

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»



# ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ – ВАЖНЕЙШЕЕ УСЛОВИЕ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ АПК

Материалы Международной  
научно-технической конференции

*(Минск, 19–20 декабря 2019 года)*

МИНСК  
БГАТУ  
2019



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»

**ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ – ВАЖНЕЙШЕЕ  
УСЛОВИЕ ИННОВАЦИОННОГО  
РАЗВИТИЯ АПК**

**Материалы  
Международной научно-технической конференции**

*(Минск, 19-20 декабря 2019 г.)*

Минск  
БГАТУ  
2019

**Энергосбережение – важнейшее условие инновационного развития АПК** : материалы Международной научно-технической конференции (Минск, 19-20 декабря 2019 г.) / под ред. И.В. Протосовицкого. – Минск : БГАТУ, 2019. – 324 с. – ISBN 985-985-25-0016-6.

В сборнике обобщены материалы конференции, посвященной рассмотрению перспектив и направлений развития энергетики, энергообеспечению, нетрадиционным и возобновляемым источникам энергии, применению электротехнологии и электрооборудования, автоматизации технологических процессов в АПК, а также энергосберегающим технологиям и техническим средствам для производства, переработки и хранения сельскохозяйственной продукции, последипломному образованию специалистов, управлению качеством образования в вузе.

В докладах отражены теоретические и практические достижения ученых Беларуси, Украины, России, Польши, Великобритании, Казахстана, Азербайджана дается анализ состояния энергетики АПК и представлены перспективы ее развития.

Материалы будут полезны и интересны для научных сотрудников, занимающихся энергетикой АПК, других специалистов, а также студентов.

Под редакцией кандидата технических наук, доцента И.В. Протосовицкого

Редакционная коллегия:

*Протосовицкий И. В.*, канд. тех. н., доц. (научный редактор);

*Герасимович Л. С.*, акад. НАН Беларуси, д-р тех. н., проф.;

*Прищепов М. А.*, д-р тех. н., доц.;

*Забелло Е. П.*, д-р тех. н., проф.;

*Заяц Е.М.*, д-р тех. н., проф.;

*Королевич М.В.*, д-р физ.-мат. н, доц.

*Материалы опубликованы на языке оригинала с сохранением орфографии и пунктуации авторов. Ответственность за достоверность публикуемых материалов несут их авторы.*

**Гулевский В.Б., к.т.н., доцент, Постол Ю.А., к.т.н., доцент, Стручаев Н.И. к.т.н., доцент, Беспалько В. В, студентка –магистрант**  
*Таврический государственный агротехнологический университет имени Дмитрия Моторного, Украина*

## **ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ ПОД ДЕЙСТВИЕМ МАГНИТНОГО ПОЛЯ**

В последнее время экологические вопросы систем водоснабжения и водоотвода становятся очень остро. Одними из основных источников загрязнения и засорения водоемов недостаточно очищенные сточные воды промышленных предприятий.

С увеличением мощности предприятий, использованием сложных технологических процессов, потребления воды увеличивается. После использования в производственных целях вода загрязняется, изменяет свои первичные свойства, что делает ее непригодной для дальнейшего использования, то есть она превращается в производственные сточные воды (промышленные стоки), которые необходимо очищать перед повторным использованием. Сточные воды образуются на предприятиях машиностроения, металлообработки, металлургии, транспорта и даже сельского хозяйства. Технологии по очистке загрязненных стоков содержат множество методов, которые в совокупности позволяют добиться наибольшего эффекта в процессе водоочистки для многократного возвращения использованной воды в хозяйственную сферу.

Классическая очистка может происходить с применением разных методов. Основным направлением научных разработок по интенсификации очистки сточных вод являются методы действия на водную систему внешних полей, что обусловлено универсальностью и эффективностью методов при малых капитальных вложениях. Наибольшее распространения приобрели: наложение электрического поля; наложение магнитного поля; электрокоагуляция [1].

Исследованиями и наблюдениями установлено, что от 70 до 95%, а в отдельных случаях до 100% загрязняющие примеси в отраслях промышленности имеют ферромагнитные свойства. Причиной наличия таких примесей является непрерывная и прогрессирующая во времени коррозия, износ технологического и коммуникационного оборудования, наличие устаревших технологий производств [2].

Поскольку большая часть механических примесей имеют магнитные свойства, создается реальная перспектива применения методов и устройств для их магнитного осаждения. Благодаря простоте реализации устройств для магнитной обработки водно-дисперсных систем в производ-

ственных условиях, это направление все чаще используется на предприятиях [3], невзирая на незавершенность технических и особенно научных разработок.

Наиболее простыми устройствами для очистки сточных вод от механических примесей являются отстойники, в основе которых лежит принцип гравитации – действие на частицы только массовых сил тяжести.

