

ISSN 2227-2038 (print)  
ISSN 2227-2057 (online)

КАЗАХСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕХАНИЗАЦИИ  
И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

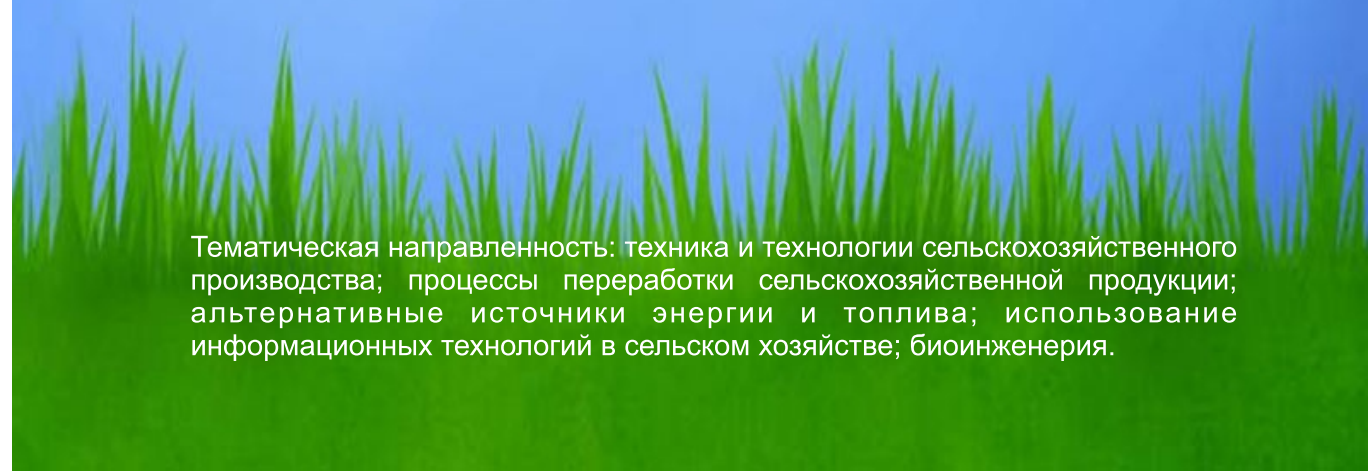
# Международная агроинженерия

---

научно-технический журнал



**2015**  
**выпуск 1**



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

КАЗАХСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
МЕХАНИЗАЦИИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

# Международная агроинженерия

---

научно-технический журнал

**2015**

**Выпуск 1 (№13)**

Алматы, 2015

## Редколлегия

Главный редактор:

**Кешуов Сейтказы Асылсеитович**, д-р техн. наук, проф.,  
акад. АСХН РК (КазНИИМЭСХ)

Заместители главного редактора:

**Астафьев Владимир Леонидович**, д-р техн. наук, проф.,  
акад. АСХН РК (Костанайский филиал КазНИИМЭСХ);  
**Калиаскаров Марат Калиаскарович**, д-р техн. наук,  
член-корр. акад. АСХН РК (КазНИИМЭСХ)

Ответственный секретарь: **Алдабергенов Марат Карлович**,  
к.т.н. (КазНИИМЭСХ)

Члены: **Доскалов Пламен** - Профессор, PhD University of Ruse Departament of futomatics & Mechatronics, (Bulgaria); **Havrland Bohumil** - prof. Ing Czech University of lifesciences Prague (CzechRepublic); **Раджеи Кавассери** - ассоциированный профессор, доктор PhD Государственный университет Северной Дакоты, (США); **Andrzej Chochowski** - prof.drhab.ing Варшавский университет естественных наук (SGGW); **Буторин В.А.**, д-р техн. наук, проф. Челябинский государственный аграрный университет (Россия); **Жалнин Э.В.**, д-р техн. наук, проф. Всероссийский ин-т механизации сельского хозяйства (Россия); **Некрасов А.И.**, д-р техн. наук, проф. Всероссийский ин-т электрификации сельского хозяйства (Россия); **Немцев А.Е.**, д-р техн. наук, проф. Сибирский НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства (Россия); **Байметов Р.И.**, д-р техн. наук, проф. Узбекский НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства (Узбекистан); **Раджабов А.Р.** д-р техн. наук, проф. Ташкентский аграрный университет(Узбекистан); **Осмонов Ы.Дж.**, д-р техн. наук, проф. Кыргызский национальный аграрный ун-т им. К.И. Скрябина (Кыргызстан); **Абилжанулы Т.**, д-р техн. наук, проф. (КазНИИМЭСХ); **Адуов М.А.**, д-р техн. наук, проф. Казахский агротехнический ун-т им. С.Сейфуллина; **Алдибеков И.Т.**, д-р техн. наук Казахский национальный аграрный ун-т; **Голиков В.А.**, д-р техн. наук, проф., акад. НАН РК (КазНИИМЭСХ); **Грибановский А.П.**, д-р техн.наук, проф., акад. НАН РК (КазНИИМЭСХ); **Дерепаскин А.И.**, д-р техн.наук (Костанайский филиал КазНИИМЭСХ); **Жортуылов О.Ж.**, д-р техн. наук, проф. (КазНИИМЭСХ); **Жунисбеков П.Ж.**, д-р техн. наук, проф. (Казахский национальный аграрный ун-т); **Омаров Р.А.**, д-р техн. наук (КазНИИМЭСХ); **Козак А.И.**, к.т.н. (Аккольский филиал КазНИИМЭСХ); **Нукешев С.О.**, д-р техн. наук, проф. (Казахский агротехнический ун-т им. С. Сейфуллина);

## СОДЕРЖАНИЕ

|                                                                                                                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Артюшин А.А., Евтюшенков Н.Е., Шилова Е.П., Гришин А.А.</b><br>Управление транспортными средствами с использованием ГНСС<br>ГЛОНАСС/GPS.....                                | 4  |
| <b>Андреев С.А., Матвеев А.И.</b> Автоматизированная система<br>коммерческого учета водопотребления .....                                                                      | 13 |
| <b>Юлдашев Ш., Шарипов З., Ли А., Норов Б.</b> О восстановлении деталей<br>центробежных насосов .....                                                                          | 21 |
| <b>Осадчий Г.Б.</b> Возможности комбинированных биогазовых установок,<br>использующих возобновляемые источники энергии .....                                                   | 26 |
| <b>Джамбуришин А.Ш., Турымбетова Г.Д., Анаятов А.А., Елекенова З.С.</b><br>Перспективные технологии уборки зерновых культур .....                                              | 35 |
| <b>Евстропов А.С.</b> Развитие производства импортозамещающих<br>технических средств для механизации агрохимических работ в странах<br>евразийского экономического союза ..... | 48 |
| <b>Спеваков Р.</b> К вопросу повышения полноты сбора и производительности<br>хлопкоуборочной машины .....                                                                      | 53 |
| <b>Ли А., Алланиязов С., Ибрагимова Х., Мирнигматов Б.</b> Оптимизация<br>параметров дозатора сортирующего устройства семян люцерны.....                                       | 58 |
| <b>Омаров Р.А., Аршитдинов К.М.</b> Технология и технические решения,<br>повышающие эффективность функционирования коллектора солнечной<br>энергии .....                       | 65 |
| <b>Барков В., Токмолдаев А.Б., Әмірсейіт С.Қ., Садық А.Р.</b> Результаты про-<br>изводственных испытаний модульной биогазовой установки МБУ-10....                             | 71 |
| <b>Токмолдаев А.Б., Жеңісқызы А.</b> Энергосберегающая установка<br>для теплоснабжения молочной фермы.....                                                                     | 80 |
| <b>Требования к научным статьям, размещаемым в журнале<br/>«Международная агроинженерия».....</b>                                                                              | 92 |

УДК 631.171

*Артюшин А.А., чл. корр. РАН, Евтюшенков Н.Е., д-р техн. наук,  
Шилова Е.П., с.н.с., Гришин А.А., канд. экон. наук  
ГНУ ВИМ, Российская Федерация*

## **УПРАВЛЕНИЕ ТРАНСПОРТНЫМИ СРЕДСТВАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГНСС ГЛОНАСС/GPS**

*Приоритетным направлением инновационной политики в сельском хозяйстве на современном этапе является широкомасштабное внедрение в хозяйственный оборот технологий управления производственными процессами, в том числе и транспортными, на основе использования ГНСС ГЛОНАСС/GPS.*

*На сегодня в США до 80%, а в странах ЕС - до 60% фермеров используют элементы спутниковой навигации. В России в настоящее время высокоточное позиционирование применяется рядом крупных российских агропромышленных холдингов, но, по оценкам специалистов, общее число хозяйств, использующих ГНСС - технологии, не превышает 5%.*

*Функциональные возможности систем:*

*Мониторинг навигационных параметров техники, состояния подключенных датчиков и дополнительных устройств, выполнение плановых заданий и соблюдение маршрутов движения, автооповещение о возникновении нарушений.*

*Контроль параметров работы транспорта, движения топлива, выполнения плановых заданий; реального пробега по «спутниковому электронному спидометру»; соблюдения режимов труда и отдыха. Планирование заданий и формирование маршрутов движения, графиков работ по маршрутам; оперативное перераспределение автотранспорта и техники; выделение автотранспорта и техники под оперативные задачи с учетом фактического времени окончания работ по плановым заданиям.*

*Анализ и учет работы транспорта и его основных показателей.*

*Передача информации с блоков сбора данных транспортных средств на диспетчерский пункт может осуществляться двумя способами, в зависимости от региона использования системы и покрытия данного региона сетью сотовой связи GSM. В случае слабого покрытия зоны использования системы сетью GSM или при полном ее отсутствии возможно использование спутниковой связи.*

*Система спутникового мониторинга транспорта с использованием данных от системы GPS/«ГЛОНАСС» оправдывает затраты на свою установку и эксплуатацию в период от 3 до 9 месяцев, что снижает общие затраты на содержание автопарка до 30 %.*

**Ключевые слова:** *управление транспортом, система ГЛОНАСС, мониторинг, контроль показателей, планирование и учет работы, эффективность системы*

В условиях кризиса России необходимо сделать решительный шаг от сырьевой экономики в сторону высоких технологий. Приоритетным направлением инновационной политики в сельском хозяйстве на современном этапе является широкомасштабное внедрение в хозяйственный оборот технологий управления производственными процессами, в том числе и транспортными, на основе использования ГНСС ГЛОНАСС/GPS.

Глобальная навигационная спутниковая система (ГНСС) ГЛОНАСС востребована практически во всех отраслях экономики – от энергетики и связи (синхронизация) до строительства и сельского хозяйства (эффективное управление машинами и механизмами, мониторинг сложных инженерных сооружений, точное земледелие и т.д.) [2].

*Цель исследования* – модернизация управления транспортными процессами с использованием системы ГЛОНАСС.

*Методика исследований* – анализ существующих технологий управления транспортными процессами с использованием средств ГЛОНАСС.

На сегодняшний день уже в 83 регионах России работают системы спутникового мониторинга транспорта. Спутниковый мониторинг автотранспорта и учет топлива, стал насущной необходимостью для нормального функционирования работы транспорта, как в городской инфраструктуре, так и на отдельно взятом предприятии. Внедрение данной системы, работающей с использованием современных спутниковых технологий, позволяет снизить затраты на транспортные расходы, повысить эффективность использования автотранспорта. А эффективность подобной системы уже доказана тысячами довольных клиентов по всей России.

Система спутникового мониторинга транспорта с использованием данных от системы GPS/«ГЛОНАСС» оправдывает затраты на свою установку и эксплуатацию в период от 3 до 9 месяцев, что снижает общие затраты на содержание автопарка до 30%. Если есть система спутникового мониторинга транспорта, то пробег автомашин уменьшается до 20%, а это внушительная цифра, а если прибавить к этому возможность уйти от работы с нормами топлива и автоматизировать процессы учета и обработки информации - выгода от внедрения системы очевидна [3].

Контроль местоположения транспортного средства и контроль топлива это уже вчерашний день рынка телематических услуг. На сегодня - это полный контроль объектов и адаптацию системы под конкретные нужды предприятия, исходя из специфики работы автотранспорта, техники каждой отдельной организации, в том числе сельскохозяйственной.

**Результаты и обсуждение.** Анализ информационных материалов показывает, что в США до 80%, а в странах ЕС - до 60% фермеров используют элементы спутниковой навигации. В России в настоящее время высокоточное позиционирование применяется рядом крупных российских агропромышленных холдингов, но, по оценкам специалистов, общее число хозяйств, использующих ГНСС - технологии, не превышает 5%. По данным Минсельхоза России, случаи подключения сельхозтехники к ГЛОНАСС единичны: этим занимаются передовые фермеры-энтузиасты, агрохолдинги [1,2].

Модернизация ГЛОНАСС, предусмотренная директивными документами, позволит повысить точность позиционирования мобильных технических объектов в режиме кинематики реального времени (RTK) посред-

ством использования фаз несущих сигналов. Одним из важнейших путей решения проблемы повышения точности позиционирования является интеграция двух спутниковых радионавигационных систем (РНС) - ГЛОНАСС и GPS.

Использование космических навигационных технологий является наиболее эффективным и перспективным направлением в создании систем управления и контроля на предприятиях агропромышленного комплекса, обеспечивающих решение различных задач, функций управления и контроля [3].

- Ликвидация простоев транспорта и сельскохозяйственной техники.
- Контроль эффективного использования техники.
- Контроль соблюдения технических условий эксплуатации техники.
- Контроль и детальный учет параметров работы специального оборудования.
- Контроль работы техники на обрабатываемых площадях.
- Контроль сохранности грузов, транспортировка которых требует соблюдения температурных режимов.
- Контроль движения топлива.
- Прогнозирование сервисного и технического обслуживания техники по наработке в моточасах.
- Снижение расходов на сервисное обслуживание техники.
- Повышение безопасности работ.

*Объектами внедрения* являются сельскохозяйственные и агропромышленные предприятия различной специализации.

- *Объектами мониторинга* являются: мобильная сельскохозяйственная техника, грузовые автомобили, фургоны, авторефрижераторы, цистерны, полуприцепы, сменные кузова и др. [4,5].

*Функциональные возможности систем*

#### Мониторинг

- Мониторинг навигационных параметров техники (местоположения, перемещения, скорости и направления движения).
- Мониторинг состояния подключенных датчиков и дополнительных устройств.
- Мониторинг выполнения плановых заданий и соблюдения маршрутов движения, автооповещение о возникновении нарушений (выход из зоны проведения работ, нарушение временных интервалов нахождения в зоне работ, отклонение от маршрутов движения).

#### Контроль

- Контроль параметров работы техники и специального оборудования (учет суммарного количества циклов работы, наработка в моточасах, расход топлива на спецоборудование).
- Контроль движения топлива (расход по факту/нормативу, заправки/сливы)

- Автоматический контроль выполнения плановых заданий.
- Контроль реального пробега по «спутниковому электронному спидометру».
- Контроль соблюдения режимов труда и отдыха.
- Фиксирование фактов нарушений для проведения последующего анализа.

#### Планирование и оперативное управление

- Формирование зон контроля любой конфигурации, включая глобальные зоны.
- Планирование заданий для одной и более единиц техники - формирование маршрутов движения, графиков работ по маршрутам.
- Оперативное перераспределение автотранспорта и техники между объектами с учетом данных о текущей загруженности.
- Выделение автотранспорта и техники под оперативные задачи с учетом фактического времени окончания работ по плановым заданиям.

#### Анализ и учет

- Анализ эффективности использования техники на обрабатываемых площадях при помощи встроенных программных инструментов.
- Оценка рациональности распределения техники и автотранспорта.
- Анализ загруженности техники и автотранспорта.
- Выявление и расследование фактов нецелевого использования автотранспорта и техники.
- Учет нормативного и фактического расхода топлива на работу автотранспорта и техники с применением зимних и летних норм.
- Учет реальных объемов заправок и выявление сливов топлива.
- Учет пробега и простоев, отработанного водителями/операторами времени.
- Учет количества рабочих циклов и суммарного времени работы спецоборудования.
- Автоматическое создание отчетов по ключевым параметрам работы сельскохозяйственной техники.

#### Безопасность

- Автоматическое оповещение о нарушениях водителями скоростных режимов и режимов работы
- Возможность оперативного реагирования в случаях подозрения на угон техники/транспортного средства (срабатывание сигнализации, движение в нерабочее время).

Многие зарубежные и отечественные фирмы и компании предлагают для этого свои разработки в этом направлении и помощь по их внедрению.

При проектировании системы мониторинга (далее - система) необходимо учитывать следующие особенности.

1. Система должна быть простой для монтажа и настройки, иметь блочно-модульную схему.



2. Система должна использовать унифицированные общедоступные и недорогие элементы для возможности их последующей замены на аналоги в случае выхода из строя оригинальных. Это необходимо для обеспечения ремонтпригодности системы в случае снятия с производства каких-либо элементов системы или дорогостоящего их ремонта.

3. Система должна иметь низкое энергопотребление.

4. Система должна обеспечивать минимальную информационную нагрузку на водителей транспортных средств и мобильных агрегатов.

5. Очевидно, что наиболее доступным (технически и финансово) средством связи является сотовая связь GSM. Однако для возможности работы системы в регионах со слабо развитым покрытием сотовой связью необходимо предусмотреть альтернативный вариант связи без использования GSM сетей.

6. Необходим мониторинг не только сменных кузовов, но и транспортных средств и мобильных агрегатов для контроля и координации их работы.

7. Необходимо наличие диспетчера для контроля и координации работы водителей транспортных средств и мобильных агрегатов.

Учитывая описанные выше особенности блок-схему работы системы можно представить следующим образом - рисунок 1 [1].

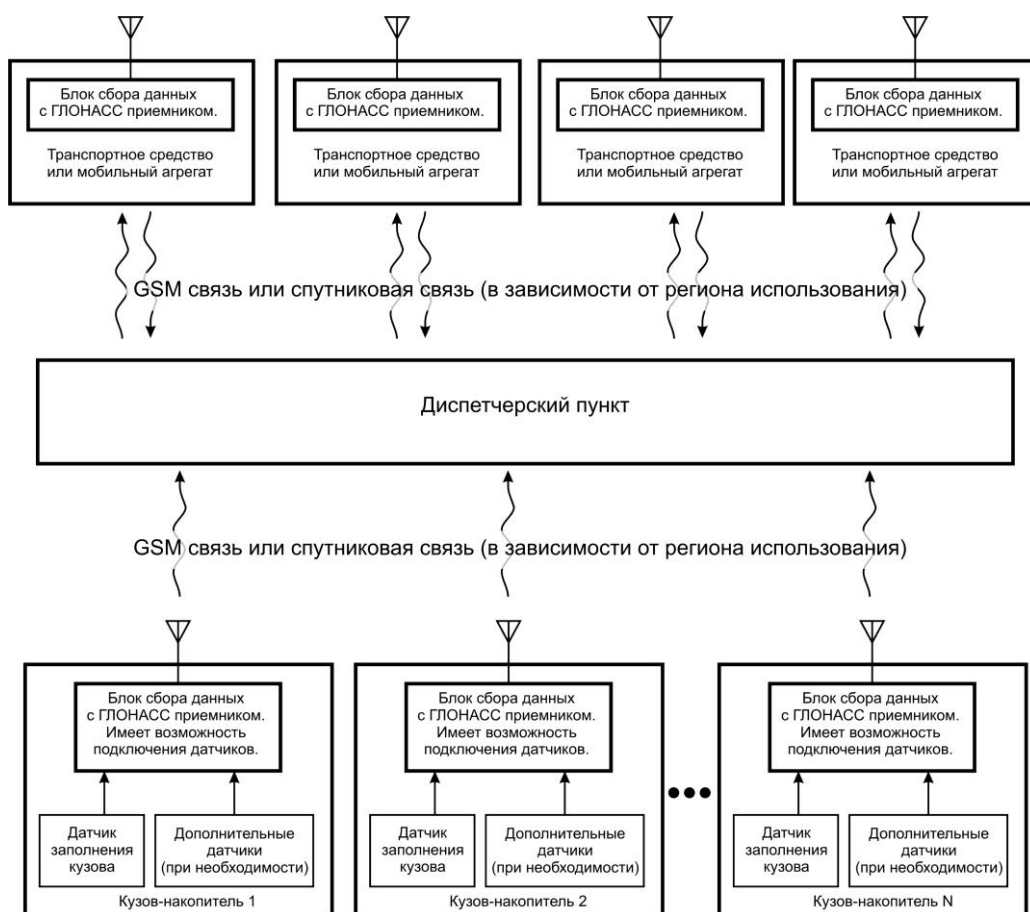


Рисунок 1 – Блок-схема работы системы мониторинга

На каждом кузове-накопителе устанавливается блок сбора данных. Данный блок должен иметь встроенный ГЛОНАСС приемник для определения координат кузова-накопителя. Блок сбора данных имеет возможность подключения датчика уровня сыпучих материалов или любого другого датчика заполнения в зависимости от нужд системы. Например, датчик уровня ProGar, представленный в проекте технического задания. К блоку сбора данных можно подключать любой датчик с унифицированным выходным сигналом (аналоговым, дискретным, частотным или цифровым).

Блок сбора данных передает на диспетчерский пункт и на мониторы навигационных компьютеров транспортных средств и мобильных агрегатов местоположение контейнера и уровень его заполнения. Водители транспортных средств видят положение контейнеров и друг друга. Диспетчер координирует работу водителей по транспортировке полных и порожних контейнеров в зависимости от потребностей хозяйства.

Блоки сбора данных должны быть установлены не только на кузовах-накопителях, но и на транспортных средствах и мобильных агрегатах. Такие блоки сбора данных могут контролировать дополнительные параметры и иметь возможность подключения дополнительных датчиков. Например, датчика уровня топлива транспортного средства. Это поможет рационально использовать топливо или предотвратить его хищение.

Передача информации с блоков сбора данных транспортных средств и кузовов-накопителей на диспетчерский пункт может осуществляться двумя способами, в зависимости от региона использования системы и покрытия данного региона сетью сотовой связи GSM. В случае слабого покрытия зоны использования системы сетью GSM или при полном ее отсутствии возможно использование спутниковой связи. Использование такого оборудования снимает ограничения на использование системы по максимальному радиусу внутрихозяйственных перевозок.

Для питания системы необходимо иметь на борту каждого кузова-накопителя аккумуляторы и солнечные батареи для подзарядки системы питания. Мощность системы мониторинга, устанавливаемая на кузов-накопитель, не превышает 13Вт, напряжение питания 12В. Стандартный 12В аккумулятор емкостью 50Ач обеспечит непрерывную работу системы в течение 40 часов (без учета подзарядки от солнечных элементов).

Примерный перечень необходимого оборудования для системы и его стоимость:

1. Кузов-накопитель.

- 1.1. Блок сбора данных. В качестве блока сбора данных может быть использован любой ГЛОНАСС трекер для нужд мониторинга за транспортом, такие как GALILEO ГЛОНАСС, Teltonica FM4200 ГЛОНАСС, АвтоГРАФ GSM ГЛОНАСС и другие широко представленные на рынке. Потребляемая мощность таких трекеров не более 7Вт. Стоимость таких приборов составляет 10-15 тыс. руб. Однако данные приборы используют

GSM связь и подходят только для регионов с достаточным покрытием сотовой сетью GSM. Для регионов, где такая сеть отсутствует, потребуется трекер типа SureLinx 8100C или аналог, имеющий возможность передачи данных как через сеть GSM, так и через спутниковую связь (стандарт IsatM2M). Данный трекер также имеет возможность подключения до 18 дополнительных датчиков с унифицированным выходным сигналом. Потребляемая мощность трекера при использовании спутниковой связи - до 13Вт. Стоимость такого трекера составляет 40-45 тыс. руб. [6].



Рисунок 2 – Трекер АвтоГРАФ GSM - 12 тыс.руб

1.2. Аккумулятор. Стандартный автомобильный аккумулятор емкостью 50Ач и напряжением 12В - 3 тыс. руб.

1.3. Солнечная батарея для подзарядки аккумулятора. Ехmorк или аналог 12В, 15Вт - 1 тыс. руб.

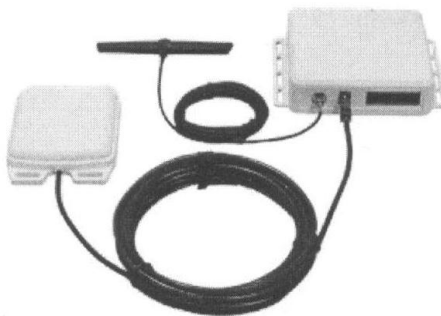


Рисунок 3 – Трекер SureLinx 8100C - 40 тыс.руб

1.4. Датчик уровня сыпучих материалов. Возможны различные типы датчиков: ультразвуковые от 15 тыс. руб. - позволяют показывать реальный уровень заполнения; ротационные дискретные от 5 тыс. руб. - работают как выключатели заполнения, информируют о факте заполнения.

Итого:

- для GSM связи - 20...25 тыс. руб./кузов;
- для спутниковой связи - 50...55 тыс. руб./кузов.

Также необходимо учитывать затраты на связь: сотовая связь 300 руб/мес; спутниковая связь 2400 руб./мес.

## 2. Транспортное средство.

2.1. Блоки сбора данных. Блоки сбора данных те же, что и для кузовов-накопителей. Однако для транспортных средств может потребоваться подключение дополнительных датчиков для более точного контроля работы водителей. Соответственно стоимость оборудования для сбора и отправки данных на диспетчерский пункт составит на одно транспортное средство от 14 тыс. руб. и от 44 тыс. руб. соответственно для сотовой связи GSM и для спутниковой связи.

2.2. Для отображения данных о местоположении транспортных средств и кузовов-накопителей и наложения местоположений на карту предполагается использовать КПК или планшетные ПК с выходом в Интернет. Для снижения затрат на трафик передачи данных через спутниковую связь возможно использование программ навигации с офф-лайн картами. Стоимость таких ПК-5... 10 тыс. руб.

## 3. Диспетчерский пункт.

В роли диспетчерского пункта может выступать любой ПК с выходом в Интернет, т.к. все описанные выше трекеры имеют web-интерфейсы с отображением данных на картах.

При использовании GSM связи также возможна (как опция) прямая голосовая и видео связь с каждым транспортным средством.

Использование космических навигационных технологий ГЛОНАСС/GPS является наиболее эффективным и перспективным направлением в создании систем управления и контроля работой транспорта на предприятиях агропромышленного комплекса.

В качестве блока сбора данных может быть использован любой ГЛОНАСС трекер для нужд мониторинга за транспортом, такие как GALILEO ГЛОНАСС, Teltonica FM4200 ГЛОНАСС, АвтоГРАФ GSM ГЛОНАСС и другие широко представленные на рынке.

Подобран примерный перечень необходимого оборудования для внедрения системы на транспорте АПК и его стоимость.

Система спутникового мониторинга транспорта с использованием данных от системы GPS/«ГЛОНАСС» оправдывает затраты на свою установку и эксплуатацию в период от 3 до 9 месяцев, что снижает общие затраты на содержание автопарка до 30%.

## Литература

1. Измайлов А.Ю., Артюшин А.А. Бисенов Г.С. Перспективы использования навигационных систем ГЛОНАСС/GPS при транспортном обеспечении сельскохозяйственных организаций //Сельскохозяйственные машины и технологии. – М.: ВИМ. – 2013. – № 2. – С. 16-19.

2. Измайлов А.Ю., Бисенов Г.С. Концептуальные положения построения и функционирования УТК зернового хозяйства с использованием нави-

гационной системы ГЛОНАСС/GPS //Сельскохозяйственные машины и технологии. – М.: ВИМ. – 2013.

3. ГЛОНАСС / GPS Мониторинг транспорта: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gpshone.ru>.

4. ГЛОНАСС на службе агропромышленного комплекса: [Электронный ресурс]. URL: <http://www/ends-ural.ru/glonass-na-sluzhbe-agropromyshlennogo-kompleksa.html>.

5. Контроль транспорта в агропромышленном комплексе: [Электронный ресурс]. URL: <http://krasnodargps.ru/21-kontrol-transporta-v-agropromyshlennom-komplekse.html>

6. Принципы построения и функционирования /Изд.3-е, под редакцией Перова А.И., Харисова В.Н. – М.:Радиотехника. – 2005. – 245 с.

**A.A. Artiushin** *tsp*, *Corr.- member of RAS (Russian Academy of Sciences).*  
**N.E. Evtyushenkov**, *Ph.D.*, **E.P. Shiloh**, *Senior Scientist*, **A.A. Grachin**, *PhD.*  
*Sciences (State Scientific Institution Russian Research Institute of Agricultural Mechanization GNU VIM).*

## DRIVING A VEHICLE USING GLONASS / GPS

A priority of innovation policy in agriculture today is to scale introduction into the economy of industrial process control technology, including transport, based on the use of GLONASS / GPS.

Today in the United States up to 80 % and in the EU - 60 % of farmers use the elements of satellite navigation. In Russia currently precise positioning are applied by several major Russian agricultural holdings, but, according to experts, the number of farms using GNSS - technology does not exceed 5 %.

Monitoring navigation parameters of transporting vehicle, state of connected sensors and other devices which perform routine problem -making and compliance routes, registration of the occurrence of violations.

Control parameters of transporting, fuel movement, implementation targets; real run in «satellite electrons speedometer»; compliance regimes of work and rest.

Scheduling tasks and formation routes, schedules on routes; effective redistribution of vehicles and equipment; selection of vehicles and equipment under operational objectives, taking into account the actual time the completion of the planned targets.

