теории надежности методика количественной оценки остаточного ресурса электротехнических изделий и систем, позволяющая определять и сравнивать показатели их остаточной надежности, своевременно принимать меры по ремонту или замене элементов, приблизившихся к критическому состоянию. Методические рекомендации также могут служить базой для прогнозирования ресурса электрооборудования на основе данных диагностирования и учета изменения его технического состояния в различных условиях эксплуатации [6].

В 2007 году издано учебное пособие для студентов высших сельскохозяйственных учебных заведений «Теоретические основы эксплуатации электрооборудования», в котором изложены основные задачи эксплуатации, пути и методы их решения, условия и особенности эксплуатации электрооборудования в сельском хозяйстве, рассмотрены вопросы выбора электрооборудования, аварийные режимы асинхронных электродвигателей,

основы теории надежности и марковских случайных процессов применительно к решению задач эксплуатации. В пособии также рассмотрены системы технического обслуживания и ремонта электрооборудования, методы расчета потребности в запасных частях, вопросы информационного обеспечения задач эксплуатации [7].

В 2011 году разработаны Методические рекомендации по прогнозированию и контролю технического состояния электродвигателей в сельскохозяйственном производстве. В этих рекомендациях рассмотрены основные требования к изоляции и подшипниковым узлам электродвигателей, характер изменения во времени электрического сопротивления изоляции обмоток и зазоров в подшипниках и их посадочных местах в реальных условиях сельскохозяйственного производства; предложены простые методы прогнозирования текущих значений сопротивления изоляции и величины зазоров в подшипниковых узлах, их полного и остаточного ресурсов для разных сочетаний эксплуатационных факторов; представлены характеристики подшипниковых узлов электродвигателей разных типов; указаны максимально допустимые и предельные зазоры в подшипниках основной применяемой в сельском хозяйстве номенклатуры электродвигателей; даны сведения о фактической надежности подшипниковых узлов и влияющих на нее факторов; излагаются требования к изоляции обмоток и подшипниковым узлам; приводятся справочные таблицы, графики и простые формулы для расчета и прогнозирования технического состояния главных ресурсообразующих элементов электродвигателей; даны предложения по совершенствованию эксплуатации электродвигателей (в том числе по периодичностям профилактических мероприятий), приведены примеры. Рекомендации позволяют специалистам служб агротехсервиса и энергетических служб

сельскохозяйственных предприятий, оперативно оценивать текущие и перспективные значения главных технических характеристик электродвигателей, прогнозировать их техническое состояние и своевременно принимать меры по предотвращению аварии, наиболее рационально организовывать их обслуживание. Предложенный способ позволяет оперативно оценивать с помощью простых расчетов величину ожидаемого полного и остаточного ресурса, прогнозировать текущие значения электрического сопротивления изоляции, что весьма важно для обеспечения требуемой надежности работы электрифицированной техники и электробезопасности людей и сельскохозяйственных животных, значительно сократить количество преждевременных выходов электрооборудования из строя, существенно уменьшить экономические ущербы от простоев электрифицированного технологического оборудования, снизить трудовые и материальные затраты на эксплуатацию и ремонт [8, 9, 10].

В 2014 году разработаны методические рекомендации по оптимизации капитального ремонта электродвигателей в сельском хозяйстве. Изложены научно обоснованные положения по выбору наиболее эффективного способа использования отказавших в сельскохозяйственном производстве асинхронных электродвигателей путем капитального ремонта или замены. Впервые предложены численные значения критериев по определению экономически оптимальных сочетаний ремонтных операций для восстановления электродвигателей распространенных серий, типов, исполнений и номинальных параметров. Сформулированы условия рентабельности капитального ремонта разного вида, систематизированы операции по восстановлению электродвигателей, в том числе балансировка роторов. Сопоставлены стоимости новых электродвигателей и затраты на капитальный ремонт таких же по номинальным характеристикам электродвигателей. Приведены требования к капитальному ремонту электродвигателей, представлены транспортные характеристики электродвигателей разного типа, информация об основных поставщиках электродвигателей и ремонтных организациях. Указаны основные неисправности электродвигателей и способы их поиска. Рекомендации предназначены для работников и специалистов, занимающихся использованием, эксплуатацией и ремонтом электродвигателей и электрифицированной сельскохозяйственной техники [11,12].

В 2013-14 годах разработана методика обоснования основных параметров стратегии обслуживания электрооборудования сельскохозяйственных предприятий по состоянию. Определены требования к диагностирующим параметрам, используемым в качестве определяющих техническое состояние электротехнических изделий в процессе их функционирования. Разработана математическая модель обоснования основных параметров стратегии обслуживания электрооборудования по его фактическому состоянию с выявлением предотказового состояния и упреждающего допуска на контролируемый диагностирующий параметр при различной периодичности диагностирования и заданном уровне безотказности. Обосновано применение

математической модели обслуживания электродвигателей по состоянию с использованием в качестве диагностирующего параметра величины радиального зазора подшипников [13-14].

За последние годы разработан и изготовлен ряд экспериментальных образцов технических средств для контроля технического состояния и испытания электрооборудования в процессе его эксплуатации электротехническим персоналом. Для контроля сопротивления изоляции обмоток электродвигателей разработан прибор ПДЭ-01 для диагностики обмоток электродвигателей и прибора ПКИ-0,5 для контроля сопротивления изоляции обмоток электрооборудования в процессе эксплуатации, стенд для испытания сельскохозяйственных электроприводов, устройство для контроля нагрева электродвигателей [15-17].

### **Выводы**

Выполненные ВИЭСХом за прошедшие годы теоретические наработки по эксплуатационной тематике, поступление в сельское хозяйство электродвигателей новых серий и типов защит от аварийных режимов, самонесущих изолированных проводов и других электротехнических изделий, а также структурные изменения в системе сельского хозяйства требуют уточнения и дополнения Системы технического обслуживания и ремонта электрооборудования сельскохозяйственных предприятий. Создание и внедрение эффективной энерго-ресурсосберегающей системы эксплуатации электрооборудования и электроустановок сельхозпредприятий позволит снизить потребность в трудовых ресурсах и материалах на эксплуатационные нужды на 15 ... 20%, сократить не менее чем на 10% расход электроэнергии за счет организационно-технических мероприятий, обеспечить повышение надежности сельских электроустановок, высокопроизводительное использование электрифицированной техники и увеличение выпуска сельскохозяйственной продукции.

### **Список литературы**

1. Сырых Н.Н., Некрасов А.И. Становление и развитие научных основ системы эксплуатации электрооборудования в сельском хозяйстве. Вестник ГНУ ВИЭСХ / Н.Н. Сырых, А.И. Некрасов // Научный журнал. Энергообеспечение, электромеханизация и автоматизация сельского хозяйства. к 75-летию ВИЭСХ. – М., - 2005. - С. 146-154.
2. Некрасов А.И. Научное обеспечение системы эксплуатации электрооборудования в сельском хозяйстве / А.И. Некрасов // Техника в сельском хозяйстве. - № 2. – 2010. - С. 12-15.
3. Сырых Н.Н., Некрасов А.И., Медведев А.А. Методические рекомендации по определению потребности в электродвигателях для скользящего резервирования электроприводов. / Н.Н. Сырых, А.И. Некрасов, А.А. Медведев // Одобрены Главагромехэлектро Минсельхоза РФ. –М., – ВИЭСХ. -1992. – 31 с.

4. Сырых Н.Н., Некрасов А.И. Методические рекомендации по определению периодичности профилактических замен электрооборудования. / Н.Н. Сырых, А.И. Некрасов // Утверждены Россельхозакадемией от 15.06.2001 г. – М., ВИЭСХ. - 2001. – 64 с.

5. Борисов Ю.С., Некрасов А.И., Некрасов А.А. Методические рекомендации по определению остаточного ресурса электрооборудования в сельском хозяйстве. /Ю.С. Борисов, А.И. Некрасов, А.А. Некрасов // – М.: ФГНУ “Росинформагротех”. - 2006. – 48 с.

6. Сырых Н.Н., Кабдин Н.Е. “Теоретические основы эксплуатации электрооборудования”/ Н.Н. Сырых, Н.Е. Кабдин // – М., Агробизнесцентр. - 2007. – 514 с.

7. Борисов Ю.С., Некрасов А.И., Некрасов А.А. Методические рекомендации по прогнозированию и контролю технического состояния электродвигателей в сельскохозяйственном производстве. / Ю.С. Борисов, А.И. Некрасов, А.А. Некрасов // - М.: ГНУ ВИЭСХ. - 2011. - 108 с.

8. Патент РФ № 2 473160. Способ эксплуатационного контроля состояния изоляции и прогнозирования ресурса обмоток электродвигателей / Некрасов А.И., Борисов Ю.С., Некрасов А.А., Марчевский С.В., Ефимов А.В. // БИ. - № 24, - 2013.

9. Патент РФ на полезную модель № 92544 / Устройство контроля состояния изоляции электрооборудования // Некрасов А.А, Сырых Н.Н., Юферев Л.Ю., Некрасов А.И, Руденко И.И. БИ. - № 8. - 2010.

10. Патент РФ на полезную модель № 90942 / Некрасов А.И., Некрасов А.А, Борисов Ю.С., Сырых Н.Н. Устройство эксплуатационного контроля нагрева и защиты электродвигателей // БИ. - № 2. - 2010.

11. Патент РФ № 2 442995. Стенд с электромагнитным нагрузочным модулем для исследования и испытания электроприводов / Некрасов А.И., Некрасов А.А., Сырых Н.Н., Трубников В.З., Ефимов В.А. // БИ. № 5. - 2012.

***А.И. Некрасов<sup>1</sup>, А.А. Некрасов<sup>1</sup>***

*<sup>1</sup> «Федералдық ғылыми агроинженерлік орталық  
Бүкілресейлік механикаландыру институты», Москва қ., Ресей*

## **АУЫЛДЫҚ ЭЛЕКТР ҚОНДЫРҒЫЛАРЫНЫҢ ТЕХНИКАЛЫҚ ҚЫЗМЕТ КӨРСЕТУ ӘДІСТЕРІН ЖЕТІЛДІРУ**

### **Аңдатпа**

*Ауыл шаруашылығының дамуы жағдайында ауыл шаруашылық кәсіпорындарының электр құрал-жабдықтарына техникалық қызмет көрсету жүйелері мен жөндеуді ұйымдастыру мәселелері қаралған. Ауыл шаруашылық кәсіпорындарына техникалық қызмет көрсету және электр қондырғыларын жөндеудің ғылыми-әдістемеліктері мен техникалық жасалымдары ұсынылған және энергиялық ресурс үнемдеу жүйелерін жасаудың қажеттігі негізделген. Ауыл шаруашылық электр қондырғыларын пайдалану ауқымында негізгі ғылыми мақсаттары тұжырымдалды.*

**Кілт сөздер:** *электр жабдықтарын пайдалану, техникалық қызмет көрсету және жөндеу, ауылдық электр қондырғылары, сенімділік көрсеткіштері, энергиялық ресурс үнемдеу*

## THE IMPROVEMENT OF METHODS OF TECHNICAL SERVICE OF RURAL ELECTRIC PLANTS

### Summary

*The problems of the organization of the system of maintenance and repair of electric equipment of agricultural enterprises in modern conditions of the development of agriculture are considered. The substantiation of necessity of the development of advanced perspective energy and resource-saving systems of maintenance and repair of electric equipment and electric plants of agricultural productions is given. Primary goals of scientific and methodological support in the field of operation of rural energy plants are formulated.*

**Keywords:** *Component; operation of electric equipment, maintenance and repair, rural electric plants, parameters of reliability, energy and resource saving*

GRNTI 68.85.35

*D.S. Strebkov<sup>1</sup>, A.I. Nekrasov<sup>1</sup>, V.Z. Trubnikov<sup>1</sup>, A.A. Nekrasov<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>«Scientific Agro-Engineering Center All-Russian Institute of Mechanization»  
Moscow, Russia*

## THE ELECTROLYSIS PLANT FOR THE PRODUCTION OF HYDROGEN FROM WATER

### Summary

*The results of an experimental study of the reference installation of the cell to produce hydrogen from water by micro-arc oxidation of aluminum of high frequency currents at high electric field. Found that the electrical energy supply source of high frequency electrical energy is consumed mainly in the electrical breakdown of the medium near the metal surface and the development of the arc. Meals arc and plasma generation also provides thermal energy oxidized metal. The requirements for inter-electrode distance in the cell trough that improve the efficiency of the plant, as well as the prerequisites for the realization of resonance methods of application of electrical energy to the development and creation of new methods of producing hydrogen by electrolysis of water to generate hydrogen-oxygen fuel.*

**Keywords:** *Electrolysis of water, oxidation of aluminum micro arcs, electric current of high frequency, the hydrogen resonance electro technology.*

### Introduction

Hydrogen is the simplest and lightest of all chemical elements, can be considered the ideal fuel for energy production, while it has everywhere where there is water. When hydrogen is no combustion pollution and release into the atmosphere of carbon dioxide, carbon monoxide, sulfur dioxide and other harmful compounds. Hydrogen has a very high calorific value. The combustion of 1 g of hydrogen obtained 120 J of thermal energy, and the combustion of 1 g of petrol -. Of 47 G. It

should also be noted that the produced hydrogen is not a source of primary energy, is its carrier, as before using as a fuel it is necessary to first receive, while 96% of the hydrogen produced from fossil fuel [1].