Процесс осаждения механических примесей достаточно хорошо изучен и успешно используется для очистки в отстойниках. В основе принципа магнитного отстойника лежит эффект взаимодействия частиц магнитных материалов с внешним магнитным полем. Сила взаимодействия описывается выражением [4]:

$$F_m = \mu_0 \cdot \chi \cdot V \cdot H \cdot \text{grad}H \quad (1)$$

где  $F_m$  - магнитная сила, действующая на частицу, Н;  $\mu_0$  - магнитная проницаемость среды, Гн/м;  $\chi$  - магнитная восприимчивость частицы, м<sup>3</sup>/кг;  $V$  - объем частицы, м<sup>3</sup>;  $H$  - напряженность магнитного поля, А/м;  $\text{grad} H$  - скорость изменения магнитного поля, А/м<sup>2</sup>.

Эффективность осаждения примесей зависит от величины поверхности осаждения, расхода, вязкости, пути перемещения жидкости, а также конструктивных особенностей. Выявлено (рис.1), что скорость осаждения частиц в магнитном поле возрастает в десятки раз по сравнению с осаждением под действием сил тяжести [3].

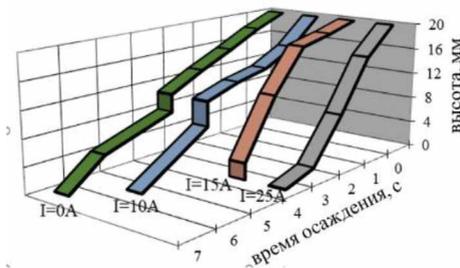


Рисунок 1 - Зависимость времени осаждения примесей от высоты зоны осаждения

Несмотря на это, прогнозирование работы отстойников с магнитной системой при их проектировании, в особенности при осаждении неоднородных взвесей, применяется недостаточно широко.

Таким образом, повышение эффективности технологии очистки производственных сточных вод с магнитной системой становится очень актуальным заданием, поскольку является весомым резервом совершенствования технологических процессов.

#### Список использованных источников

1. Запольський А.К. Фізико-хімічні технології очищення стічних вод / А.К. Запольський. — К.: Вища школа, 2005. —671 с.

2. Долина, Л. Ф. Современная технология и сооружения для очистки нефтесодержащих сточных вод [Текст]: монография / Л. Ф. Долина. - Днепропетровск: Континент, 2005. - 296 с.
3. Просвирнин В.И. Очистка технических жидкостей в магнитных отстойниках / В.И. Просвирнин, Е.П. Масюткин, В.Б. Гулевский // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. - Мелітополь, 2004. - Вип. 24.- С. 39-47.
4. Дергач В.Г. Специальные методы обогащения полезных ископаемых / В.Г. Дергач. – М.: Недра, 1966. – 375 с.

**Дайнеко В.А., к.т.н., доцент, Равинский Н.А., старший преподаватель,  
Ковширко Е.Н., магистрант**

*УО «Белорусский государственный аграрный технический  
университет», Минск, Республика Беларусь*

### **ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ВОДОСНАБЖАЮЩИХ УСТАНОВОК**

Электропривод водоснабжающих установок сельскохозяйственного назначения обычно построен на основе погружных асинхронных трехфазных электродвигателей с короткозамкнутым ротором (АД). Отказы оборудования происходят из-за повреждений насоса, электродвигателя и системы управления. Основные виды повреждений – механический износ, повреждение изоляции кабеля и обмоток АД, отказ системы управления.

Проблему повышения эксплуатационной надежности электроприводов можно решить при условии непрерывной диагностики АД в рабочих режимах, что позволяет предупредить развитие повреждения. Эффективным путем повышения надежности установок водоснабжения является защита от импульсных и атмосферных перенапряжений кабеля, электродвигателя и шкафа управления.

Для контроля изоляции разработано микропроцессорное устройство, которое обеспечивает измерение текущего значения сопротивления изоляции системы «вторичная обмотка трансформатора - кабель - обмотка статора электродвигателя» и определяет коэффициент адсорбции.

Разработаны технические мероприятия в соответствии с ГОСТ 32144-2013 «Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения» по обеспечению защиты оборудования от атмосферных и коммутационных перенапряжений». Предложена конструкция шкафа управления, оснащенная ограничителями импульсных перенапряжений.