Transmission of information from acquisition units of vehicles to the control point can be done in two ways, depending on the region of the system use and the region covering the cellular network GSM. In case of weak coverage areas use the GSM network system or its complete absence may use satellite communications.

The satellite vehicle monitoring using data from the system GPS/ GLONASS justifies the cost of its installation and operation in the period from 3 to 9 months, which reduces the overall cost of maintaining the vehicle fleet to 30%.

**Keywords:** transportation management, GLONASS system, monitoring, monitoring indicators, planning and accounting work, the efficiency of the system.

УДК 532.57.08:681.5

*Андреев С.А., к.т.н., доцент, Матвеев А.И., аспирант ФГБОУ ВО  
РГАУ МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва*

## **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОММЕРЧЕСКОГО УЧЕТА ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ**

*В статье дана оценка наиболее значимых факторов, определяющих перерасход воды в водоснабжающих и оросительных системах. Обоснована целесообразность использования принципа автоматизированного коммерческого учета водопотребления. Сформулированы основные технические задачи по внедрению автоматизированной системы и рассмотрена ее обобщенная функциональная схема*

В соответствии с Федеральным законом РФ № 261-ФЗ от 23 ноября 2009 г. «Об энергосбережении и повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» транспортировка и потребление воды подлежат тщательному контролю и учету с применением передовых технических средств. Особое значение экономия воды приобретает в условиях централизованного водоснабжения жилого сектора и предприятий АПК. Известно, что ежегодно для удовлетворения биологических и санитарно-гигиенических нужд каждый житель планеты потребляет 1020 куб.м воды. В пересчете на душу населения ежегодный расход воды в животноводстве составляет 1100 куб.м. В то же время громадный расход воды в растениеводстве определяется тем, что 27% пахотных земель требуют искусственного орошения.

К сожалению, приходится признавать, что современные водопроводные сети в большинстве случаев находятся в неудовлетворительном состоянии. Следствием этого являются значительные потери воды из-за аварий и протечек. Кроме того, перерасход воды определяет необходимость работы насосного оборудования на предельных режимах, что повышает энергозатраты и снижает ресурс.

Большой проблемой остается оперативное определение мест повреждения водопроводных магистралей. К сожалению до сих пор информацию о таких повреждениях получают либо по резкому снижению давления на участке трубопровода, либо по сообщениям аварийных служб, куда обращаются взволнованные потребители. Оба источника информации могут рассматриваться только как побудители сигналов о ненормальном режиме и требуют проверки, на которую уходит много времени.

При проектировании новых водопроводных магистралей, а также при реконструкции действующих сетей приходится полагаться на усредненные показатели водопотребления. Эти показатели определяются по

результатам замеров расхода воды на крупных водопроводных узлах и не всегда являются достаточно объективными.

Наконец, эксплуатация большинства современных водопроводных сетей связана с периодическим визуальным считыванием показаний расходомеров, суммированием полученной информации, ее обработкой и расчетом стоимости потребленной воды. При размещении расходомеров на крупных водопроводных узлах дифференцировать полученную информацию по отдельным потребителям практически невозможно. В то же время при установке расходомеров непосредственно у потребителей затраты на обслуживание системы многократно возрастают, снижается ее надежность и существенно повышается риск несанкционированного потребления воды. В то же время известно, что эффективность учета объема потребленной воды существенно зависит от количества точек контроля, а также от частоты осуществления

Радикальное решение перечисленных проблем может быть достигнуто применением автоматизированных систем коммерческого учета водопотребления (АСКУВ). При реализации такого учета все операции по получению информации о текущем расходе воды, ее обработке, хранению и извлечению с учетом коммерческих требований должны осуществлять электронные устройства. Таким образом, для достижения автоматизированного коммерческого учета водопотребления необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать достаточно точные, надежные и дешевые средства измерения расхода воды (СИРВ) для их установки у конечных потребителей.
2. Обеспечить автономное питание СИРВ для их длительной эксплуатации без участия человека.
3. Разработать способ передачи полученной посредством СИРВ информации на удаленный сервер и его техническую реализацию.
4. Разработать комплекс технических средств и программного обеспечения для оснащения удаленных серверов, обеспечивающих обработку и хранение полученной информации, а также ее вывод в требуемой форме по запросу оператора.
5. Разработать устройства для автоматического выявления аварийных режимов или мест и характера аварий в водопроводной сети.
6. Разработать меры по защите автоматизированной системы коммерческого учета водопотребления от внешних объективных и субъективных возмущающих факторов.

Обобщенная функциональная схема АСКУВ представлена на рисунке 1. На этой схеме в качестве примера изображены четыре СИРВ (1), соединенные линиями связи (2) с удаленным сервером (3). При этом в задачи СИРВ входит непрерывное измерение расхода воды, предвари-

тельная обработка полученной информации, а также ее передача на удаленный сервер (3).

При выборе измерительных преобразователей для использования в составе СИРВ был проанализирован следующий ряд современных устройств, содержащих и не содержащих подвижных элементов в гидравлическом тракте. Измерительные преобразователи без подвижных элементов характеризуются чрезвычайно простой конструкцией, возможностью осуществления поверки методом расчета и довольно низкой стоимостью. Однако их использование в составе СИРВ существенно сдерживается жестким требованием к длине прямолинейного участка до прибора и после него, а также сравнительно высокой погрешностью измерений и недопустимо большой ошибкой при изменении пульсирующих потоков.

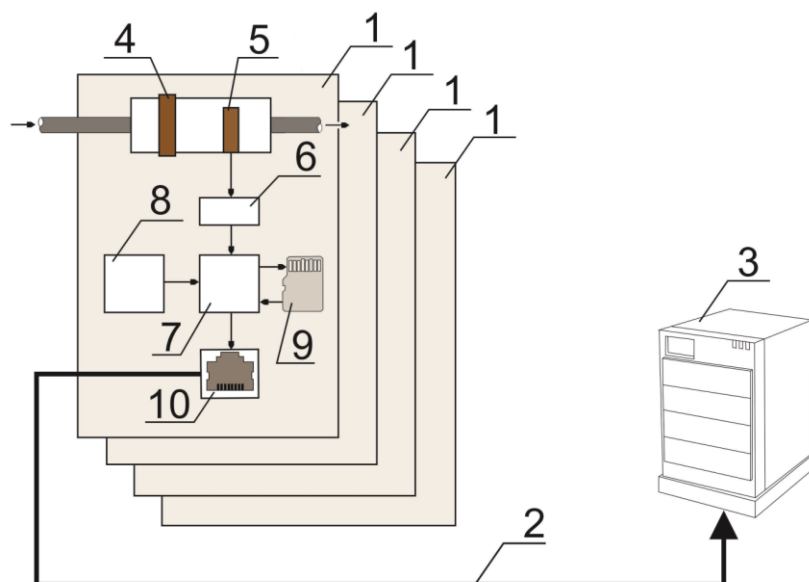


Рисунок 1 – Функциональная схема автоматизированной системы коммерческого учета водопотребления

Несколько обособленное положение среди таких устройств занимают измерительные преобразователи с частотной генерацией потока. К ним, как известно, относятся вихревые преобразователи и преобразователи с закруткой потока [1]. Эти устройства также не содержат движущихся элементов и характеризуются повышенной точностью. Однако стоимость преобразователей с частотной генерацией потока остается недопустимо высокой вследствие сложности вторичных приборов.

Рассматривая измерительные преобразователи без подвижных элементов в гидравлическом тракте, нельзя не упомянуть калориметрические и ультразвуковые устройства. Однако калориметрические преобразователи имеют большую тепловую инерционность и отличаются нестабильностью характеристик из-за коррозии приемных элементов и оса-



ждения на них твердых частиц. Кроме того, калориметрические преобразователи не отвечают современным требованиям к энергосбережению, поскольку их эксплуатация предполагает принудительный нагрев воды.

Ультразвуковые устройства характеризуются высокой надежностью, но в то же время имеют погрешность от 2 до 5% верхнего предела шкалы и сложную измерительную часть. Высокая погрешность измерений обусловлена зависимостью показаний от числа Рейнольдса, так как отношение скорости потока по сечению трубопровода к скорости ультразвукового луча есть функция  $Re$ . Работа таких преобразователя оказывается зависимой от температуры, давления, концентрации потока по сечению трубопровода и скорости вдоль ультразвуковых каналов (длины трубопровода, его эллипсности и угла между направлением лучей и осью трубопровода).

Как известно, к измерительным преобразователям с подвижными элементами относятся скоростные и объемные устройства. Скоростные, в свою очередь, подразделяются на преобразователи перепада давления, лобового сопротивления и частотно-скоростные, а объемные – на лопастные, поршневые, дисковые, кольцевые, винтовые и с овальными шестернями.

Несомненным преимуществом скоростных преобразователей является высокая точность измерения (0,1–0,5% в диапазоне 10:1). В соответствии с заложенным принципом действия скоростных преобразователей частота  $f$  вращения (или колебаний) рабочего органа пропорциональна средней скорости  $v$  движения потока, то есть  $f = kv$ , где  $k$  – коэффициент пропорциональности. Поскольку расход воды может быть определен как  $Q = vS$ , (где  $S$  – поперечное сечение измерительного участка), частота механического движения окажется равной  $f = kQ/S$ .

Для достаточно большого диапазона линейность последнего выражения сохраняется. Однако при малых расходах эта линейность нарушается вследствие уменьшения соотношения  $W/A$ , где  $W$  – энергия потока,  $A$  – энергия сил трения. Вместе с тем, современные электронные средства позволяют относительно легко линеаризовать выходные характеристики таких преобразователей, а разработчики всего мира продолжают работать над совершенствованием механических элементов скоростных устройств.

Объемные преобразователи обладают собственными объемами измерительной камеры  $V_0$ . Рабочее тело преобразователя приходит в движение за счет энергии потока воды, при этом за время  $\tau$  поршень, ротор или лопасть делают  $n$  оборотов. В результате на счетное устройство подается сигнал, который им преобразуется в объем  $V \div V_0 = nV_0$ . Вследствие того, что между рабочим телом и корпусом существует зазор, в процессе работы преобразователя образуются утечки. Следовательно, между показаниями преобразователя и действительным количеством

протекшей воды формируется несоответствие, которое приводит к погрешности измерений. Из этого следует вывод о сложности использования расходомеров на объемных преобразователях для коммерческого учета водопотребления.

Таким образом, в качестве наиболее перспективных измерительных преобразователей в составе СИРВ можно рассматривать устройства с подвижными элементами скоростного типа. Достаточно простым техническим решением такого типа может быть измеритель с использованием квантователя потока и пьезоэлектрическим преобразователем [2].

Предварительная обработка информации о расходе, осуществляемая в СИРВ, сводится к ее преобразованию в цифровой код, хранению и накоплению на твердотельном носителе, а также периодическому извлечению для отправки на удаленный сервер. На рисунке 1 элементы СИРВ представлены позициями 4 (квантователь), 5 (пьезоэлемент), 6 (аналого-цифровой преобразователь), 7 (блок управления), 8 (таймер), 9 (твердотельный накопитель) и 10 (передающее устройство). Проходя через квантователь 4, ламинарное течение жидкости за счет взаимодействия с выступами на его внутренней поверхности приобретает локальные вихри и становится турбулентным. Таким образом, на выходе квантователя 4 течение жидкости имеет пульсирующий характер. При этом частота, амплитуда и форма импульсов зависят от размеров выступов, геометрических размеров квантователя 4, расхода и физических параметров жидкости.

При механическом воздействии пульсирующего потока жидкости на рабочую поверхность пьезоэлемента 5 кинетическая энергия потока частично преобразуется в электрическую энергию. По величине этой энергии происходит извлечение информации о текущем расходе жидкости. Далее электрические сигналы поступают на вход аналого-цифрового преобразователя 6, откуда в виде импульсов подаются на блок управления 7. В блоке управления происходит определение текущего расхода воды и формирования пакета данных для временного хранения в твердотельном накопителе 9. В соответствии с заданной периодичностью в определенные моменты времени, отсчитываемые таймером 8, производится размещение информации в твердотельном накопителе 9, а также ее извлечение и подача в передающее устройство 10. Помимо блоков, обозначенных на рисунке 1, СИРВ могут оснащаться миниатюрными пультами управления и приборами контроля.

Соединение СИРВ с удаленным сервером 3 производится по линиям связи 2. Передача данных по этим линиям может осуществляться как по проводному, так и беспроводному принципу. Самый простой вариант исполнения проводной линии связи предполагает использование многожильного кабеля. В этом случае каждое СИРВ получает одну пару изолированных проводников, как это принято в традиционной телефонии.

Однако такое решение неминуемо увеличит капитальные затраты, поскольку многожильные кабели остаются весьма дорогими. Поскольку значения расходов воды у потребителей одной АСКУВ меняются довольно медленно, соответствующие сигналы можно модулировать и использовать для их передачи двухпроводную линию. В таком случае передающее устройство должно содержать устройство кодирования, а удаленный сервер оснащаться декодером.

Кроме того, использование электрокабеля в качестве линии связи открывает возможность одновременной подачи по нему энергии питания. В таком случае отпадает необходимость периодического обслуживания СИРВ для замены электрических батарей.

Вместе с тем, использование электрокабеля вносит ряд неудобств в монтаж и эксплуатацию АСКУВ. При ее монтаже необходимо предусмотреть меры по защите кабеля от механических повреждений и обеспечить хорошую изоляцию, что особенно важно при работе во влажной среде. Одновременно повышаются требования к квалификации обслуживающего персонала: помимо знаний основ гидравлики и обладания слесарными навыками техник должен иметь представление об электротехнических процессах и знать правила техники безопасности при работе с электрооборудованием. В связи с вышеизложенным особую привлекательность приобретают проекты АСКУВ, в которых используются беспроводные линии связи. В этих проектах применяется передача сигналов по радиоканалам разрешенных частот, например, 433 МГц или 2,4 ГГц.

При этом для связи СИРВ с удаленным сервером могут использоваться одно- и двухступенчатая схемы. В одноступенчатой схеме мощность передающих устройств должна быть достаточной для уверенного приема сигналов на удаленном сервере. В двухступенчатой схеме радиоканал используется на небольших расстояниях (несколько десятков метров), что может быть актуальным в многоквартирных жилых домах. В этом случае сигналы от группы СИРВ принимаются одним местным трансивером, усиливаются и далее передаются по телефонным линиям связи, по линии электропередач, по оптоволоконной линии Интернет или по более мощному многоканальному радиопотоку.

Весьма перспективными являются схемные решения с использованием спутниковой связи [3]. В таком случае передающее устройство СИРВ должно обеспечить устойчивую связь со спутником в условиях прямой видимости, в то время как последующая передача сигналов на удаленный сервер осуществляется мощными спутниковыми ретрансляторами.

При проектировании обеих схем линий связи необходимо обеспечить максимальную автономность работы СИРВ. Это требование определяется необходимостью снижения эксплуатационных затрат на обслуживание АСКУВ. Понятно, что наиболее слабым местом в этой автоном-

ности является электропитание СИРВ. Современные электрохимические источники тока при всех своих преимуществах не способны обеспечить надежную работу потребителей более одного-двух лет. При использовании особо емких химических источников тока срок их службы может быть удвоен, но при этом капитальные затраты заметно увеличатся.

Решение проблемы может быть достигнуто за счет подзарядки химических источников тока электроэнергией, преобразованной из кинетической энергии потока воды. На первый взгляд может показаться, что при таком подходе создается неоправданная нагрузка на насосы системы водоснабжения. Однако расчеты показывают, что даже при минимальных к.п.д. таких преобразователей суммарное дополнительное энергопотребление не превысит нескольких процентов. Сюда же следует отнести то обстоятельство, что в реализации АСКУВ заинтересованы не только потребители воды, но и водоснабжающие организации.

В качестве преобразователей кинетической энергии воды в электрическую могут выступать практически любые генераторные устройства: крыльчатые, турбинные, винтовые и вибрационные. Интересно, что в ряде случаев эти преобразователи одновременно выполняют и измерительную, и энергетическую функции.

Основным звеном удаленного сервера может являться специализированный контроллер или практически любой персональный компьютер. Разработка такого сервера на сегодняшний день технической сложности не представляет, так как она не сдерживается особыми требованиями к размерам, массе или энергоемкости. Правда, принимая во внимание опыт эксплуатации систем коммерческого учета других ресурсов, в АСКУВ необходимо предусмотреть систему шифрования данных и защиту от их несанкционированного использования.

Таким образом, применение АСКУВ может рассматриваться как перспективный прием рационального использования водных ресурсов, позволяющий:

- автоматически собирать информацию о потреблении воды с приборов учета;
- мгновенно извлекать значения водопотребления в любой момент времени по запросу оператора;
- накапливать в терминале информацию по потреблению воды за установленный период интеграции для анализа аварийных ситуаций и выявления хищений;
- осуществлять дистанционную автоматическую диагностику состояния технологического оборудования;
- сигнализировать о нарушениях режимов потребления воды, нештатной работе оборудования и несанкционированном вмешательстве в его работу;
- блокировать работу оборудования в аварийных режимах;

- автоматически передавать накопленные данные в диспетчерский центр и записывать поступающей информации в базу по хронологии получения или в ретроспективе;
- осуществлять визуализацию накопленных данных в виде графиков и таблиц;
- автоматически размещать отчеты о водопотреблении в Интернет и отправлять отчеты по электронной почте.
- легко реализовать многотарифный принцип формирования суммы оплаты в зависимости от времени суток;
- обеспечивает возможность избежания досадных ошибок при проектировании новых или реконструкции действующих водопроводных сетей.

### Литература

1. Киясбейли А.Ш., Лифшиц Л.М. Первичные преобразователи систем измерения расхода и количества жидкостей. – М.: Энергия, 1980. – 80 с.
2. Андреев С.А., Судник Ю.А., Матвеев А.И. Устройство для измерения количества потребленной жидкости. Патент РФ на полезную модель № 147360, опубл. 10.11.2014 в бюлл. № 31, заявка № 2014116863 от 28.04.2014.
3. Мордухович Л.Г., Степанов А.П. Системы радиосвязи. Учебное пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 1987. – 102 с.

**Andreyev S. A.**, *Cand.Tech.Sci., associate professor*, **Matveev A.I.**, *graduate student FGBOU of VO RGAU MSH of name K.A. Timiryazeva, Moscow*

### THE AUTOMATED SYSTEM COMMERCIAL ACCOUNTING OF WATER CONSUMPTION

*Estimated an important determinant of waste of water in water-supply and irrigation systems. The expediency of using the principle of the automated commercial accounting of water consumption. The basic technical tasks to implement an automated system and considered its a generalized functional diagram*

УДК 621.92

**Юлдашев Ш.,** д.т.н., профессор, **Шарипов З.,** к.т.н., доцент,  
**Ли А.,** к.т.н., доцент, **Норов Б.,** к.т.н., доцент,  
Ташкентский институт ирригации и мелиорации, г. Ташкент

## О ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ

*В статье рассматриваются традиционные способы восстановления и ремонта деталей центробежных насосов, а также возможности применения металлоплакирующих смазочных и полимерных композиционных материалов*

В настоящее время наличие обширной экспериментальной техники для определения рабочих нагрузок, высокий уровень развития прикладной теории упругости, хорошие знания физических и механических свойств материалов позволяют обеспечить продолжительную работу оборудования в нормальных условиях эксплуатации. Поэтому основной причиной выхода центробежных насосов из строя является износ и повреждение трущихся поверхностей.

Причины возникновения технологических нарушений разнообразны и представлены на рисунке 1 [1].

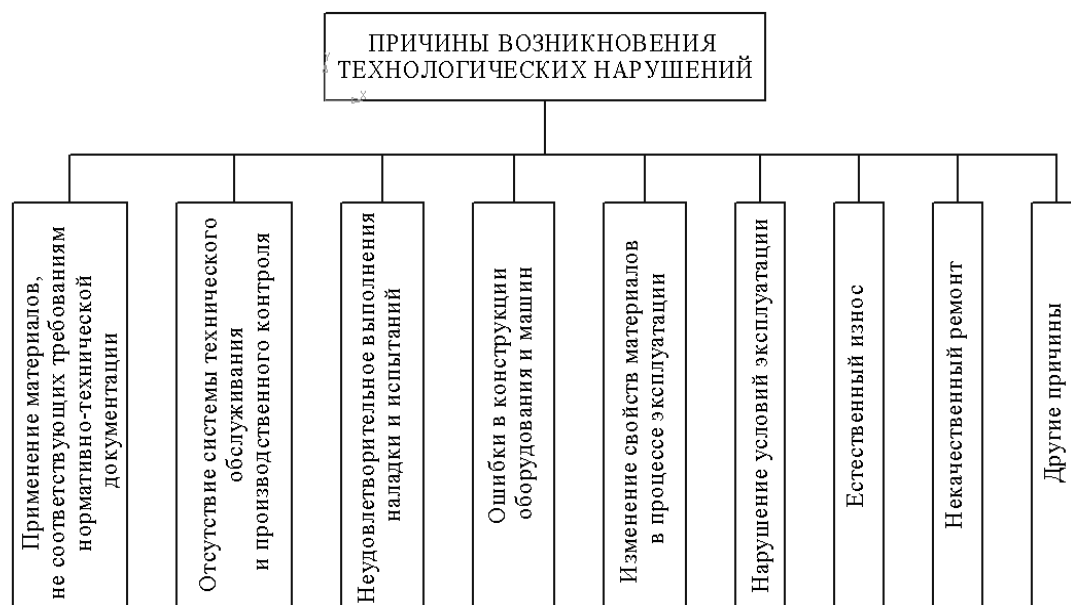


Рисунок 1 – Классификация технологических нарушений по причинам их возникновения

Ресурс большинства центробежных насосов при правильной их эксплуатации в основном определяется сроком службы подшипников качения опоры вала рабочего колеса или подшипников качения электродвигателя

при закреплении рабочего колеса насоса непосредственно на валу двигателя. Износ подшипников происходит из-за того, что в настоящее время используются различные уплотнения: набивные, резиново-манжетные или керамические торцевые – полностью не исключают попадание влаги в подшипниковый узел, смазочный материал частично вымывается из зоны трения, и это способствует быстрому выходу его из строя. Поэтому пара трения «вал–уплотнение» также является ответственной [1].

Износ уплотнений, среди которых очень часто применяются шнуры сальниковой набивки, происходит по следующим причинам: неудовлетворительный теплоотвод из-за низкой теплопроводности и теплостойкости набивки; износ поверхности вала; вибрация вала; наличие трения между соприкасающимися поверхностями, ведущего к образованию разрывов волокон на поверхностях набивки; неравномерная нагрузка на кольца набивки; неблагоприятное распределение контактного давления. Наличие абразивных частиц ускоряет не только износ вала и уплотнения, но и рабочего колеса центробежного насоса, которое также подвергается кавитационному изнашиванию.

Кроме механического износа, колеса подвержены кавитации, коррозионному и эрозионному износам. Кавитационные и эрозионные раковины заваривают электросваркой. Обнаруженные трещины рассверливают по концам, их кромки разделяют и заваривают электросваркой. При этом рекомендуются твердосплавные электроды Т590 и Т620. После заварки трещин и глубоких раковин колесо подвергают термической обработке при следующем режиме: нагрев до температуры 600 ... 650° С, выдержка при этой температуре в течение 2 ... 6 ч и охлаждение до температуры 150° С. После ремонта рабочее колесо подвергают статической балансировке [2].

**Защитные гильзы вала** являются наиболее быстро изнашивающимися деталями центробежных насосов, которые предохраняют его от разрушения в местах соприкосновения с сальниковыми уплотнениями. Защитные гильзы изготавливаются в ремонтном цеху из кузнечных и трубных заготовок, прокатов углеродистых или легированных сталей. Для повышения износоустойчивости втулок рабочие поверхности гильз наплавляют сормайтотом или стеллитом. Твердость втулок должна находиться в пределах HB 350 ... 400 для легированных сталей или HB 260 ... 320 для углеродистых, достигается она путем термообработки.

Для увеличения долговечности гильз на их рабочую поверхность наплавляют твердые сплавы и после этого хромируют. Защитные гильзы требуют высокой точности обработки, чтобы биения их торцов относительно осей находились в пределах 0,015...0,025 мм. От этого зависит продолжительность и качество работы сальниковых уплотнений. Основные дефекты защитных гильз - это наружный износ и кольцевые задиры, которые устраняются на токарном или шлифовальном станке путем обработки

наружной поверхности. Величина конусности гильзы должна находиться в пределах 0,1 мм, а эллиптичности или волнистости в пределах 0,03...0,04 мм. Толщина наплавленного слоя сормаита или саттелита на гильзы составляет 1,8...2 мм, чтобы после обработки на шлифовальном станке толщина наплавленного слоя была не менее 0,5...0,6 мм [2].

**Вал рабочего колеса** проверяют на наличие искривлений, износов шеек и резьб, а так же наличие трещин и поломок. Если износ посадочных мест, шпоночных канавок и резьб вала ротора незначительный, то вал проверяют на изгиб. Допустимое биение шеек вала центробежного насоса под подшипники равно 0,025 мм, биение посадочных мест под защитные гильзы и полумуфты 0,02, а под рабочие колеса - 0,04 мм. Изогнутые валы насоса можно исправить при помощи наклепа или термомеханическим способом. После правки вал можно допустить к сборке в том случае, если его биение не превышает 0,015 мм.

Вопрос повышения надежности узлов трения имеет экономическое и экологическое значение. Большинство современных машин состоят в основном из узлов трения, и основной причиной прекращения работы оборудования, как было сказано ранее, является усталостный износ металлических деталей трения, усугубленный водородным износом.

Посадочные места под подшипники скольжения с эллипсностью и конусностью менее 0,04 мм рекомендуется шлифовать до уменьшения номинального диаметра на 2-3%. При большом искажении геометрической формы шеек, а также при ослаблении посадки подшипников качения и износе других посадочных мест вал протачивают до выведения износа, а затем наплавляют электросваркой и подвергают механической обработке [3].

Изношенные шпоночные канавки заплавляют и фрезеруют новые, резьбы стачивают, наплавляют, а затем после обточки нарезают нормального размера. При наплавочных работах тип и марку электродов выбирают в зависимости от материала вала ротора. Так, для валов, изготовленных из стали 40Х, рекомендуются электроды типа Э55А марки УОНИ-13/55, из стали 30ХМА - электроды типа ЭП-60 марки ЦЛ-7.

В центробежных насосах применяют как опоры качения, так и опоры скольжения. Ревизию опор качения должны производить через каждые 700...750 ч работы насоса. **Подшипники** подлежат замене, если зазор между обоймой и шариком превышает 0,1 мм при его диаметре 50 мм, 0,2 мм - для подшипников  $\varnothing$  50-100 мм, 0,3 мм - для  $\varnothing$  более 100 мм [4].

При диаметральной зазоре между обоймой и корпусом подшипников более 0,1 мм их также заменяют. Если такая мера недостаточна, то корпуса подшипников растачивают и в него запрессовывают гильзу. Гильзы изготавливают из стали или чугуна и на легкопрессовой посадке на сурике собирают с картером. При ревизии подшипников необходимо тщательно проверить поверхность обойм и шариков на отсутствие повреждений (трещин,



выкрашивания, следов ржавчины). При наличии их и появлении цветов побежалости, что указывает на перегрев подшипников, их заменяют.

**Корпус насоса** проверяется на наличие следующих дефектов: коррозионный износ отдельных мест внутренней поверхности; износ посадочных мест; забоины и риски на плоскости разъема, местные трещины. Коррозионный износ устраняется с помощью наплавки металла электросваркой. Риски, забоины и вмятины на плоскостях разъема корпусов насосов устраняют зачисткой шабером или заваркой отдельных мест с последующей зачисткой.

Недостаточный высокий ресурс узлов трения, оцениваемый по таким критериям, как износостойкость, антифрикционность, задиростойкость и др., свидетельствует о необходимости применения новых материалов и технологических решений, в частности при восстановлении и модернизации центробежных насосов. Поэтому работа, направленная на разработку и модернизацию технологии восстановления ресурса деталей центробежных насосов, является своевременной и актуальной.

Научно-исследовательские изыскания в данном направлении будут выполняться сотрудниками ТИИМ согласно государственного прикладного проекта № КХА-3-015-2015 «Модернизация технологии восстановления ресурса деталей центробежных насосов, применяемых в водном хозяйстве» в период 2015-2017 гг.

Априорный анализ ранее проведенных работ показывает, что применение новых материалов, таких как металлоплакирующих смазочных материалов в узлах трения обеспечивает образование на рабочих поверхностях тончайшей (на уровне атомов - наночастиц) защитной металлической пленки, самовосстанавливающийся при фрикционном взаимодействии деталей. Металлоплакирующая смазка используется в подшипниках качения, а также в качестве пропитки шнуров сальниковой набивки и является одним из перспективных видов антифрикционных смазок [5].

Применение металлоплакирующих смазок позволяет значительно повысить долговечность узлов трения, снизить потери энергии на трение, и, следовательно, увеличить КПД машин и механизмов, уменьшить расход смазочных материалов и увеличить период между смазочными работами. Их возрастающее применение при восстановлении и модернизации технологического оборудования обусловлено снижением расходов дорогостоящих цветных металлов и сплавов, сокращением трудовых и материальных затрат и, в конечном итоге, уменьшением эксплуатационных расходов на содержание техники и себестоимости продукции [6].

Сегодня существуют различные способы и целая гамма материалов, позволяющих проводить работы по восстановлению большинства деталей.

Метод восстановления и модернизация центробежных насосов применением металлоплакирующих смазочных и полимерных композицион-

ных материалов обусловлен снижением расходов дорогостоящих цветных металлов и сплавов, сокращением трудовых и материальных затрат и, в конечном итоге, уменьшением эксплуатационных расходов на содержание техники и себестоимости продукции.