Electrolysis - This process of decomposition of water into hydrogen and oxygen using electricity. Electro technology producing hydrogen by electrolysis of water is more expensive, but this method is very promising due to the practically limited resources of water and the possibility of using different energy sources, rather than fossil fuels. Although electrolysis is considered relatively well-known and developed method, but because of the high energy intensity (3-4 times more expensive than the production of natural gas), electrotechnology, this requires multifaceted research and development to reduce energy consumption in the electrolytic production of hydrogen from water. Therefore, work on hydrogen energy in many, especially in industrialized countries, are priority areas of science and technology [2].

### **Materials and methods.**

This paper presents the results of studies of energy-saving technologies for producing hydrogen using electrolysis cell designed with a resonant power supply system of high frequency generator. The water electrolyzer joint is subjected to strong electric field of high frequency and high temperature, with the arc is ignited on the surface is not "water - air" high voltage electrode by touching the water surface, and water in the medium between the electrode and water. In this case the working electrode is made of a chemically active material for "binding" of oxygen by oxidizing them to the working electrode material. Oxidation products of the working electrode nanoparticle oxide insoluble in water are sprayed. If the active electrode material applied to any of the valve metals (Al, Nb, Ti, Be, Mg, etc.), Then a layer of oxide, and a system of "metal-oxide-electrolyte" on its surface, having gating or nepolnoventilnymi properties, although in this system all metals oxides show a certain valve effect. Among oxide systems of the type mentioned belong advantage of aluminum oxide  $Al_2O_3$  and its alloys.

Under certain process conditions layer on the working electrode surface undergoes an electrical breakdown in the breakdown develops micro arcs, which can not develop into a large category with a stable plasma wiring due to the limited number of ions that can participate in the process in the region of the discharge of charge exchange and that, arc arisen, after a short time goes. For this reason the process is called microarc. Microarcs light up simultaneously and in parallel in many places on the surface of the working electrode, as a result of the entire surface, electrically unprotected begins to sparkle. The process is accompanied by a bang, and the strong evolution of hydrogen bubbles at the metal-electrolyte interface, i.e. in the bulk oxide layer and the adjacent electrolyte layer. It is found that the luminous liquid near the electrode does not touch its surface, surrounded by a layer of water vapor, and the current passes through a pair of sparks. Research microarc emission spectrum showed the presence of hydrogen discharge lines, metal electrodes (aluminum) and metal salts, if they are part of the electrolyte [1, 2].

The reaction of an aqueous micro-oxidation of aluminum to generate heat in accordance with the ratio energomassovym oxidation process is as follows:



In this process the mass expression can be represented as follows:



That is, the oxidation of 1 kg aluminum produced 17.1 and 1.4 MJ heat m<sup>3</sup> of hydrogen, and 2 kg of aluminum oxides and hydroxides. The combustion of the hydrogen heat increases to 30.57 MJ / kg and exceed the energy consumption for recovery of aluminum from alumina, which constitute 26.3 MJ / kg. The rate of oxidation reaction of aluminum in water and hydrogen evolution regulated by varying the voltage on the power supply transformer [3,4].

For the research developed an experimental model of the cell, the general form of which with a bathroom and a resonant transformer is shown in Picture 1.

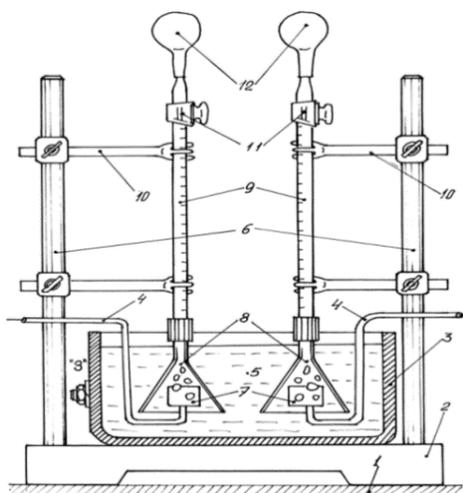
The developed laboratory installation for the production of hydrogen by electrolysis of water currents of high frequency contains an electrolytic cell, a step-up transformer, the AC frequency increased management capabilities frequency and amplitude of the output voltage. The cell is a bath which provides the possibility of mixing the electrolyte and the replacement of the stainless steel lid, measuring pH and temperature of the electrolyte that is installed on an isolated plate.



Picture1- General view of the experimental setup of the cell with a bathroom and a resonant transformer

In carrying out this work as a source of high frequency power to control the frequency and amplitude of the output voltage of the frequency converter is used, designed to supply electrical resonance energy transfer systems. Up transformer provides the output voltage required for the normal reaction of decomposition of water - not less than 1000 V. As a step-up transformer in this paper, a high-frequency resonance transformer without core was used with an operating frequency in the resonance of the reagents in the cell such as those described in [5-7].

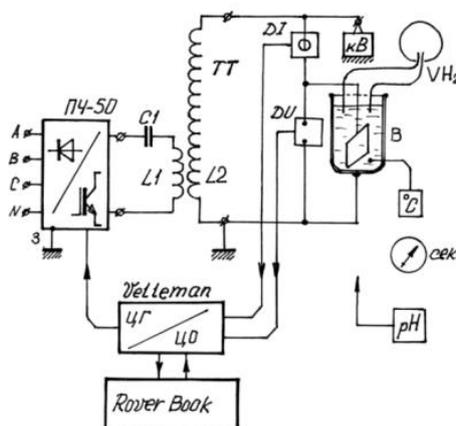
Connecting diagram elements experimental prototype electrolyser when performing electrochemical experiments is shown in Picture 2.



1 - the laboratory bench; 2 - base dvuhshtativnoy laboratory facility; 3 - stainless steel bath with terminal for connecting an electric power supply; 4 - a conductor insulation for connection to the sample Al-power unit; 5 - an electrolyte; 6 - supporting rod; 7 - Al - sample for electrochemical oxidation; 8 - a funnel to collect the electrolysis of hydrogen; 9 - Measuring burette for electrolysis of hydrogen; 10 - the holder of the burette; 11 to the rotary valve; 12 Rubber pear.

Picture 2 - Scheme of the electrolyzer cells

Electrical connection elements for the installation of water electrolysis by currents of high frequency and voltage through micro-oxidation of aluminum and its alloys is shown in Picture 3.

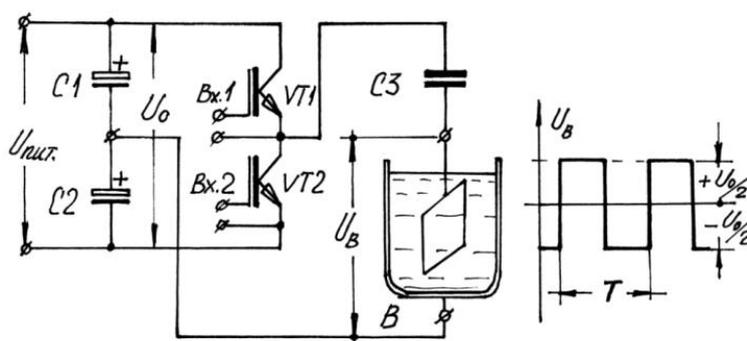


Picture - 3 Electrical connection elements for the installation of water electrolysis of high frequency currents

Picture 3: ИЧ-50 - inverter-controlled frequency output current and output voltage; C-1 -electric capacitor resonant transformer circuit pump; L-1 - the primary coil (coil pumping) resonant Tesla transformer; ТТ - a transformer; L2- High resonance CT winding; ТТ and ТСО - digital consoles generator control pulses and Velletan oscilloscope; Rover Vook - a laptop; B bath electrolyzer; DI, DU - current sensors 100 LT-P and 25 LV-voltage; C 196 - kilovoltmeter; s - a stopwatch; 0C -

digital thermometer; In2 - measuring the volume of hydrogen generated; pH - measuring the concentration of H + ions.

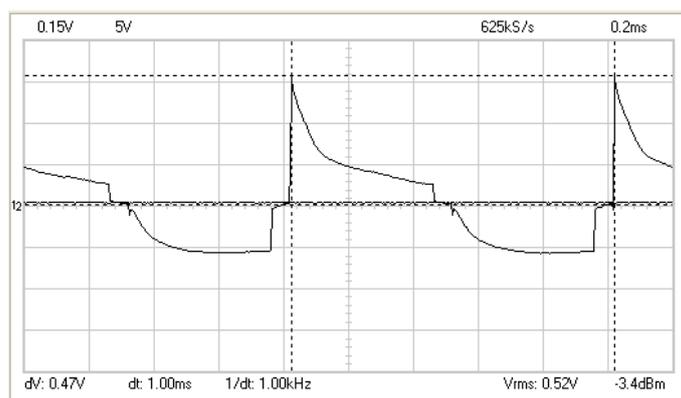
An important issue is to determine the parameters for maximum performance when performing the installation of electro-technological process of water electrolysis. Studies to determine the effect of decomposition of water into hydrogen carried within the frequency range from 50 Hz to 10 kHz AC connecting the electrolyzer through the capacitance directly to the output of the power supply. To this end it was made rewiring circuit output stage of the inverter power switches. Meals bath electrolyzer carried bipolar current pulses of variable frequency, the shape of the supply voltage - meander. Picture 4 shows the wiring diagram of the electrolyzer with power supply.



Picture - 4 Electrical connections and power the electrolyzer unit

At a frequency of 1.0 kHz AC performed experimental studies to determine the performance of the process of decomposition of water and measuring method to determine the energy efficiency.

Waveform of current through the electrolyzer bath, showing the course of the electrolysis process at a frequency of 1.0 kHz, are shown in Picture 5.



Picture 5. Waveform current electrolyzer

Starts attached to the end of the insulated wire sample of oxidized aluminum plate 7. Power of high frequency current is accomplished by connecting the power supply to the conductor 4 with an aluminum sample 7 In carrying out experiments on the sample (Pictureure 2) to produce hydrogen microarc aluminum oxidation under the funnel 8 and terminal electrochemical bath 3. before serving the electric power the rotary valve 11 is set to "open", and the rubber bulb 12 produces leak electrolyte

column to the tap, and then translate the rotary valve to the "closed". Post electrolyte retained within the burette atmospheric pressure. On the side wall of the burette are measuring strokes, the price of division 1 cm<sup>3</sup>, to measure changes in the volume of liquid inside burette. Stopwatch and an electric power source includes at the same time.

The process of oxidation of the aluminum sample is accompanied by the release of hydrogen, an acoustic cavitation process of collapsing microcavities and bright flashes on the surface of the aluminum sample from discharge electric microarcs. Power is turned off at the same time stop the stopwatch. The separated hydrogen rises to the column of electrolyte inside the burette and pushes in a bath of electrolyte burette. Comparing the levels of the electrolyte in the burette prior to and after switching the power supply can provide information about the flow of the oxidation process, the amount of hydrogen evolved and performance electrolysis unit.

During micro-arc oxidation process using DI current sensors and voltage DU (Pictureure 6) measured the electric parameters of the electrolysis process and record them on a digital oscilloscope. In comparative experiments with oxygen and hydrogen was used as the second rod and a funnel. Measurements of the amount of the hydrogen, temperature, acidity pH and conductivity of the electrolyte were made after the compulsory mixing of electrolyte. Supply of electric power to the cell must have a reliable electrical bushings, eliminating the occurrence of surface leakage current and discharges. All experiments were carried out on hydrogen production by exhaust ventilation, which excludes the possibility of hydrogen accumulation in the "pockets" of ventilation ducts.

The results of experimental studies to determine the effectiveness of the production of hydrogen by oxidation of aluminum in terms of micro and arc discharge (in the discharge plasma) under water, with the current supply of high frequency of 1 kHz, at pH 12, the reaction time of 30 sec., The electrolyte temperature increment for each 30 sec. is 40C, productivity 5.7 l / h. prepared by five-fold repetition.

