



Рисунок 3 - Комплекс технических средств микропроцессорной системы управления технологическим процессом получения высокоусвояемого экструдированного корма на основе бобовых культур и зерна кукурузы

#### Литература

1. Благовещенская, М. М. Информационные технологии систем управления технологическими процессами / М. М. Благовещенская, Л. А. Злобин. – М. : Высш. шк., 2005. – 768 с.
2. Шингарева, Т. И. Производство сыра: учеб. пособие для студентов высших учебных заведений по специальности «Технология хранения и переработки животного сырья» / Т.И. Шингарева, Р. И. Раманаускас. – Минск: ИВЦ Минфина, 2008. – 384 с.

УДК 631:223.2:631.371:621.311:541.135.21

### СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБА ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ВОДЫ

Прищепов М.А., д.т.н., доцент, Григорьев Р.Д.  
БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь

В животноводстве используется большое количество оборудования, требовательного к качеству воды. Важнейшими проблемами при этом являются избыточная концентрация солей кальция, железа и др., а также наличие бактерий, способных ухудшить качество получаемой продукции и нанести ущерб здоровью людей и животных. В этой связи, целью проводимой работы является совершенствование способа электротехнологической обработки воды, обеспечивающего дезинфекцию микроорганизмов, выделение и фильтрацию солей, имеющего более высокую, по сравнению с существующими, энергетическую, технологическую и экономическую эффективность.

Избыточная (более  $0,4 \text{ мг/дм}^3$ ) минерализация приводит к увеличению буферной емкости воды, что влечет за собой снижение эффективности моющих и дезинфицирующих средств. В результате увеличивается выброс в окружающую среду отработанных химикатов. Плохая дезинфекция является причиной порчи продукции в процессе их производства и хранения, при этом повышается риск распространения инфекционных заболеваний. Соли кальция и железа образуют налет, который нарушает работу наиболее уязвимых частей гидравлического оборудования (вентили, клапаны, распылители, нагреватели и др.), вызывают коррозию и ухудшают внешний вид оборудования.

При поении животных важно не только очистить и продезинфицировать воду, но и придать ей определенные свойства. Известно, что на определенные виды животных благоприятное воздействие оказывает вода с рН отличным от 7. Поэтому, разработка простого и доступного способа очистки воды от солей с одновременной дезинфекцией, а также позволяющего регулировать свойства очищенной воды, является актуальной практической и научной задачей.

В основу концепции разрабатываемого способа положен принцип устранения недостатков существующих электротехнологических устройств:

- интенсивный электрохимический износ анода;
- отложение солей на катоде;
- выделение электролизных газов.

Основным устройством при реализации электротехнологического способа обработки воды является электролизер (электрохимический реактор). Реактор представляет собой блок гидравлически соединенных электролитических элементов. В электролитическом элементе применены химически стойкие материалы. Схема соединения электролитических элементов зависит от требуемых свойств воды. Как правило, в электролизерах применяется принцип проточного электролиза воды постоянным током с использованием диафрагмы или мембраны, а также бездиафрагменный или комбинированный (при необходимости регулирования свойств воды).

Исследования направлены на разработку конструкции электролизера, позволяющей устранить недостатки уже существующих электротехнологических устройств, путем использования:

1. простой, лишенной дорогостоящих мембран и диафрагм, конструкции ячейки и способа разделения потоков, позволяющей эффективно использовать воду с максимальным выходом фильтрата;
2. ячейки с низким сопротивлением, позволяющей более эффективно использовать электрическую энергию на процесс электролиза;
3. оригинальной конструкции электролизера, позволяющей эффективно утилизировать электролизные газы, которые обычно мешают процессу, и использовать их для уменьшения энергоемкости процесса, увеличения технологического эффекта обработки, а также увеличения надежности и долговечности основных элементов конструкции. Утилизация водорода, содержащего в себе значительное количество энергии, происходит в результате его разряда у анода. При этом уменьшается доля участия материала анода в электрохимических реакциях и увеличивается срок его службы. Разряд водорода имеет химический эффект, обеспечивающий искомое (в случае необходимости) смещение рН, с образованием связанных химических соединений, представляющих меньшую технологическую и экологическую опасность.