### Литература

1. Гвоздев А.А. Технология повышения долговечности узлов трения при ремонте сельскохозяйственной техники с использованием модифицированных полимерных композиций: дис. ... д-ра техн. наук. – М., 2010.
2. Кузнецов В., Кузнецов И., Очилор Р. Ремонт крупных осевых и центробежных насосов. Справочник. – М.: Энергоатомиздат, 1996. – 237 с.
3. Курчаткин В.В. Восстановление посадочных мест подшипников полимерными материалами. – М.: Высшая школа, 1983. – 80 с.
4. Отчет НИР «Разработка технологии восстановления ресурса неподвижных соединений подшипников качения сельскохозяйственных и мелиоративных машин полимерным материалом ВК-50. – Ташкент, 2011. – 104 с.
5. Повышение срока службы деталей машин и инструмента металлоплакированием /А.К. Прокопенко, А.П. Голубев, Г.П. Зикеев, А.А. Корнеев: монография. – М.; ИИЦ МГУДТ, 2010. – 87 с.
6. Щербаков Д. А. Повышение долговечности мобильной сельскохозяйственной техники применением магнитных металлоплакирующих добавок в пластичные смазки. Дисс ... канд. техн. наук. – Саратов. 2004. – 204 с.

***Yuldashev Sh., Dr.Sci.Tech., professor, Sharipov Z., Cand.Tech.Sci., associate professor, Li A., Cand.Tech.Sci., associate professor, Norov B., Cand.Tech.Sci., associate professor,***  
*Tashkent institute of an irrigation and melioration, Tashkent*

### ABOUT RESTORATION OF DETAILS OF CENTRIFUGAL PUMPS

The article deals with traditional methods of restoration and repair of parts of centrifugal pumps, as well as the possibility of using metalplacking lubricants and polymer composites.

*Осадчий Г.Б., инженер г. Омск, Россия*

## **ВОЗМОЖНОСТИ КОМБИНИРОВАННЫХ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК, ИСПОЛЬЗУЮЩИХ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ**

*В работе рассмотрено состояние применения альтернативных источников энергии и переработки отходов производства, способы комбинации различных источников энергии с биогазовыми установками для эффективного и экономичного повышения скорости обмена веществ и энергий*

В связи с постоянной тенденцией к удорожанию природного топлива и с возрастающим в связи с этим интересом к нетрадиционным источникам энергии, бытовые отходы также находят свое место в общем энергетическом балансе многих стран.

Что такое свалка сегодня. Прежде всего – это гниение, в процессе которого происходит разложение органических веществ. При этом выделяется биогаз или биометан, а также наблюдается повышение температуры в центре разложения.

Образующийся угарный газ (оксид углерода) крайне неблагоприятно воздействует на экологическую обстановку. При воспламенении в теле свалки неизбежно загораются отходы из пластика, продукты его распада обладают мутагенным воздействием на человека.

Оценки показывают, что обеспечение среднестатистического жителя продуктами питания сопровождается выбросом в окружающую среду около 3 т/год биомассы в виде растительных отходов, навоза и помета, фекалий и органических составляющих твердых бытовых отходов. При этом важно учитывать, что для жизнеобеспечения человека необходимо сохранять приемлемые нормы потребления на всех этапах упомянутой ниже пирамиды. Человек как гетеротрофная (питающаяся органическим веществом) система существует за счет энергии и биомассы, создаваемыми почвенно-растительными экосистемами. Понимание и рациональное использование взаимоотношений автотрофных и гетеротрофных компонентов в биосфере лежат в основе успешного управления циклическими биохимическими процессами. Установленное соотношение массы человека, его пищевого белкового ресурса (животных) и растительного источника их существования составляет 1:10:100. Такое же соотношение распространяется и на энергетические затраты для каждого из этажей пирамиды. Другими словами, с точки зрения экологии, обеспечивая питание человека, мы обязаны заботиться о системе питания животных, растений и, особенно, флоры, фауны и почвы.

В этой связи перспективно, энергетически и экономически выгодно использовать органические отходы для переработки не только в энергию, но и органоминеральные удобрения, повышающие плодородие почв.

Раздельный сбор отходов и их переработку, например, Гринпис считает единственной подходящей альтернативой мусоросжиганию [1].

Относительно объемов отходов и их негативного воздействия на окружающую среду. Так в Омске на свалки в течение года поступает более 400 тысяч т. твердых бытовых отходов (ТБО), при влажности до 65%. При этом вместе с атмосферными осадками в почву, грунтовые воды, реки уносится неконтролируемое количество различных вредных для человека веществ. Происходит резкое ухудшение экологической обстановки не только в районах свалки, но и на достаточном удалении от неё. При самовозгорании выделяется весь букет вредных выбросов, включая канцерогенные, как диоксины и фураны.

Если металл, бумага, пластмасса, кости и другие компоненты, находящиеся в составе бытовых отходов, загрязнены, то возникает вопрос, как их очистить от налипшей грязи, уничтожить санитарно-опасные микроорганизмы перед сдачей организациям для использования в качестве вторичных ресурсов. Степень загрязнения компонентов допускается принимающими организациями не выше 5% (в соответствии с требованиями

ГОСТов), что также является одной из проблем переработки ТБО.

На очистных сооружениях канализации города Омска ежедневно образуется 28 т. осадка в пересчете на сухое вещество. В период работы промышленности города на полную загрузку ежедневно образовывалось до 50 т. осадка в пересчете на сухое вещество.

В илошламонакопителях (их несколько карт) уже накоплено и хранится около 10 млн. т. иловых осадков с натуральной влажностью 92% [2].

Анализ показывает, что биомасса отходов, которая возникает и может быть использована в пределах города, содержит не более 10% совокупного энергетического потенциала. Основной потенциал, содержащийся в отходах, остается у сельхозпроизводителя (вне городских поселений), где он может быть с успехом использован при организации производства продуктов питания для последующего сбыта в городах.

В связи с этим представляет интерес количество биомассы, сопровождающей производство и потребление основных продуктов питания.

На рисунке 1 представлено содержание среднестатистической продовольственной корзины и энергетический потенциал биомассы, сопровождающей производство и потребление содержащихся в ней продуктов питания.

Применение экологически чистых органических удобрений на основе переработки отходов животноводства позволяет получать в растениеводстве экологически чистую продукцию без применения дорогостоящих минеральных удобрений и ядохимикатов и одновременно значительно повысить урожайность всех без исключения сельскохозяйственных культур, особенно кормовых трав и овощей.

При этом суммарные доходы от реализации продуктов анаэробной переработки отходов животноводческих ферм могут превышать доходы от реализации производимого на фермах мяса.

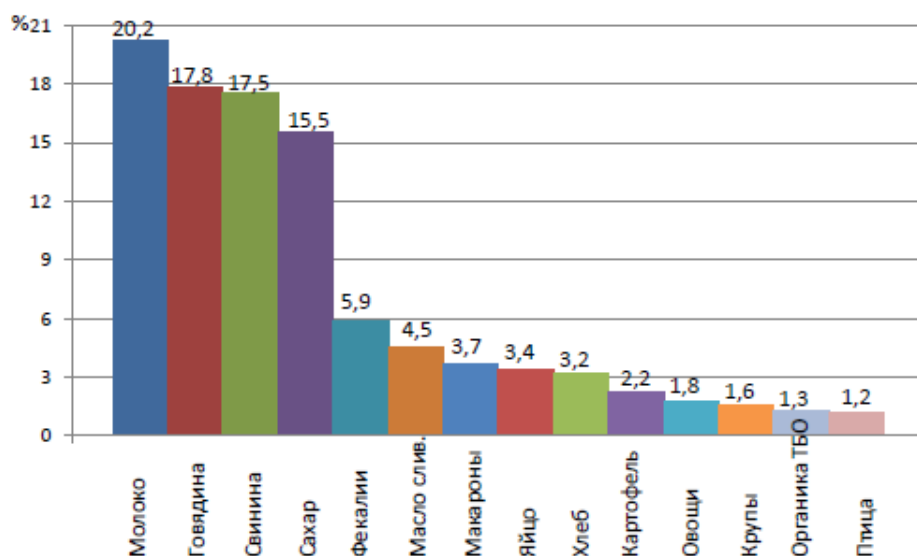


Рисунок 1 – Распределение энергетического потенциала отходов, возникающих при производстве и потреблении основных продуктов питания

Получаемые жидкие концентрированные экологически чистые органические удобрения полностью сохраняют калий, азот в легкоусвояемой аммонийной форме и фосфор в окисной форме. Твердую гумусосодержащую органическую биомассу, образующуюся в процессе переработки биомассы, как показали результаты исследований, можно совместно с торфом с успехом использовать для рекультивации и структурирования обедненных почв.

Предлагаемый автором гелиометантенк-реактор [3] может стать в составе солнечной биогазовой установки для малых предприятий, фермерских хозяйств частью локальной архитектуры автономного самоэнергообеспечения и энергосбережения (рисунок 2).

Использование солнечной энергии, аккумулируемой солнечным соляным прудом, при выработке биогаза (биометана) принципиально отличается по эффективности от предлагаемых ранее технологий использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ).

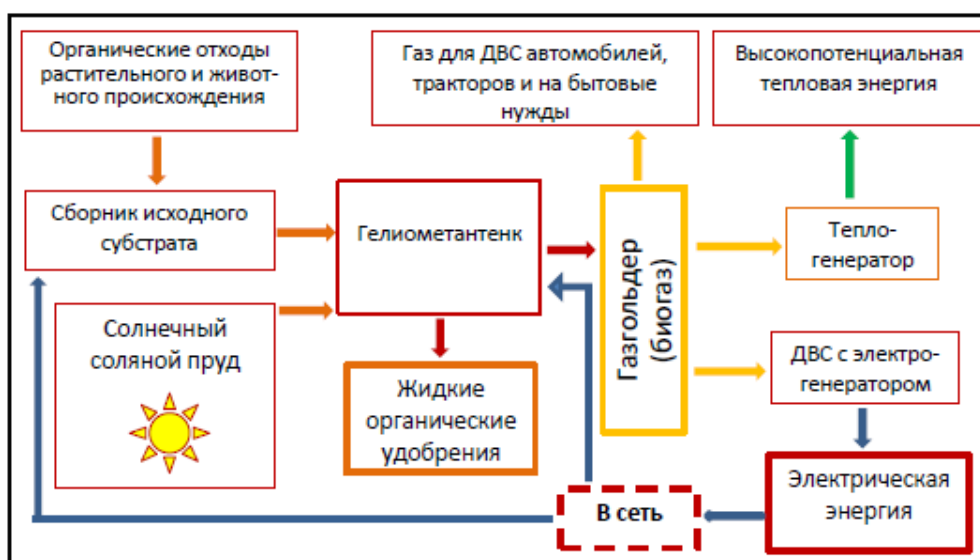


Рисунок 2 – Функциональная схема солнечной биогазовой установки

Возможности комбинированных биогазовых установок, использующих ВИЭ при выработке биогаза, приведены в таблицах 1, 2, 3, 4.

Это сводный анализ наиболее эффективных с точки зрения минимизации: энергетических потерь; расхода создаваемых человеком материалов; отрицательного воздействия на окружающую среду и человекоиспользования в средней полосе России наиболее распространенных видов ВИЭ для выработки биогаза. К этим видам ВИЭ относятся в первую очередь энергия Солнца, ветра, геотермальная энергия.

Таблица 1 – Достоинства и недостатки комбинированных биогазовых установок для средней полосы России

| Тип установки              | Преимущества                                                                                                   | Недостатки                                                                           | Область применения                                                   |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| С солнечным соляным прудом | Минимальное количество технологических переделов. Простота. Не требуется резервного источника тепловой энергии | Значительные площадь и объем пруда. Наличие большого концентратора солнечной энергии | В местностях с низкой плотностью проживания и размещения производств |
| С солнечным коллектором    | Минимальное количество технологических переделов. Малые размеры                                                | Требуется резервный источник тепловой энергии                                        | В условиях плотного размещения производств                           |

|                                        |                                                                                                         |                                                                                                      |                                                                            |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|
| С ВЭУ                                  | Возможность выработки биогаза в условиях низкой солнечной радиации                                      | Деградация «механической» энергии установки в теплоту. Требуется резервный источник тепловой энергии | В местностях со сверхнизкой плотностью проживания и размещения производств |
| С использованием геотермальной энергии | Минимальное количество технологических переделов.<br>Не требуется резервного источника тепловой энергии | Большая стоимость. Трудоемкость эксплуатации.<br>Компромисс – использование совместно с ГЭС          | В условиях плотного размещения производств                                 |

Таблица 2 – Эксплуатационные характеристики комбинированных биогазовых установок в средней полосе России

| Тип установки                          | Период эксплуатации                                           | Неблагоприятные климатические факторы             | Поступление биогаза в газгольдер                                                                         |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| С солнечным соляным прудом             | Весна, лето, осень                                            | Ветер, пыль                                       | 100 %                                                                                                    |
| С солнечным коллектором                | Круглый год при наличии резервного источника тепловой энергии | Град, пыль, дождь, снег, ветер<br>Холодная погода | <100 %, т. к. часть выработанного биогаза будет использоваться для поддержания температуры в биореакторе |
| С ВЭУ                                  |                                                               | Штиль.<br>Обледенение.<br>Порывы ветра            |                                                                                                          |
| С использованием геотермальной энергии | Круглый год                                                   | Холодная погода                                   | 100%                                                                                                     |

Таблица 3 – Экономические особенности комбинированных биогазовых установок для средней полосы России

| Тип установки              | Используемые природные материалы |              | Остальные используемые материалы |             |
|----------------------------|----------------------------------|--------------|----------------------------------|-------------|
|                            | перечень                         | срок службы  | перечень                         | срок службы |
| С солнечным соляным прудом | Вода, соль, грунт, глина,        | Не ограничен | Металл,                          | До 15 лет   |

|                                                |                                           |   |                                 |           |
|------------------------------------------------|-------------------------------------------|---|---------------------------------|-----------|
|                                                | галька, песок<br>>90 % от веса<br>системы |   | пластики                        |           |
| С солнечным<br>коллектором                     | —                                         | — | Металлы,<br>стекло,<br>пластики | До 15 лет |
| С ВЭУ                                          | —                                         | — | Бетон,<br>металл,<br>пластики   | До 15 лет |
| С использовани-<br>ем геотермальной<br>энергии | —                                         | — | Бетон,<br>металл,<br>пластики   | До 15 лет |

Таблица 4 – Социальные и экологические характеристики комбинированных биогазовых установок в средней полосе России

| Тип установки                          | Влияние на занятость населения          | Влияние на энергетическую безопасность                                                                  | Воздействие на окружающую среду                          |
|----------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| С солнечным соляным прудом             | Создается новое сезонное производство   | Уменьшается зависимость территориального образования, производства и быта от поставок моторного топлива | —                                                        |
| С солнечным коллектором                | Создаются новые постоянные производства |                                                                                                         | Вредные выбросы от резервного источника тепловой энергии |
| С ВЭУ                                  |                                         |                                                                                                         | Загрязнение солями                                       |
| С использованием геотермальной энергии |                                         |                                                                                                         |                                                          |

Технико-экономические характеристики гелиобиогазовой установки  
ГБГУ-100 (масштаб цен и методика расчета 2007 года)

|                                                                                                                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Солнечный соляной пруд глубиной 2,3 м (с теплоизоляцией)<br>площадью 50 м <sup>2</sup> (10×5 м) с тепло производительностью<br>(МВт·ч/сезон*)(* сезон — 215 дней для 55° северной широты) | 40 |
| Рабочий объем гелиометантенк-реактора (м <sup>3</sup> )                                                                                                                                   | 10 |
| Количество гелиометантенк-реакторов, (шт)                                                                                                                                                 | 2  |



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Температура метаногенерации, °С.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 53...54       |
| Производительность установки (биогаз с удельной теплотой сгорания 21 МДж/м <sup>3</sup> или 5,84 кВт·ч/м <sup>3</sup> ) -м <sup>3</sup> /сутки м <sup>3</sup> /сезон. (* без учета работы установки ранней весной и поздней осенью с температурой метаногенерации 35 °С)                                                                                       | 100<br>21500* |
| Суточная загрузка сырья (растительной биомассы, отходов животноводства влажностью 85 – 90 %), (т).                                                                                                                                                                                                                                                             | 4             |
| Среднесуточное количество теплоты с температурой 85 – 90 °С, аккумулируемой прудом для нагрева сырья, (кВт·ч).                                                                                                                                                                                                                                                 | 186           |
| Количество теплоты для нагрева 4 т сырья с 14 до 54 °С, (кВт·ч).                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 186           |
| Расход теплоты пруда для производства 1 м <sup>3</sup> биогаза, (кВт·ч).                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1,86          |
| Разница между количеством теплоты аккумулируемой прудом и требуемым для рабочего процесса (* без учета теплоты рекуперированной из сливаемого жидкого удобрения и изменения теплосодержания сырья от жизнедеятельности бактерий)                                                                                                                               | 0*            |
| Потери теплоты в окружающую среду через ограждающие конструкции реактора (* у традиционных реакторов они составляют 0,05 – 0,07 кВт/м <sup>2</sup> ограждающей конструкции. При площади ограждающей конструкции 60 м <sup>2</sup> суточные тепловые потери составляют 72 – 100 кВт·ч)                                                                          | 0*            |
| Количество произведенного жидкого удобрения, (т/сутки) т/ сезон (* без учета периода метаногенерации с температурой 35 °С. Полученная прибыль от внесения в почву 1 т этого удобрения составляет от 200 до 500 рублей, т. к. урожайность, например, зерновых культур повышается: гороха на 50 %; пшеницы на 25...30 %; ячменя на 15...20 %; овса на 10...15 %) | 4<br>840*     |
| Расход биогаза на собственные нужды                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | отсутствует.  |
| Ориентировочная стоимость гелиобιοгазовой установки ГБГУ – 100 составляет (тыс. рублей) и состоит из:                                                                                                                                                                                                                                                          | 600           |
| Стоимости солнечного соляного пруда, (тыс. руб).                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 80            |
| Стоимости отражающих полированных алюминиевых панелей (плиток) на стене здания площадью 80 м <sup>2</sup> , (тыс. руб).                                                                                                                                                                                                                                        | 20            |
| Стоимости 2-х гелиометантенк-реакторов с КИП и арматурой, (тыс. руб).                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 500           |

Приведенные затраты на выработку 1 м<sup>3</sup> биогаза в гелиобиогазовой установке ГБГУ-100 (в первом приближении)

$Z = C + E \times K = 4 + 0,12(600000 \text{ руб.}/21500 \times \text{м}^3 \text{ биогаза за сезон}) = 7,35 \text{ руб.}/\text{м}^3 \text{ биогаза}$  (для сравнения, стоимость 1 кг баллонного газа (пропан-бутан) – 18 рублей), где:  $C = 4 \text{ руб.}$  \*\* – себестоимость 1 м<sup>3</sup> биогаза, складывающаяся только из зарплаты по обслуживанию биореактора в течение 4-5 часов, солнечного соляного пруда в течение 0,5-1 часа и остальное время суток дежурства, по необходимости. При выработке 100 м<sup>3</sup> биогаза в сутки оплата составляет 400 руб. (12000 руб. в месяц);

$E = 0,12$  – нормативный эффективный коэффициент капвложений в энергетике (при сроке окупаемости — 8,3 года);

$K$  – капвложения в гелиобиогазовую установку ГБГУ-100 на 1 м<sup>3</sup> вырабатываемого биогаза.

*\*без учета работы установки ранней весной и поздней осенью с температурой метаногенерации 35 °С*

*\*\*Расходы электроэнергии и воды (по стоимости) пренебрежительно малы. Зимой биореактор можно использовать для хранения страхового запаса газа, например, бутана или очищенного биогаза.*

После срока окупаемости приведенные затраты на 1 м<sup>3</sup> генерируемого биогаза будут определяться только оплатой труда обслуживающего персонала и стоимостью отходов.

Все расчеты проведены без учета прибыли, получаемой от реализации жидких удобрений (в том числе по бартеру, за сырьё), социального фактора – создания нового сезонного производства и зимнего хранилища газа.

Столь пристальное внимание к необходимости наиболее эффективной переработки органических отходов закономерно.

Из всех известных видов переработки органических отходов антропогенного происхождения единственным, полностью возвращающим переработанный материал в виде пригодных к применению веществ, признается биологический способ утилизации (метаногенез). Главное преимущество использования растительной биомассы как сырья – возможность применения биотехнологий для получения энергии, то есть технологий, которые не нарушают экологического состояния окружающей среды. Отходы и побочные продукты такой технологии, являясь компонентами биосферных циклов, тоже могут служить сырьем, что ведет к полностью безотходным технологиям будущего.

Это актуально также и потому, что, как правило, природные геобиоценозы имеют ограниченную продуктивность, и их производительность часто не может обеспечить необходимые потребности человека (особенно это наглядно видно в сфере производства продовольствия). Искусственные геобиоценозы призваны обеспечивать требуемую производи-

тельность и устойчивость к вредным воздействиям. Однако для быстрого биологического самоочищения экосистем необходимо повышать скорость обмена веществом и энергией и вовлекать в биотический круговорот весь объем продуцируемой биомассы.

Комбинированные биогазовые установки как раз и призваны эффективно и экономично способствовать повышению скорости обмена веществ и энергий.

### **Литература**

1 Новости. Сжигать мусор себе дороже //Альтернативная энергетика. – 2008. – № 2. – С. 4.

2 Лебедев В.М. Теплоэнергетика региона. – Омск, 1998. – 102 с.

3 Осадчий Г.Б. Солнечная энергия, её производные и технологии их использования (Введение в энергетику ВИЭ). – Омск: ИПК Макшеевой Е.А., 2010. – 572 с.

*Osadchy G. B., engineer, Omsk, Russia*

### **POSSIBILITIES OF THE COMBINED THE BIOGAS INSTALLATIONS USING RENEWABLES**

In work it is considered states application of alternative energy sources and processings of production wastes and ways of a combination of various power sources with biogas installations for effectively and economically, to promote increase of metabolic rate and energy

*Джамбуришин А.Ш., Турымбетова Г.Д., А.А. Анаятов, ЕлеKENOVA З.С.*

## **ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УБОРКИ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР**

*В данной статье описываются современные направления уборки зерновых культур и использования солоmistых продуктов урожая. Авторы излагают такие перспективные направления уборки как поточные, колосоуборку и технологию оставления стерневых кулис*

Зерновое производство в Казахстане является одной из наиболее рентабельных и экспорт-ориентированных отраслей сельского хозяйства. В рекордные годы Казахстан производил до 34 млн.тонн, а в настоящее время производит от 16 до 20млн. тонн. Зерно обеспечивает не только питанием население, но и создает устойчивую кормовую базу животноводства, что даст возможность сократить импорт мясомолочной продукции. Вообще, для стран, являющихся основными экспортерами зерна, считается уровнем самодостаточности производство 2-х тонн зерна на душу населения. В советское время Казахстан удовлетворял этим критериям. В этом аспекте для нас моделью агропроизводства является Канада. Во-первых, примерно одинаковая плотность населения, во-вторых, аналогичные агроклиматические условия – резко континентальный климат (жаркое лето, холодные зимы, засушливый климат). Но успехи канадского сельского хозяйства впечатляющи [1] – производит 65 млн. тонн зерновых и масличных культур, являясь северной страной, производит 11 млн.тонн кукурузы и более 3 млн.тонн сои. На этой кормовой базе Канада имеет высокоразвитое животноводство (например, молоко и мясо дешевле, чем в Казахстане).

В XXI веке появились новые машины и технологии уборки зерна и незерновой части урожая, а также способы глубокой переработки соломы. Если ценность зерновой части очевидна, то использование соломы и половы получило массу новых применений. Например, в Северо-Казахстанской области, в поселке Тайыншы построен завод по производству биоэтанола из зерна. Этот завод не работает из-за дороговизны сырья - зерна, но существует реальная возможность перевода его на альтернативное дешевое углеводное сырье - солому. Из одной тонны соломы можно получить от 350 до 460 кг. этанола. Основная проблема – каким образом собрать и доставить эту солому с полей до завода? Очевидно, что для реализации этого направления необходимо прессование соломы в тюки или рулоны, а для перевозки на большие расстояния ее брикетирование. Здесь проблема переходит из технологической области в экономическую. Самый первый вопрос: действительно ли солома ценный продукт, который следует собирать или проще оставить ее в поле? Ответ на этот вопрос неоднозначен – здесь смыкаются интересы агротехники, животноводства и экономики, и только лишь после этого вырисовываются контуры технологии.

Первое. Солома после глубокой переработки может стать полноценным кормом в животноводстве. Клетчатка и пентозаны, составляющие 75% состава соломы, являются великолепным исходным сырьем для производства кормовых дрожжей (белка). Кормовые дрожжи – высокоценный белково-витаминный продукт. Микробный протеин, синтезируемый дрожжами, по усвояемости и содержанию аминокислот, превосходит протеин животного происхождения, повышает биологическую ценность белков других кормов. Белок кормовых дрожжей переваривается в организме животных на 95%. Ферментные системы дрожжей катализируют процессы усвоения аминокислот и синтеза белка. Фосфор и кальций, находящиеся в составе дрожжей, способствуют нормальному развитию костного скелета.

Витамины группы В, входящие в состав дрожжей, являются регуляторами метаболизма жиров. Биотин, который имеется в кормовых дрожжах, предупреждает кожные заболевания сельскохозяйственных животных. Кормовые дрожжи – высокоценный белково-витаминный корм для всех видов сельскохозяйственных животных, птиц и рыб и используется в качестве добавки к основному рациону. Кормовые дрожжи вносят в корма на комбикормовых заводах или в кормоцехах хозяйств, используя существующие технологии. Обеспечение оптимального соотношения углеводов и белка в кормах за счет применения кормовых дрожжей снижает потребление зерна в 1,5-2 раза в животноводстве. Каждая тонна дрожжей высвобождает 5-7 т зерна и обеспечивает дополнительно производство 0,4-0,6 т свинины, до 1,5 т мяса птицы, около 25-30 тыс. штук яиц, при скормливаниях молочному скоту повышаются удои на 3-3,5 л в сутки. Корма, не содержащие в достаточном количестве белков и витаминов, не могут удовлетворять животноводство и птицеводство. Даже такие ценные корма, как кукуруза и сахарная свекла, дающие максимальное количество кормовых единиц с гектара земли, богатые углеводами, но не содержащие достаточного количества азотистых веществ, могут быть использованы только при добавлении полноценного белка, витаминов и минеральных веществ.

Во всех странах мира и в нашей стране отмечается большой дефицит кормового белка. Этот дефицит покрывается увеличением производства растительного протеина, содержащегося в сельскохозяйственных кормовых культурах: зерне, люцерне, сене и др.; выпуском рыбной и мясной муки, сухих молочных продуктов и обрата; применением для жвачных животных карбамида (мочевины) и более простых аммонийных соединений как частичных заменителей протеина. В последние годы в рацион кормления животных и птиц все больше вводят кормовые дрожжи, полученные на гидролизных и целлюлозных предприятиях, используя для этой цепи углеводы, содержащиеся в гидролизатах и сульфитных щелоках. Эти дрожжи являются биологически полноценным кормом, источником белка, витаминов и минеральных веществ. Гидролизные и сульфитные дрожжи содер-

жат, %: 48-52 белка, 13-16 углевода, 2-3 жира, 22-40 безазотистых экстрактивных веществ и 6-10 золы. Опять таки, наилучшим сырьем в аграрном секторе является солома.

Значительные исследования и многолетняя практика по скармливанию дрожжей доказали их высокую эффективность использования. Опыты, проведенные при откорме свиней, показали, что введение в корм дрожжей в количестве 8-10% от сухой массы общего корма повышает привес животных на 15-20% и снижает затраты общих кормов на единицу привеса более чем на 10%, сокращает продолжительность откорма свиней со 148 до 116 дней. Большую ценность представляют кормовые дрожжи для племенных свиноматок: улучшается их общее состояние, повышается молочность, снижается смертность поросят.

Кормовые дрожжи можно успешно скармливать телятам и крупнорогатому скоту. Дрожжи могут заменить 20-30% нормы цельного молока при вскармливании телят и обеспечить ежедневные привесы в 650-750 г. При выращивании телят 1 кг дрожжей заменяет 4-6 кг молока и позволяет получить дополнительно до 320 г телятины. Дрожжи повышают удои молока на 3-3,5 л в сутки и содержание жира в нем на 0,4-0,6%. Кормовые дрожжи являются ценным кормом для пушных зверей, заменяя на 30% мясной корм. Особенно эффективно использование кормовых дрожжей в птицеводстве. Птица очень нуждается в белковом корме, содержащем комплекс витаминов В. Особенно необходимы дрожжи при клеточном содержании птиц, а также при выращивании цыплят.

Добавление кормовых дрожжей в рацион в количестве 5% от общей массы корма увеличивает яйценоскость кур-несушек на 21-40% (в зависимости от породы кур), а 10% - на 26-51%. Килограмм дрожжей, скормленный курам, дает возможность получить дополнительно более 30-40 яиц. Кормовые дрожжи успешно используются при искусственном разведении рыбы, а также в пчеловодстве для подкормки пчел ранней весной. Комбикормовая промышленность предъявляет большой спрос на кормовые дрожжи.

Получают кормовые дрожжи путем микробиологического синтеза на основе пентозных и гексозных сахаров гидролизатов растительного сырья. Основными стадиями производства кормовых дрожжей являются: гидролиз растительного сырья, микробиологический синтез биомассы из углеводов гидролизата, термообработка, сушка, гранулирование и упаковка.