Anodic oxidation process occurs at the positive half cycle. The negative half-cycle is the "preparatory" for the role performed in the oxidation process. current function during the positive half cycle is close to an exponential. exponential decay time at a frequency of 1000 Hz is about 0.5 period. The measurements to measure the performance of hydrogen performed at a frequency of 1000 Hz. Because the oxidation reaction occurs in the vicinity of the surface of the aluminum sample, the main part of the circuit resistance in the resistance of the electrolyte bath between the reaction space and the bath walls. The surface of the specimen is 8 cm<sup>2</sup>, is designed as an aluminum plate of 1 mm thickness and with dimensions (2x2) cm. Bath electrolyzer is a cylinder with a diameter of 2.25 dm. The height of the electrolyte layer - 8 cm. Electrolyzer specifications and parameters are presented in Table 2.

Table 2 - Product specifications and parameters of the cell

Parameter name	Designation	U meas.	Value
Obtained hydrogen (mass)	M	Г	$4,28 \cdot 10^{-3}$
Obtained hydrogen (volume)	V	См <sup>3</sup>	47,5
The capacity of the	П	Г/ч	0,513
Bath capacity electrolyzer	V	Л	3
Dimensions of the aluminum-anode plate	S	См	5,5*5,5
The current value of the current	I	А	4,0
The voltage	U	КВ	0,4
Frequency	Н	КГц	1,0
Load resistance (electrolyzer)	R	Ом	100
Power consumption	P <sub>эл</sub>	КВт	1,60
The power released during the oxidation of aluminum	P <sub>ал</sub>	КВт	0,02
Power electrolysis, water is warming up	P <sub>вод</sub>	КВт	1,67
Balance pvod capacity	$P_{вод} = p_{эл} + p_{ал}$	КВт	1,62
The error calculation	$P = 1,67 - 1,62$	КВт	0,05
All power consumption	W <sub>ч</sub>	КВт*час	1,6
Electricity consumption for a 1 m3 hydrogen	W <sub>1</sub>	КВт*час	14,0

An estimate of the current flow of the electrolyte resistance shows that the "contribution" of the ohmic resistance of the electrolyte is essential and is in practice more (10 ... 30) times. In the bath electrolyzer gap between the surfaces of the material and the bath should be kept to a minimum, ensuring the sustainable development of electrokinetic processes, related to the functioning of the colloidal micelle. These distances should be several hundred micrometers and ensure efficient evacuation of hydrogen from the electrode space.

### General conclusions and results

1. It is found that the electrical energy supply of high frequency power is consumed in the electrolysis apparatus mainly in electrical breakdown around the metal surface protection and arc development. Power arc and plasma generation provides heat oxidized metal. The requirements to the inter-electrode distance in the bath electrolyzer that improve the efficiency of the plant.

2. When power is bath electrolyzer current harmonic form, the current lags the voltage, indicating the feasibility of the resonance methods of application of electrical energy to produce hydrogen by electrolysis of water and a prerequisite for the development of resonant electrolyser power mode, operating on the principle of oxidation of aluminum.

3. Sformulirovana working hypothesis of a physical model of the process of obtaining hydrogen by electrolysis arc microarc and water currents of high frequency at high electric fields to create a hydrogen-oxygen fuel to replace diesel fuel.

### References

1. Alexander V. Frolov, New sources of energy, Tula, TSU Publishing House, 2011.
2. Tareev B.M, Oxide isolation, Moscow, Energia, 1975, 187 p.
3. Suminov IV et al. Microarc oxidation (theory, technology, equipment), Moscow, Ecomet, 2005, pp.106-130.
4. Trinity I.A, steel VA Aluminum Metallurgy: a manual for technical non-ferrous metallurgy, 2nd ed. ext. and rev, Moscow, Metallurgy, 1984, 398 p.
5. RF Patent 2294281. A device for processing materials elektro gazorazryadnoy surfaces, D.S. Strebkov, A.I. Nekrasov, A.A. Nekrasov, A.B. Sivtsov, V.Z. Trubnikov, BI, №6, 2007.
6. RF patent №2423746, Electric high-frequency resonance transformer, D.S. Strebkov, V.Z. Trubnikov, A.I. Nekrasov, A.A. Nekrasov, O.A. Roschin, L.Y. Yuferev, BI, №19, 2011.
7. D.S. Strebkov DS, A.I. Nekrasov. Resonance methods of transmission and application of electrical energy, Ed. 4th, Revised. and ext, Moscow, GNU VIESH, 2013, 584 p.

## ЭЛЕКТРОЛИЗНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВОДОРОДА ИЗ ВОДЫ

### Аннотация

*Представлены результаты исследования установки электролизера для получения водорода из воды путем микродугового окисления алюминия токами повышенной частоты при повышенной напряженности электрического поля. Установлено, что электрическая энергия питающего источника электрической энергии повышенной частоты расходуется в основном на электрический пробой среды около поверхности металла и развитие дуги. В качестве источника энергии используется солнечный фотоэлектрический модуль. Питание дуги и генерацию плазмы также обеспечивает тепловая энергия окисляющегося металла. Сформулированы требования к межэлектродному расстоянию в ванне электролизёра, способствующие повышению КПД установки. Дано обоснование применения резонансных электротехнологий для получения водорода электролизом воды, приведены технические параметры установки и результаты эксперимента.*

**Ключевые слова:** электролиз воды, окисление алюминия, микродуга, электрический ток повышенной частоты водород, резонансная электротехнология.

## СУДАН СУТЕГІН АЛУҒА АРНАЛҒАН ЭЛЕКТРОЛИЗДІ ҚОНДЫРҒЫ

### Андатпа

*Судан сутегін жоғары кернеулі электрлік полярлы кезінде алюминидің тотығуын микродогалану жолымен алуға арналған электролизер қондырғысын зерттеу нәтижелері*

берілген. Электрлік жоғары жиілікті энергия көздерінен қоректенетін, негізінен металл беті маңында және доғаның дамуы электрлік энергия сынамасы ортасында шығындалатыны анықталды. Энергия көзі ретінде күн фотоэлектрлік модуль пайдаланылады. Доғаның қоректенуі мен плазманың генерациялануын, сондай-ақ тотықтанушы металл энергиясы қамтамасыз етеді. Қондырғының КПД арттыруға мүмкіндік туғызатын электролизёр ваннасындағы электродаралық қашықтықтың талаптары тұжырымдалған. Электролизбен сутегін алуға арналған резонансты электротехнологияларды қолданудың негіздері берілген, қондырғының техникалық параметрі мен эксперименттің нәтижелері келтірілген.

**Кілт сөздер:** су электролизі, алюминидің тотығуы, микродоға, сутегі жоғары жиілікті электрлік тогы, резонансты электротехнология.

МРНТИ 68.01.84

*Р.А. Омаров<sup>1</sup>, Д.Р. Омар<sup>1</sup>, С.Т. Демесова<sup>1</sup>, Ж.С. Абитаева<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>«Казахский научно исследовательский институт механизации электрификации сельского хозяйства», г. Алматы, Казахстан*

### **ОБОСНОВАНИЕ НОВОГО КОНСТРУКТИВНОГО РЕШЕНИЯ ТЕПЛОВОГО НАСОСА**

#### **Аннотация**

*В статье приведены результаты литературного обзора, патентных исследований, новое техническое решение теплового насоса. Обоснованы новый подход к схеме размещения основных компонентов ТН, технические решения конструкции теплообменников, которые позволяют уменьшить габариты, снизить металлоемкость, достигнуть саморегулируемое охлаждения компрессора.*

**Ключевые слова:** *энергосбережение, энергоэффективность, возобновляемая энергетика, тепловой насос, компрессор, испаритель, низкопотенциальное тепло.*

#### **Введение**

Основными требованиями конкурентоспособного развития сельского хозяйства являются не только инновационность технологий, но и энергоэффективность и экологичность процессов. Об этом свидетельствуют планы международных организаций и меры, принимаемые Президентом, Правительством РК в рамках программ по стабилизации климата [1], [2], [3], [4]. В связи с этим актуально обеспечение фермеров тепловыми насосами. Тепловые насосы (ТН) используются для производства тепловой энергии [5]. Преимущественная область - возобновляемая энергетика (ВЭ). Затрачивая 1 кВт\*ч на привод компрессора, можно в среднем вырабатывать до 3 кВт\*ч тепловой энергии. Анализ показал, что недостаточно исследованной является задача оптимального размещения элементов ТН. Известно, что схемы компоновки современных тепловых насосов переняты с холодильных установок и до настоящего времени принципиально не изменились. Это приводит к большим габаритам, металлоемкости теплообменников. К

функциональным минусам можно отнести отсутствие эффективной системы охлаждения компрессора – основного элемента ТН, не использование тепла выделяющегося с поверхности компрессора, которое, как у холодильников, включаются в разряд естественных потерь. Новизна и эффективность подтверждена патентами РК и исследованиями [6], [7], [8], [9], [10], [11], [12].

Статья публикуется по материалам грантового проекта бюджетной программы 217 Комитета науки МОН РК: № 1769/ГФ4 «Разработка инновационного теплового насоса для «зеленой» низкоуглеродной экономики с микропроцессорным управлением».

### Материалы и методы

Обзор научно-технической и патентной литературы проводился согласно требованиям СТ РК ГОСТ Р15.011-2005. Анализ источников ведущих зарубежных стран проводился по бюллетеням «Изобретения стран мира», и официальным бюллетеням государств СНГ, а также по международным базам данных ELSEVER. Определены тенденции развития отрасли и технический уровень известных разработок. На их основе обоснована конструктивно-технологическая схема устройства. Полный объем результатов изложен в отчете о патентных исследованиях.

### Результаты и их обсуждение

В экологическом плане ТН намного более «чисты», нежели самые современные высокоэффективные газовые котлы. ТН выбрасывает в атмосферу на 40% меньше  $CO_2$ , чем газовый котел той же мощности за одинаковый период времени. В последние годы внесены усовершенствования в конструкции компрессоров, теплообменников и систем управления на базе микропроцессоров. Помимо весьма высокой эффективности современные ТН обладают высокими показателями долговечности и надежности. Установлено, что бытовые и ТН сферы обслуживания типа «воздух-воздух» служат до 15 лет, а типа «вода-воздух», до 19 лет (рисунок 1).

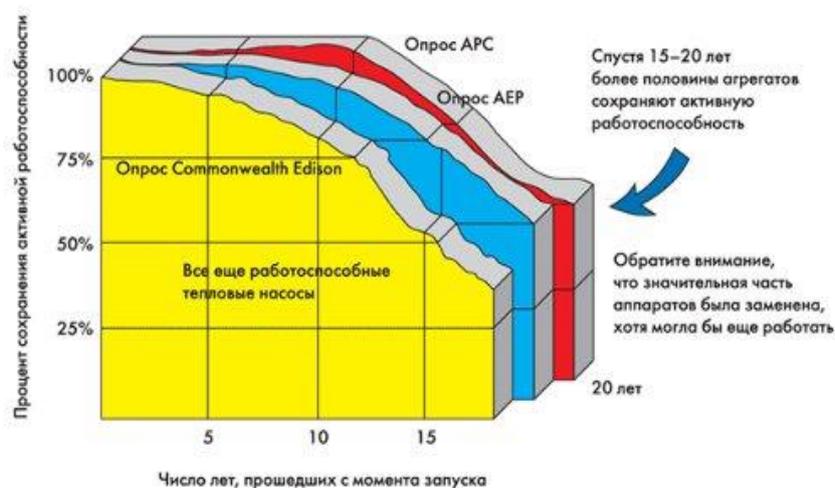


Рисунок 1 – Показатели сохранения активной работоспособности ТН с течением времени

В среднем, после 10 лет работы активную работоспособность сохранили более 80%, после 15...20 лет более 50% ТН.

Основу парка ТН сегодня в мире, составляют парокompрессионные. Применяются также и абсорбционные, электрохимические и термоэлектрические, но очень редко. По оперативному назначению ТН делятся на три основных вида:

- только для целей теплоснабжения, а также приготовления горячей санитарной воды;
- для решения двух задач тепло- и хладоснабжения;
- для одновременного выполнения комплекса функций: тепло- и хладоснабжения, утилизации избыточного тепла помещений, охлаждаемой продукции.

Примерно 70% установленных в Европе ТН в качестве источника используют низкопотенциальное тепло (НПТ) наружного воздуха. Преобладают геотермальные тепловые насосы. Они находят применение в Швеции, Швейцарии и Австрии, с долевым соотношением, соответственно, 28, 40 и 82%.