|  |     |
|--|-----|
| Мирончук В.И., исследователь в области тех. наук, Вельченко А.А., к.т.н., доцент, Андрианов В.М., д.ф.-м.н., УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», Минск, Республика Беларусь |     |
| АЛГОРИТМ РАСЧЕТА СОЛНЕЧНОЙ ТРАЕКТОРИИ В ТЕЧЕНИИ ДНЯ ДЛЯ НЕСКОЛЬКИХ ОБЛАСТНЫХ ЦЕНТРОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ .....   | 105 |
| Пашинский В.А. к.т.н., доцент, Бутько А.А. Международный государственный экологический институт им. А.Д. Сахарова БГУ, г. Минск  |     |
| СРЕДНЕСРОЧНЫЕ И ДОЛГОСРОЧНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СУММАРНОЙ, ПРЯМОЙ И РАССЕЯННОЙ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ .....  | 108 |
| Русан В.И. д.т.н., профессор, Сычик В.А. д.т.н., профессор УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», Минск, Республика Беларусь   |     |
| РЕЧНАЯ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ .....   | 110 |
| Селюк Ю. Н., старший преподаватель УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», Минск, Республика Беларусь   |     |
| КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ .....  | 112 |
| Стручаев Н.И. к.т.н., доцент, Постол Ю.А., к.т.н., доцент, Гулевский В.Б., к.т.н., доцент Таврический государственный агротехнологический университет имени Дмитрия Моторного, Украина                     |     |
| КОМПАКТНЫЙ БИОГАЗГЕНЕРАТОР .....   | 115 |
| Шаталов Е.С., магистрант, Вельченко А.А., к.т.н., доцент УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», Минск, Республика Беларусь   |     |
| ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ МАЛОГАБАРИТНЫХ СОЛНЕЧНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК С ПОМОЩЬЮ ДВУХОСНОЙ СИСТЕМЫ СЛЕЖЕНИЯ ЗА СОЛНЦЕМ .....   | 117 |
| Щербина С.А., магистрант, Вельченко А.А., к.т.н., доцент УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», Минск, Республика Беларусь   |     |
| РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ГИБРИДНОЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВИЭ .....  | 119 |

|   |     |
|---|-----|
| Городецкая Е.А., к.т.н., доцент, Городецкий Ю.К., Роговой А.А., Кучук Е. УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», Минск, Республика Беларусь<br>ДИЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ СЕПАРАЦИЯ – ПЕРСПЕКТИВНАЯ ПОДГОТОВКА СЕМЯН К ПОСЕВУ .....   | 136 |
| Гулевский В.Б., к.т.н., доцент, Постол Ю.А., к.т.н., доцент, Стручаев Н.И. к.т.н., доцент, Беспалько В. В, студентка –магистрант Таврический государственный агротехнологический университет имени Дмитрия Моторного, Украина<br>ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ ПОД ДЕЙСТВИЕМ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ..... | 138 |
| Дайнеко В.А., к.т.н., доцент, Равинский Н.А., старший преподаватель, Ковширко Е.Н., магистрант УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», Минск, Республика Беларусь<br>ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ ВОДОСНАБЖАЮЩИХ УСТАНОВОК .....  | 140 |
| Демидков С.В., к.т.н., доцент, Коротинский В.А., к.т.н., доцент УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», Минск, Республика Беларусь<br>СПОСОБ ХОЛОДНОЙ ПАСТЕРИЗАЦИИ МОЛОКА .....  | 142 |
| Дубодел И.Б., к.т.н., доцент, Кардашов П.В., к.т.н., доцент, Корко В.С., к.т.н., доцент УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», Минск, Республика Беларусь<br>ОБОСНОВАНИЕ И ВЫБОР ТИПА МЕМБРАН ЭЛЕКТРОКОАГУЛЯТОРА БЕЛКОВ КАРТОФЕЛЬНОГО СОКА .....  | 144 |
| Зяц Е.М., д.т.н., профессор, Янко М.В. УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», Минск, Республика Беларусь<br>МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СКОРОСТИ РОСТА ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ДРОЖЖЕЙ SACCHAROMYCES CEREVISIAE .....   | 146 |
| Иванов В.П., д-р техн. наук, проф.; Дронченко В.А. Полоцкий государственный университет<br>ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС УТИЛИЗАЦИИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ РЕМОНТНОГО ПРОИЗВОДСТВА .....   | 148 |

Научное издание

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ – ВАЖНЕЙШЕЕ УСЛОВИЕ  
ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ АПК

Материалы  
Международной научно-технической конференции

*(Минск, 19–20 декабря 2019 г.)*

Ответственный за выпуск *И. В. Протосовицкий*  
Технический редактор *А. И. Зеленькевич*  
Компьютерная верстка *А. И. Зеленькевича*  
Дизайн обложки *Д. О. Сенькевич*

Подписано в печать 17.12.2019 г. Формат 60×84<sup>1</sup>/<sub>16</sub>.  
Бумага офсетная. Ризография.  
Усл. печ. л. 18,63. Уч.-изд. л. 14,72. Тираж 50 экз. Заказ 927.

Издатель и полиграфическое исполнение:  
Учреждение образования  
«Белорусский государственный аграрный технический университет».  
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,  
распространителя печатных изданий  
№ 1/359 от 09.06.2014.  
№ 2/151 от 11.06.2014.  
Пр-т Независимости, 99-2, 220023, Минск.



9 789852 500166