Есть и другая ипостась использования соломы, что особенно актуально для Казахстана – это оставление высокой стерни в поле после очеса колосьев. Во все более широко распространяемой в США, Канаде и Австралии “нулевой технологии” высокая стоящая стерня занимает ключевое место. Она способствует накоплению влаги и сохранению почвы от ветровой эрозии.

Уже из этого краткого обзора видится несколько направлений использования незерновой части урожая, определяющих рациональную уборочную технологию: сбор в прессованном виде на производство биоэтанола, сбор и переработка соломы в кормовой белок, применение остающейся в поле высокой стерни в “нулевой технологии”.

Кроме того, нельзя упускать такую специфичную область казахстанского зернопроизводства как рисоводство. В год в среднем с гектара собирают более 50 центнеров, валовый сбор составляет 394,7 тыс. тонн риса. Кроме зерна большую ценность представляет рисовая мякина (лузга), в гидролизате которой биотина в два раза больше, чем в гидролизате подсолнечной лузги, что и определяет ее более высокие биологические и кормовые свойства.

Одной из главных причин не простой ситуации, сложившейся в последние годы в рисоводстве Казахстана, является ухудшение технической оснащенности отрасли. Степень износа сельскохозяйственной техники составляет 75,4%. Возрастной состав тракторов более 10 лет эксплуатации составляет 82,1%, рисоуборочных комбайнов 70%, в работоспособном состоянии удастся поддерживать лишь 40-50% техники от их наличия. Это в несколько раз увеличивает сроки проведения работ при ухудшении их качества.

Наиболее сложными и ответственными при возделывании риса являются операции уборки, транспортировки и очистки урожая, на долю которых приходится до 60% общих затрат. Уборочные работы отличаются повышенной напряженностью из-за ограниченных биологических сроков созревания риса и высокой полегаемости. Поэтому для Казахстана, являющегося по сути зерновой республикой, поиск и внедрение эффективных технологий и технических средств это вопрос пищевой безопасности и конкурентоспособности аграрного сектора страны. Какие инновации имеются в этой области.

### **А. Поточные технологии уборки зерновых культур**

История уборки зерновых это по существу поточная уборка, заключающаяся в том, что зерновые в том или ином виде скашивают в поле и вывозятся для обмолота на стационар. Одна из вариаций такой технологии разрабатывалась в Казахстане профессором Пенкиным М.Г. [2], в которой вся хлебная масса скашивалась и грузилась в прицепы, затем эта масса перевозилась на край поля или на ферму, где она обмолачивалась комбайном и зерно отправлялась на зерноток, а солома скирдовалась на месте обмолота. В этой технологии были следующие недостатки:

1. Из-за низкой плотности хлебной массы в прицепах требовалось большое количество транспортных средств, что приводило к значительным затратам;

2. Требовалась специальная подготовка площадок для обмолота на краю поля, что удорожало процесс;

3. Большое количество скирд на краю поля мешало обработке полей осенью и создавало трудности с вывозом солоистой массы низкой плотности.

4. Большая сложность и металлоемкость агрегата для равномерной подачи хлебной массы в молотилку, равного по стоимости самой молотилке. Все эти недостатки не способствовали распространению этой технологии у фермеров.

В Канаде Робертом Мак Леодом из провинции Виннипег [4] была создана поточная технология, имеющая три версии:

На рисунке 1 показана сущность *первого варианта*. Прицепной комбайн агрегируется трактором и скашивает всю хлебную массу на высоте 20 см.

Затем эта хлебная масса подается в молотилку, где смесь зерна и половы загружается в прицеп, а солома укладывается в валок. Учитывая, что этот комбайн не имеет очистки, то часть зерна, по нашей терминологии “невытряс” падает на этот валок, который будет затем спрессован в рулоны пресс-подборщиком.

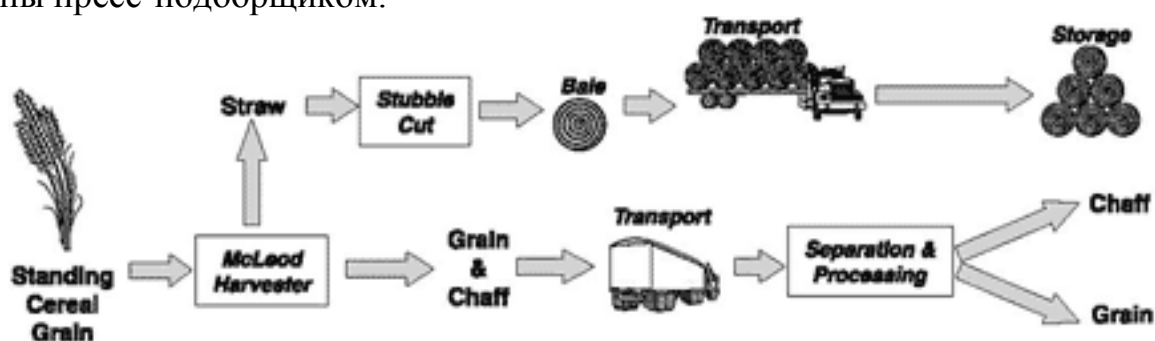


Рисунок 1 – Принципиальная схема поточной технологии МакЛеода (1 вариант)

Смесь зерна и половы отвозится на ферму, где очистительный агрегат (рисунок 2) очищает зерно от мякины. Мякина используется как полноценный корм для животных.

Полова, складированная по технологии МакЛеода, гидролизуется серной кислотой или щелочью, затем после нейтрализации ферментируется. Этот корм из половы пользуется спросом у фермеров-животноводов. Особенно в этой технологии преуспел канадский фермер-новатор, который создал успешную систему Chaff-O-Matic. Суть этой системы сводится к следующему.

1. В прицепном комбайне отсутствует решетная очистка, поэтому смесь половы и зерна задувается вентилятором в циклон, а из него эта



смесь направляется в прицеп, который отвозится трактором на ферму для дальнейшей очистки.



Рисунок 2 – Стационарная система МакЛеода для очистки зерна от половы

2. Солома укладывается в валок после комбайна. Оценка этого варианта поточной технологии МакЛеода проводилась Институтом механизации Прерий в Саскачеване. Результаты испытаний показали, что по общим затратам энергии она чуть уступает двухфазной технологии уборки (скашивание в валок и обмолот комбайном с подборщиком). Это вызвано тем, что полевой агрегат достаточно энергоемкий, где нужно не только буксировать прицепной комбайн, но производить обмолот.

Зато по прибыльности такая технология заманчива, уступая лишь прямому комбайнированию, что объясняется одновременным вывозом зерна и ценной половы, а также малыми затратами энергии на стационарной очистке.

**Второй вариант** поточной технологии МакЛеода предусматривает скашивание всей хлебной массы и укладку ее в валок прицепной валковой жаткой. Затем этот валок прессуется рулонным прессом в рулоны (смесь соломы, половы и зерна) и перевозятся на ферму (рисунок 3).

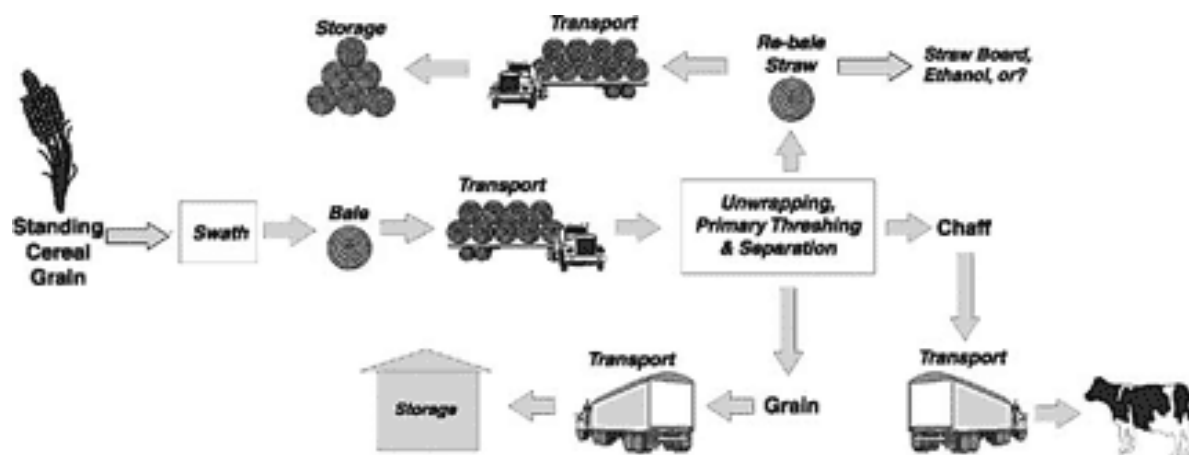


Рисунок 3 – Поточная технология МакЛеода  
с прессованием хлебной массы в поле

На ферме рулон разматывается специальным размотчиком и за счет этого равномерно подается в стационарную молотилку с электроприводом. Обмолоченный продукт разделяется на три фракции: зерно, полову и солому. Зерно отвозится в хранилище, полова складывается вблизи животноводческой фермы, а солома снова прессуется в рулоны и отправляется покупателям на производство кормовых дрожжей или этанола. По расчетам Института РАМІ (институт механизации Прерий) несмотря на повторное прессование в рулоны этот вариант технологии один из самых прибыльных, т.к. исключаются потери всех трех составляющих урожая.

**Третий вариант** технологии МакЛеода отличается от второго только лишь тем, что солома после обмолота на стационаре не прессуется в рулоны, а скирдуется на ферме, что существенно снижает затраты.

Очевидно, что по эффективности этот вариант более прибылен, но он приемлем только лишь в случае возможности использования всей соломы на этой же ферме, т.е. перерабатывая солому в качественный корм там же или используя часть ее на подстилку животным.

## В. Технологии уборки с очесом колосьев и метелок

Действительно любой самый современный комбайн можно лишь с большой натяжкой назвать зерноуборочным, фактически через него проходит 70% и только лишь 30% (по весу) зерна. При традиционной технологии уборки урожая на срезание стеблей растений, их транспортировку, деформирование при обмолоте и сепарацию затрачивается большая часть энергии, а следовательно, и топлива, на котором работает зерноуборочный комбайн. После среза и обмолота зерно смешивается в комбайне с соломистыми продуктами, на разделение которых затрачивается основная работа комбайна. В процессе этого разделения (сепарации) теряется часть зерна.

Таким образом, мы производим бессмысленную работу смешиваем затем с трудом и потерями разделяем.

Сегодня одним из действительно эффективных вариантов, благодаря которому можно добиться существенного повышения производительности уборочных машин, является оснащение комбайнов очесывающими жатками.

История комбайнов начинается с очесывающих гребней, описанных еще в I веке н.э. Плинием Старшим, затем колосоуборка получила свое развитие в начале 20-го века в Австралии и более современные колосоуборочные комбайны экспортировались из Австралии в Южную Африку и Аргентину. Это объясняется агроклиматическими условиями, где произрастает относительно выравненный хлебостой и практически отсутствуют сорные растения, забивающие гребни.

В настоящее время колосоуборка получила новый импульс на базе исследований казахстанских, российских, украинских и британских ученых (3).

Были созданы очесывающие жатки «Озон» (Россия), «Славянка» (Украина) и «Shelbourne Reynolds» (Великобритания).

Исследование поточной технологии уборки всего урожая методом очеса на корню проводилось Институтом РАМІ (Канада) [4, 5] рисунок 4.

При этом способе уборки колосья очесываются жаткой и практически более 80% зерна обмолачивается гребнями, затем эта смесь зерна, недомолоченных колосьев и половы, вентилятором, установленным на жатке направляется в прицеп, который по мере заполнения отвозится на стационар, где небольшая молотильно-сепарирующая установка домолачивает эту смесь и очищает зерно от мякины. Оставшаяся в поле стоящая солома скашивается валковой жаткой и прессуется в рулоны. Для Северного Казахстана и Канады более приемлемо оставлять высокую стерню в поле, что дает синергетический эффект – накопление влаги, сохранение почвы от ветровой эрозии и экономию энергии и труда при применении “нулевой технологии”. В этом случае экономика такой технологии наиболее эффективна.

Очевидно, что применение колосоуборочных жаток на традиционных комбайнах не рационально, т.к. пропускать через высокопроизводительные молотильно-сепарирующие устройства практически полностью вымолоченную массу не имеет смысла. Даже при прямом комбайнировании необходимо создавать комбайн с менее мощным молотильным устройством и предварительной сепарацией зерна до молотилки. Стоимость обмолота и сепарации на стационаре составляет только лишь 7% от всех затрат на уборки зерновых.

Уборка стриппером-хедером эффективна в плане экономии энергии, а также сокращает время уборки, но проблема заключается в том, что очес производится не совсем эффективно при уборке масличных культур, имеющих мелкие семена, а также бобовых, где плохо отрываются стручки.

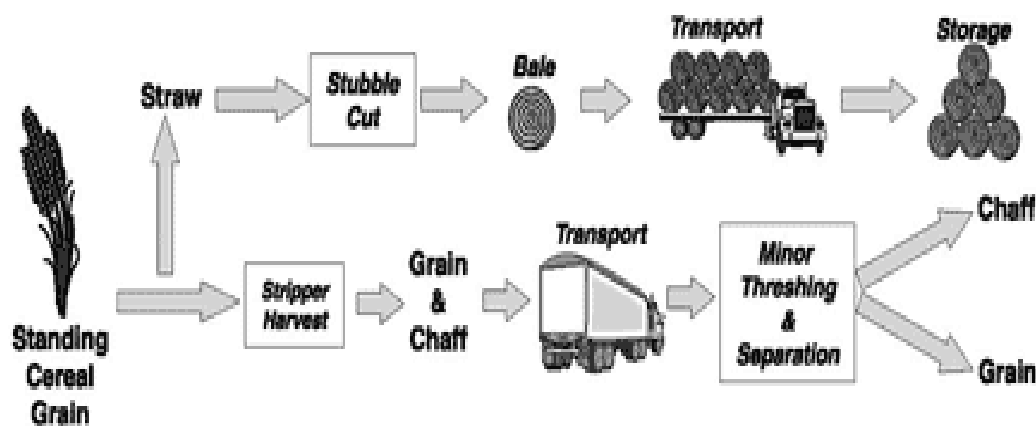


Рисунок 4 – Технология уборки всей хлебной массы с очесом колосьев в поле

Если скашивать солому после очеса валковой жаткой и прессовать в рулоны это будет самая дорогостоящая часть процесса, если же оставлять прямостоящую солому в поле, то это будет экономически самая эффективная технология, правда, РАМІ оценивает потери за очесывающей жаткой на уровне 6%, но здесь необходимо учитывать последующий агроэкономический эффект от «нулевой технологии».

На современном этапе очесывающие жатки серийно выпускаются под тремя брендами: самая совершенная «Shelbourne Reynolds», ее российский аналог – Пензенская «Озон», двухроторная Харьковская «Славянка» и аргентинская «Maizco» (реплика Shelbourne).

На рисунке 5 изображена жатка «Shelbourne Reynolds», на котором видно, что основным рабочим органом является очесывающий ротор, имеющий восемь рядов гребней, вращающихся в направлении, противоположном для традиционного мотовила. Скорость вращения ротора с гребнями, регулируемая из кабины оператора комбайна, в диапазоне от 470 до 775 об/мин. Принцип работы очесывающих жаток заключается в следующем.

Стебли с колосьями изгибаются расположенным перед ротором щитком, что дает возможность всем колосьям находиться примерно на одном уровне. Затем этот слой хлебной массы прочесывается гребнем, отрывая колосья от стеблей. Нами изучался этот процесс, и было выявлено, что сила связи колоса со стеблем существенно меньше силы связи стебля с почвой, что дает гарантию отрыва колоса от стебля. При такой интенсивности очеса одновременно происходит обмолот колосьев – ротором вымолачивается до 80% зерна, которое вместе с половой подается на транспортирующий шнек, а затем в наклонную камеру комбайна или в прицеп для транспортировки на стационар.



Рисунок 5 – Жатка Shelbourne для очеса колосьев зерновых культур

Производственные испытания очёсывающих жаток в США, Канаде, Европе и России показали возможность даже при ширине захвата жатки 12,6 метра увеличить скорость движения комбайна в 2 раза до 6-10 км/ч, что, в свою очередь, сокращает сроки уборки и уменьшает потери зерна осыпанием, а кроме того сокращается комбайновый парк.



Рисунок 6 – Гребень колосоуборочного комбайна «Shelbourne»

Гребенки изготавливаются штамповки из нержавеющей стали. На рисунке 6 показан элемент гребня для колосовых культур. Для масличных и риса гребни существенно отличаются.

Эти жатки могут навешиваться на практически все модели комбайнов.

На рисунке 7 показана очесывающая колосоуборочная жатка на комбайне Джон Дир. Для российских и белорусских комбайнов нужен специальный адаптер для навески. Более того, учитывая, что нагрузка на сепарирующую часть возрастает, а соломотряс остается не загруженным, необходима другая технологическая конструкция комбайна. Например, вместо соломотряса установить дополнительную решетную очистку, уменьшить мощностные и геометрические размеры молотильного барабана. То есть это будет уже совершенно другой комбайн.

Влажная, полеглая, спутанная и прочная, содержащая большое количество кремния рисовая солома не поступает в молотилку комбайна, значительно облегчая его работу и снижая потребляемую мощность.



Рисунок 7 – Общий вид жатки Shelbourne Reynolds для колосовых культур

Основным отличием рисоуборочной жатки от колосоуборочной является форма рабочей щели между пальцами, имеющими пространственные ребра жесткости, более мощный механизм ротора и привода. Учитывая, что влажность соломы на рисовых полях обычно в разы превышает влажность зерна, уборку можно начинать значительно раньше, что позволяет избежать потерь осыпанием. Кроме того исключается забивание шнека, наклонной камеры и молотильного барабана длинной, прочной солоистой частью урожая риса.



Рисунок 8 – Очесывающие пальцы жатки Shelbourne Reynolds для метелочных культур

Сама рисоочесывающая жатка RSD фирмы «Shelbourne Reynolds» показана на рисунке 9. Следует отметить, что рис в Казахстане возделывается в предельных по температурным характеристикам условиях, имеет позднее созревание, что зачастую вынуждает убирать рис раздельным способом при высокой влажности. Очесывающие жатки позволят убирать рис как в Кзыл-Ординской области, так и в Каратайском районе Алматинской намного раньше традиционно сложившихся сроков, что облегчит организацию уборочных работ и снизит потери урожая.



Рисунок 9 – Рисовая очесывающая жатка RSD Shelbourne Reynolds

Вместе с тем следует учитывать, что эти очесывающие жатки рассчитывались и испытывались на чистом хлебостое западных стран. Как поведет себя такая жатка на казахстанских засоренных хлебах могут показать только лишь испытания. В Казахстане Садыковым Ж. делались попытки испытаний очесывающей жатки «Озон», являющейся не лучшей версией британской Shelbourne Reynolds, но пока что делать какие-либо выводы рано. Вместе с тем производственная эксплуатация таких жаток в Центральной России компанией «Интеко» показали, что эти колосоуборочные жатки могут работать на не самых свободных от сорняков полях. Это обнадеживает.

Следует отметить, что даже самые лучшие очесывающие жатки «Shelbourne Reynolds» допускают потери не вычесанным зерном до 6%, а если убирать зерновые на засоренных полях с разной высотой хлебостоя, то потери будут еще выше. Поэтому для Северных регионов Казахстана нами разработана жатка для формирования стерневых кулис, представляющая собой симбиоз обычной валковой жатки и очесывающей (рисунок 10).



Рисунок 10 – Кулисная жатка для Северного Казахстана

Очесывающая часть представляет собой наклоняющийся винтовой бита и гребенку, что позволяет оставлять высокую стерневую кулису, которая задерживает снег зимой и защищает почву от ветровой эрозии. Потери за такой жаткой не превышают 1%. Но это всего лишь альтернатива, не решающая принципиальных проблем зерноуборки, которые мы ожидаем от более совершенных очесывающих аппаратов.

### Заключение

1. Прорывы в биотехнологии показывают, что все компоненты выросшего урожая – не только зерно, но и солома и полowa представляют ценность как сырье для кормовой промышленности, так и сырье для производства биоэтанола. В этой связи экономическую эффективность убо-

рочных технологий необходимо оценивать по суммарно произведенному продукту как зерна, так и солоистой части.

2. В странах, имеющих аналогичные с Казахстаном агроклиматические условия, проводятся масштабные исследования по созданию поточных технологий с обмолотом и сепарацией хлебной массы на стационаре. Такие технологии имеют перспективы применения и в Казахстане.

3. Одним из наиболее революционных направлений, могущих радикально изменить технологии уборки зерновых культур, является очес колосьев на корню. Такой способ уборки дает возможность радикально повысить производительность комбайна, снизить потери зерна при уборке, а для Северного Казахстана оставлять высокую стерню для «нулевой технологии». К сожалению, даже лучшие образцы этих машин имеют потери зерна не ниже 6%. Происходит их дальнейшее совершенствование.

4. Учитывая особенности казахстанского хлебопосева, нами рекомендуется альтернативная симбиозная жатка, которая скашивает хлеба на низком срезе, а в центральной части ее имеет очесывающий аппарат для оставления стерневых кулис, что позволит выдержать уровень потери в пределах, допустимых агротребованиями.

### Литература

1. Canada: Grains and Oilseed Outlook, 2009-03-06/ISSN1496-967X.
2. Пенкин М.Г. Новые технологии уборки зерновых культур. – Алматы: Кайнар, 1988.
3. Джамбуршин А.Ш. Колосоуборочные машины и механизмы. – Алматы: Кайнар, 1977.
4. Deb Sutton. PAMI Technical Report (RH1196), 2005.
5. S.Sokhansanj et al, Analysis of five simulated straw harvest scenarios, Canadian Biosystems Engineering, volume 50, 2008.

***Dzhamburshin A.Sh., Turymbetova G.D., A.A. Anayatov, Elekenova Z.S.***

### PERSPECTIVE TECHNOLOGIES OF CLEANING GRAIN CROPS

In this article the modern directions of cleaning of grain crops and use the solo-mistyk of products of a crop are described. Authors state such perspective directions of cleaning as line, a kolosouborka and technology of leaving erased-nevykh a slip



УДК [631.171:(63:54)]:[(470):(476):574]

*Евстропов А.С., канд. экон. наук, зав. отделом ФГБНУ ВНИМС,  
г. Рязань, РФ*

## **РАЗВИТИЕ ПРОИЗВОДСТВА ИМПОРТОЗАМЕЩАЮЩИХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ МЕХАНИЗАЦИИ АГРОХИМИЧЕСКИХ РАБОТ В СТРАНАХ ЕВРАЗИЙСКОГО ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОЮЗА**

*Рассмотрена проблема импортозамещения машин и оборудования для механизации агрохимического обеспечения сельскохозяйственного производства в Республике Беларусь. Предложено на основе белорусского опыта объединить усилия ученых России, Казахстана и Беларуси в создании подсистемы технических средств для агрохимических технологий стран Евразийского экономического союза*

В последние годы активизировались процессы экономической интеграции на постсоветском пространстве, успешно функционирует союз России и Беларуси, с 1 января 2015 года начал работать Евразийский экономический союз (ЕАЭС), созданный Россией, Казахстаном и Беларусью. На повестку дня поставлены вопросы взаимодействия промышленности и сельского хозяйства этих стран, развития единого рыночного пространства. В аграрной сфере обеспечение продовольственной безопасности во многом зависит от развития инновационных агротехнологий, технического перевооружения сельскохозяйственного производства. В странах ЕАЭС действуют утвержденные программы развития национальных агропромышленных комплексов:

«Государственная программа устойчивого развития села на 2011-2015 годы», утвержденная Указом Президента Республики Беларусь от 1 августа 2011 года № 342;

«Государственная программа развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия на 2013-2020 годы», утвержденная постановлением Правительства Российской Федерации от 14 июля 2012 года № 717(в ред. Постановления Правительства Российской Федерации от 19 декабря 2014 г. № 1421);

«Программа развития агропромышленного комплекса на 2013-2020 годы – «Агробизнес-2020», утвержденная постановлением Правительства Республики Казахстан от 18 февраля 2013 года № 151.

Эти документы, принятые до создания ЕАЭС, не учитывали задач развития интеграционных процессов и создания единого рыночного пространства стран союза, поэтому в настоящее время становится необходимой научная проработка проблем формирования единого рыночного пространства с учетом особенностей отдельных отраслей эконо-

мики и необходимости обеспечения импортозамещения и продовольственной безопасности.

В настоящей статье сделана попытка рассмотреть вопросы интеграции в сфере агрохимического обеспечения сельского хозяйства стран ЕАЭС. Актуальность этого вопроса объясняется тем обстоятельством, что наукой и практикой доказано: урожайность сельскохозяйственных культур на 40% зависит от применения удобрений, а использование средств защиты растений, по оценкам Всемирной продовольственной организации (ВПО), позволяет снизить потери урожая из-за болезней и вредителей сельскохозяйственных растений на 30-35%.

В настоящее время проблемами научного обеспечения процессов механизации агрохимического обслуживания сельского хозяйства занимаются в России – Всероссийский НИИ механизации (ВИМ), Всероссийский НИИ механизации и информатизации агрохимического обеспечения сельского хозяйства (ВНИМС); в Беларуси – Научно-практический центр по механизации сельского хозяйства; в Казахстане – Казахский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства. Как отмечается в работе [1], в разработанной под руководством ВИМа «Системе машин и технологий для комплексной автоматизации производства продукции растениеводства на период до 2020 года» подсистема агрохимического обеспечения представлена межотраслевыми адаптерами: Р-АТ-2 – внесение удобрений и Р-АТ-3 – защита растений от вредителей, болезней и сорняков. Для технологий основного внесения удобрений (осенью), подготовки семян, посева и ухода за растениями представлен ограниченный типаж технических средств, часть которых морально устарела и производство их прекратилось. В этой связи в работе [2] обосновывается необходимость формирования банка данных подсистемы технологий, машин и оборудования для механизации агрохимических работ на основе ресурсо- и энергосберегающих инновационных технологий. ВНИМСом уже начаты исследования и разработки по указанной проблеме. Налаживаются научно-технические связи с учеными Беларуси и Казахстана. В 2014 году заключены соглашения о сотрудничестве ВНИМСа с НПЦ по механизации сельского хозяйства национальной академии наук Белоруссии и Казахским НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства. Особенно успешно проблема механизации агрохимических процессов решается в Республике Беларусь, где государство оказывает серьезную поддержку науке и промышленности в создании импортозамещающих приоритетных комплексов системы машин для механизации растениеводства.

До распада СССР Беларусь производила 12-15% сельскохозяйственной техники от потребной республике номенклатуры. Остальные машины завозились из России, Украины и других государств. После

приобретения независимости Республикой Беларусь была поставлена долгосрочная задача технического обеспечения сельского хозяйства собственными силами. Проблема импортозамещения решалась в 1991-2005 гг. в рамках государственных научно-технических программ, а в 2006-2010 гг. и 2011-2015 гг. в соответствии с национальной системой машин для сельского хозяйства Беларуси. В работе [3] авторы отмечают, что в структуре энергетических затрат сельского хозяйства мира удобрения составляют от 45 до 57%, в Беларуси доля энергозатрат минеральных удобрений в растениеводстве достигает 41,4%. Именно поэтому комплексы машин для применения средств химизации включены в специальную «Систему машин для применения удобрений, известковых материалов и пестицидов на 2010-2012 годы», которая была утверждена Минпромом, Минсельхозпродом Республики Беларусь и Национальной академией наук 7 июля 2009 года. В ходе ее реализации заводом «Бобруйскагромаш», ОАО «Мекосан» и НПЦ НАН Белоруссии по механизации сельского хозяйства освоено серийное производство машины для внесения твердых минеральных удобрений МТТ-4У; подкормщика штангового РШУ-12; распределителя минеральных удобрений РУ-7000; типоразмерного ряда навесных рассеивателей минеральных удобрений РУ-1000 (грузоподъемностью до 1 тонны); РУ-1600 и РУ-3000 (грузоподъемностью 1,6 и до 3 тонн, соответственно); машины для внесения жидких минеральных удобрений АПЖ-12; двух принципиально новых машин для транспортировки и внесения известковых материалов (прицепная МШХ-9 и самоходная МХС-10). Для дифференцированного внесения всех видов твердых минеральных удобрений как основными, так и подкормочными дозами создана машина штанговая МШВУ-18.

Таким образом, в Республике Беларусь практически решена проблема импортозамещения по технике для механизации агрохимических работ. Этот опыт может быть положен в основу при формировании рынка этих видов машин в сельском хозяйстве стран Евразийского экономического союза.

Вопросы тесного сотрудничества с наукой в решении вопросов механизации растениеводства Республики Казахстан на основе современных агротехнологий были подробно рассмотрены на «круглом столе», организованном Костанайским филиалом Казахского НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства [4], в работе которого приняли участие руководители хозяйств, заводов сельхозмашиностроения, представители министерства сельского хозяйства Казахстана, управлений сельского хозяйства ряда областей, ведущие ученые. В процессе обсуждения основного вопроса – нужны ли сельскому хозяйству республики отечественные разработки, есть ли смысл вкладывать денежные средства в реконструкцию НИИ по механизации сельского хозяйства или же

сделать упор на закупки импортных машин и оборудования – было высказано единодушное мнение сельхозтоваропроизводителей, промышленных предприятий, ученых и специалистов министерства сельского хозяйства Казахстана о необходимости комплексного взаимодействия науки, промышленности и сельского хозяйства в развитии отечественного сельхозмашиностроения, опираясь на опыт и тесное сотрудничество с Беларусью и Россией. В этой связи представляется необходимым на страницах журнала «Международная агроинженерия» организовать широкое обсуждение проблемы формирования подсистемы машин и оборудования для механизации агрохимического обеспечения сельскохозяйственного производства Евразийского экономического союза.