Существуют моновалентные и бивалентные теплонасосные системы. Моновалентные полностью покрывают годовую потребность в отоплении и охлаждении. Бивалентные покрывают часть потребности, а пиковая нагрузка покрывается за счет дополнительных источников, чаще всего газовых или жидко-топливных котлов.

Повышение эффективности ТН достигается за счет улучшения характеристик основных компонентов: компрессора, расширительного клапана, теплообменников, вентиляторов [13].

Важным показателем ТН является средне-сезонный коэффициент преобразования (SPF). В разрезе стран ЕС (Австрия, Финляндия, Франция, Германия, Италия, Норвегия, Швеция, Швейцария, Великобритания) он меняется от 2 до 6. Широкий диапазон значений SPF обусловлен различиями технических характеристик, метеорологическими условиями [14].

Компрессор – основной элемент ТН [15]. Замены асинхронных двигателей на двигатели постоянного тока значительно улучшили SPF [16]. Наиболее значимые результаты получены за счет применения спиральных компрессоров, а также инверторного управления расходом хладагента (VFR variable flow refrigerant) [17].

При работе герметичного компрессора в номинальном температурном режиме температура рабочей обмотки электродвигателя достигает 120 °С, температура всасываемых паров в цилиндре 145 ÷ 155 °С, а температура сжатых паров 170 ÷ 190 °С. Перегрев обмоток электродвигателя свыше 130 °С нежелателен.

На практике применяется охлаждение герметичных компрессоров всасываемыми парами холодильного агента, отводом тепла с поверхности кожуха путем внешнего обдува вентилятором, отводом тепла путем

охлаждения масла жидким хладагентами. Также охлаждение осуществляется принудительным обдувом вентилятором корпуса герметичного компрессора.

Широкое распространение нашла система охлаждения масла в компрессоре. В ней охлаждение достигается испарением жидкого хладона, поступающего из предконденсатора в змеевик, который размещен в масляной ванне днища кожуха компрессора. Установлено, что охлаждение масляной ванны компрессора хладонами в жидком состоянии из предконденсатора, может увеличить холодопроизводительность в пределах 3÷4,5 %, коэффициент эффективности (COP) на 3÷4%, причем, потребляемая мощность практически остается постоянной. Температура обмотки электродвигателя понижается на 15÷20°C.

Охлаждение головки компрессора жидким хладонами из предконденсатора дает повышение холодопроизводительности и коэффициента эффективности соответственно на 9÷16% и 15÷20%; температура обмотки электродвигателя снижается на 21÷25 %, при температуре окружающей среды 32°C. Однако, изменение конструкции герметичного компрессора выполнимо только в заводских условиях. Более того, схема разрабатывалась для холодильных установок, где избыточное тепло удаляется в окружающую среду и не используется.

Известна электронная система охлаждения, которая имеет официальное обозначение CIC System (Controlled Injection Cooling). Основное назначение состоит в контролируемом впрыске путем непрерывного контроля температуры нагнетаемого газа [18].

Основное преимущество системы CIC System заключается в отсутствии необходимости какой-либо настройки ее элементов. Все параметры «защиты» в память электроники, и любые их переустановки (в том числе и несанкционированные, проводимые случайными лицами) абсолютно невозможны. Вместе с тем, при проведении впрыска жидкого хладагента в полость цилиндра компрессора возникает ряд нежелательных моментов. Существует опасность, что не полностью испарившийся хладагент, попадая в цилиндры, начнет смывать со стенок масляную пленку. Это может привести к ускоренному износу, как стенок цилиндров.

Компанией Mitsubishi Electric разработано инверторное управление двигателем компрессора. Снижен риск замораживания и сокращено время, размораживания теплообменника наружного блока, что внесло значительный вклад в повышение эффективности отопления. Высокие значения SPF достигаются обеспечением стабильной теплопроизводительности в течение отопительного сезона и регулированием оптимального потребления энергии в зависимости от изменения наружной температуры [17].

Важными компонентами ТН являются теплообменники испарителя и конденсатора, где осуществляется преобразование состояний хладагента, а также процессы теплообмена с внешними контурами – низкопотенциальными источниками тепла и потребителем тепла.

За длительный период конструкция теплообменников не претерпела существенных изменений. В известных ТН в основном применяются пластинчатые металлические теплообменники Шведской компании Alfa Laval. Они изготавливаются из нержавеющей стали, алюминия и меди.

Известен ТН Yuntao Jianga (КНР) [19], в котором теплообменники изготовлены по типу «труба в трубе». Здесь, по внутренним медным трубкам циркулирует хладагент, а по межтрубному пространству, вода. В испарителе тепло передается от воды хладагенту, а в конденсаторе вода снимает тепло нагретого хладагента. Внутренние трубки, для увеличения площади теплообмена разделены на три параллельные трубки (ветки).

Конструкция имеет ряд преимуществ. Теплообмен между обменивающимися рабочими телами происходит непосредственно через тонкие стенки медных трубок. Медные трубки рассчитаны на высокие давления, в то время, как пластинчатые теплообменники не способны на это.

Известна аналогичная конструкция ТН, где трубопроводы теплообменников конденсатора и испарителя типа «труба в трубе» уложены витками одна над другой, по винтовой линии с одинаковым средним диаметром и шагом витков. Винтовой укладкой достигается требуемая длина и площадь теплообмена трубок, при компактности конструкции [20].

В связи с приведенным, считаем необходимым обратить внимание на важный критерий – компактность конструкции.

Как было отмечено, ТН создавались на базе холодильников. Конструкция холодильников основана на камерном принципе. Морозильная, холодильная камеры, испаритель располагаются внутри камеры. Компрессор и конденсатор размещены снаружи. В современных ТН эта компоновочная схема сохранилась. Типичным примером может служить схема размещения компонентов теплового насоса компании ZUBADAN Inverter, показанная на рисунке 2.

Недостатками такого подхода к проектированию ТН являются необходимость пространственного разделения основных компонентов между собой. Это влечет за собой рост габаритов. Также как и в холодильниках, тепло выделяющееся с поверхности компрессора удаляется в окружающую среду.



Рисунок 2 –Типичная схема компоновки ТН

В ТН, где второй основной функцией является генерирование тепла, это тепло желательно вернуть во внутренний цикл. Тем более, что его энергия существенная и достигает 10% от потребляемого ТН. Однако, гипотеза требует исследований и подтверждений.

В результате проведенного обзора и анализа предложено новое техническое решение ТН, схема которого приведена на рисунке 3 [21].

Тепловой насос состоит из: компрессора 1, конденсатора 2, испарителя 3, дросселирующего устройства 4, где теплообменники конденсатора и испарителя, выполненные конструктивно одинаково в виде теплообменника “труба в трубе”, содержат внутренний трубопровод 5, по которому циркулирует хладагент и внешний трубопровод 6 по которому, а именно по межтрубному пространству, циркулирует теплоноситель, омывающий трубопровод 5. При этом, внутренний трубопровод 5 выполнен в виде спирали, создавая винтовой канал для циркулирующего в межтрубном пространстве теплоносителя. Внешние трубопроводы конденсатора и испарителя снабжены патрубками для ввода 7, 9 и вывода 8, 10 теплоносителя, с условием, что патрубки для ввода расположены со стороны выхода хладагента, а вывода, со стороны входа хладагента.

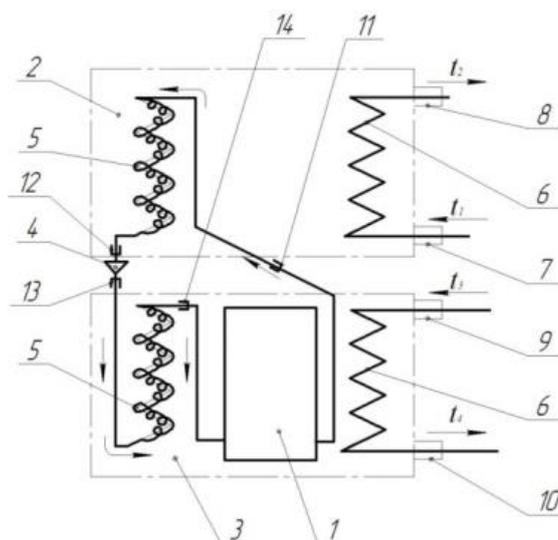


Рисунок 3 – Схема конструктивного устройства нового теплового насоса

Конструктивно, трубопроводы теплообменников конденсатора и испарителя уложены витками одна над другой, по винтовой линии с одинаковым средним диаметром и шагом витков, образуя цилиндрическую форму, с размещением конденсатора над испарителем, а компрессора внутри испарителя. Последовательное соединение компрессора с конденсатором, конденсатора с дросселирующим устройством, дросселирующего устройством с испарителем и испарителя с компрессором выполнены соответственно при помощи штуцерных разъемов 11, 12, 13 и 14

Работа теплового насоса осуществляется в следующей последовательности. Хладагент, являющийся основным рабочим телом, работает по известному принципу. Циркулируя по замкнутому контуру, он движется от компрессора 1, через внутренний трубопровод 6 теплообменника конденсатора 2, дросселирующее устройство 4, внутренний трубопровод испарителя 3 и возвращается обратно в компрессор в парообразном состоянии. В процессе прохождения по внутреннему трубопроводу теплообменника конденсатора нагретый хладагент отдавая свое тепло и нагревая циркулирующий в межтрубном пространстве теплоноситель, сам конденсируется. Проходя через дросселирующее устройство 4 хладагент попадает из зоны высокого давления в зону разряжения (вакуума), а именно, во внутренний трубопровод испарителя, где, закипая, превращается в пар, поглощая тепло через стенку трубопровода из теплоносителя, поступающего из низкотемпературного источника и протекающего через межтрубное пространство. Вобравший в себя тепло низкотемпературного источника парообразный хладагент попадает в компрессор, где осуществляется его сжатие, сопровождающийся нагревом. При этом, теплоноситель дополнительно вбирает в себя энергию от работы привода компрессора. Далее, хладагент обратно подается в конденсатор, где нагревает теплоноситель, циркулирующий в межтрубном пространстве и цикл снова повторяется. В результате, нагретый теплоноситель с температурой  $t_2$  подается через выходной патрубков 8 потребителю и возвращается обратно через патрубков 7 уже охлажденным с

температурой  $t_1$  (то есть  $t_2 > t_1$ ). Соответственно, в патрубок 9 теплообменника испарителя входит теплоноситель из низкотемпературного источника с температурой  $t_3$ , а выводится из патрубка 10 со сниженной температурой  $t_4$  (то есть  $t_3 > t_4$ ). В процессе прохождения по межтрубному пространству конденсатора и испарителя теплоноситель, благодаря спиральной форме внутреннего трубопровода 5, закручивается по винтовой траектории и, смешиваясь с частью потока, который проходит прямоходом, создает эффект турбулизации, интенсифицирующий теплообмен.

В предлагаемом решении сборка теплового насоса осуществляется в следующей последовательности: вначале устанавливается испаритель 3, затем размещается внутри него компрессор 1 (или наоборот), производится соединение трубопровода для хладагента при помощи разъема 14. Затем устанавливается дросселирующее устройство 4, которое соединяется при помощи разъема 13. После этого устанавливается конденсатор 2, который соединяется разъемами 11 и 12. Процесс разборки осуществляется в обратной последовательности.

### **Выводы**

Проведенные литературный обзор, патентные исследования и анализ позволили обосновать новое техническое решение теплового насоса. В предложенном устройстве устранен ряд принципиальных недостатков присущих известным тепловым насосам. Примененный новый подход к схеме размещения основных компонентов ТН, технические решения конструкции теплообменников, позволили уменьшить габариты, снизить металлоемкость, достигнуть саморегулируемого охлаждения компрессора. Новизна и эффективность подтверждена патентами РК и результатами исследований.

### **Список литературы**

- 1 Конференция по климату в Париже (2015). <https://ru.wikipedia.org>.
- 2 Концепция проекта ЭКСПО-2017. <http://expo2017astana.com/future-energy/zamyisel-proekta>
- 3 Закон Республики Казахстан. Об энергосбережении и повышении энергоэффективности: утв. 13 января 2012 года, № 541-IV].
- 4 Указ Президента Республики Казахстан. О Концепции по переходу Республики Казахстан к зеленой экономике: утв. 30 мая 2013 года, № 577.
- 5 Jacobson M.Z., Delucchi M.A. Providing all global energy with wind, water, and solar power, Energy Policy. Part I: Technologies, energy resources, quantities and areas of infrastructure, and materials. Volume 39, Issue 3, March 2011, Pages 1154–1169. <https://web.stanford.edu.pdf>.
- 6 Hawlader M.N.A., Chou S.K., Ullah M.Z. The performance of a solar assisted heat pump water heating system // AppliedThermalEngineering. –2001. –№21. –P. 1049–1065.
- 7 Lu A., Chart ers W.W.S, Chaichana C. Solar heat pump systems for domestic hot water Solar Energy. –2002. –№ 73 –P. 169–175.