Проведенные исследования позволили определить некоторые параметры разрабатываемого оборудования и получаемой воды, приведенные в таблице 1

Таблица 1. - Параметры разрабатываемого оборудования

| Наименование показателей     | Значения показателей        |
|------------------------------|-----------------------------|
| Производительность           | до 1м <sup>3</sup> /ч       |
| Потребляемая мощность        | 1,5-2 кВт                   |
| Питающее напряжение          | До 50В                      |
| Плотность тока               | 100 А / м <sup>2</sup>      |
| Расход энергии               | 1,5-2кВт ч/ м <sup>3</sup>  |
| Характеристики воды:         |                             |
| – градус жесткости на входе  | 12 мг-экв/ дм <sup>3</sup>  |
| – градус жесткости на выходе | 1-2 мг-экв/ дм <sup>3</sup> |
| – рН                         | 5,5 - 8,5                   |
| – свободный активный хлор    | 0,3 мг / дм <sup>3</sup>    |

Необходимо отметить, что указанные параметры могут существенно изменяться в зависимости от исходных и требуемых свойств воды.

Совершенствуемый электротехнологический способ обеспечивает возможность эффективного сочетания и комплексного использования с другими методами обработки и очистки воды (магнитная обработка и др.).

Анализ стоимости различных способов очистки воды, которые реализуются с использованием дорогостоящих реагентов и расходных материалов, позволяет сделать вывод о том, что электротехнологический способ водоподготовки имеет экономическое преимущество (таблица 2).

Таблица 2 - Экономическая эффективность совершенствуемого способа

| Способ получения воды  | Приблизительная себестоимость воды \$/м <sup>3</sup> * |
|--|--|
| Водопроводная вода   | 0,4 - 2  |
| Бутилированная вода  | до 150   |
| Вода, очищенная при помощи мембран   | до 15  |
| Вода, очищенная при помощи ионообменной технологии                                     | 0,8 - 3,5  |
| Вода, очищенная электрохимическим способом при стоимости электроэнергии 0,03- \$/кВт ч | 0,6-2,5  |

\* - приведены усредненные показатели мировых цен на воду и электрическую энергию

Таким образом, совершенствуемый электротехнологический способ позволяет получать воду с параметрами, соответствующими стандартам на питьевую воду при наименьшей себестоимости в сравнении с традиционными способами очистки и водоподготовки. При этом обеспечивается возможность регулирования параметров получаемой воды с целью ее использования в таких технологических процессах, как поение сельскохозяйственных животных, мойка и дезинфекция оборудования, а также для бытовых целей.

#### Литература

1. Водоснабжение животноводческих комплексов с применением погружных электронасосных агрегатов: монография / В. С. Ивашко [и др.]; под ред. В. К. Пестиса, 2011. - 250 с.
2. Прищепов, М.А. Выбор электротехнологического оборудования для подготовки воды на животноводческой ферме / М.А. Прищепов, Р.Д. Григорьев // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : сборник научных статей Международной научно-практической конференции, (Минск, 21-23 ноября 2018 года) - Минск: БГАТУ, 2018. - С. 516-519
3. Григорьев, Р.Д. Исследование электротехнологии подготовки воды на свиноводческом комплексе / Р.Д. Григорьев // Сельское хозяйство - проблемы и перспективы: сборник научных трудов / ГГАУ. - Гродно, 2018. - Т. 41 : Зоотехния. - С. 41-47
4. Прищепов, М.А. Электротехнология водоподготовки в энергетическом балансе фермы / М.А. Прищепов, Р.Д. Григорьев // Актуальные вопросы энергетики в АПК : матер. всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (Благовещенск, 27 фев. 2019 г.). – Благовещенск: Изд-во Дальневосточного гос. аграрного ун-та – Благовещенск, 2019. – С. 35-37.

УДК 631.363

#### **УПРАВЛЕНИЕ ВЗАИМОСВЯЗАННЫМ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫМ АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ВАЛЬЦОВЫХ ПЛЮЩИЛОК-ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕЙ ФУРАЖНОГО ЗЕРНА**

**Прищепова Е.М., Дайнеко В.А., к.т.н., доцент**  
БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь

В структуре себестоимости производства мяса, молока и других продуктов животноводства, корма составляют 60 %. Однако эффективность их использования во многом зависит от подготовки их к скармливанию. Одним из способов, позволяющих полнее использовать питательные вещества зерновых кормов является их плющение при консервировании или измельчение перед скармливанием. Таким образом, разработка высокопроизводитель-