Представляется целесообразным на первом этапе оценить совокупную потребность указанных стран в перечисленной выше технике и освоить совместное производство на свободных мощностях заводов сельхозмашиностроения Беларуси, России и Казахстана. На втором этапе необходимо, на наш взгляд, научным организациям, указанным в начале настоящей статьи, уточнить типоразмерный ряд перспективных машин и оборудования для агрохимического обеспечения с учетом особенностей инновационных агротехнологий стран ЕАЭС, организовать их проектирование и постановку на производство с высокой степенью локализации в целях удешевления стоимости этой техники для сельскохозяйственных товаропроизводителей и обеспечения продовольственной безопасности ЕАЭС.

### **Литература**

1. Рычков В.А. О формировании современной подсистемы машин и оборудования для агрохимического обеспечения сельскохозяйственного производства //Техника и оборудования для села. – 2015. – №3. – С. 5-7.
2. Сорокин Н.Т., Сорокин К.Н. О проблеме эффективности внедрения средств механизации агрохимического обеспечения сельхозтоваропроизводителей //Сб. науч. тр. по материалам заочной международной научно-практической конференции «Проблемы механизации агрохимического обслуживания сельского хозяйства: (г.Рязань, ФГБНУ ВНИМС, 15 декабря 2014 г.). – Рязань: ФГБНУ ВНИМС, 2014. – С. 7-12.
3. Степук Л.Я. Создание и освоение импортозамещающих приоритетных комплексов системы машин для механизации технологических процессов в земледелии Республики Беларусь /Л.Я. Степук, С.А. Казаченок, В.Г. Самосюк; Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр национальный академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства. – Минск, 2011.

4. Анисимов Н.Г. Тесное сотрудничество с наукой – необходимая потребность сельхозтоваропроизводителей в современных условиях //Международная агроинженерия. – 2014. – Вып. 3. –С. 85-89.

*Evstropov A.S., edging. экон.наук, manager. department of FGBNU  
VNIMS, Ryazan, Russia*

**DEVELOPMENT OF PRODUCTION OF THE IMPORT-  
SUBSTITUTING TECHNICAL MEANS FOR MECHANIZATION  
AGROCHEMICAL WORKS IN THE COUNTRIES EUROASIAN  
ECONOMIC UNION**

The problem of import substitution of cars and the equipment for mechanization of agrochemical providing agricultural production in the Republic of Belarus is considered. It is offered to combine on the basis of the Belarusian experience efforts of scientists of Russia, Kazakhstan and Belarus in creation of a subsystem of technical means for the agrokhimiche-skikh of technologies of the countries of the Euroasian economic union

УДК 631.358:633.511

**Спеваков Р., к.т.н., ст. научн. сотрудник,**  
*Институт механизации и электрификации сельского хозяйства,*  
*Узбекистан*

## **К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ ПОЛНОТЫ СБОРА И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ХЛОПКОУБОРОЧНОЙ МАШИНЫ**

*Определены основные предуборочные приемы подготовки полей, позволяющие в необходимые сроки качественно подготовить хлопчатник к механизированному сбору. Описывается прежняя технология уборки хлопка-сырца с теми показателями, которые были заложены в её основу. Представлены сегодняшние критерии оценки собираемого хлопка, позволяющие в условиях образовавшихся фермерских хозяйств дать возможность им рационально построить процесс уборки с получением экономического эффекта. Представлен вариант технологии уборки урожая хлопка-сырца, когда хлопкоуборочные машины используются в двух заездах, непосредственно следующих друг за другом, причем второй заезд осуществляется на скорости машины большей, чем при первом заезде. Полученные данные дают возможность выбрать оптимальную технологию уборки хлопка. Приведены выводы, показывающие преимущества рекомендуемой технологии уборки в сжатые сроки с высокой полнотой сбора*

В хлопководстве значительную часть всех работ занимает уборка выращенного урожая. Уборочный период растягивается на 40 и более дней, что влечет за собой значительные материальные издержки.

В последнее время сельское хозяйство перешло на рыночные отношения. В такой ситуации наиболее важной является разработка такой технологии уборки урожая хлопка, которая удовлетворяла бы хозяйства с точки зрения сокращения уборочного периода, повышения полноты сбора без ухудшения качества собираемого урожая.

В этой связи целесообразна разработка такой технологии предуборочной подготовки и уборки урожая, при которой существующая вертикально-шпиндельная машина стабильно показывала бы свои максимальные возможности, что положительно отразилось бы на конечных результатах.

Основными предуборочными приемами подготовки полей являются чеканка и дефолиация. Своевременно и правильно проведенная чеканка хлопчатника способствует сокращению опадения бутонов и завязей, образованию полноценных коробочек, увеличению их веса, значительной прибавки урожая. Наибольшая прибавка урожая от чеканки получается тогда, когда на кустах имеется от 12 до 16 плодовых ветвей (по срокам это находится в период 15 июля-10 августа) [1].

Проведение дефолиации (обезлиствление) кустов хлопчатника до созревания коробочек в ранние сроки приводит к снижению общего урожая. Более поздние обработки, когда среднесуточная температура снижается до 15° и ниже, не обеспечивают достаточно полного опадения листьев. При

среднесуточной температуре 17° развитие коробочек ослабевает, а при 13° прекращается.

Осуществление процесса дефолиации в период с более высокой и стабильной среднесуточной температурой воздуха оказывает благоприятное действие на процесс обезлиствления хлопчатника. К этому времени на кустах уже имеется 55-60% раскрытых коробочек и дефолиация не сможет оказать отрицательного влияния на накопление урожая. К этому периоду отложения клетчатки в волокне уже закончились, поэтому такие показатели как разрывная нагрузка и метрический номер не снижают своих значений, а значит и технологических качеств волокна.

Раньше узаконенная ГОСТом технология уборки [2] предусматривала проведение первого машинного сбора при 55-60% раскрытых коробочек, второго сбора – при дополнительном раскрытии 25-30% коробочек, а затем через 10-12 дней – сбор остатков урожая куракоуборочной машиной. За показатель качества был принят единственный показатель – абсолютная разрывная нагрузка одиночного волокна, которая свойства и прочность вырабатываемой пряжи не определяет.

Сегодняшняя оценка, исходящая из того, что главным владельцем хлопка-сырца является фермерское хозяйство, устанавливает, что чистый сухой хлопок – это повышенный выход волокна, а грязный влажный хлопок – это потери части волокна, повышенные затраты на сушку и очистку.

В нынешнем стандарте понижен один из оценочных показателей – коэффициент зрелости, что переориентирует начало первого сбора проводить при более высоком раскрытии коробочек [3].

Поэтому при достижении опадения листьев порядка 90% и раскрытия 85% коробочек приступают к машинному сбору. Его осуществляют за два следующих друг за другом заезда прогрессивной преимущественно вертикально-шпиндельной хлопкоуборочной машиной [4]. Для того чтобы максимально больше собрать хлопка с кустов и сократить уборочный период непосредственно за первым заездом машины осуществляют второй, но в направлении противоположном первому.

При втором заезде кусты входят в аппарат ориентированными своей противоположной стороной, что улучшает процесс сбора ввиду переформирования коробочек и более благоприятного расположения части из них для извлечения хлопка шпинделями.

Сбор остатков урожая может быть осуществлен или вручную, или куракоуборочной машиной (если на кустах более 2,1 ц/га), заезд которой осуществляется после второго прохода хлопкоуборочной машины [5], или путем измельчения стеблей хлопчатника вместе с оставшимися позднозавязавшимися зелеными коробочками.

Показатели различных технологий уборки хлопка-сырца машинами представлены в таблице.

Таблица – Показатели различных технологий уборки хлопка-сырца машинами

| Операции и машины                                          | Вариант, значения показателей |      |      |      |
|------------------------------------------------------------|-------------------------------|------|------|------|
|                                                            | 1                             | 2    | 3    | 4    |
| Селекционный сорт                                          | Наманган-77                   |      |      |      |
| Одноразовый сбор за два прохода хлопкоуборочной машиной, % |                               |      | 83,3 |      |
| 1 сбор                                                     | 49,5                          | 53,5 |      | 74,5 |
| 2 сбор                                                     | 22,2                          | 24,4 |      |      |
| Всего:                                                     | 71,7                          | 77,9 | 83,3 | 74,5 |
| Собрано куракоуборочной машиной, %                         | 16,7                          | 14,0 | 10,1 | 16,2 |
| Собрано при ручной зачистке, %                             |                               |      |      |      |
| - с кустов                                                 | 3,5                           | 2,5  | 2,4  | 3,5  |
| - с земли                                                  | 8,1                           | 5,6  | 4,2  | 5,8  |
| Всего:                                                     | 11,6                          | 8,1  | 6,6  | 9,3  |
| Уровень механизации, %                                     | 88,4                          | 91,9 | 93,4 | 90,7 |
| Урожайность, ц/га                                          | 31,1                          | 30,6 | 30,6 | 30,8 |

В вариантах 1 и 2 раскрывшиеся коробочки убирались за два механизированных сбора с интервалом 10-12 дней, в варианте 3 – сразу за два прохода машины (туда и обратно), в варианте 4 – за один проход хлопкоуборочной машины.

Первоначальная уборка начиналась:

- при раскрытии 60% коробочек – вариант 1;
- при раскрытии 70-75% коробочек – вариант 2;
- при раскрытии 85-90% коробочек – варианты 3 и 4.

Анализируя полученные данные, можно констатировать, что если осуществляется одноразовый сбор за два следующих друг за другом прохода хлопкоуборочной машины (туда и обратно), то общее количество собираемого хлопка составляет 83,3%. За второй механизированный сбор собирается 22,2% (вариант 1) и 24,4% (вариант 2) урожая, что составляет 6,9-7,5 ц/га.

Осуществляя одноразовый сбор при раскрытии 85-90% коробочек, собираем 79,5 % (22,9 ц/га) урожая.

Куракоуборочной машиной собрано 10,1-16,7 % (3,1-5,2 ц/га), причем наибольшее количество его собрано в вариантах однократного и двукратного сборов с ранним (при 60 % раскрытии) заездом машины.

Следует отметить, что к моменту работы куракоуборочной машины в среднем на каждом кусте осталось 1,2 зеленых коробочек, средний вес которых составил 3,3 гр. Их наличие усложнило очистку собранного вороха, приводило к забоям ворохоочистителя. Меньше всего хлопка на земле осталось в варианте 3 (1,3 ц/га).



Качественные показатели собранного хлопкоуборочными машинами хлопка показывают, что засоренность его при первом заезде не превышала 10%, что позволило относить хлопок к более высокому классу внутри получаемого сорта (второй класс для 1 и 2 сортов по стандарту для машинного сбора).

В настоящее время куракоуборочные машины заводом не выпускаются. Поэтому был проведен специальный опыт по технологии сбора хлопка только хлопкоуборочной машиной. Установлено, что за счет оптимальной скорости уборочного аппарата и поступательной скорости машины при втором заезде больших, чем при первом заезде, количество летучек хлопка, остающихся на кусте после первого заезда, извлекается шпинделями лучше, что повышает полноту сбора. Лучшие результаты получаются, когда опережение барабана (отношение окружной скорости шпиндельного барабана к скорости трактора) составляет 1,3-1,6.

Хлопкоуборочная машина, собирающая хлопок при первом заезде со скоростью 3,8 км/ч, а при втором – со скоростью 5,0 км/ч собирает за два прохода 92,0% хлопка, что выше, чем при сборе хлопка на обоих заездах с одинаковой скоростью.

Сбор остатков урожая может быть использован при пропуске корчевателя-измельчителя сразу после прохода хлопкоуборочной машины. Измельчают и разбрасывают по полю стебли хлопчатника вместе с оставшимися позднозавязавшимися зелеными коробочками низкого качества, а затем запахивают для улучшения плодородия почвы.

Проведенными работами установлено, что испытанный способ позволяет завершить уборочные работы за 15-18 дней, повысить полноту сбора хлопка уборочным аппаратом и производительность (за счет увеличения скорости), своевременно подготовить почву под посев последующих культур.

### Выводы

1. Апробированная технология уборки хлопка обеспечивает повышение полноты сбора уборочным аппаратом за два заезда на 1,5-2%.
2. Уборочный период сокращается на 12-15 дней, обеспечивая освобождение поля от остатков урожая гарантированно к середине октября.
3. За счет проведения второго заезда хлопкоуборочной машины с большей скоростью производительность машины повышается на 3,5-5%.

### Литература

1. Ф.А.Соколов. Агрономические основы комплексной механизации хлопководства. – Ташкент: ФАН, 1977.
2. ГОСТ 22587. Машины хлопкоуборочные. – М., 1991.
3. УзРСТ 615-94. Хлопок-сырец. – Ташкент, 1994.

4. Р. Спевиков, М. Аугамбаев, С. Усаров. Способ уборки урожая хлопка. Патент РУз № 5615.

5. Р. Спевиков, Н. Куламетов, М. Аугамбаев. Способ уборки урожая хлопка. Патент РУз № 2893.

***RJ. Spevakov*** - *Candidate of technical science, senior research worker, (Scientific research institute of mechanization and electrification of agriculture of the Republic of Uzbekistan*

### **TO THE QUESTION OF RAISING PICKING PLENITUDE AND PRODUCTIVITY OF COTTON-PICKING MACHINE**

There have been determined the main preharvesting ways of fields preparation allowing in necessary time to prepare cotton for mechanized picking. It has been described the previous technology of raw cotton picking with the indexes which were put into its base. There have been produced today's mark criterions of picking cotton, allowing in conditions of formed farming to give the opportunity to build up the process of harvesting rationally with getting the economic effect. There has been produced the version of raw cotton harvesting when cotton picking machines are used in two laps directly followed one after another accomplishing the second lap at the higher speed comparing with the first one. The obtained facts give the opportunity to choose the optimum technology of cotton-picking. There have been listed conclusions of recommended technology of cotton-picking in condensed time and with high picking plenitude.

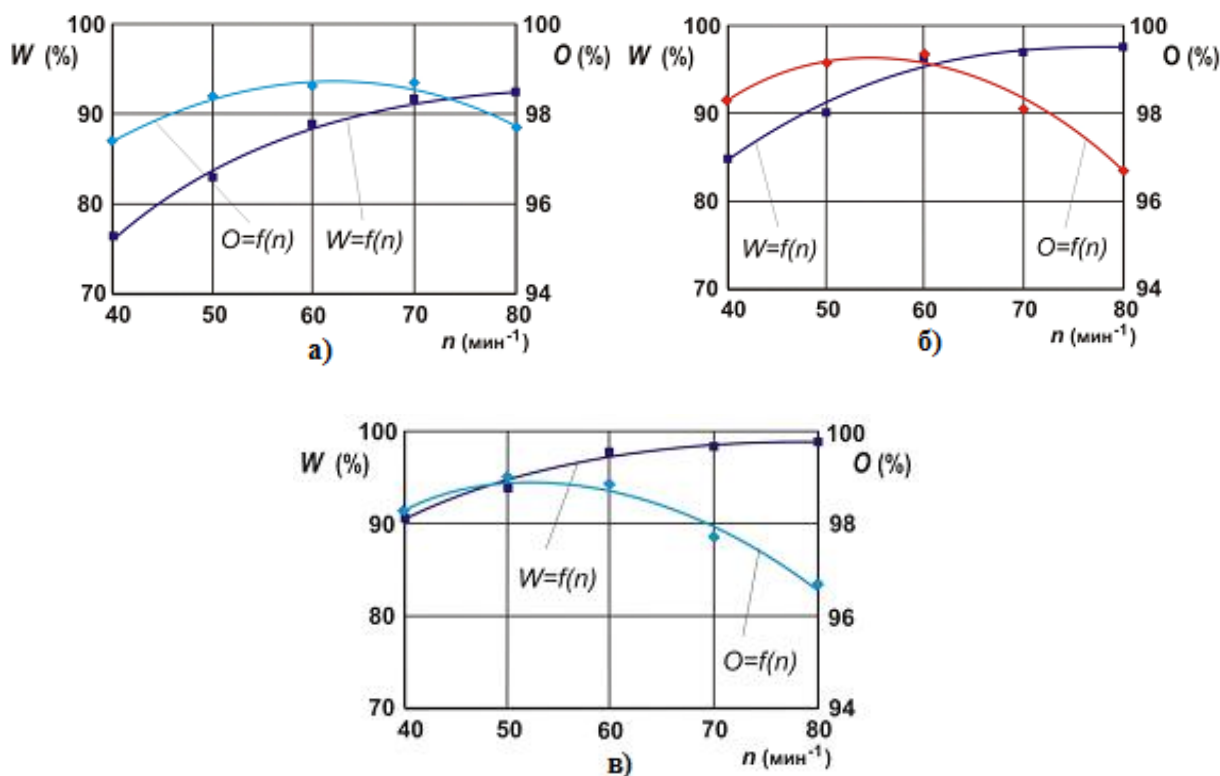
УДК 631.362.3

*Ли А., к.т.н., доцент, Алланиязов С., к.т.н., ассистент,  
Ибрагимова Х., ассистент, Мирнигматов Б., ассистент,  
Ташкентский институт ирригации и мелиорации, г. Ташкент*

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ДОЗАТОРА СОРТИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА СЕМЯН ЛЮЦЕРНЫ

В данной статье рассматриваются результаты некоторых экспериментальных исследований дозатора сортирующего устройства семян люцерны. В частности исследования по определению диаметра, частоты вращения и углов наклона скатной доски и начала контакта семян с поверхностью диэлектрического барабана

На технологический процесс дозирования семян наибольшие влияния оказывают диаметр и частота вращения дозирующего барабана. Оптимальный диаметр дозирующего барабана определялся в зависимости от его частоты вращения. Результаты экспериментальных исследований представлены в виде графиков на рисунке 1.



W – выход семян посевной фракции; O – эффективность очистки

Рисунок 1 – Зависимость качества сортирования семян люцерны от частоты вращения дозирующего барабана

Как следует из результатов экспериментальных исследований, с изменением диаметра и частоты вращения дозирующего барабана изменяется выход семян посевной фракции и эффективность очистки от повилки.

Из графиков видно, что независимо от диаметра дозирующего барабана с увеличением частоты вращения увеличивается выход семян посевной фракции, а эффективность очистки в каждом диаметре дозирующего барабана имеет свое максимальное значение. В частности, при диаметре 80 мм и частоте вращения  $70 \text{ мин}^{-1}$  оно равно 98,6%, при диаметре 100 мм и частоте вращения  $60 \text{ мин}^{-1}$  99,3% и при диаметре 120 мм и частоте вращения  $50 \text{ мин}^{-1}$  98,9% (рисунок 1).

Наиболее низкие показатели имеет дозирующий барабан диаметром 80 мм (рисунок 1, а), так как из-за небольшого диаметра его рабочая поверхность не обладает достаточной удерживающей способностью, семена, накладываясь друг на друга, просыпаются, в связи с чем, диэлектрический барабан загружается неравномерно, что снижает качество сортирования.

Применение дозирующего барабана диаметром 120 мм показало удовлетворительные результаты (рисунок 1, в). Снижение эффективности очистки по сравнению с дозатором диаметром 100 мм происходит в основном за счёт того, что в момент контакта семян с диэлектрическим барабаном происходят динамические нагрузки, семена не притягиваются сразу к поверхности, отскакивают от нее и происходит соударение семян, в результате качество сортирования снижается [1].

С увеличением частоты вращений дозирующего барабана от  $40 \text{ мин}^{-1}$  до  $80 \text{ мин}^{-1}$  эффективность очистки семян ухудшается. Незначительное преимущество по очистке семян достигается при диаметре дозирующего барабана 80 мм (рисунок 1, а.). Однако, учитывая низкие показатели данного дозирующего барабана по выходу семян посевной фракции, необходимо регламентирующий параметр – диаметр дозирующего барабана выбрать равный 100 мм (рисунок 1, б.).

Из рисунка 1, а. видно, что при разных диаметрах дозирующего барабана и малой частоте вращения, отделение полноценных семян из семенного вороха ухудшается. Это объясняется тем, что при малой частоте вращения, уменьшается количество соударений семян с рабочим органом устройства, а дозирующий барабан не успевает обеспечивать его семенным ворохом. В результате, полноценные семена получают больше электрических зарядов, и попадают в отходы.

Увеличение частоты вращения дозирующего барабана приводит к многослойному размещению семян на поверхности диэлектрического барабана, в результате чего отходы и семена сорняков не успевают получать электрический заряд, и падают в кондиционные семена.

Таким образом, наиболее эффективное сортирование и качественная очистка семян происходят при использовании дозирующего барабана диаметром 100 мм и частоте вращения  $n=60 \text{ мин}^{-1}$ . Уменьшение или увеличение частоты вращения ведёт к снижению эффективности сортирования и очистки семян.

Исследования по обоснованию угла наклона скатной доски и угла начала контакта семян с поверхностью диэлектрического барабана проводились при диаметре дозирующего барабана 100 мм, при этом глубина желобка составляла 2 мм, а шаг их расположения 4 мм, а частота вращения дозирующего барабана составляла  $60 \text{ мин}^{-1}$ .

Углы наклона скатной доски и начала контакта семян с поверхностью диэлектрического барабана изменяли за счет переноса дозирующего барабана и бункера по горизонтальной и вертикальной оси (рисунок 2).



1 – рама; 2 – бункер; 3 – дозирующий барабан; 4 – скатная доска;  
5 – натирающая щетка; 6 – диэлектрический барабан

Рисунок 2 – Регулировка угла наклона скатной доски и начала контакта семян с поверхностью диэлектрического барабана

Результаты исследований показывают, что качество сортирования семян люцерны достигает максимума при угле наклона скатной доски  $25^\circ$ . При этом выход семян посевной фракции составляет 96,1%, а эффективность очистки 98,9%. В случае уменьшения или увеличения значений указанного угла качество сортирования значительно снижается (рисунок 3).

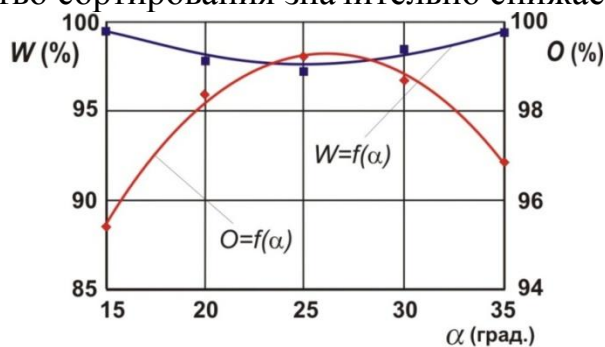


Рисунок 3 – Зависимость качество сортирования от угла наклона скатной доски ( $\alpha$ )

Угол наклона скатной доски обеспечивает плавную подачу семенного материала на поверхность диэлектрического барабана.

При малых его значениях семенной ворох, за счет увеличения сил трения, задерживается на скатной доске, нарушается равномерная подача семян, т.е. нарушается весь технологический процесс работы устройства.

При увеличении угла наклона скатной доски семена слишком быстро перемещаются по скатной доске и при контакте с поверхностью диэлектрического барабана появляется соударение.

В этом случае семена люцерны и повилики не успевают получить электрический заряд и проскальзывают по рабочей поверхности заряженного диэлектрического барабана и отскакивают от неё. В результате чего увеличивается выход семян люцерны в посевной фракции, а также снижается эффективность очистки от повилики.

Исходя из этого, для дальнейших исследований угол наклона скатной доски нами принят равным  $25^\circ$ .

Исследование угла  $\beta$  начала контакта семян с поверхностью диэлектрического барабана имеет важное значение, так как от данного параметра зависит фактор притягиваемости семян к заряженной поверхности диэлектрического барабана (рисунок 4).

Из рисунка 4 видно, что с увеличением угла  $\beta$  от 0 до  $20^\circ$  уменьшается выход семян посевной фракции от 98,8% до 74,8% и эффективность очистки улучшается от 80,3% до 99,2%.

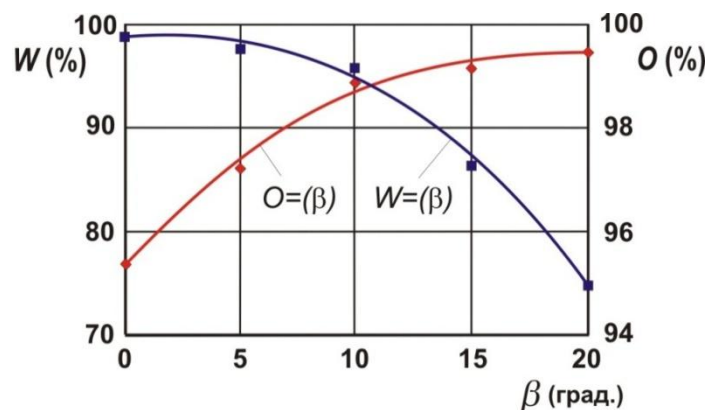


Рисунок 4 – Зависимость качества сортирования семян люцерны от угла начала контакта семян с поверхностью диэлектрического барабана ( $\beta$ )

При дальнейшем увеличении угла  $\beta$  нарушается технологический процесс работы сортировочного устройства, т.е. семена движутся против направления вращения диэлектрического барабана.

Минимальное значение угла  $\beta$  приведет к преждевременному осыпанию семян с поверхности диэлектрического барабана, в результате значительно снижается качество сортирования семян люцерны.

Поэтому для обеспечения качественного сортирования семян люцерны угол начала контакта семян с поверхностью диэлектрического барабана принят равным  $10^\circ$ .

На качество сортирования и очистки семян люцерны значительное влияние оказывают параметры дозатора, определение которых методом однофакторных экспериментов не даёт полной картины воздействия управляемых факторов на технологический процесс.

Поэтому оптимальное сочетание управляемых факторов целесообразно определить методом математического планирования эксперимента [2; 3].

Проведенные экспериментальные исследования работы дозатора, обеспечивающего равномерную загрузку сортирующего устройства, позволили установить следующие конструктивные, кинематические и компоновочные параметры:

- диаметр дозирующего барабана – 100 мм;
- частота вращения дозирующего барабана –  $60 \text{ мин}^{-1}$ ;
- угол установки скатной доски –  $25^\circ$ ;
- угол начала контакта семян с поверхностью диэлектрического барабана –  $10^\circ$ .

Путем априорного ранжирования факторов, были определены наиболее влияющие на технологический процесс сортирования и очистки семян люцерны параметры дозатора (основные управляемые факторы) и уровни их варьирования (таблица 1) [4].

Таблица 1 – Основные факторы и уровни их варьирования

| Наименование факторов                                               | Ед. изм.          | Обозначение |       | Интервал варьирования | Уровни варьирования |     |     |
|---------------------------------------------------------------------|-------------------|-------------|-------|-----------------------|---------------------|-----|-----|
|                                                                     |                   | Натур       | Код   |                       | -1                  | 0   | +1  |
| Диаметр дозирующего барабана                                        | мм.               | $D$         | $X_1$ | 20                    | 80                  | 100 | 120 |
| Частота вращения дозирующего барабана                               | $\text{мин}^{-1}$ | $n$         | $X_2$ | 20                    | 40                  | 60  | 80  |
| Угол установки скатной доски                                        | град.             | $\alpha$    | $X_3$ | 5                     | 20                  | 25  | 30  |
| Угол начала контакта семян с поверхностью диэлектрического барабана | град.             | $\beta$     | $X_4$ | 5                     | 5                   | 10  | 15  |

В качестве параметров оптимизации (отклика) выбрано качество сортирования  $Y_c$  и очистки семян от карантинных включений  $Y_o$ .

После обработки экспериментальных данных и оценки значимости коэффициентов получены следующие уравнения регрессии, адекватно описывающие процесс сортирования и очистки семян люцерны от карантинных включений:

- по сортированию семян люцерны:

$$Y = + 95,84 - 0,69 X_1 - 0,98 X_2 - 0,45 X_3 + 1,05 X_4 - 0,45 X_1 X_2 - 2,26 X_1 X_3 - 1,44 X_2^2 - 0,57 X_2 X_4 - 3,16 X_3^2 - 4,60 X_4^2, \%;$$

- по очистке семян люцерны от карантинных включений:

$$Y = + 93,75 + 0,58 X_1 + 2,40 X_2 - 1,84 X_3 - 1,61 X_4 + 4,83 X_1^2 - 0,79 X_1 X_2 - 0,98 X_1 X_4 - 1,58 X_2 X_3 - 1,23 X_3 X_4 - 7,03 X_4^2, \%.$$

Анализ полученных уравнений показывает правильность описания процесса сортирования и очистки семян люцерны полиномами второй степени, что подтверждается наличием в уравнениях квадратичных членов и парных взаимодействий.

Проверка на адекватность показала, что с 96 и 98 % достоверностью эти математические модели адекватны, так как технологический процесс:

- сортирования:

$$F_{экс} = 1,83 < F_m = 1,92 ;$$

- очистки:

$$F_{экс} = 1,64 < F_m = 1,92$$

Наиболее значимым фактором по качеству сортирования и очистки семян люцерны являются частота вращения дозирующего барабана ( $X_2$ ) и угол начала контакта семян с поверхностью диэлектрического барабана ( $X_4$ ), которые имеют наибольшие коэффициенты.