8 Chyng J.P. Performance analysis of a solar-assisted heat pump water heater // Solar Energy. –2003. –№74. –P. 33–44.

9 Huang B.J., Lee C.P. Long-term performance of solar-assisted heat pump water heater // Renewable Energy. –2003. –№29. –P. 633–639.

10 Shengchun Liu, Wenkai Zhang, Ziteng Dong, Gang Sun Analysis on Several Heat Pump Applications in Large Public Buildings / Journal of Building Construction and Planning Research, 2015, 3, 136-148 Published Online September 2015 in SciRes.

11 Hans-Martin Henning and Marek Miara Systems using solar thermal energy in combination with heat pumps / November 2008, p. 8.

12 Heat Pumps IEA-ETSAP and IRENA © Technology Policy Brief E19 – January 2013 - [www.etsap.org](http://www.etsap.org) - [www.irena.org](http://www.irena.org).

13 White book on heat pump and thermal storage systems, HPTCJ, 2007. <https://www.irena.org>.

17 Тепловой насос Mitsubishi Electric ZUBADAN. <http://www.mitsubishielectric.com.ua/zubadan.html>

18 Корнивец Д. Система СИС для поршневых компрессоров «Битцер» Холодильная техника, №9, 2009, С.4-8 <http://www.holodteh.ru>.

19 Yuntao Jianga, Yitai Mab, Minxia Lib, Lin Fua An experimental study of trans-critical CO<sub>2</sub> water–water heat pump using compact tube-in-tube heat exchangers // Energy Conversion and Management. -2013. -№76. -P. 92–100, - <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/>.

20 Патент RU 2238488, МПК F25B 30/02. Тепловой насос / Коптелов А.Л.; опубл. 20.06.2004 г, Бюл. № 23.

21 Инновационный патент РК 30004, Тепловой насос, МПК F24D 3/08. опубл. 15.06.2015, Бюл. №2. –3 с.

## ЖЫЛУ СОРҒЫСЫНЫҢ ЖАҢА КОНСТРУКТИВТІК ШЕШІМІН НЕГІЗДЕУ

### Андатпа

*Мақалада әдебиеттерді шолу нәтижесі, патенттік зерттеулер, жылу сорғының жаңа техникалық шешімі келтірілген. ЖС негізгі компоненттерінің орналасуының жаңа шешімдері, өлшемдерін, металл сыйымдылығын азайтуға мүмкіндік беретін жылу алмастырғыштардың техникалық шешімдері, компрессорды өзін-өзі реттейтін салқындатуға қол жеткізілді.*

**Кілт сөздер:** энергия үнемдеу, энергия тиімділік, жаңартылатын энергия, жылу сорғысы, компрессор (сығымдағыш), буландырғыш.

## JUSTIFICATION OF THE NEW STRUCTURAL SCHEME OF THE HEAT PUMP

### Summary

*This article is dealt with the results of the literature review, patent studies, a new technical solution of the heat pump. A new approach to the layout of the main components of the HP, technical solutions for the design of heat exchangers, which allow to reduce the dimensions, reduce the metal capacity, to achieve self-regulating cooling of the compressor is substantiated.*

**Keywords:** *energy saving, energy efficiency, renewable energy, heat pump, compressor, evaporator.*

МРНТИ 55.57.33

*А. С. Адильшеев<sup>1</sup>, М.Т. Суранчиев<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>«Казахский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства» г. Алматы, Казахстан*

## ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЗУБЧАТО-РЕМЕННОГО ВЫСЕВАЮЩЕГО АППАРАТА

### Аннотация

*В статье приведены результаты теоретических исследований для обоснование технологических, геометрических параметров, и режимов работы зубчато-ленточного высевающего аппарата.*

**Ключевые слова:** *Высевающий аппарат, семена, зубчатый ремень, шкив.*

### Введение

Повышения продуктивности и рост поголовья сельскохозяйственных животных зависят от развития кормовой базы.

Одним из наиболее эффективных способов повышения продуктивности сенокосных угодий и пастбищ является поверхностное улучшение методом полосного посева семян трав в дернину. В технологии возделывания сена одним из важных этапов является посев семян при полосовом посеве. Для полосового посева высевающие аппараты должны отвечать следующим основным агротехническим требованиям: равномерно подавать семена в сошники; обеспечивать устойчивый высев, т. е. высевать одинаковое количество семян на один метр пути независимо от уровня заполнения семенного бункера, рельефа поля, угла наклона сеялки, изменения скорости движения агрегата; не повреждать семена; бесперебойно высевать семена различных культур, отличающиеся по форме, размерам, состоянию поверхности.

Целью данной статьи является теоретическое обоснование технологических и конструктивных параметров зубчато-ленточного высевающего аппарата.

Высевающий аппарат – один из наиболее важных элементов в конструкции рабочих органов сеялки. Он служит для отбора из общей массы определённого количества семян и формирования их исходного потока с

заданными параметрами. В настоящее время наиболее широкое применение получают механические и пневматические высевальные аппараты. Из них наиболее широкое применение нашли катушечные аппараты, отличающиеся универсальностью использования для различных культур, они относительно просты по конструкции, легко устанавливаются на норму высева. Основным недостатком катушечных высевальных аппаратов является порционность высева и значительное микроповреждения при посеве, которая отрицательно влияет на полевую всхожесть семян [1].

С учетом изложенного, актуальна разработка высевального аппарата для посева кормовых культур.

### Материалы и методы

При посеве мелкосеменных культур применение катушечных высевальных аппаратов позволяет получить необходимую равномерность распределения семян. Поэтому очень важно использование высевального аппарата, который будет соответствовать предъявляемым агротехническим требованиям и выполнять в полном объеме возложенные на него функции. В связи с этим нами предложен зубчато-ленточный высевальный аппарат, состоящий из ведущего и ведомого шкивов, зубчатого ремня (рисунок 1).

Технологический принцип работы высевального аппарата с зубчатыми ремнями заключается в следующем. При вращении ведущего шкива 1, образовавшийся в семенном ящике 2 семенной поток через выходное отверстие на дне ящика поступает в верхнюю полость зубчатого ремня 3 высевального аппарата. При этом желобки ремня 4 заполняются семенами и передвигаясь вместе с ремнем выбрасываются в семяпровод. Заслонка 5, установленная на стенке семенного ящика, задерживает активный слой,двигающийся вместе с ремнем и выбрасываются те семена, которые находятся в желобках.

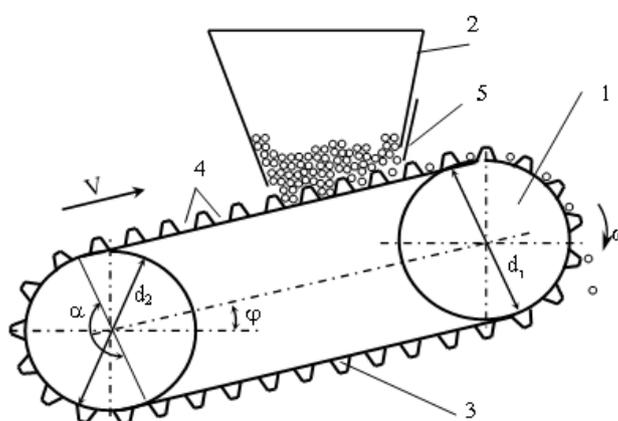


Рисунок 1 – Схема работы высевального аппарата

Объем семян, который высевает высевальный аппарат за один оборот ведущего шкива, определяется по формуле

$$V = V_{жк} \cdot z_{жк} \cdot \varepsilon, \quad (1)$$

где  $V_{жс}$  – объем семян в одном желобке;

$z_{ж}$  – количество желобков ремня проходящих за один оборот шкива;

$\varepsilon$  – коэффициент, учитывающий увеличение высева семян вследствие пропуска через заслонку семенного ящика.

Объем семян, высеваемых одним желобком зубчатого ремня, определяется по формуле [1]

$$V_{ж} = \kappa_3 \cdot S_{ж} \cdot l_{ж},$$

где  $\kappa_3$  – коэффициент заполнения желобков;

$S_{ж}$  – площадь сечения желобка;

$l_{ж}$  – рабочая длина желобка, которая соответствует ширине рабочей части ремня и может регулироваться, м.

Площадь сечения желобка определяется его профилем. Профильное сечение желобка зубчатого ремня представляет собой трапецию (рисунок 1) со сторонами  $a$  и  $b$ , высотой  $h$  желобка, тогда площадь сечения желобка равна

$$S_{ж} = \frac{a+b}{2} h.$$

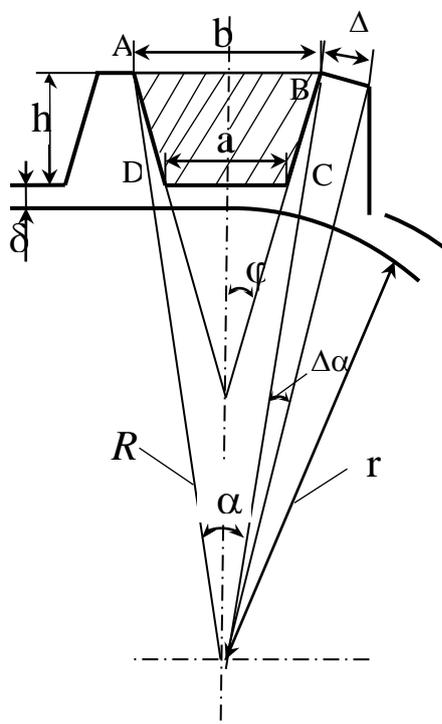


Рисунок 2– Схема для расчета параметров зубчато-ременного высевающего аппарата

Окончательно, объем семян, высеваемых одним желобком зубчатого ремня, определяется по формуле

$$V_{\text{ж}} = \frac{k_3(a+b)hl_{\text{ж}}}{2}. \quad (2)$$

Количество желобков, проходящих через заслонку за один оборот шкива, определяется по выражению

$$z_{\text{ж}} = \frac{2\pi}{\alpha + \Delta\alpha}, \quad (3)$$

где  $\alpha$  – угол, соответствующий расстоянию  $b$ ;

$\Delta\alpha$  – угол, соответствующий ширине зуба  $\Delta b$ .

Углы  $\alpha$  и  $\Delta\alpha$  определяются по выражениям

$$\alpha = 2\arcsin \frac{b}{2R_{\text{н}}}, \quad \Delta\alpha = 2\arcsin \frac{\Delta b}{2R_{\text{н}}},$$

где  $R_{\text{н}}$  – наружный радиус желобков.

Наружный радиус  $R_{\text{н}}$  желобков при обхвате шкива складывается из радиуса шкива  $r$ , толщины ремня  $\delta$  и глубины желобка  $h$

$$R_{\text{н}} = r + \delta + h.$$

Подставляя в формулу (3) значения  $\alpha$  и  $\Delta\alpha$ , получим

$$z_{\text{ж}} = \frac{\pi}{\arcsin \frac{b}{2R_{\text{н}}} + \arcsin \frac{\Delta b}{2R_{\text{н}}}}. \quad (4)$$

Подставляя выражение (4) в выражение (1), получим формулу для определения объема семян, высеваемых аппаратом за один оборот ведущего шкива

$$V = \frac{V_{\text{ж}} \pi \varepsilon}{\arcsin \frac{b}{2R} + \arcsin \frac{\Delta b}{2R}}. \quad (5)$$

Таким образом, объем семян, высеваемый за один оборот ведущего шкива, зависит от геометрических параметров зубчатого ремня: объема желобка ремня, диаметра шкива.

### Результаты и их обсуждение

При проектировании высевяющего аппарата, основные геометрические размеры желобков выбираются в зависимости от механических свойств и размеров высевяющего материала.

Работа высевяющего аппарата зависит от нормы высева семян  $Q_n$  (кг/га), ширины междурядья  $c$  и передаточного числа  $i$  от вала опорно-приводных колес к валу высевяющих аппаратов.

Масса семян, высеваемых одним высевяющим аппаратом на 1 м пути агрегата

$$q_1 = \frac{Q_n \cdot c}{10^4},$$

где  $Q_n$  – норма высева семян, кг/га;

$c$  – ширина междурядий, м.

Масса семян, высеваемых одним высевяющим аппаратом за один оборот колеса

$$q_{1к} = q_1 \cdot \pi D_k = \frac{Q_n \cdot c}{10^4} \pi D_k,$$

где  $D_k$  – диаметр опорно-приводных колес, м.

Тогда масса семян  $q$  высеваемых одним высевяющим аппаратом за один оборот шкива, с учетом скольжения колеса, определяется по формуле

$$q = \frac{q_{1к}}{i} = \frac{\pi D_k \cdot Q_n \cdot c}{10^4 \cdot i(1 - \eta)},$$

где  $i$  – передаточное отношение от опорно-приводного колеса к валу высевяющих аппаратов ( $i = \frac{n_b}{n_k}$ ,  $n_b$ ,  $n_k$  – частота вращения вала высевяющего аппарата и вала опорно-приводного колеса соответственно);

$\eta$  – коэффициент скольжения колеса.

Таким образом, объем семян, высеваемых за один оборот ведущего шкива одного высевяющего аппарата, равен

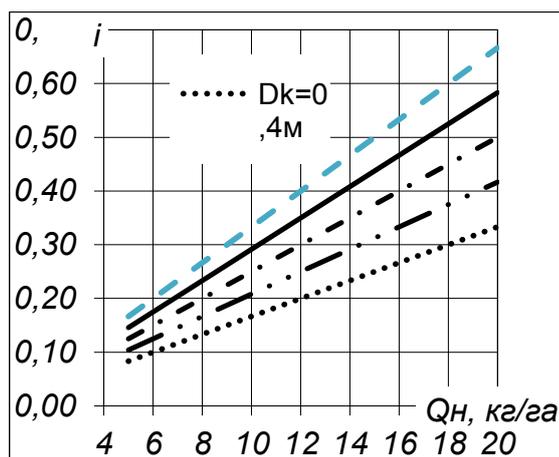
$$V = \frac{\pi D_k \cdot Q_n \cdot c}{10^4 \cdot i(1 - \eta) \gamma_c}, \quad (6)$$

где  $\gamma_c$  – объемный вес семян, кг/м<sup>3</sup>.

Приравнявая уравнения (9) и (10) определяем передаточное отношение привода от опорно-приводного колеса к валу высевяющего аппарата, обеспечивающее необходимую норму высева семян:

$$i = \frac{D_k \cdot Q_n \cdot c \left( \arcsin \frac{b}{2R_n} + \arcsin \frac{\Delta b}{2R_n} \right)}{V_{ж} \varepsilon \gamma_c (1 - \eta) 10^4} \quad (7)$$

На рисунке 3 приведены графики зависимости передаточного отношения от опорно-приводного колеса к валу высевающего аппарата от нормы высева люцерны при различных диаметрах колеса.



При этом объемный вес семян  $\gamma_c = 400 \text{ кг/м}^3$ , а ширина междурядий  $c = 0,6 \text{ м}$ .

Рисунок 3 – Зависимость передаточного отношения привода от нормы высева семян

Из графика видно, что при норме высева люцерны 10 кг/га и диаметре опорно-приводного колеса 0,5 м передаточное отношение привода должно быть 0,21. С помощью формулы (7) можно рассчитать передаточные отношения и для других культур.

### Выводы

1. Получены аналитические зависимости для определения передаточного отношения привода от опорно-приводного колеса к валу высевающего аппарата в зависимости от диаметра колеса, нормы высева семян, размеров желобка зубчато-ременного высевающего аппарата, объемного веса семян.

2. При норме высева люцерны 10 кг/га, диаметре опорно-приводного колеса 0,5 м передаточное отношение привода должно быть 0,21.

### Список литературы

- 1 Пугачев А. Н. Повреждение зерна машинами. – Москва: Колос. - 1976. - 320 с.
- 2 Фирсов А.С., Голубев В.В. Анализ конструкций высевающих аппаратов для возделывания сельскохозяйственных культур – Оренбург: Известия Оренбургского аграрного университета. – 2013.– №4.– С. 23-25

## СЕБУ АППАРАТЫНЫҢ ТІСТІ-БЕЛБЕУІНІҢ ПАРАМЕТРЛЕРІН НЕГІЗДЕУ

### *Аңдатпа*

*Мақаласында тісті-ленталы себу аппаратының технологиялық, геометриялық параметрлерінің, және жұмыс тәртібінің теориялық зерттеулерінің нәтижелері келтірілген*

**Түйін сөздер:** Себу аппараты, тұқым, тісті белбеу, шкив.

## THE SUBSTANTIATION OF PARAMETERS OF THE GEAR-BELT SEEDING APPARATUS

### **Summary**

*The article presents the results of theoretical studies for the justification of technological, geometric parameters, and modes of operation of the gear-belt sowing apparatus.*

**Keywords:** sowing apparatus, seeds, toothed belt, pulley.

МРНТИ 68.43.39

***О. Жортуылов<sup>1</sup>, И.М. Лабоцкий<sup>2</sup>***

<sup>1</sup>*«Казахский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства» г. Алматы, Казахстан*

<sup>2</sup>*«Научно-практический центр Национальной академии Беларуси по механизации сельского хозяйства», г. Минск, Беларусь*

## ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАГОТОВКИ СЕНАЖА В РУЛОНАХ, УПАКОВАННЫХ В ПЛЕНКУ

### **Аннотация**

*В статье представлены результаты разработки комплексов машин для заготовки сена в запрессованном виде в рулонах, заготовки сенажа и силоса в измельченном виде с хранением в траншейных хранилищах, заготовки кормов с хранением в полимерных материалах сельскохозяйственного назначения. Приведены технологические процессы заготовки сенажа в рулонах с упаковкой в пленку и требования, предъявляемые к выполнению операций.*

*Приводятся разработанные в Беларуси современные машины, применяемые в технологии заготовки сенажа в рулонах, обернутых пленкой. Технико-экономическая оценка технологии проводилась по материалам производственной эксплуатации машин.*

**Ключевые слова:** сенаж, рулон, заготовка, пленка.

### **Введение**

Согласно отечественному и мировому опыту продуктивность сельскохозяйственных животных и эффективность животноводческой отрасли на 60 % зависят от уровня кормления и качества основных видов кормов,

которыми в настоящее время и на ближайшую перспективу останутся: сено, сенаж, травяной и кукурузный силос, кроме того, на кормовые и технологические нужды будет использоваться и солома. Сельхозпроизводителями принимаются действенные меры и предъявляются принципиально новые требования к процессам заготовки и качеству всех видов кормов, прежде всего травяных, чтобы исключить их перерасход на производство животноводческой продукции. В Республике Беларусь за счет повышения качества кормов намечено снизить их расход на производство 1 кг молока до 0,95 кормовой единицы и 8-9 кормовых единиц на 1 кг привеса говядины. Кроме того, решается задача сбалансировать травяные корма по основному компоненту – белку. Особое внимание уделяется применяемым способам (технологиям) заготовки основных видов кормов и техническому обеспечению для выполнения технологических операций, поскольку в процессе заготовки, хранения и скармливания можно потерять до 25 % биологического урожая трав [1].

Заготовка грубых кормов в полимерные материалы набирает популярность в Беларуси.

Для реализации технологических процессов заготовки основных видов кормов из трав и силосных культур в Республике Беларусь созданы и поставлены на производство технологические комплексы машин для заготовки сена в запрессованном виде (рулонах или тюках); заготовки сенажа и силоса в измельченном виде с хранением в траншейных хранилищах; заготовки кормов с хранением в полимерных материалах сельскохозяйственного назначения [2].

### **Материалы и методы**

1 *Суть технологии заготовки сенажа в рулонах с упаковкой в пленку*  
Технология получила широкое распространение в мире, зарекомендовав себя как экономически эффективная, надежная и обеспечивающая стабильно высокие результаты. Наиболее приемлем этот способ заготовки корма для кормления молодняка, поголовья в малых фермах КРС, для подсобных и фермерских хозяйств. На практике применяют несколько разновидностей данной технологии [3]:

– заготовка сенажа или травяного силоса путем прессования провяленных трав в рулоны рулонными пресс-подборщиками с последующей индивидуальной обмоткой рулонов пленкой;

– упаковка измельченной сенажной или силосной массы в полимерный рукав диаметром 2,7 м;

– упаковка рулонов, тюков сенажа или травяного силоса в полимерный рукав диаметром 1,5 м и 2,7 м.

Каждый из этих способов имеет свою область применения, технические, технологические и эксплуатационные особенности, но в одном они схожи: обеспечивают высокое качество получаемого корма, практически 100 %-ный уровень механизации технологического процесса.

При заготовке сенажа в рулонах с индивидуальной обмоткой их пленкой скошенная в оптимальной фазе вегетации растительная масса подвяливается до 55 % влажности, сгребается в валки и прессуется рулонным пресс-подборщиком в рулоны до плотности не менее  $400 \text{ кг/м}^3$  (влажность 50 %) и не менее  $600 \text{ кг/м}^3$  (влажность 55 %). Затем рулоны обматываются самоклеящейся пленкой, причем они должны быть обмотаны пленкой в течение двух – максимум трех часов с момента прессования. После обмотки пленкой в рулоне практически прекращается дыхание клеток растений, останавливаются нежелательные микробиологические процессы. Получаемый корм по своей питательности практически не уступает исходному сырью.

## 2 Комплекс машин для заготовки сенажа в рулонах с упаковкой в пленку

Для реализации технологии создан и освоен в производстве комплекс машин включающий: косилку (косилку-плющилку), ворошилку скошенных трав, грабли-валкователи, комбинированный пресс-подборщик обмотчик, погрузчик-транспортёрщик рулонов. Завершается разработка размотчика-раздатчика рулонов сенажа упакованного в пленку.

*Операция скашивания трав.* Для скашивания злаковых трав и травосмесей, а также трав на естественных угодьях, в республике применяют косилки с сегментно-пальцевыми и ротационными рабочими органами. Созданы и внедрены в производство тракторные косилки с дисковыми режущими аппаратами КДН-2,7 и КДН-3,1 (рисунок 1) [4]. Косилки различаются шириной захвата.



Рисунок 1 – Косилка дисковая навесная КДН-3,1

Предназначена для скашивания естественных и сеяных трав, бобово-злаковых и злаковых смесей трав с укладкой скошенной массы в прокос или валок. Применяется при заготовке сена, сенажа, травяного силоса, а также для ухода за пастбищами. Косилка скоростная. Благодаря высокой скорости резания, до 90 м/с, работает на скоростях до 15 км/ч.

Оснащена регулируемым валкователем, обеспечивающим укладку трав в валки переменной ширины от 1,6 м до 2,0 м.

Экспериментально и практическим опытом установлено, что потери питательных веществ при заготовке травяных кормов напрямую зависят от продолжительности процесса полевой сушки (провяливания) трав. Установлено что, ускорение влагоотдачи обеспечивает механическое повреждение поверхности стеблей и листьев специальными устройствами. Благодаря такой обработке скорость влагоотдачи злаковых трав увеличивается на 25%, а бобовых – на 35%. Для этой цели разработаны и поставлены на производство навесные и прицепные косилки-плющилки КДП-310А, КПП-3,1, КДФ-310,

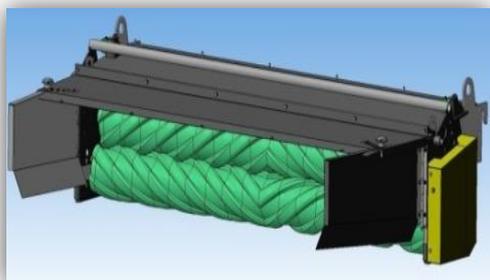
оснащаемые бильно-дековыми кондиционерами или плющильными аппаратами [5]. Кондиционеры обеспечивают эффективную обработку злаковых трав и травосмесей, однако они не рекомендуются для обработки бобовых трав из-за сильного обивания листовых частей растений, бутонов и соцветий. Изменение видового состава трав (увеличение объемов заготовки кормов из бобовых культур) потребовало применения новых конструкций устройств для дополнительной обработки скошенных трав, обеспечивающих щадящую обработку с минимальными потерями облиственных частей растений. Для этого созданы плющильные аппараты с шевронными вальцами.

Повышение производительности, снижение материалоемкости и снижение потерь при уборке трав обеспечивают созданные навесные косилки блочно-модульной компоновки с шириной захвата 6 метров – КБМ-6 (рисунок 2) [6].