Путем совместного решения уравнений регрессий  $Y_c$  и  $Y_o$  определили оптимальные параметры дозатора сортирующего устройства для таких условий его работы, при которых сортирование и очистка семян люцерны была бы максимальной.

Задача решена по оптимизационной программе поиска условного экстремума, определен минимум функции  $Y_c \rightarrow \max$ , при  $Y_o = 96...98\%$  и получены оптимальные значения уровней факторов для сортирования и очистки семян люцерны.

Таблица 2 – Рациональные значения параметров дозатора

| Значение факторов | Факторы  |          |               |              |
|-------------------|----------|----------|---------------|--------------|
|                   | $X_1(D)$ | $X_2(n)$ | $X_3(\alpha)$ | $X_4(\beta)$ |
| Кодированные      | +1       | -0,53    | -0,42         | +0,14        |
| Натуральные       | 120      | 49,4     | 22°55'        | 10°45'       |
| Округленные       | 120      | 50       | 23            | 11           |

Как следует из таблицы 2, для получения качественного семенного материала путем очистки и сортирования семян люцерны в сортирующем устройстве, рациональные значения параметров дозатора должны быть следующими: диаметр дозирующего барабана  $D=120$  мм; частота



вращения дозирующего барабана  $n=50$  мин<sup>-1</sup>; угол установки скатной доски  $\alpha=23^\circ$ ; угол начала контакта семян с поверхностью диэлектрического барабана  $\beta=11^\circ$ .

Проведенные экспериментальные исследования сортирующего устройства с обоснованными параметрами подтвердили достоверность результатов полученных данных.

Экспериментальные исследования по обоснованию некоторых параметров дозатора сортирующего устройства семян люцерны методом математического планирования позволят оптимизировать их численные значения и тем самым обеспечить надежное протекание технологического процесса очистки, и минимизировать показатели повреждаемости и сорности семян люцерны до уровня агротехнических требований.

### Литература

1. А. Ли, Ш. Рузиев, С. Алланиязов. Определение параметров дозатора сортировочного устройства семян люцерны. Proceedings of Turin Politechnic University in Tashkent. – Ташкент, 2012. – С. 165-170.

2. А. Ли, Х. Туркменов. К определению параметров сепаратора клеверотерки //Материалы Международной научно-технической конференции «Инновационные материалы и технологии: достижения, проблемы и решения» (Комсомольск на Амуре, 21-22 июня 2013 г.) – С. 123-127.

3. Ли А. О процессе вытирания бобов и очистки семян люцерны //Сборник материалов региональной научно-практической конференции молодых ученых «Перспективы развития АПК в работах молодых ученых». – Часть I (г. Тюмень, 5 февраля 2014 г.) – С. 228-232.

4. Алланиязов С.У. Обоснование параметров дозатора сортировочного устройства семян люцерны. Дисс. ... техн. фан. номз. – Янгийўл, 2011. – 125 с.

*Li A., Cand.Tech.Sci., associate professor, Allaniyazov S., Cand.Tech.Sci., assistant, Ibragimova H., assistant, Mirnigmatov B., assistant  
Tashkent institute of an irrigation and melioration, Tashkent*

### OPTIMIZATION OF PARAMETERS OF THE BATCHER SORTING DEVICES OF SEEDS OF LUCERNE

In given article results of some experimental research dozator the sorting device of seeds of a lucerne are considered. In particular researches by definition of diameter, frequency of rotation and angles of slope skatной boards and the beginnings of contact of seeds with a surface of a dielectric drum.

УДК 636:631.3:621.3

**Омаров Р.А.,** доктор техн. наук, КазНИИМЭСХ,  
**Аршитдинов К.М.,** магистрант, КазНАУ

## **ТЕХНОЛОГИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ, ПОВЫШАЮЩИЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ КОЛЛЕКТОРА СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ**

*Предложена новая конструкция коллектора солнечной энергии из современных материалов. Дано пояснение выбранного технического решения и материалов. Обоснована методика оптимизации эксплуатационных издержек, составлены уравнения процесса. Первое описывает издержки на материал покрытия, второе – расход энергии на компенсацию тепловых потерь через верхнее и тыльное покрытие коллектора. Произведено их решение и выведена формула для расчета оптимальной толщины материала покрытия. Выполнены расчеты на примере светопрозрачного покрытия из полигаля, которые подтверждают существование оптимума. При существующих ценах на энергоносители и материалы оптимальная толщина светопрозрачного покрытия из полигаля составила 6,4 мм. С использованием выведенной функции проведено исследование зависимости оптимальной толщины при изменении цены на материал и энергоноситель. Анализ показал, что оптимальная толщина материала не остается постоянной, а меняется с изменением цен. Рост цены на энергоноситель ведет к увеличению ее значения, а рост цены на материал, наоборот – к снижению. Данная методика может быть использована при расчетах оптимальной толщины других теплоизолирующих покрытий гелиоколлектора*

Потребность в современных коллекторах солнечной энергии (КСЭ) для нагрева жидкостей, воздуха, газов в мире очень высокая. При этом технико-экономические показатели известных КСЭ, продолжают оставаться сравнительно низкими. К.п.д. лучших аналогов находится в пределах 45%. Имея в виду, что гелиоустановки функционируют только в летний период себестоимость произведенной энергии выше по сравнению с традиционными в 3...5 раза. Все эти факторы препятствуют их широкому применению.

Существенного улучшения можно достичь за счет новых конструктивно-технологических решений на базе современных материалов, обладающих улучшенными физико-техническими характеристиками. В связи с этим, заслуживает внимания плоский КСЭ, изготовленный из современных пластиковых материалов, обладающий соответствующими оптическими и теплофизическими характеристиками [1].

Основные элементы – поглощающая панель, светопрозрачное покрытие изготовлены из полигаля. По внутренним каналам поглощающей панели протекает нагреваемая жидкость. Каналы полигаля квадратной формы в сечении, образованы внутренними продольными перемычками. Такая конструкция позволяет устойчиво выдерживать внутреннее давле-

ние жидкости до 2 атм [2]. Покрытый слоем специального состава материал полигаля устойчив к воздействию ультрафиолетовым лучей. Благодаря сотовой структуре, удельная масса такого коллектора в несколько раз меньше массы известных зарубежных коллекторов. Применение в качестве поглощающей панели светопрозрачного материала дает возможность повысить КПД за счет прямого поглощения солнечной энергии нагреваемым теплоносителем. Такое решение способствует снижению тепловых потерь в окружающую среду, так как в отличие от аналогов происходит выравнивание температурного поля в полости поглощающей панели и внутри коллектора.

Из теории солнечных коллекторов известно, что 97...98% тепловых потерь происходит через верхнюю и нижнюю поверхности коллектора [3]. Таковыми являются светопрозрачное покрытие и задняя стенка. Так же известно, что на материал покрытия приходится до 80% от суммарных эксплуатационных издержек.

Вместе с тем, известно, что если выбрать тонкий материал, то возрастает тепловые потери. Если увеличить толщину материала, то повысятся затраты на материал и соответственно эксплуатационные издержки, но снижаются тепловые потери и соответствующие издержки на энергоноситель. Приведенное свидетельствует, что существует взаимосвязь между тепловыми потерями и стоимостью материала покрытия, существует область оптимальных значений толщины материала, при которой будут минимальные суммарные издержки.

Для исследования вопроса воспользуемся формулой суммарных годовых эксплуатационных издержек:

$$\sum u = u_1 + u_2, \quad (1)$$

где:  $u_1$  – издержки на материала покрытия, тг/м<sup>2</sup>;  $u_2$  – издержки на энергоноситель, тг /м<sup>2</sup>.

Годовые издержки на энергоноситель зависят от количества израсходованного энергоносителя и его цены. Количество израсходованного энергоносителя, по определению, будет равно годовому количеству потерянной энергии, в том числе через покрытие. Величину этих потерь можно рассчитать через: коэффициент тепловых потерь, среднегодовую разность температур между внутренней температурой КСЭ и окружающей средой и среднегодовое количество часов функционирования КСЭ. Соответственно, формулу расчета удельных годовых издержек на энергоноситель, приведенную к квадратному метру поверхности, можно представить в виде:

$$u_2 = C_{\text{эн}} \cdot \kappa_1(x) \cdot \Delta t \cdot n_1 \cdot 10^{-3}, \quad (2)$$

где:  $C_{\text{эн}}$  – цена замещаемого энергоносителя, тг /кВт·ч;  $\kappa_1$  – удельные тепловые потери через покрытие, приходящиеся на квадратный метр по-

верхности, Вт/м<sup>2</sup>·°С;  $x$  – толщина материала покрытия, м;  $\Delta t = (t_3 - t_1)$  – разность между внутренней температурой ( $t_3$ ) и окружающей средой ( $t_1$ ), °С.  $n_1$  – среднегодовое количество часов работы КСЭ, ч.

Так же известно, что удельные тепловые потери через покрытие зависят от вида материала и его толщины. Учитывая, что эта зависимость имеет нелинейный характер, выразим ее через полином  $n$ -ной степени:

$$\kappa_4(x) = \epsilon_0 + \epsilon_1 x + \epsilon_2 x^2 + \dots + \epsilon_n x^n. \quad (3)$$

Подставив полученное выражение  $\kappa_1$  в (2), получим зависимость издержек на энергоноситель от толщины материала:

$$u_2 = C_{\text{эн}} \cdot (\epsilon_0 + \epsilon_1 x + \epsilon_2 x^2 + \dots + \epsilon_n x^n) \cdot \Delta t \cdot 10^{-3}. \quad (4)$$

Рассмотрим удельные годовые издержки на материал покрытия КСЭ, приведенные к квадратному метру поверхности, выразив их через капзатраты и нормативные коэффициенты отчислений:

$$u_1 = \kappa_m \cdot (\kappa_2 + \kappa_3 + \kappa_4) = \kappa_m \cdot \sum_{i=2}^4 \kappa_i, \quad (5)$$

где:  $\kappa_m$  – капзатраты на материал покрытия, тг /м<sup>2</sup>;  $\kappa_2, \kappa_3, \kappa_4$  – нормативные коэффициенты отчислений на амортизацию, текущий ремонт и прочие затраты, о.е.

Удельные капзатраты для известного типа материала зависят от его толщины. Учитывая, что стоимость устанавливается продавцом, исходя из ряда факторов (транспортные расходы, затраты на хранение и др.) и имеет нелинейный характер, выразим ее полиномиальной зависимостью:

$$\kappa_m = a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \dots + a_n x^n.$$

Подставив значение  $\kappa_m$  в формулу (5) получим:

$$u_1 = \sum_{i=1}^3 \kappa_i \cdot (a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \dots + a_n x^n), \quad (6)$$

где:  $a_0, a_1, \dots, a_n$  – постоянные коэффициенты полиномов, о.е.

Введя полученные значения  $u_2$  и  $u_1$  в исходную формулу (1) получим зависимость суммарных годовых издержек от толщина материала покрытия и других параметров:

$$\begin{aligned} \sum u = \sum_{i=1}^3 \kappa_i \cdot (a_0 + a_1 x + a_2 x^2 + \dots + a_n x^n) + \\ + C_{\text{эн}} \cdot (\epsilon_0 + \epsilon_1 x + \epsilon_2 x^2 + \dots + \epsilon_n x^n) \cdot \Delta t \cdot n_1 \cdot 10^{-3}. \end{aligned} \quad (7)$$

Для определения формулы оптимальной толщины произведем соответствующие преобразования приравняв нулю первую производную функции (7):

$$\sum_{i=1}^3 \kappa_i \cdot (a_1 + a_2 x + 3a_3 x^2 + \dots + na_n x^{n-1}) + \\ + C_{эн} \cdot (e_1 + e_2 x + 3e_3 x^2 + \dots + ne_n x^{n-1}) \cdot \Delta t \cdot n_1 \cdot 10^{-3} = 0 \quad (8)$$

Ограничив выражение третьим членом полинома, что является достаточным для получения достоверного результата, приведем (8) к виду:

$$\sum_{i=1}^3 \kappa_i \cdot (a_1 + a_2 x + 3a_3 x^2) + C_{эн} \cdot (e_1 + e_2 x + 3e_3 x^2) \cdot \Delta t \cdot n_1 \cdot 10^{-3} = 0, \quad (9)$$

или:

$$\left( 3a_3 \cdot \sum_{i=1}^3 \kappa_i + 3e_3 \cdot C_{эн} \cdot \Delta t \cdot n_1 \cdot 10^{-3} \right) x^2 + \left( 2a_2 \cdot \sum_{i=1}^3 \kappa_i + 2e_2 \cdot C_{эн} \cdot \Delta t \cdot n_1 \cdot 10^{-3} \right) x + \\ + a_1 \sum_{i=1}^3 \kappa_i + C_{эн} \cdot e_1 \cdot \Delta t \cdot n_1 \cdot 10^{-3} = 0 \quad (10)$$

Полученная формула позволяет рассчитать оптимальную толщину покрытия КСЭ. Пользуясь паспортными характеристиками материала покрытия, которые обычно приводятся в рекламных проспектах фирм поставщиков, можно рассчитать искомые удельные годовые эксплуатационные издержки и ожидаемые издержки на энергоноситель.

В качестве примера, произведены расчеты оптимальной толщины светопрозрачного покрытия. Исходные данные: цена панели, коэффициенты теплопередачи в зависимости от толщины, взяты из прайс-листа фирмы поставщика («Business Alstroy»). Для других расчетных параметров приняты следующие значения: среднегодовая разность температур, 250С; среднегодовое количество дней работы ГК, 210 дней; цена на электроэнергию, 15 тг/кВт\*ч

Результаты расчетов годовые эксплуатационные издержки, ожидаемые издержки на энергоноситель приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты расчетов удельных годовых эксплуатационных издержек на КСЭ

| Показатель                                       | Толщина покрытия, мм |        |         |         |        |
|--------------------------------------------------|----------------------|--------|---------|---------|--------|
| Толщина панели (полигаля), мм                    | 4                    | 6      | 8       | 10      | 16     |
| Цена за 1 м <sup>2</sup> , тг                    | 1333,33              | 1750   | 2166,67 | 2458,33 | 4125   |
| Коэффициент теплопередачи, Вт/м <sup>2</sup> ·°С | 3,97                 | 3,6    | 3,2     | 2,8     | 2,3    |
| Среднегодовую разность t-p, °С                   | 25                   | 25     | 25      | 25      | 25     |
| Среднегодовое кол-во дней работы, ч              | 210                  | 210    | 210     | 210     | 210    |
| Цена кВт·ч энергоносителя, тг/кВт ч              | 20                   | 20     | 20      | 20      | 20     |
| Удельные эксплуат. издержки, тг/м <sup>2</sup>   | 719,8                | 945,0  | 1170,0  | 1327,5  | 2227,5 |
| Издержки на энергоноситель, тг/м <sup>2</sup>    | 2335                 | 2115   | 1880    | 1645    | 1350   |
| Суммарные издержки, тг/м <sup>2</sup>            | 3054,8               | 3060,0 | 3050,0  | 2972,5  | 3579,5 |

Результаты расчетов оптимальной толщины, приведенные к 1 м<sup>2</sup> светопрозрачного покрытия из полигаля, при существующих ценах на энергоносители и материалы, составляют 6 мм (рисунок 1).

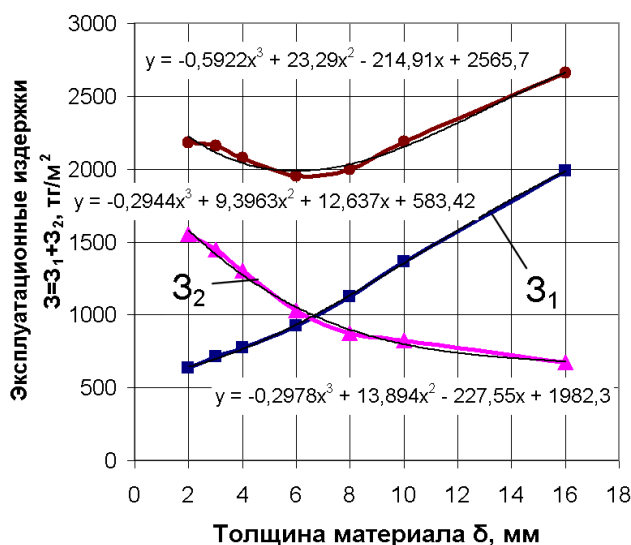


Рисунок 1 – Графики годовых эксплуатационных издержек и издержек на энергоносители в зависимости от толщины покрытия (полигаля)

Из графиков можно определить формулу эксплуатационных издержек:

$$y_{\text{эи}} = 0,8381x^3 - 21,363x^2 + 271,59x - 82,295$$

и издержек на энергоноситель:

$$y_{\text{иэнер}} = 0,3587x^3 - 8,0485x^2 - 0,4627x + 1274,5$$

Подставив выражения издержек в функцию (10), можно рассчитать оптимальную толщину материала покрытия (полигаля), которая будет равна 6,7 мм. Как видно из графиков, данное значение совпадает с графическим значением, которое находится в точке пересечения кривых.

Из анализа графиков можно сделать следующие выводы.

Полученные зависимости (7)...(10) позволяют производить расчеты оптимальной толщины для различных видов материалов. Оптимальная толщина и соответственно удельные суммарные издержки зависят от вида материала и его цены. Повышение стоимости энергоносителя будет способствовать смещению оптимума в сторону увеличения толщины материала и наоборот. Повышение стоимости материала, при постоянстве цен на энергоноситель будет способствовать снижению толщины материала.

Потребность в современных коллекторах солнечной энергии для нагрева жидкостей в мире очень высокая. При этом технико-экономические показатели остаются сравнительно низкими. Для исследования зависимости толщины материала покрытия от цен на энергоноситель разработана методика определения оптимальной толщины материала. Выполненные

расчеты на примере светопрозрачного покрытия из полигала показали, что оптимальная толщина материала не остается постоянной, а меняется с изменением цен. Рост цены на энергоноситель ведет к увеличению оптимальной толщины материала, а рост цены на материал, наоборот, к ее снижению. Данная методика может быть использована при расчетах оптимальной толщины других теплоизолирующих покрытий ГК.

### Литература

1. Инновационный патент РК № 23565, МПК F24J2/24. Коллектор солнечной энергии для нагрева жидкостей /Омаров Р.А., Байболов А.Е., Ахметов Т.Д.; патентообладатель и заявитель Казахский НИИ механизации и электрификации сельского хозяйства. Заявл. 26.02.2010 г.
2. Омаров Р.А. Разработка технических средств теплоснабжения фермерских хозяйств с использованием солнечной энергии /Акционерное общество «КазАгроИнновация», Научно-производственный центр АО «КазАгроИнновация». – Алматы, 2008. – 96 с. Деп. В НЦ НТИ.
3. Валов М.И., Казанджан Б.И. Системы солнечного теплоснабжения. – М.: Московский энергетический институт, 1991. – 140 с.

*R. A. Omarov, Doctor of Engineering, Kaz SRI MEA,  
Arshitdinov K.M., undergraduate, Kaz NAU*

### THE TECHNOLOGY AND TECHNICAL SOLUTIONS INCREASING EFFICIENCY OF FUNCTIONING OF THE COLLECTOR OF SOLAR ENERGY

A new design of the solar energy collector is proposed that is made of modern materials. It's given the explanation of the selected technical solutions and materials. The technique of optimization of operating costs is justified, process is equated. The first describes the costs of the coating material, the second describes the energy consumption to compensate for heat losses through the upper and rear cover of the collector. The decision is produced and a formula is deduced for calculating the optimum thickness of the coating material. Calculations are made on the example of the translucent Polygal cover that confirms the existence of the optimum. At current prices on energy and materials the optimum thickness of the translucent Polygal cover is 6.4 mm. Using the derived function it's studied the dependence of optimum thickness with changing price of material and energy. Analysis showed that the optimum thickness of material is not constant but varies with a change in prices. The growth of energy prices leads to an increase in its value, and the increase in the price of the material, on the contrary, leads to decrease. This technique can be used for calculating the optimum thickness of other thermal barrier covers of solar collector.

УДК 636:631.3:621.3

**Барков В.И.<sup>1</sup>, д.т.н., Токмолдаев А.Б.<sup>1</sup>, к.т.н., Әмірсейіт С.Қ.<sup>2</sup>,  
Садық А.Р.<sup>2</sup>, магистранты,<sup>1</sup>КазНИИМЭСХ, <sup>2</sup>КазНАУ, г. Алматы**

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ МОДУЛЬНОЙ БИОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ МБУ-10**

*Проведены производственные испытания модульной биогазовой установки МБУ-10 в крестьянском хозяйстве. Получены показатели качества выполнения технологического процесса, эксплуатационные и экономические показатели. Сделаны бактериологический и химический анализы удобрения. Приведен технологический расчет параметров оборудования биогазовых установок. Удельный расход электроэнергии и эксплуатационные затраты при работе МБУ-10 снижены в 1,3 раза*

Исследования, направленные на повышение эффективности технологий биоконверсии отходов животноводства, обеспечат условия для создания современных конкурентоспособных биогазовых установок, которые позволят снизить эксплуатационные затраты и повысить качество органических удобрений. Поэтому разработка технологий переработки с максимальным извлечением, а также рациональным использованием удобрительной и энергетической способностей навоза, с обеспечением экологической безопасности является актуальной задачей, имеющей научный и практический интерес [1, 2].

Методы исследования включают: инженерно-расчетные исследования, а также методы экспериментального моделирования на макетных образцах оборудования. Исследования, обработка и анализ полученных данных проводились с использованием известных методик Р-50-605-65-94 и ГОСТ 31343- 2007 [3, 4]. Для контроля процесса сбраживания регистрируются температура субстрата, доза загрузки, время экспозиции, выход удобрения и биогаза, pH и влажность субстрата.

Разработанная модульная биогазовая установка МБУ-10 состоит из модуля биореактора объемом 10 м<sup>3</sup> и модуля газгольдера объемом 7 м<sup>3</sup>, обслуживаемое поголовье коров – 50 гол. Конструкция установки защищена двумя патентами [5, 6].

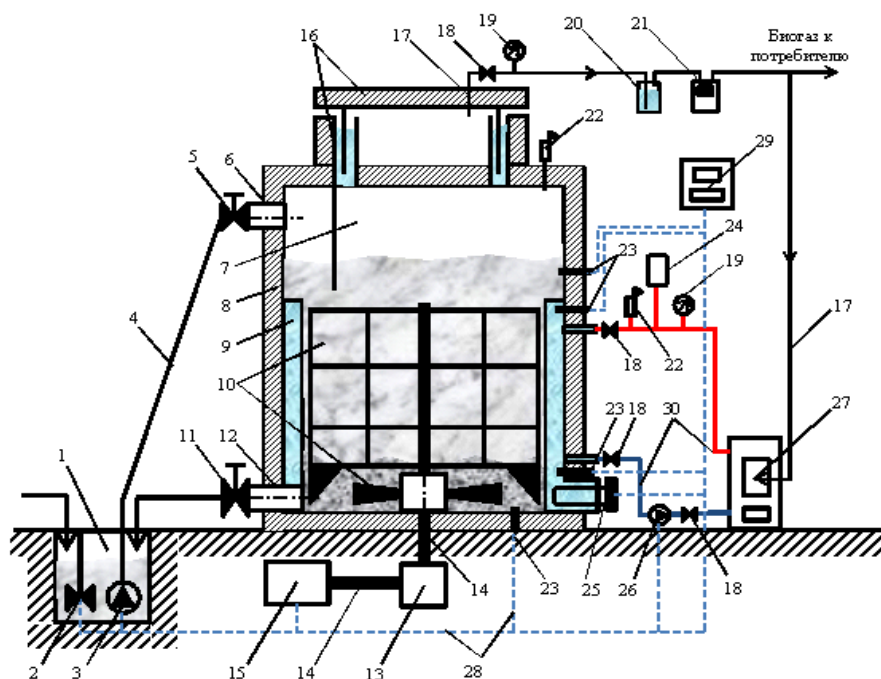
Общий вид и технологическая схема МБУ приведены на рисунках 1 и 2.

Модульная биогазовая установка МБУ-10 включает следующее технологическое оборудование: емкость 1 для подготовки субстрата с мешалкой 2 и фекальным насосом 3, модуль биореактора 7 с теплоизоляцией 8, теплообменником 9 с блоком ТЭНов 25 и комбинированной мешалкой 10 с электроприводом 13,14,15, топливный котел 27 с циркуляционным насосом 26 и трубопроводами 30, щит управления и автоматики 29 с температурными датчиками 23 и реле времени.





Рисунок 1 – Общий вид экспериментального образца МБУ-10 при проведении производственных испытаний в коровнике на 45 голов



1 – емкость для подготовки субстрата; 2 – мешалка; 3 – фекальный насос; 4 – технологические трубопровод; 5 – задвижка; 6 – загрузочный патрубок, D=100 мм; 7 – модуль биореактора; 8 – теплоизоляция; 9 – теплообменник; 10 – комбинированная мешалка; 11 – задвижка; 12 – выгрузной патрубок, D=200 мм; 13 – редуктор; 14 – вал; 15 – электродвигатель; 16 – крышка с гидрозатвором; 17 – газовый трубопровод; 18 – вентиль; 19 – манометр; 20 – огнепреградительный затвор; 21 – газовый счетчик; 22 – предохранительный клапан; 23 – температурные датчики; 24 – расширительный бак; 25 – блок ТЭНов; 26 – циркуляционный насос; 27 – топливный котел; 28 – электрический кабель; 29 – щит управления и автоматики; 30 – трубопровод

Рисунок 2 – Технологическая схема МБУ-10

Модульная биогазовая установка работает следующим образом: технологическая операция загрузки навоза и выгрузки готового удобрения выполняется с использованием фекального насоса 3. Технологическая операция нагрева субстрата в биореакторе 7 выполняется с помощью теплообменника 9, блоков ТЭНов 25 или топливного котла 27. Технологическая операция перемешивания субстрата, состоящего из фракций с различной плотностью, осуществляется комбинированной, многоуровневой мешалкой 10 якорного типа с электроприводом, состоящим из асинхронного электродвигателя 15, вала 14 и червячного редуктора 13. Выделяющийся биогаз по газовому трубопроводу 17 подается через огнепреградительный затвор 20 и газовый счетчик 21 в модуль газгольдера.

Схема автоматического управления обеспечивает управление работой электропривода мешалки, фекального и циркуляционного насосов и блока ТЭНов.

*Технологический расчет МБУ.*

Выход навоза на молочной ферме на 45 молочных коров [7]:

$$Q_H = A_1 a_1 + A_2 a_2 + \dots + A_n a_n = 1,8 \text{ т сут}, \quad (1)$$

где  $A_1, A_2, A_n$  - число животных по половозрастным группам,  $A_1=45$  гол;  $a_1, a_2, a_n$  - количество экскрементов в сутки от одной головы,  $a_1=35 \dots 50$  кг/сут.

Суточный расход подстилки для животных определяется [7]

$$Q_{\Pi} = A_1 v_1 + A_2 v_2 + \dots + A_n v_n = 0,45 \text{ т сут}, \quad (2)$$

где  $v_1, v_2, v_n$  - суточный расход подстилки на 1 голову,  $v_1=10$  кг.

Общий выход навоза

$$Q_{\text{ОБЩ}} = Q_H + Q_{\Pi} + Q_{\Gamma} = 2,25 \text{ т сут}, \quad (3)$$

где  $Q_{\Gamma}$  - расход воды на гидросмыв навоза.

Содержание сухого вещества в навозе [7]

$$P_{\text{СВ}} = \frac{Q_{\text{ОБЩ}} (100 - W_H)}{100} = 0,45 \text{ т сут}, \quad (4)$$

где  $W_H$  - средняя влажность навоза,  $W_H=80$  %.

Объем резервуара-накопителя для готового удобрения

$$V_y = \frac{Q_{\text{ОБЩ}} t_{\text{вхр}}}{K_u} = 150 \text{ м}^3, \quad 5$$

где  $t_{\text{вхр}}$  - время хранения,  $t_{\text{вхр}}=60$  сут;  $K_u$  - коэффициент использования,  $K_u=0,5 \dots 0,9$ .

Потребный объем биореактора для обработки навоза на данной ферме с учетом потерь навоза при выгуле коров в дневное время

$$V_p = \frac{Q_{\text{общ}} t_{\text{сб}} K_{\text{п}}}{K_3} = 9,2 \text{ м}^3, \quad 6$$

где  $t_{\text{сб}}$  – продолжительность сбраживания,  $t_{\text{сб}}=10$  сут;  $K_3$  – коэффициент загрузки биореактора,  $K_3=0,9 \dots 0,98$ ;  $K_{\text{пот}}$  – коэффициент потерь навоза,  $K_{\text{пот}}=0,4$ .

Таким образом, по результатам расчета принимается рабочий объем биореактора  $10 \text{ м}^3$ .

#### *Результаты производственных испытаний.*

Цель испытаний – проверка соответствия конструкции и показателей работы МБУ-10 исходным и техническим требованиям на разработку и конструкторской документации.

Место проведения производственных испытаний – производственный кооператив «НАИСА», с. Коксай Карасайского района Алматинской области.

Характеристика условий испытаний и сводные показатели производственных испытаний работы МБУ приведены в таблицах 1-2.