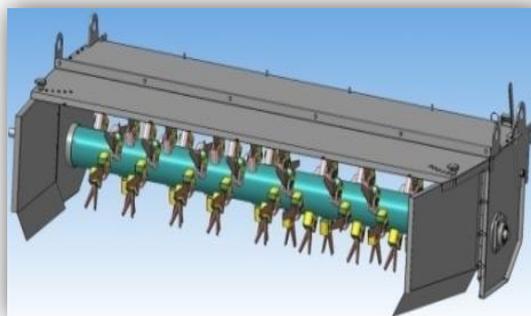
Косилка обеспечивает ска-шивание, дополнительную обработку и укладку в прокосы или валки скошенных трав, преимущественно бобовых и бобово-злаковых травосмесей. Состоит из двух косилочных модулей (фронтального КДФ-310 и задненавесного КПН-3,1 каждый шириной захвата 3,1 м). Оснащается сменными адаптерами: плющильными вальцами для обработки бобовых трав, бильно-дековым кондиционером для обработки злаковых трав, валкообразователем для укладки трав в растил или валки. Заменяет 3 косилки, при этом снижается в 1,5...2 раза стоимость косилочного комплекса.



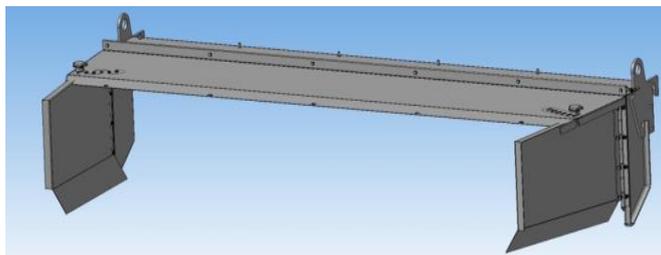
Общий вид косилки КБМ-6



Плющильные  
валцы



Кондиционер



Валкообразователь

Рисунок 2 – Косилка блочно-модульная КБМ-6

В Республике Беларусь выпускают тракторные косилки КСР-9,4; КПр-9; КПр-9-01, ширина захвата которых составляет 9,0 м. Все широкозахватные косилки оснащены бильно-дековыми кондиционерами. Установлено, что они эффективны при скашивании злаковых трав и травосмесей. При скашивании бобовых трав имеет место обивание листьев и соцветий. Кроме того, не рекомендуется применение этих косилок для скашивания трав на торфяниках, вследствие высокой массы косилочного агрегата, приводящего к изменению высоты среза, повреждению травяного покрова и загрязнению торфом скошенных трав.

Технические показатели косилок, косилок-плющилок приведены в таблице 1 [6].

Таблица 1 – Технические показатели косилок, косилок-плющилок

Наименование показателей	Марка косилки			
	КДН-3,1	КДП-310А	КБМ-6	КПР-9
Тип машины	навесная	полунавесная	навесная	навесная
Агрегатирование с трактором, кл.	2,0	2,0	3,0	УЭС-2-250А
Конструктивная ширина захвата, м	3,1±0,1	3,1	5,85	8,7
Производительность за один час основного времени, га	2,2–4,2	до 4,0	5,7	от 7,0 до 10,0
Рабочая скорость, км/ч	от 9 до 15	от 6 до 12	до 12	до 12
Транспортная скорость, км/ч	до 20,0	до 20,0	до 20,0	до 20,0
Дополнительное оборудование	-	кондиционер бильно-дековый, плющильные вальцы	кондиционер бильно-дековый, плющильные вальцы	кондиционер бильно-дековый
Расход топлива, кг/га	3,3	3,4	4,6	5,2
Масса, кг	900	1700	2570	3900
Завод-изготовитель	ОАО «Лидсельмаш»	ОАО «УКХ «Бобруйск-агромаш»	ОАО «УКХ «Бобруйск-агромаш»	ПО «Гомсельмаш»

*Операция ворошения и сгребания трав.* Благодаря ворошению плотность укладки скошенной травы уменьшается, она легче проветривается, время провяливания после каждого ворошения сокращается на 15-20%. В процессе заготовки сенажа злаковые травы подлежат ворошению при их влажности не ниже 60 %, а бобовые – 65 %. Дальнейшее провяливание до кондиционной влажности осуществляется в валках.

Для выполнения операции созданы и поставлены на производство специализированные роторные ворошилки-вспушиватели ВВР-7,5 и ВРП-8,3 (рисунок 3), а также используют универсальные грабли-ворошилки, при соответствующем режиме работы выполняющие ворошение или сгребание трав. Это грабли-ворошилки ГР-700; ГВР-320/420; ГВЦ-6,6; ГВБ-6,2 (рисунок 4) [4...7].

Сгребать в валки бобовые травы или бобово-злаковые смеси следует с помощью колесно-пальцевых граблей ГРЛ-8,5 (рисунок 5). Это тип граблей обеспечивает минимальные потери от обивания листьев и соцветий. Рабочие органы легко адаптируются к неровностям почвы, включая склоны и холмистые угодья.



Рисунок 3 – Ворошитель-вспушиватель скошенных трав ВВР-7,5

Предназначен для ворошения скошенных трав и травосмесей. Навесная. Агрегируется с тракторами класса 1,4-2 т.с.



Рисунок 4 – Грабли-валкователи с центральным расположением валка ГВЦ-6.6

Предназначены для ворошения или сгребания в валки сухой провяленной или свежескошенной травяной массы, уложенной в расстил, прокосы или валки. Агрегируется с тракторами класса 1,4 т.с.



Рисунок 5 – Грабли-валкователи колесно-пальцевые

Предназначены для валкования чувствительных к механическим воздействиям бобовых трав, обеспечивают щадящий характер воздействия на технологический материал, копирование рельефа поля, работают на склоновых и холмистых угодьях

Технические характеристики ворошилок, граблей-ворошилок, граблей приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики ворошилок, граблей-ворошилок, граблей

Наименование характеристик	Марка машины			
	ВВР-7,5	ГВЦ-6,6	ГВБ-6,2	ГРЛ-8,5
Тип агрегата	Полунавесной	Полуприцепной	Полуприцепной	Прицепной
Ширина захвата, м	7,5	6,5	13,6/6,5	11,7
Рабочая скорость, км/ч	до 12	до 12	до 12	до 16
Количество роторов, шт	6	2	2	20
Производительность за эксплуатационного времени, га/час	до 7,0	5,5	5,5	12
Масса, кг	1250	1990	1890	2640
Расход топлива, кг/га	до 2	1,38	1,36	1,48
Затраты труда, чел.-ч/га	0,13	0,17	0,17	0,12

*Операция прессования сенажа в рулоны и обмотки пленкой.* В качестве ключевой машины технологии применяется комбинированный рулонный пресс-подборщик-обмотчик РППО-445.1 «Торнадо», которым осуществляется подбор с доизмельчением провяленных трав, их прессование в рулоны, обвязка рулонов сеткой и обмотка пленкой. Пресс-подборщики этого типа имеют переменную камеру прессования, они обеспечивают прессование трав в рулоны постоянной плотности свыше 600 кг/м<sup>3</sup> (рисунок 6) [8].



Рисунок 6 –Пресс-подборщик с упаковкой рулонов в пленку «Торнадо РППО 445»

Предназначен для подбора и прессования в рулоны провяленной травы с последующей обмоткой рулона пленкой.

Агрегируется с тракторами класса 3 т.с.

Кроме того, в Республике Беларусь производят и применяют и другие специальные машины для упаковки рулонов кормов в пленку, включая рулонные пресс-подборщики повышенной плотности прессования кормов ПРМ-150 и ПРИ-145 и обмотчики рулонов пленкой с механизмом самозагрузки ОРС-1. Машины обеспечивают подбор и прессование провяленных трав в рулоны, которые подбираются и обматываются пленкой обмотчиком ОРС-1.

«Биоком Технология инновационная компания» оказывая всестороннее содействие сельхозпредприятиям в правильном эффективном применении технологии, обеспечивая их, в том числе и стретч-пленкой «Райста».

*Операция уборки рулонов, обмотанных пленкой.* При уборке обмотанных рулонов пленкой недопустимо повреждение (разрывы) пленки, что приводит к

разгерметизации и порче корма (сенажа). Обмотанные рулоны выгружаются на поле, затем подбираются погрузчиками, оснащенными специальными захватами, и загружаются ими на транспортные платформы, доставляются к месту хранения и скирдуются.

Для этой цели применяется платформа с манипулятором ПМК-10 (рисунок 7) [9].



Рисунок 7 – Платформа с манипулятором ПМК-10 для подбора, перевозки и скирдования рулонов сенажа, упакованных в пленку

Агрегатирование, класс трактора , т.с.	2-3
Грузоподъемность, т	10,0
Производительность за час основного времени, т	от 8 до 19,5
Вместимость платформы: рулонов/тюков, шт.	22/24
Продолжительность загрузки/разгрузки, мин.	25/22
Масса, кг	5840

*Технико-экономические показатели способов и комплексов машин для заготовки кормов. Технико-экономическая оценка технологии проводилась по*

материалам производственной эксплуатации машин. Полученные результаты предназначены для осуществления сопоставимой оценки комплексов технических средств и сравнения экономической эффективности разных технологий заготовки кормов[10] в условиях Республики Беларусь. В таблице 3 показаны эксплуатационные затраты по технологии заготовки сенажа в рулонах с упаковкой в пленку. В скобках указаны ориентировочно эксплуатационные затраты в тенге/т.

Таблица 3 –Эксплуатационные затраты по технологии заготовки сенажа в рулонах с упаковкой в пленку

Технологическая операция	Марка трактора	Марка машины	Производительность, га/ч (т/ч)	Расход топлива, л/т	Эксплуатационные затраты, руб/т тенге/т	
Заготовка сенажа в рулонах с упаковкой в пленку						
Скашивание	УЭС-2-250	КПР-9	7	0,23	1,15	193,2
Сгребание	Беларус 820	ГР-700П	7,4	0,12	0,39	65,5
Ворошение	Беларус 820	ГР-700П	7,4	0,12	0,39	65,5
Прессование (вариант 1)	Беларус-2022	Торнадо РППО445	42	0,57	6,37	1070,1
Прессование (вариант 2)	Беларус 1221	ПРИ-150	17,1	0,74	3,92	658,5
Обмотка рулонов (вариант 2)	Беларус 820	ОРС-2	17,1	0,50	1,44	241,9
Погрузка рулонов	-	Амкодор 332 с захватом	12	0,92	2,89	485,5
Транспортировка рулонов	Беларус 1221	ПТК-10	15	0,93	1,91	320,8
Складирование рулонов	-	Амкодор 332 с захватом	12	0,92	2,89	485,5
<i>ИТОГО по варианту 1 (заготовка Торнадо РППО445):</i>						
Обмотка сеткой и пленкой. 1 рулон сетки - 3000 м, стоимость –299,8 руб (50366 тг) . Расход сетки –15,2 м на рулон диаметром 1,6 м (масса 1000 кг) или 1,52 руб/т (255,36 тг/т). 1 рулон пленки - 1500 м (масса – 25 кг), стоимость – 184,6 руб (31012,8 тг). Расход пленки - 6 слоев (70 м при растяжении до 30%) или 8,61 руб./т (1446,4 тг/т). Потери продукции при заготовке – 8%. С учетом потерь затраты на заготовку сенажа составят <b>28,40 руб/т (4771,2 тг/т).</b>						
<i>ИТОГО по варианту 2 (заготовка ПРИ-150 и ОРС-2):</i>						
Обмотка шпагатом и пленкой. 1 катушка шпагата - 1100 м (масса – 5 кг), стоимость – 14,2 руб ( 2385,6 тг). Расход шпагата – 17 ниток на рулон диаметром 1,5 м (масса 750 кг) или 1,38 руб/т (231,84 тг/т). 1 рулон пленки -						

1800 м, стоимость –160 руб (26880 тг). Расход пленки –6 слоев (70 м при растяжении до 30%) или 8,29 тыс. руб./т (1392,72 тг/т). Потери продукции при заготовке – 8%. С учетом потерь затраты на заготовку сенажа составят **26,79 руб/т (4500,7 тг/т).**

Как видно из таблицы 3 с учетом потерь затраты на заготовку сенажа по первому варианту составляют 28,40 руб/т или 4771,2 тг/т, а по второму варианту – 26,79 руб/т или 4500,7 тг/т.

Практически все хозяйства Беларуси, применяющие технологию и технические средства для заготовки и хранения сенажа в рулонах, обернутых пленкой, довольны результатами. Более высокая себестоимость с лихвой компенсируется качеством и технологичностью, как самого процесса заготовки, так и использования сенажа.

### Выводы

Применение изложенных способов заготовки кормов позволяет реально снизить потери корма, повысить его качество, уменьшить затраты на заготовку и хранение в сравнении с традиционным траншейным способом, а главное – уменьшить общие потери сухого вещества на 6%, протеина – на 14,5% и кормовых единиц – на 9,5%, что позволит получить дополнительно около 1 т молока или 120 кг говядины с 1 га угодий.

Технология заготовки сенажа в рулонах, упакованных в пленку, может быть использована в условиях Казахстана, заинтересовала многих казахстанских фермеров и сельхозпроизводителей кормов, которые обращаются к нам в институт с просьбой предоставить им необходимую технику.

В КазНИИМЭСХ проводятся исследования по внедрению технологии заготовки сенажа в рулонах, обернутых пленкой, с учетом природно-климатических условий Республики Казахстан. Разработаны косилка-плющилка КП-3,0 и рулонный пресс-подборщик ПР-400В. Для упаковки рулонов пленкой используется обмотчик рулонов ОР-1 конструкции РУПП «Бобруйскагромаш», разрабатывается кантователь рулонов.

### Список литературы

1. Самосюк В.Г., Лабоцкий И.М., Урамовский Ю.М., Крылов С.В. и др. Техничко-экономические показатели машин для полевой сушки бобовых трав // Кормопроизводство: технологии, экономика, почвосбережение: материалы Международной научно-практической конференции (25-26 июня 2009г., г. Жодино)/ РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию». – Минск: ИВЦ «Минфина», 2009. – С.265-268.

2. Особенности технологий и техническое обеспечение заготовки кормов из трав и силосных культур (рекомендации)/ Павловский В.К., Гракун В.В., Бурдыко В.М. и др. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Мн., 2010.-58с. Усл. печ. - 3 л. Уч. изд.- 2,6 л. Тираж 200 экз.

3. Самосюк В.Г., Чеботарев В.П., Лабоцкий И.М. Технологии и комплексы машин заготовки кормов с упаковкой в полимерные материалы.- Механизация и электрификация сельского хозяйства. Выпуск №96.- Глеваха.- 2012.-С.314-320.

4. Лабоцкий И.М., Горбацевич Н.А., Яровенко П.В. Косилка КДН-3,1 и грабли-валкообразователь ГВБ-6,2 // Сельскохозяйственная научно-техническая и рыночная информация.-2009.- № 6.- С. 37-39.

5. Лабоцкий И.М., Крылов С.В., Сержанин И.Ю. и др. Результаты разработки косилок-плющилок КДН-3,1 и КПН-2,6 / Сборник научных трудов ГНУ ВНИИМЖ Россельхозакадемии «Научно-технический прогресс в животноводстве – инновационные технологии и модернизация в отрасли», в 3 ч.- Подольск, 2011.- Том 22, Ч.2.- С.133-137.

6. И.М.Лабоцкий, П.В.Яровенко. Косилка-плющилка со сменными адаптерами КДН-3,1 // Сельскохозяйственная научно-техническая и рыночная информация.- 2011.- № 5.- С. 41-43. (1, 2, 4 стр. обложки).

7. И.М. Лабоцкий, Н.А.Горбацевич. Заготовка и хранение кормов в полимерных материалах сельскохозяйственного назначения // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: сборник материалов Международной научно-практической конференции (Минск, 16-17 октября 2013г.) в 3 т./ РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства».- Мн.,2013.

8. Лабоцкий И.М., Горбацевич Н.А. Результаты испытаний пресс-подборщиков обмотчиков рулонов пленкой // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межвед. тематич. сб. / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2013. в 2 т. – Вып. 47.

9. Лабоцкий И.М., Трофимович Л.И. Новая машина для погрузки, транспортировки и скирдования кормов, запрессованных в тюки или рулоны // Сельскохозяйственная научно-техническая и рыночная информация. – 2015. – №5 – С.40-44.

## **ОРАМДЫ, ПЛЕНКАЛЫ ҚАПТАМАЛЫ ПШЕНДЕПЕ ДАЯРЛАУДЫҢ ТЕХНОЛОГИЯСЫ МЕН ТЕХНИКАЛЫҚ ҚАМТАМАСЫЗ ЕТІЛУІ**

### **Аңдатпа**

*Мақалада пішенді престеп орамды түрде дайындау, пішендеме мен сүрлемді ұсақталған түрде дайындап, траншейлі қоймада сақтау, азық дайындауда ауыл шаруашылығына арналған полимерлі материалдарда сақтауға арналған кешенді машиналарын жасаудың нәтижелері берілген. Пленкалы қаптамалы орамды пішендеме даярлаудың технологиялық үрдістері мен операцияларды орындау талаптары келтірілген.*

*Беларусте жасалған орамды, пленкамен оралған пішендеме даярлау технологиясы қолданылатын жаңа машиналар келтіріледі. Технологияның техникалық-экономикалық бағалануы машиналарды өндірістік пайдалану материалдары бойынша жүргізілді.*

**Кілт сөздері:** *пішендеме, орам, даярлау, пленка.*

## TECHNOLOGY AND TECHNICAL SUPPORT OF SILAGE HARVESTING IN ROLLS PACKED IN FILMS

### Summary

*The article presents results of elaboration of complexes of machines for harvesting hay in pressed form in rolls, harvesting of hay and silage in crushed form with keeping in trench storage, fodder storage with keeping in agricultural polymeric materials. There are shown technological processes of harvesting of haylage in rolls with packing in film and requirements for performing operations.*

*There are presented modern machines developed in Belarus, which are used in technology of harvesting of haylage in rolls that are wrapped in film. The technical and economic evaluation of the technology was carried out basing on materials of production operation of machines.*

**Keywords:** *haylage, roll, blank, film.*

МАЗМҰНЫ

<i>Н.К.Мазитов, Н.Т.Сорокин, Р.С.Багманов, Л.З.Шарафиев, А.Е.Макушев, С.Ю.Дмитриев</i> Қуаңшылық жағдайында шабындықтар мен жайылымдықтардың өнімділіктерін арттырудың экологиялық жолдары	6
<i>В.А.Голиков, А.С.Усманов, А.С.Рзалиев, В.Н.Артамонов</i> Қант қызылшасын өсіру және жинауға арналған машиналар кешенін негіздеу	13
<i>В.Л.Астафьев, П.Г.Иванченко, В.В.Киркилевский, С.Л.Малыгин</i> Астық жиңайтын комбайынға сабанды ұзақтағыш-шашқыштың жұмыс сапасын зерттеу нәтижелері	21
<i>Ә.Ә.Әбдіқаиров, В.В.Хохлов, Д.М.Шарипов, Д.С.Әліпов</i> Түйеге арналған мобильді әмбебап қондырғы бекіту-станогінің көлденең және бойлық жазықтықтағы тұрақтылығы туралы	29
<i>Б.П.Артықбаев, С.У.Алланиязов</i> Мақта культиваторының жұмыстық органы секциясы дисклерінің диаметрін негіздеу	37
<i>А.П.Грибановский, А.С.Рзалиев, В.П.Голобородько, А.Г.Евтифеев, А.А.Суюндуков, Ш.Б.Бекмухаметов</i> Жатаған кекіремен күресу үшін гербицидті топырақ ішіне енгізуге арналған құрал жасау	40
<i>А.И.Некрасов, А.А.Некрасов</i> Ауылдық электр қондырғыларының техникалық қызмет көрсету әдістерін жетілдіру	48
<i>Д.С.Стребков, А.И.Некрасов, В.З.Трубников, А.А.Некрасов</i> Судан сутегін алуға арналған электролизді қондырғы	56
<i>Р.А.Омаров, Д.Р.Омар, С.Т.Демесова, Ж.С.Абитаева</i> Жылу сорғысының жаңа конструктивтік шешімін негіздеу	64
<i>А.С.Адильшеев, М.Т.Суранчиев</i> Себу аппаратының тісті-белбеуінің параметрлерін негіздеу	73
<i>О.Жортуылов, И.М.Лабоцкий</i> Орамды, пленкалы қаптамалы пішендепе даярлаудың технологиясы мен техникалық қамтамасыз етілуі	79

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Н.К.Мазитов, Н.Т.Сорокин, Р.С.Багманов, Л.З.Шарафиев, А.Е.Макушев, С.Ю.Дмитриев</i> Экологические пути повышения продуктивности сенокосов и пастбищ в засушливых условиях	6
<i>В.А.Голиков, А.С.Усманов, А.С.Рзалиев, В.Н.Артамонов</i> Обоснование комплексов машин для возделывания и уборки сахарной свеклы	13
<i>В.Л.Астафьев, П.Г.Иванченко, В.В.Киркилевский, С.Л.Малыгин</i> Результаты исследования качества работы измельчителя-разбрасывателя соломы к зерноуборочном комбайну	21
<i>А.А.Абдикаиров, Х.В.В.охлов, Д.М.Шарипов, Д.С.Элипов</i> Об устойчивости станка-фиксатора мобильной универсальной установки для верблюдов в поперечной и продольной плоскости	29
<i>Б.П.Артықбаев, С.У.Алланиязов</i> Обоснование диаметра дисков секции рабочих органов хлопкового культиватора	37
<i>А.П.Грибановский, А.С.Рзалиев, В.П.Голобородько, А.Г.Евтифеев, А.А.Суюндуков, Ш.Б.Бекмухаметов</i> Разработка орудия для внутрипочвенного внесения гербицидов для борьбы с горчаком ползучим	40
<i>А.И.Некрасов, А.А.Некрасов</i> Совершенствование методов технического сервиса сельских электроустановок	48
<i>Д.С.Стребков, А.И.Некрасов, В.З.Трубников, А.А.Некрасов</i> Электролизная установка для получения водорода из воды	56
<i>Р.А.Омаров, Д.Р.Омар, С.Т.Демесова, Ж.С.Абитаева</i> Обоснование нового конструктивного решения теплового насоса	64
<i>А.С.Адильшеев, М.Т.Суранчиев</i> Обоснование параметров зубчато-ременного высевающего аппарата	73
<i>О.Жортуылов, И.М.Лабозкий</i> Технология и техническое обеспечение заготовки сенажа в рулонах, упакованных в пленку	79

CONTENTS

<i>N.K.Mazitov, N.T.Sorokin, R.S.Bagmanov, L.Z.Sharafiev, A.E.Makushev, S.Yu.Dmitriev</i> Environmental ways of increasing the productivity of the sencons and pastures in the dry conditions	6
<i>V.A.Golikov, A.S.Usmanov, A.S.Rzaliev, V.N.Artamonov</i> Rationale for complexes of machines for cultivation and harvesting of sugar beet	13
<i>V.L.Astafyev, P.G.Ivanchenko, V.V.Kirkilevsky, S.L.Malygin</i> Results of the study of the quality of the work of the shredder milling machine to the grain turn combine	21
<i>A.A.Abdikairov, V.V.Khokhlov, D.M.Sharipov, D.S.Alipov</i> About the stability of a fixing machinemobile universal installation for vebludes in the transverse and longitudina planes	29
<i>B.P.Artikbaev, S.U.Allaniyazov</i> Substantiation diameters of disk section operative parts of a cotton cultivator	37
<i>A.P.Gribanovsky, A.S.Rzaliev, V.P.Goloborodko, A.G.Evtifeev, A.A.Suyundukov, Sh.B. Bekmuhametov</i> Development of equipment for interior-routine introduction of herbicides to combat wrucking	40
<i>A.I.Nekrasov, A.A.Nekrasov</i> The improvement of methods of technical service of rural electric plants	48
<i>D.S.Strebkov, A.I.Nekrasov, V.Z.Trubnikov, A.A.Nekrasov</i> The electrolysis plant for the production of hydrogen from water	56
<i>R.A.Omarov, D.R.Omar, S.T.Demesova, Zh.S.Abitayeva</i> Justification of the new structural scheme of the heat pump	64
<i>A.S.Adilsheev, M.T.Suranchiev</i> The substantiation of parameters of the gear-belt seeding apparatus	73
<i>O.Zhortuylov, I.M.Labotsky</i> Technology and technical support of silage harvesting in rolls packed in film	79

**ХАЛЫҚАРАЛЫҚ АГРОИНЖЕНЕРИЯ**  
Ғылыми-техникалық журнал

---

**МЕЖДУНАРОДНАЯ АГРОИНЖЕНЕРИЯ**  
Научно-технический журнал

---

**INTERNATIONAL AGROENGINEERING**  
Scientific-technical journal

**1(21)/2017**

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

**Подписано в печать 04.04.2017г. Формат 60x84 1/8.  
Печать цифровая. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 10,25. Тираж 100 экз.  
Заказ № 001974.**

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