Таблица 1 – Характеристика условий испытаний

| Наименование показателя                   | Ед. изм.          | Значение показателя |
|-------------------------------------------|-------------------|---------------------|
| Характеристика климатических условий      |                   |                     |
| температура наружного воздуха             | °С                | 20...32             |
| относительная влажность наружного воздуха | %                 | 74...91             |
| Характеристика исходного материала        |                   |                     |
| вид навозной массы                        |                   | навоз КРС           |
| массовая доля сухого вещества             | %                 | 14,16               |
| плотность навоза,                         | кг/м <sup>3</sup> | 933,5               |
| наличие посторонних включений             | %                 | 1...3               |
| содержание остатков корма                 | %                 | 2...5               |

Таблица 2 – Сводные показатели испытаний

| Наименование показателя                                  | Ед. изм.            | Значение показателя |
|----------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|
| Показатели качества выполнения технологического процесса |                     |                     |
| производительность по биогазу                            | м <sup>3</sup> /сут | 14,7                |
| производительность по удобрению                          | т/сут               | 1                   |
| плотность полученного удобрения                          | кг/м <sup>3</sup>   | 978                 |
| массовая доля сухого вещества                            | %                   | 4,63                |
| кислотность pH                                           |                     | 6,76...7,2          |
| температура субстрата в биореакторе:                     |                     |                     |
| мезофильный режим                                        | °С                  | 31...35             |
| термофильный режим                                       | °С                  | 48,5...52,5         |
| Эксплуатационные показатели                              |                     |                     |
| суточный расход биогаза на нагрев биореактора            | м <sup>3</sup> /сут | 8...9,5             |
| суточный расход электроэнергии                           | кВт<br>ч/сут        | 33,6...35           |
| тепловая мощность топливного котла                       | кВт                 | 8                   |

|                                              |                   |      |
|----------------------------------------------|-------------------|------|
| мощность блока ТЭНов                         | кВт               | 6    |
| часовой расход греющего теплоносителя (воды) | м <sup>3</sup> /ч | 0,95 |
| время нагрева биореактора:                   |                   |      |
| - до мезофильной температуры                 | ч                 | 43   |
| - до термофильной температуры                | ч                 | 59,5 |
| продолжительность цикла сбраживания          | сут.              | 13   |

Зависимости параметров работы установки от времени показаны на рисунках 3 и 4.

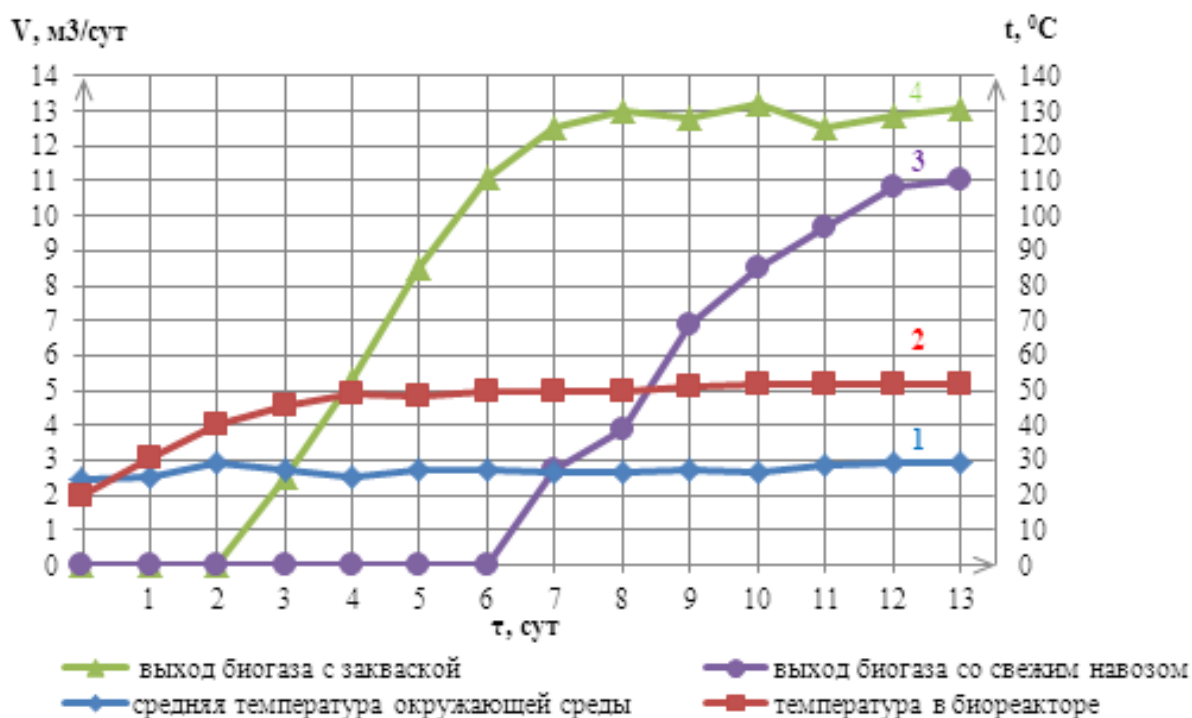


Рисунок 3 – Зависимости температуры субстрата в биореакторе (кривая 2), температуры окружающей среды (кривая 1) и суточного выхода биогаза с закваской (кривая 4) и без нее (кривая 3) от времени в термофильном режиме с перемешиванием

Анализ полученных данных показывает, что время нагрева субстрата в МБУ до мезофильной температуры 33°C составляет – 43 ч, а до термофильной температуры 42,5°C – 59,5 ч (таблица 2). В автоматическом режиме работы блока ТЭНов температура субстрата в термофильном режиме поддерживается в диапазоне 48,5...52,5°C. Суточный расход электроэнергии на нагрев составляет 35 кВт·ч/сут, следовательно, удельный расход электроэнергии на единицу массы субстрата - 3,5 кВт·ч/т, что ниже, чем биогазовой установки БУ-5 – 4,55 кВт·ч/т, то есть, энергозатраты снижены в 1,3 раза.

Оптимальным режимом работы МБУ (кривая 4, рисунки 3 и 4) является: а) загрузка закваски в виде перепревшего навоза в количестве 10% от объема биореактора; б) перемешивание субстрата комбинированной

мешалкой. При перемешивании субстрата без использования закваски выделение биогаза начинается на 7 сутки, а суточный выход биогаза снижается в среднем на  $2 \text{ м}^3/\text{сут}$  (кривая 3, рисунок 3). При использовании закваски без перемешивания выделение биогаза начинается на 4 сутки, а суточный выход биогаза снижается в среднем на  $6 \text{ м}^3/\text{сут}$  (кривая 3, рисунок 4).

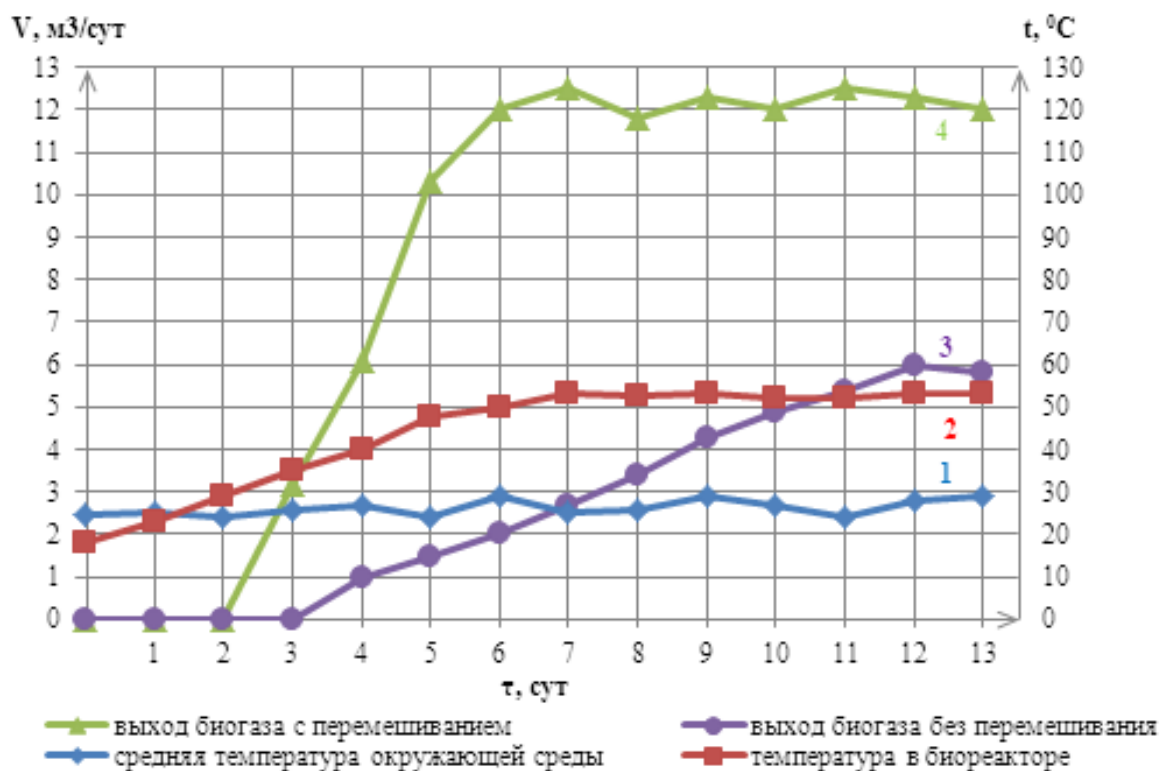


Рисунок 4 – Зависимости температуры субстрата в биореакторе (кривая 2), температуры окружающей среды (кривая 1) и суточного выхода биогаза с перемешиванием субстрата (кривая 4) и без него (кривая 3) от времени в термофильном режиме с использованием закваски

Массовая доля сухого остатка в исходном навозе составляла 14,16%, а в готовом удобрении снизилась до 4,63%, таким образом, степень переработки биомассы микроорганизмами составляет 68 %, что говорит достаточно высокой степени интенсивности процесса метанового сбраживания в биореакторе, сбалансированности всех стадий процесса и оптимального взаимодействия микроорганизмов в каждой фазе переработки.

Результаты исследования режимов работы комбинированной мешалки приведены на рисунке 5.

Из анализа данных видно, что после каждого включения мешалки в течение 5 минут каждые 3 часа 4 раза в сутки - 9, 12, 15, 18 часов, давление в газгольдере увеличивается, соответственно на 50, 10, 10, 15 мм вод.ст. за счет интенсификации газовыделения (рисунок 5, соответствующие точки 1,2,3,4). Выход биогаза после каждого включения мешалки

также увеличивается, соответственно на 0,469; 0,511; 0,611; 0,487 м<sup>3</sup>/ч (рисунок 5, соответственно точки 5,6,7,8).

Результаты бактериологического анализа приведены в таблице 3.

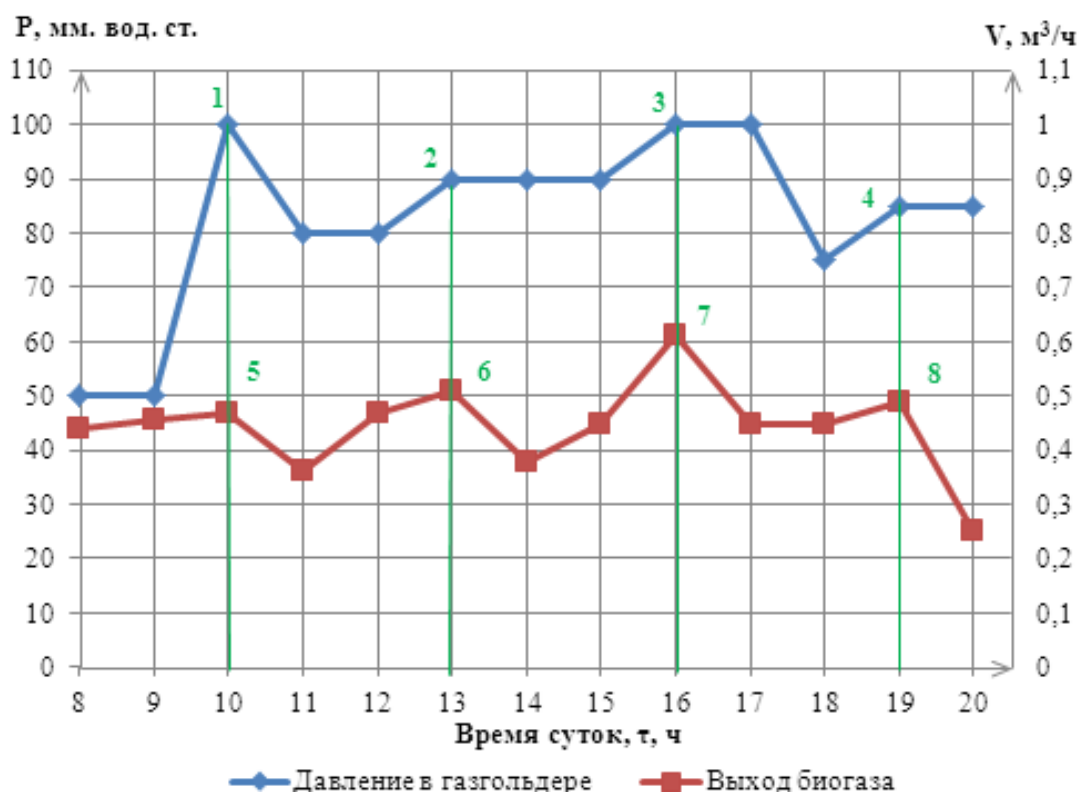


Рисунок 5 – Зависимости давления в газгольдере и выхода биогаза от режима работы мешалки

Таблица 3 – Анализ патогенной микрофлоры в органическом удобрении и эффективность обеззараживания

| Проба № | Бактериальная обсемененность, колоний/см <sup>3</sup> | Коли-индекс <sub>3</sub> бактерий/дм <sup>3</sup> | Коли-титр             | Эффективность обеззараживания, % |                                    |                                    |
|---------|-------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
|         |                                                       |                                                   |                       | по наличию                       |                                    |                                    |
|         |                                                       |                                                   |                       | бактериальной бсеменности        | яиц гельминтов, шт/дм <sup>3</sup> | семян сорняков, шт/см <sup>3</sup> |
| 1       | 10 <sup>9</sup> КОЕ                                   | 10 <sup>10</sup> КОЕ                              | 3х10 <sup>5</sup> КОЕ | -                                | наличие                            | наличие                            |
| 2       | 10 <sup>7</sup> КОЕ                                   | 10 <sup>5</sup> КОЕ                               | 3х10 <sup>3</sup> КОЕ | 99                               | инактивированы                     | потеря всхожести                   |

Общее микробное обсеменение (коли-индекс) исходного навоза (проба №1) – 10<sup>9</sup> КОЕ, после анаэробного сбраживания в биореакторе снизилось в готовом органическом удобрении (проба №2) до 10<sup>7</sup> КОЕ, таким образом, степень обеззараживания навоза составляет 99%, что соответствует требованиям ГОСТ 31343-2007 – не менее 95% [4]. В органическом удобрении инактивированы яйца гельминтов, а семена сорных растений полностью потеряли всхожесть.

Проведенные исследования химического состава навоза и органического удобрения совместно с Казахстанско-Японским инновационным центром при КазНАУ показали, что содержание главных питательных элементов для растений в полученном удобрении составляет: фосфора – 0,67 % в исходном навозе и 1,66 % в готовом удобрении, калия, соответственно, 2,97 и 1,32 %, азота 2,16 и 1,98 %. Содержание макроэлементов: кальций – 0,9 и 2,51 %, магний 0,42 и 1,54%, сера 0,19 и 0,12% и микроэлементов: цинк 9,31 и 8,18%, бор 21,37 и 22,05%, медь 0,88 и 1,13%, марганец 0,23 и 0,17%, кобальт 0,19 и 0,61%, железо 0,18 и 0,15%.

Таким образом, в полученных органических удобрениях содержится до 25 химических элементов, которые после анаэробной обработки в биогазовой установке переходят в наиболее легко усвояемую растениями форму: углерод – в форму углекислоты, азот, фосфор и сера – в виде нитратов, фосфатов и сульфатов, калий – хлоридов, многие элементы в виде окислов и т.д. Тогда как при внесении минеральных удобрений в почву поступает не более 10 элементов. В общем случае в растениях содержится до 70 элементов.

### Заключение

В результате проведенных производственных испытаний экспериментального образца МБУ-10 получены следующие данные: суточная производительность по удобрению составляет 1,0 т/сут, суточный выход биогаза составляет 14,7 м<sup>3</sup>/сут, температура в биореакторе в мезофильном режиме - 35°C, в термофильном режиме - 52,5°C, степень обеззараживания навоза составляет 99%, в полученных органических удобрениях содержится до 25 химических элементов, необходимых для развития растения.

Экономическая эффективность применения МБУ-10 с учетом прибыли от реализации полученных органических удобрений составляет 976995 тг/год, за счет снижения себестоимости удобрений, удельных капиталовложений и эксплуатационных затрат.

Цель исследований достигнута – удельный расход электроэнергии и эксплуатационные затраты при работе МБУ-10 снижены в 1,3 раза.

Разработанная технология биологической обработки отходов позволяет повысить эффективность конверсии отходов и агротехнические свойства получаемых органических удобрений, производительность установки, снизить энергоемкость процесса.

### Литература

1. F. Fantozzi, C. Buratti. Biogas production from different substrates in an experimental Continuously Stirred Tank Reactor anaerobic digester //Bioresource Technology, 2009 – December, Volume 100, Issue 23.

2. Redoxpotential als Messgrobe fur Biogasanlagen. Euroheat and Power. 2012. – 41. – №6. – С.71.

3. Р.50-605-85-94 Установки биоэнергетические для получения биогаза из биоотходов животного и растительного происхождения. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1996. – 11 с.

4. ГОСТ 31343-2007 Машины и оборудование для переработки и обеззараживания жидкого навоза. Методы испытаний. – М.: Стандартинформ, 2008. – 28 с.

5. Инновационный патент №27321 Республики Казахстан, МПК C02F11/04. Модульная биогазовая установка /Барков В.И., Токмолдаев А.Б., Ефтифеев А.Г. опубл. 23.11.2012, бюлл. №12. – 4 с: ил.

6. Заявка на инновационный патент №20541 Республики Казахстан, МПК C02F11/04. Модульная биогазовая установка с комбинированной мешалкой /Барков В.И., Токмолдаев А.Б., Ефтифеев А.Г., Әмірсейіт С.Қ., положительное решение № 20541, от 04.08.2014.

7. Ковалев Н.Г., Глазков И.К. Проектирование систем утилизации навоза на комплексах. – М.: Агропромиздат, 1989. – 160 с.

***Barkov V.I.<sup>1</sup>, Dr.Sci.Tech., Tokmoldaev A.B.<sup>1</sup>, Cand. Tech. Sci.,***

***Amirseit S.K.<sup>2</sup>, Sadyk A.R.<sup>2</sup>, undergraduates***

***<sup>1</sup>KazNIIMESH, <sup>2</sup>KazNAU, Almaty***

## **RESULTS OF FULL-SCALE TESTS OF THE MODULAR BIOGAS PLANT MBP-10**

Production tests conducted modular biogas plant MBP-10 in the farm. Derived indicators of quality of performance of the process, operational and economic performance. Made bacteriological and chemical analyzes of the fertilizer. The technological parameters of the calculation of biogas equipment installation. Specific energy consumption and operating costs when using MBP-10 decreased by 1,3 times.



УДК 631.3:631.371:621.311

*Токмолдаев А.Б., к.т.н., Жеңісқызы А., магистрант,  
ТОО «КазНИИМЭСХ», г. Алматы*

## **ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ МОЛОЧНОЙ ФЕРМЫ**

В статье разработана энергосберегающая установка для теплоснабжения молочной фермы на 50 голов и обоснована конструктивно-технологическая схема. Проведены лабораторные исследования установки и определены ее параметры и режим работы. Испытания подтвердили преимущества разработанной энергосберегающей технологии теплоснабжения технологических процессов: расход электрической энергии – на 34%, при утилизации теплоты отработанной воды и на 47% при дополнительной утилизации теплоты пастеризованного молока

Теплоснабжение производственных процессов – это энергоёмкая часть системы жизнеобеспечения животноводства, которое включает отопление, горячее водоснабжение, вентиляцию и другие процессы. Поэтому разработка систем теплоснабжения, является основным условием развития животноводства.

Тепловая энергия широко применяется в технологических процессах на животноводческих фермах: кормоприготовление, поение, санобработка инвентаря, помещений и животных, на бытовые и гигиенические нужды персонала, в качестве теплоносителя и аккумулятора тепловой энергии используется вода в системы горячего водоснабжения и отопления [1].

Предпосылки и средства решения проблемы. В зависимости от степени концентрации теплогенерирующего оборудования применяются различные варианты автономных систем электротеплоснабжения. В данной статье рассмотрена децентрализованная энергосберегающая установка для теплоснабжения (УТ) молочной ферме.

Для различных типоразмеров ферм комплектация систем теплоснабжения производится на базе УТ по блочно-модульному принципу в соответствии с требованиями технологии.

В результате решения дифференциальных уравнении динамики нагрева в отдельных элементов УТ получено уравнение динамики нагрева теплоносителя в электродном водонагревателе (ЭВН) [1-3]

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

где  $T_1$  – постоянная времени;  $t_{i\text{уст}}$  – установившаяся температура;  $t_{\text{вх}}, t_{\text{вых}}$  – температуры теплоносителей на входе и выходе соответствующих элементов;  $\tau$  – время.

Время нагрева теплоносителя в бойлере-теплоаккумуляторе (БТ) до заданной температуры  $t_k$  определяется

$$\tau_{BT} = T_{BT} \ln \frac{t_k - t_l \left[ \frac{(B_2 - 1)}{(B_2 + 1)} \right]}{t_H - t_l \left[ \frac{(B_2 - 1)}{(B_2 + 1)} \right]}, \quad (2)$$

$$T_{BT} = \frac{B_2 (G_{BT} c + M_K c_c)}{G_l c (B_2 + 1)}. \quad (3)$$

$$B_2 = e^{\frac{K_{TO} F_{TO}}{G_l c}}, \quad (4)$$

где  $T_{BT}$  – постоянная времени БТ;  $t_k; t_H$  – температура теплоносителя в БТ и конце и начале нагрева;  $G_{BT}, M_K$  – масса воды и корпуса БТ;  $G_l$  – расход теплоносителя в теплообменнике (ТО) в БТ;  $K_{TO}$  – коэффициент теплопередачи ТО;  $F_{TO}$  – поверхность теплообмена ТО;  $c_c$  – удельная теплоемкость воды.

Основной составляющей энергозатрат молочного блока являются процессы горячего водоснабжения и отопления производственных помещений.

Линеаризация суточного графика теплоснабжения на молочной ферме позволяет получить выражение для определения нагрузки на горячее водоснабжение технологических процессов

$$P_{ГВ} = \frac{1}{K_1} (Q_i + Q'_{n0}) + \left[ P_{i-1} + \frac{1}{K_1} (Q_i + Q'_{n0}) \right] e^{\frac{K_1 K_2}{K_3} (\tau_i - \tau_{i-1})}, \quad (5)$$

где  $K_1; K_2$  – коэффициенты пропорциональности;  $K_1 = 3600 \eta_{ЭВН}$   $K_2 = 1/W$ ;  $W$  – водяной эквивалент БТ, кДж/°С;  $K_3$  – статическая характеристика ЭВН;  $\eta_{ЭВН}$  – к.п.д. ЭВН;  $Q_i$  – теплоснабжение в пределе значений аргумента  $\tau_{i-1} < \tau_i < \tau_{i+1}$ , которое аппроксимируется уравнением прямой;  $Q'_{n0}$  – теплоотдача в окружающую среду.

Нагрузка отопления производственных помещений определяется по выражению [1-3]

$$P_{OT} = \frac{V [\rho_B c_B (t_{BH} - t_{OT}) + q_0 (t_{BH} - t_{OT})]}{3600 \eta_{ЭВН}}. \quad (6)$$

Расход горячей воды и электроэнергии во многом зависит от типоразмера фермерского хозяйства и уровня механизации основных процессов (таблица 1) [1].

Таблица 1 – Суточный расход горячей воды и электрической энергии в тепловых процессах на молочных фермах

| Технологический процесс (операция)                          | Суточный расход воды, л/гол. | Температура воды, °С | Поголовье коров, гол |         |           |           |           |
|-------------------------------------------------------------|------------------------------|----------------------|----------------------|---------|-----------|-----------|-----------|
|                                                             |                              |                      | 10                   | 25.     | 50        | 100       | 200 гол.  |
| Подмыв вымени                                               | 3                            | 40                   | 30/15*               | 75/38   | 150/75    | 300/150   | 600/300   |
| Мытье доильных ведер                                        | 0,3                          | 70                   | 3                    | 7,5     | 15        | -         | -         |
| Мытье фляг                                                  | 1,66                         | 70                   | 16,6                 | 42,5    | 83        | 166       | 332       |
| Мытье контрольных фляг                                      | 0,93                         | 50                   | -                    | 23/16   | 46,5/31   | 93/62     | 186/124   |
| Ополаскивание и промывка доильных аппаратов                 | 5,34                         | 60                   | -                    | 134/81  | 267/223   | 534/445   | 1070/890  |
| Промывка молокопроводов                                     | 4,4                          | 80                   | -                    | -       | -         | 440       | 880       |
| Промывка доильного оборудования труб молочной               | 1,5                          | 70                   | -                    | -       | 75        | 33        | 66        |
| Мытье молочных танков                                       | 3                            | 80                   | -                    | -       | 150       | 300       | 600       |
| Мытье пастеризатора                                         | 0,5                          | 80                   | -                    | -       | 25        | 50        | 100       |
| Мытье сепаратора                                            | 0,2                          | 80                   | 2                    | 5       | 10        | -         | -         |
| Промывка молочной автоцистерны                              | 0,55                         | 70                   | -                    | -       | -         | 55        | 110       |
| Всего на доение, л/сут.                                     | -                            | 70                   | 51,6/36,6            | 287/190 | 746,5/687 | 1971/1701 | 3542/3402 |
| Ветсанмероприятия                                           | 5                            | 40                   | 50/25                | 125/63  | 250/125   | 500/250   | 1000/500  |
| Вместимость теплоаккумулятора при частичном аккумулировании |                              |                      | -                    | -       | 270       | 650       | 1300      |
| Вместимость теплоаккумулятора при ночной зарядке            |                              |                      | 60                   | 250     | 812       | 1950      | 3900      |
| Расход электроэнергии, кВт·ч/сутки                          |                              |                      | 5,4                  | 22,5    | 73        | 175,5     | 351       |
| Мощность ЭВН, кВт                                           |                              |                      | 2                    | 4       | 16        | 25        | 60        |

\* - в числителе расход горячей воды с заданной температурой;

- в знаменателе – расход горячей воды с температурой 70°.

Расчеты показали, что расход горячей воды в сутки на 1 голову колеблется от 5...11 л в небольших хозяйствах до 17...21 л на фермах.

При внепиковом электротеплоснабжении вместимость теплоаккумулятора для ночной зарядки составляет от 60 до 3900 л, при частичном аккумулировании в ночные и дневные часы провала графика электрических нагрузок вместимость теплоаккумулятора для одного доения должна быть от 270 до 1300 л.

Суточный расход электроэнергии в зависимости от типоразмера хозяйства составляет 5,4-73 кВт·ч/сутки для небольших ферм на 10...50 голов, а для МТФ с поголовьем от 100 до 200 голов изменяется от 175,5 до 351 кВт·ч/сутки.

На основании данных таблицы 1 для поголовья на ферме 50 коров определяем мощность ЭВН для процессов горячего водоснабжения и отопления производственных помещений

$$P = \frac{G_{BT} \cdot c_c (t_k - t_n)}{3600 \cdot \eta_{ЭВН} \cdot \eta_{ТО} \cdot \tau} + P_{OT} = \frac{812 \cdot 4,2 (70 - 10)}{3600 \cdot 0,98 \cdot 0,8 \cdot 6} + 4 = 16 \text{ кВт}, \quad (7)$$

где  $\eta_{ЭВН}$ ,  $\eta_{ТО}$  - коэффициент полезного действия, соответственно ЭВН и теплообменника в аккумуляторе;

$\tau$  – продолжительность цикла нагрева воды в аккумуляторе, ч;

$Q_{ТО}$  – расход тепловой энергии на отопление помещения, кВт.

*Расчет высоты электродной группы*

Тепловая мощность ЭВН

$$Q = \rho_{ном} \cdot \eta = 16 \cdot 10^3 \cdot 0,99 = 15840 \text{ Вт}. \quad (8)$$

Удельная теплоемкость воды (из термодинамических таблиц воды)

$$C_1 = 4200 \text{ Дж/кг} \cdot ^\circ\text{C}. \quad (9)$$

Расход воды, циркулирующей через ЭВН

$$m = \frac{Q}{C(t_{вых} - t_{вх})} = \frac{15840}{4200(95 - 70)} = 0,15 \text{ кг/с} = 540 \text{ кг/ч}. \quad (10)$$

Фазное электрическое сопротивление

$$R = \frac{3U_\phi}{P_{ном}} = \frac{3 \cdot 220^2}{16000} = 9,10 \text{ м}. \quad (11)$$

Средняя температура в электродной группе

$$t_{cp} = \frac{t_{вх} + t_{вых}}{2} = \frac{70 + 95}{2} = 82,5^\circ\text{C}. \quad (12)$$

Расчетное удельное сопротивление воды

$$\rho_t = \frac{40\rho_{экв.}}{20 + t} = \frac{40 \cdot 35,4}{20 + 82,5} = 13,8 \text{ Ом} \cdot \text{м}. \quad (13)$$

Геометрический коэффициент коаксиальных электродов [1]

$$K = \frac{1}{2\pi} \ln \frac{r_2}{r_1} = \frac{1}{2 \cdot 3,14} \ln \frac{0,016}{0,01} = 0,075. \quad (14)$$

Высота электродов

$$H = \frac{PK\rho_t}{3U_\phi^2} = \frac{16000 \cdot 0,075 \cdot 13,8}{3 \cdot 220^2} = 0,114 \text{ м}. \quad (15)$$

*Расчет допустимой плотности тока*

Сопротивление воды в межэлектродном пространстве

$$R'_\phi = \frac{\rho_t (r_2 - r_1)}{\pi (r_2 + r_1) H} = \frac{13,8(0,016 - 0,01)}{3,14(0,016 + 0,01)0,114} = 8,89 \text{ Ом} \quad (16)$$

Удельная электропроводность

$$\gamma_t = \frac{1}{\rho_t} = \frac{1}{13,8} = 0,072 \text{ см}. \quad (17)$$

Плотность тока на фазном электроде

$$j = \frac{U\gamma_t}{r_1 \ln \frac{r_2}{r_1}} = \frac{220 \cdot 0,072}{0,01 \cdot \ln \frac{0,016}{0,01}} = 3,3 \cdot 10^3 \text{ А/м}^2. \quad (18)$$

Допустимая плотность тока

$$j_{\text{дон.}} = \frac{E_{\text{дон.}}}{\rho_t} = \frac{90000}{13,8} = 6,5 \cdot 10^3 \text{ А/м}^2 \quad (19)$$

Следовательно, соблюдается условие  $j < j_{\text{дон.}}$

*Расчет бойлера-теплоаккумулятора теплоты для системы горячего водоснабжения молочного блока*

Определяется критерий Рейнольдса

$$Re = \frac{\omega_1 d_1}{\nu_1} = \frac{0,07 \cdot 0,0212}{0,31 \cdot 10^{-6}} = 4650, \quad (20)$$

где  $\omega_1$  - скорость воды в контуре,  $\omega_1 = 0,07$  м/с;  $\nu_1; \nu_2$  - кинематическая вязкость 1-го и 2-го теплоносителей,  $\nu_1 = 0,31 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с;  $\nu_2 = 1,3 \cdot 10^{-6}$  м<sup>2</sup>/с;  $d_1; d_2$  – внутренний и наружный диаметры труб теплообменника,  $d_1 = 0,0212$  м,  $d_2 = 0,0268$  м.

Значение  $Re > 2300$ , следовательно, движение воды в трубах теплообменника турбулентное.

Критерий Нуссельта при турбулентном движении 1 теплоносителя

$$N_{u1} = 0,0263 R_e^{0,8} P_r^{0,4} = 0,0263 \cdot 4650^{0,8} \cdot 1,85^{0,4} = 26,4. \quad (21)$$

Критерий Нуссельта при свободном движении 2 теплоносителя у горизонтальных трубок теплообменника

$$N_{u2} = C(Gr \cdot Pr)_m^n = 0,525 (807,5 \cdot 10^3 \cdot 9,5)^{0,25} = 27,6. \quad (22)$$

Критерий Грасгофа

$$Gr = \frac{\beta_1 g d_2^3 \Delta t n}{\nu_2^2} = \frac{0,88 \cdot 10^{-4} \cdot 9,81 \cdot 0,0268^3 \cdot 83,2}{(1,3 \cdot 10^{-6})^2} = 807,5 \cdot 10^3. \quad (23)$$

Коэффициент теплоотдачи от греющего теплоносителя

$$\alpha_1 = \frac{N_{u1} \lambda_1}{d_1} = \frac{26,4 \cdot 2,45}{0,0212} = 3061 \text{ кДж/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C}. \quad (24)$$

Теплоотдача от стенки трубки теплообменника к нагреваемому теплоносителю

$$\alpha_{21} = \frac{N_{u2} \lambda_2}{d_2} = \frac{27,6 \cdot 2,06}{0,0268} = 2121,5 \text{ кДж/м}^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ\text{C}. \quad (25)$$

где  $\lambda_1, \lambda_2$  – теплопроводности 1-го и 2-го теплоносителей,  $\lambda_1 = 2,45$  кДж/м·ч·°C,  $\lambda_2 = 2,06$  кДж/м·ч·°C.

Удельная производительность

$$K_{TO} F = G_1 C_1 \ln \frac{1}{1 - \frac{G_{BT} c_c}{G_1 c_c \tau} \ln \frac{t'_1 - t'_2}{t'_1 - t''_2}} =$$

$$= 500 \cdot 4,19 \ln \frac{1}{1 - \frac{1000 \cdot 4,19}{500 \cdot 4,19 \cdot 5} \ln \frac{95 - 10}{95 - 70}} = 1402,5 \text{ кДж/м}^2 \cdot \text{ч} \quad (26)$$

где  $t'_1, t''_2$  – температура воды начальная,  $t'_1 = 10^\circ\text{C}$ , конечная  $t''_2 = 70^\circ\text{C}$ .

Значение усредненного температурного напора по поверхности теплообмена

$$\bar{\Delta t} = \frac{\frac{t'_1 - t''_1}{\ln \frac{t'_1 - t_{2BX}}{t''_1 - t_{2ВЫХ}}}}{\ln \frac{95 - 70}{71,7 - 67}} = 13,9^\circ\text{C}, \quad (27)$$

где  $t_{2BX}$  – температура 2 теплоносителя во входном сечении, °C;  $t_{2ВЫХ}$  – температура 2 теплоносителя в выходном сечении, °C;

Коэффициент теплопередачи теплообменника

$$K_{TO} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_c}{\lambda_{CT}} \cdot \frac{d_2}{d_1} + \frac{\delta_{HAK}}{\lambda_{HAK}} + \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{d}{d_1}} = 1068 \text{ кДж / м}^2. \quad (28)$$

Определим площадь поверхности теплообмена

$$F_{TO} = \frac{(G_2 C_2 + M_K M_{CK})(t_2'' - t_2')}{K_{TO} \Delta t \tau_{AT}} = \frac{(1000 \cdot 4,19 + 420 \cdot 0,46)(70 - 10)}{1068 \cdot 13,9 \cdot 5} = 3,53 \text{ м}^2. \quad (29)$$

Коэффициент  $B_2$

$$B_2 = e^{\frac{K_{TO} F_{TO}}{G_1 C_1}} = e^{\frac{1068 \cdot 3,53}{500 \cdot 4,19}} = 6,02. \quad (30)$$

Постоянная времени аккумулятора теплоты

$$T_2 = \frac{B_2 (G_2 C_2 + M_K C_c)}{G_1 C_1 (B_2 + 1)} = \frac{6,02 (1000 \cdot 4,19 + 420 \cdot 0,46)}{500 \cdot 4,19 (6,02 + 1)} = 2,0. \quad (31)$$

Время нагрева воды в аккумуляторе теплоты до заданной температуры

$$r_{AT} = T_2 \ln \frac{t_2'' - t_1' [(B_1 - 1) / ((B_2 + 1))]}{t_2' - t_1' [(B_1 - 1) / ((B_2 + 1))]} = 2,0 \ln \frac{10 - 95^{\frac{6,02 - 1}{6,02 + 1}}}{70 - 95^{\frac{6,02 - 1}{6,02 + 1}}} = 5,07. \quad (32)$$

Мощность водонагревателя для системы горячего водоснабжения

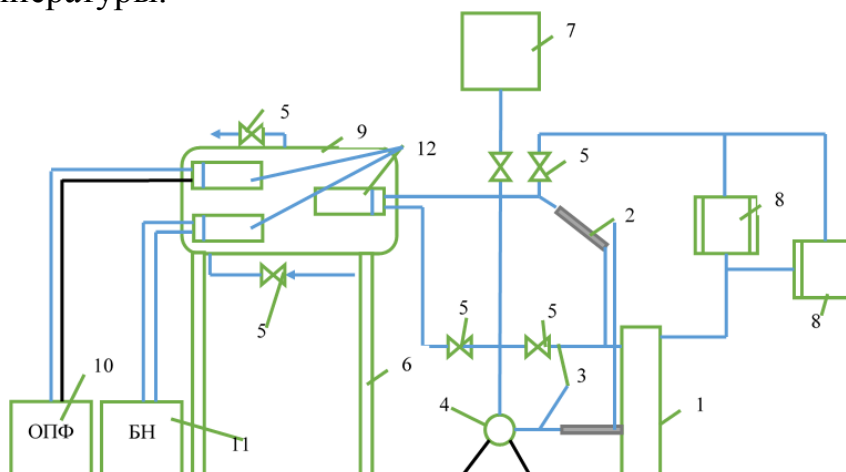
$$P_{CGB} = \frac{G_2 C_2 (t_2'' - t_2')}{3600 \eta \eta_{AT} \tau'_{AT}} = \frac{1000 \cdot 4,19 (70 - 10)}{3600 \cdot 0,99 \cdot 0,9 \cdot 5,07} = 15,5 \text{ кВт}. \quad (33)$$

Принципиальная схема энергосберегающей установки для теплоснабжения молочной фермы на 50 голов показана на рисунке 1.

Принцип работы технологической схемы заключается в следующем. Горячая вода из бойлера-теплоаккумулятора 9 подается насосом 4 в водяной контур пастеризатора 10. Парное молоко, поступающее по магистрали молокопровода доильной установки попадает в пастеризатор 10 и, далее, подается в контур жидкостного теплообменника ТМ. В процессе теплообмена потока горячего молока с холодной водой, находящейся в нижней зоне бойлера-теплоаккумулятора 9 происходит нагрев ее за счет теплоты молока. После этого охлажденное молоко поступает в танк-охладитель молока, где продолжает оставаться до окончания процесса доения коров.

Поток отработанной горячей воды с температурой 32...40°C после выполнения технологических операций подается насосом в теплообменник-утилизатор ТУ, где также отдает теплоту холодной воде в нижней зоне бойлера-теплоаккумулятора 9, после чего сливается в канализацию. Холодная вода из водопровода, предварительно подогретая в нижней зоне бойлера-теплоаккумулятора 9 теплообменниками 12, за счет конвекции

поднимается в зону нагрева от теплообменника ТО, где нагревается до заданной температуры.



1 – электродный водонагреватель; 2 – резиновые изоляционные шланги; 3 – трубопроводы; 4 – циркуляционный насос; 5 – вентиль; 6 – подставка; 7 – расширительный бак; 8 – радиаторы отопления; 9 – бойлер-теплоаккумулятор; 10 – ОПФ; 11 – БН; 12 – теплообменники ТМ, ТУ, ТО

Рисунок 1 – Принципиальная схема энергосберегающей установки для теплоснабжения молочной фермы на 50 голов

Установка для теплоснабжения предназначена для автономных систем горячего водоснабжения технологических процессов в молочном животноводстве и отопления производственных помещений.

Вода в БТ должна нагреваться до 65...70°C за время до 6 часов при работе ЭВН только на нагрев БТ и до 8 часов при работе ЭВН на БТ и систему отопления.

Вышесказанное позволяет обоснованно выбрать децентрализованную систему водяного отопления производственных помещений при температуре воды до 95°C и двухтрубную схему водяной системы отопления с принудительной циркуляцией и с верхней разводкой (нагревательные радиаторы типа М-140-АО).

В системе отопления для создания принудительной циркуляции необходимо установить циркуляционный насос типа «Wilo» (Германия).

Анализ данных хозяйства показал, что объем помещений молочного блока не превышает 300 м<sup>3</sup>, следовательно, система отопления должна обеспечивать обогрев помещений такого объема и поддержание к ним требуемых параметров микроклимата.

В системе отопления должна быть предусмотрена возможность подключения ее к ЭВН в зимний период и отключения в летний.

Общетехнические требования, предъявляемые к оборудованию: простота и надежность, полная автоматизация, дешевизна и экономичность, электро- и пожаробезопасность, минимум тепловых потерь, высо-



кий к.п.д., возможность ремонта в условиях хозяйств, необходимость аккумуляции тепла и использования внепиковой электроэнергии.

*Результаты экспериментальных исследований.* Исследования УТ проводились в следующих режимах работы: отопление производственных помещений, нагрев воды в аккумуляторе теплоты для СГВ.

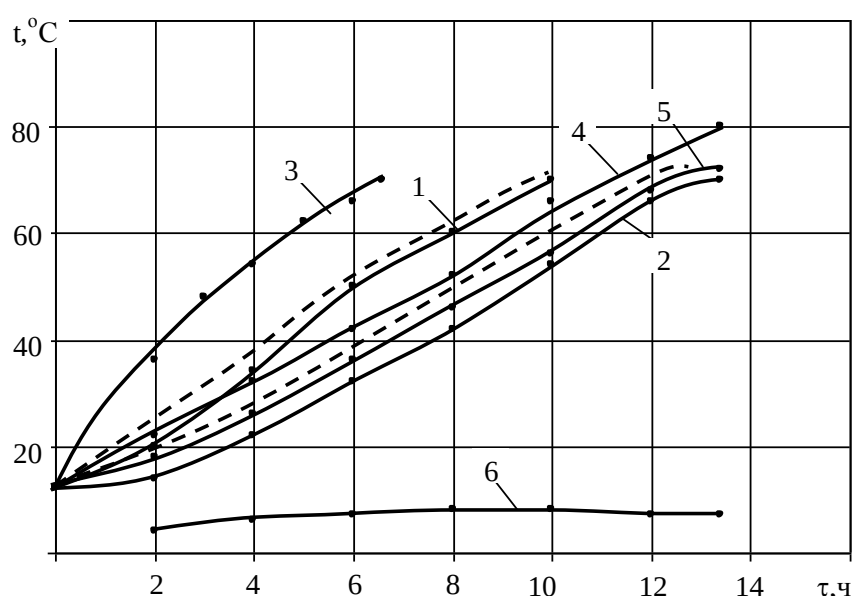
Результаты исследований приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты исследования режимов работы УТ

| Параметр                                                                                                                             | Ед. изм.             | Значение  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|-----------|
| Потребляемая (тепловая) мощность, $P_{\Sigma}$                                                                                       | кВт                  | 16        |
| Напряжение сети, $U_{\Sigma}$                                                                                                        | В                    | 380       |
| Потребляемый ток, $I$                                                                                                                | А                    | 24,3      |
| Теплопроизводительность, $Q_{\Sigma}$                                                                                                | кДж/ч                | 57024     |
| Удельный расход электроэнергии, $U_{\Sigma}$                                                                                         | кВт.ч/м <sup>3</sup> | 28,6      |
| Удельное сопротивление воды, $\rho_{20}$                                                                                             | Ом.м                 | 31        |
| Производительность при степени нагрева 25°C, $G_{\Sigma}$                                                                            | м <sup>3</sup> /ч    | 0,545     |
| Температура воды:                                                                                                                    |                      |           |
| - на входе, $t_{\text{вх}}$                                                                                                          | °C                   | 70        |
| - на выходе, $t_{\text{вых}}$                                                                                                        | °C                   | 95        |
| К.п.д, $\eta_{\Sigma}$                                                                                                               |                      | 0,99      |
| <b>I Режим отопления</b>                                                                                                             |                      |           |
| Температура воздуха в помещениях, $t_{\text{вн}}$                                                                                    | °C                   | 18,5...22 |
| Относительная влажность воздуха в помещениях, $\phi_{\text{вн}}$                                                                     | %                    | 21...44   |
| Температура в системе отопления:                                                                                                     |                      |           |
| - на входе, $t'_{\text{вх}}$                                                                                                         | °C                   | 88        |
| - на выходе, $t'_{\text{вых}}$                                                                                                       | °C                   | 72        |
| Средний суточный расход электроэнергии при температуре наружного воздуха - 4°C (при уставке терморегулятора 60°C), $A_{\text{ср}}$ : | кВт.ч                | 116,3     |
| Расход электроэнергии в течение отопительного сезона:                                                                                |                      |           |
| - октябрь                                                                                                                            | кВт.ч                | 950       |
| - ноябрь                                                                                                                             | -//-                 | 2235      |
| - декабрь                                                                                                                            | -//-                 | 3231      |
| - январь                                                                                                                             | -//-                 | 4603      |
| - февраль                                                                                                                            | -//-                 | 4240      |
| - март                                                                                                                               | -//-                 | 2850      |
| Расход электроэнергии за сезон (165 дней)                                                                                            | кВт.ч                | 18109     |
| <b>II Режим горячего водоснабжения</b>                                                                                               |                      |           |
| Вместимость аккумулятора теплоты, $V_{\text{акк}}$                                                                                   | м <sup>3</sup>       | 2,98      |
| Температура воды в АТ:                                                                                                               |                      |           |
| - начальная, $t'_{\text{АТ}}$                                                                                                        | °C                   | 10        |
| - конечная, $t''_{\text{АТ}}$                                                                                                        | °C                   | 70        |
| Усредненный температурный напор ТО, $\Delta t'_{\text{ср}}$                                                                          | °C                   | 9         |
| Время нагрева, $\tau_{\text{АТ}}$ :                                                                                                  | ч                    | 8,8       |
| Расход электроэнергии на цикл нагрева, $A_{\text{СГВ}}$                                                                              | кВт.ч                | 221       |

Анализ полученных данных показывает, что тепловая мощность ЭВН составляет 16,0 кВт, производительность 0,545 м<sup>3</sup>/ч, к.п.д. – 0,99.

Средний суточный расход электроэнергии на отопление помещений площадью 73,2 м<sup>2</sup> составляет 89,2 кВт.ч при температуре наружного воздуха – 4°C, при этом обеспечиваются требуемые параметры микроклимата. Динамика изменения температур теплоносителей в БТ приведена на рисунке 2 анализ зависимостей говорит о том, что время нагрева воды до заданной температуры 70°C составляет 10,5 ч при термосифонной циркуляции, при работе циркуляционного насоса производительностью 1,84 м<sup>3</sup>/ч – 8,8 ч. Расход электроэнергии при принудительной циркуляции – 221 кВт.ч.



1 – температура в АТ при естественной циркуляции  $t_{AT}$ ; 2 – температура в АТ при принудительной циркуляции  $t_{AT}$ ; 3 – температура в АТ при подключении двух тепловых модулей; 4, 5 – температура воды на входе  $t''_{вх}$  и выходе из теплообменника  $t''_{вых}$ ; 6 – температурный градиент  $\Delta t'_{T0}$  – теоретические зависимости

Рисунок 2 – Динамика изменения температур теплоносителей в БТ в различных режимах работы

При работе по энергосберегающей технологии расчетная номинальная мощность электродного водонагревателя снижается за счет использование теплоты отработанной технологической воды и пастеризованного молока. Таким образом, мощность водонагревателя определяется по объему теплоаккумулятора и расходам отработанной воды и пастеризованного молока

$$P = \frac{Q_{AKK} - (Q_1 \cdot \eta_2 + Q_2 \cdot \eta_3)}{3600 \eta_1 \eta_4} = \frac{251400 - (24192 + 16848)}{3600 \cdot 0,99 \cdot 0,9} = 13,1 \text{ кВт}, \quad (34)$$

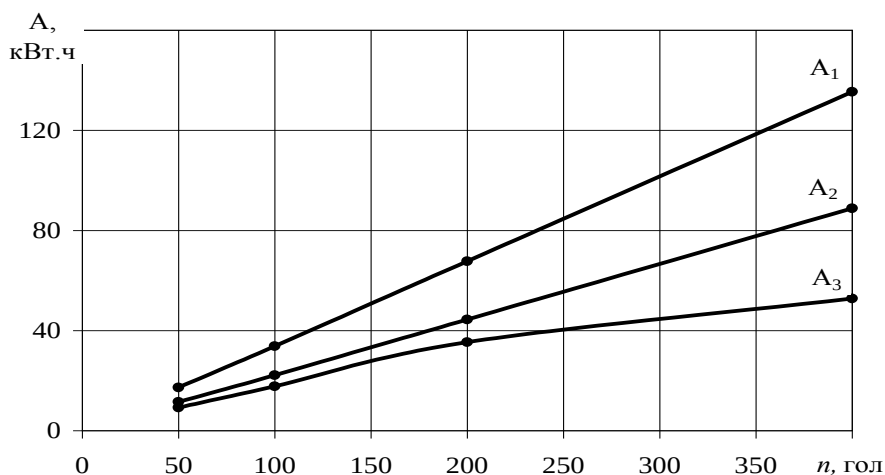
где  $Q_{AKK}$  – потребное количество теплоты на нагрев теплоаккумулятора, кДж;  $\eta_1; \eta_2; \eta_3; \eta_4$  – к.п.д., соответственно, водонагревателя и теплообменников 4; 5; 6;  $Q_1$  – количество теплоты, полученное от отработанной воды в теплообменнике 5 (рисунок 1), кДж ( $m_1 = 600$  л);  $Q_2$  – количество теплоты, полученное от пастеризованного молока в теплообменнике 6 (рисунок 1), кДж ( $m_2 = 200$  л).

$$Q_1 = 600 \cdot 4,19 \cdot (32 - 20) \cdot 0,8 = 24192 \text{ кДж}$$

$$Q_2 = 200 \cdot 3,9 \cdot (47 - 20) \cdot 0,8 = 16848 \text{ кДж}$$

Результаты расчета показывают, что потребная мощность водонагревателя снижается на 20 % с 16 до 13 кВт.

На рисунке 3 показана динамика расхода электрической энергии на нагрев воды для технологических нужд молочного блока от обслуживаемого поголовья



$A_1$  – затраты электроэнергии при работе УТ без утилизации теплоты;  
 $A_2$  – затраты электроэнергии при утилизации теплоты отработанной горячей воды;  
 $A_3$  – затраты электроэнергии при утилизации теплоты отработанной воды пастеризованного молока

Рисунок 3 – Динамика расхода электрической энергии на нагрев воды для технологических нужд молочного блока от обслуживаемого поголовья

Об эффективности энергосберегающей технологии говорит зависимость расхода электрической энергии, затрачиваемой на нагрев воды в теплоаккумуляторе, от объемов утилизации теплоты горячего пастеризованного молока и отработанной горячей воды. Расход электрической энергии снижается на 34% для молочной фермы с поголовьем 50 голов – с 16,9 до 11,1 кВт.ч на одно доение при утилизации отработанной воды и на 47

% с 16,9 до 8,85 кВт.ч при дополнительной утилизации теплоты пастеризованного молока.

**Выводы.** Разработана энергосберегающая установка для теплоснабжения молочной фермы на 50 голов и обоснованы ее параметры и режим работы.

Исследование установки для теплоснабжения подтверждает преимущества разработанной энергосберегающей технологии теплоснабжения технологических процессов: мощность ЭВН снижается с 16 до 13 кВт, а расход электрической энергии – на 34%, при утилизации теплоты отработанной воды и на 47% при дополнительной утилизации теплоты пастеризованного молока.

### **Литература**

1. Кешуов С.А., Алдибеков И.Т., Барков В.И. Ресурсосберегающие системы и установки для электротеплообеспечения молом молочном животноводстве. – Алматы: ТОО «Нур-ДиАс». – 2012. – 320 с.
2. Расстригин В.Н., Тихомиров Д.А. Расчет энергетических и теплотехнических параметров электропароводонагревателей //Техника в сельском хозяйстве. – 2000. – № 5. – С. 45-46.
3. Баранов Л.А. Анализ электродных систем электрических водонагревателей //Техника в сельском хозяйстве. – 2001. – № 1. – С. 15-17.

***Tokmoldayev A.B., Cand.Tech. Sci., Jenisqizy A. undergraduate**  
KazSRIMEA, Almaty*

### **ENERGY SAVING INSTALLATION FOR HEAT SUPPLY OF THE DAIRY FARM**

In article energy saving installation is developed for heat supply of a dairy farm on 50 heads and the constructive and technological scheme is proved. Laboratory researches of installation are conducted and its parameters and an operating mode are determined. Tests confirmed advantages of the developed energy saving technology of heat supply of technological processes: an expense of electric energy – for 34%, at utilization of warmth of the fulfilled water and for 47% at additional utilization of warmth of pasteurized milk.

## Требования к научным статьям, размещаемым в журнале «Международная агроинженерия»

Статья, представленная к публикации должна быть актуальной, отличаться новизной и практической значимостью научных результатов. Предпочтение будет отдаваться, прежде всего, оригинальным статьям теоретического и прикладного характера по научным направлениям, затрагивающим проблемы развития сельскохозяйственного производства. Тематическая направленность статей: техника, технологии и переработка сельскохозяйственной продукции, использование альтернативных источников энергии и информационных технологий в сельском хозяйстве, биоинженерия. Не допускается подача ранее опубликованных или одновременно направленных в другие издания работ.

### Статья должна сопровождаться:

- **письмом**, с указанием фамилии и инициалов первого автора на английском языке, его адрес, телефон и e-mail;
- **рецензией**, заверенной печатью (рецензент с ученой степенью не ниже ученой степени автора статьи, научная специализация рецензента должна соответствовать научному направлению публикации);
- **экспертным заключением**, выданным учреждением, в котором выполнена работа.

К публикации принимаются статьи в электронном виде на казахском, русском или английском языках, оформленные в соответствии с нижеуказанными требованиями и имеющие научный стиль изложения. Ответственность за содержание статей несут авторы. Статьи, несоответствующие тематической направленности журнала, а также не отвечающие по содержанию и по оформлению изложенным требованиям, к публикации не принимаются. Редакция журнала оставляет за собой право перевода статей на два других языка, отличные от языка оригинала статьи, и их размещение на сайте [www.kazars.kz](http://www.kazars.kz). Сроки публикации представленных статей устанавливает редакция в зависимости от их значимости и очередности поступления.

**Статья оформляется** в редакторе MS Word (шрифт Times, кегль – 14) на страницах формата A4, ориентация - книжная, с полями 2,5 см, с одинарным межстрочным интервалом (Образец статьи см. на сайте [www.kazars.kz](http://www.kazars.kz)) и предоставляется одним файлом в следующей последовательности:

1. **Индекс УДК**; в первой строке слева, без отступа, кегль 14.
2. **Фамилия** и инициалы автора (строчные полужирные), ученая степень, звание; место работы, город (кегль 14, курсив, выравнивание по центру).
3. **Название статьи** должно строго соответствовать содержанию, отражать основную идею выполненного исследования, быть по возможности кратким; кегль 14, прописные полужирные, выравнивание по центру.
4. **Аннотация** на английском языке и на языке оригинала статьи должна ясно излагать её полный содержание с графиком и формулой (в объеме в 1 страниц) и быть пригодной для опубликования отдельно от статьи; кегль 12, курсив, 4-7 строк без отступов с выравниванием по ширине, одинарный межстрочный интервал.
5. **Основная часть** статьи оформляется с абзацными отступами 10 мм с выравниванием текста по ширине, включает таблицы, графические изображения, диаграммы, схемы, фотографии, рисунки и др. Иллюстративный материал должен быть цветным, четким, представлен в едином стиле с соответствующими исходными данными. Подпись к рисунку располагается под ним посередине. Основной текст статьи может обрамлять рисунок. Слово «Рисунок» пишется полностью. Иллюстрации, таблицы, формулы, уравнения и сноски, встречающиеся в статье, нумеруются арабскими цифрами, нумерация сквозная.
6. **Заключение и/или выводы**. Статья завершается заключением и/или четко сформулированными выводами, где в сжатом виде приводятся основные полученные результаты с указанием их новизны, преимуществ и возможностей применения.
7. **Литература**, используемая в статье, указывается в порядке упоминания в ссылках в квадратных скобках и приводится в конце статьи как нумерованный библиографический список (не более 10-ти источников), оформленный согласно ГОСТа. Перечисленные компоненты статьи отделяются между собой одной пустой строкой.

Объем научной статьи, включая все вышеперечисленные компоненты (2-5 обязательны), должен составлять, как правило, не менее 2 и не превышать 10 полных страниц. Нумерация страниц размещается в нижнем колонтитуле по центру, кегль 12.

Электронные версии статьи и указанных сопроводительных документов (письмо, копии рецензии и экспертного заключения) следует направлять по адресу: [kazniimesh@yandex.kz](mailto:kazniimesh@yandex.kz), [agro\\_otvet-sekret@mail.ru](mailto:agro_otvet-sekret@mail.ru)

Издание зарегистрировано Министерством связи и информации Республики Казахстан: Свидетельство о постановке на учет периодического печатного издания № 11827-Ж от 2 июля 2011 года.

Журнал «Международная агроинженерия» зарегистрирован в Международном центре по регистрации сериальных изданий ISSN (ЮНЕСКО, г. Париж, Франция) и ему присвоен международный номер ISSN 2227-2038 (Print), ISSN 2227-2054 (Online). Сертификат выдан Национальным центром ISSN Национальной государственной книжной палаты Республики Казахстан 14 марта 2012 г.

Издается ежеквартально с 2012 г.  
Собственник ТОО «Казахский  
научно-исследовательский институт  
механизации и электрификации  
сельского хозяйства» (г. Алматы)

Подписано к печати 30.03.15  
Тираж 100 экз. Заказ № 2115  
Отпечатано в ПК «ЭКОЖАН»  
г. Караганда, ул. Садоводов, 14  
тел.: 8(7212) 44-23-68, [ekozhan@mail.ru](mailto:ekozhan@mail.ru)

ISSN 2227-2038



ISSN 2227-2057



Редакция журнала «Международная агроинженерия»  
050005, Республика Казахстан, г. Алматы, пр. Райымбека, 312  
Казахский НИИМЭСХ; e-mail: [kazniimesh@yandex.kz](mailto:kazniimesh@yandex.kz);  
тел. приемной: +7 (727) 247-96-00, факс: +7(727) 247-96-07;  
тел. ответственного секретаря: +7(727) 247-96-08;  
e-mail: [agro\\_otvet-sekret@mail.ru](mailto:agro_otvet-sekret@mail.ru); [www.kazars.kz](http://www.kazars.kz)