

Обрабатываемая сточная вода под давлением поступает через патрубок подачи очищаемой воды 6 с открытым электромагнитным клапаном в камеру электрофлотокоагуляции, которая сверху ограничена тарельчато-штыревым растворимым анодом 5. При подаче напряжения на катоды и анод очищаемая жидкость подвергается воздействию неоднородного электрического поля. Происходит электролиз, в ходе которого анод частично растворяется и в камере электрофлотокоагуляции образуются коагулянты на основе гидроксида металла растворяющегося анода. Последние коагулируют находящиеся в жидкости эмульгированные нефтепродукты, моющие средства. Под действием постоянного тока на поверхности электродов протекают электрохимические реакции, приводящие к образованию гидроксильных групп, атомарного кислорода, перекиси водорода, что вызывает окисление органических примесей, в том числе тяжелых металлов. Окислившиеся продукты, механические примеси выпадают в осадок, под действием центробежных сил, возникающих в устройстве и сил тяжести, задерживаются в зоне накопления шлама 2, затем удаляются через патрубок 1.

Пузырьки газа, образующиеся у электродов при электролизе очищаемой воды, интенсифицируют перенос скоагулировавшихся частиц из жидкости на ее поверхность. Попадая в электромагнитную камеру разделения 13, скоагулировавшиеся частицы, обладая отрицательным зарядом, подвергаются воздействию неоднородного магнитного поля, создаваемого электромагнитами постоянного тока 9, получают завихрение, двигаются в сторону увеличения магнитной индукции по спирали с уменьшающимся радиусом, т.е. к центру воронки патрубка отвода пены. Очищенная вода удаляется через патрубок 12, а газообразные продукты – через патрубок 11. Когда вода поднимается в устройстве до уровня воронки патрубка отвода пены, срабатывает датчик уровня 10 и размыкает цепь питания электромагнитного клапана, закрывает подачу очищаемой воды. Уровень воды падает, электрический контакт датчика уровня замыкает цепь питания и открывает электромагнитный клапан патрубка подачи очищаемой воды.

Использование предлагаемого устройства для очистки сточных вод обеспечивает высокую эффективность их очистки независимо от уровня и состава загрязненности, так как используется дополнительная обработка потока очищаемой жидкости в неоднородном электрическом поле камеры электрофлотокоагуляции и неоднородном магнитном поле постоянного тока электромагнитной камеры разделения очищенной воды и всплывшей пены. Это существенно повышает экологическую чистоту постов мойки, сбрасывающих сточные воды, а также обеспечивает стабильный режим работы биологических очистных сооружений. В результате электрообработки стоков достигается их очистка от загрязнений до 99,8%. Энергоемкость процесса составляет  $0,5 \dots 0,6 \text{ кВтч/м}^3$ .

Выводы. Применение электрохимического способа очистки сточных вод в сочетании с другими электротехнологическими методами (электрофлотация, электросепарация) позволяет достигать высокой степени обезвреживания сбрасываемых стоков, отказаться от химических реагентов, повторно использовать очищенную воду, что сберегает водные ресурсы, экономически выгодно, создает на постах мойки сельскохозяйственной техники бессточные и оборотные системы их водоснабжения.

УДК 66.087:631.22.018

### **ЭЛЕКТРОКОАГУЛЯЦИОННАЯ ОБРАБОТКА СУБСТРАТА ЖИДКОГО ПОМЕТА С ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ЕГО ОТДУВКОЙ**

**Крутов А.В.**, к.т.н., доцент,

**Нефедов С.С.**, аспирант, **Янко М.В.**, студент

Белорусский государственный аграрный технический университет

Наиболее эффективный способ утилизации птичьего помета – его переработка в биологических реакторах с целью получения метана. Однако практика показывает, что

переработка одного птичьего помета невозможна из-за наличия в нем большого количества азота, что вызывает образование аммиака и нейтрализацию метанобразующих бактерий. Это приводит к замедлению или прекращению процесса получения метана [1-5].

Химический состав водного раствора птичьего помета характеризуется присутствием в них в основном катионов  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ , анионов  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ . Как видно, из катионов аммония  $\text{NH}_4^+$  легко образуется аммиак. Ионы находятся в растворе в состоянии диссоциативного равновесия с молекулами аммиака ( $\text{NH}_3$ ):

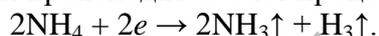


Нами проведены опыты по интенсификации выделения аммиака из водного раствора птичьего помета используя процесс его электрокоагуляции и последующей продувки анолита и католита воздухом.

Электрокоагуляционная обработка субстрата на основе птичьего помета проводилась нами в электролизере с полупроницаемой межэлектродной перегородкой на модельных растворах с монополярным включением электродов. Напряженность электрического поля в опытах варьировалась:  $E=440\dots 860$  В/м, плотность тока, в зависимости от материала и размера электродов находилась в пределах  $j=700\dots 1820$  А/м<sup>2</sup>. Использовались электроды из стали Ст3, нержавеющей стали Х1810НТ, алюминия АМцМ, а также из меди М1М.

Электролиз у катода:

Уменьшение ионов аммония происходит за счет процесса восстановления у катода:



Выделяющиеся пузырьки газа выносят метан, водород из раствора на поверхность, а также другие, скоагулировавшиеся в хлопья соединения. В итоге концентрация азота в субстрате убывает.

Одновременно при электрообработке стоков протекают и такие электрохимические реакции, в результате которых происходит выделение других газообразных веществ, выпадение осадков. Проведенные нами опыты коррелируют с опубликованными аналогичными исследованиями по электрокоагуляции животноводческих стоков [6].

Установлено, что соотношение между содержанием  $\text{NH}_4^+$  и  $\text{NH}_3$  зависит от величины рН жидкого помета. При определенном рН наблюдается подавление диссоциации ионов аммония с образованием газообразного аммиака. Подавление отмечается при создании сильнощелочной среды. На рис. ниже приведены зависимости рН католита и анолита, полученного из жидкого субстрата птичьего помета от количества пропущенного электричества через обрабатываемый раствор с использованием различных электродов и режимов электрообработки.

Известно, что аммиак в воде способен растворяться. Для его удаления была применена отдувка - пропускание через слой обработанного субстрата пузырьков воздуха (принудительная флотация). Помимо растворенных газов при отдувке хорошо извлекаются и другие взвешенные вещества, а также осуществляется окисление растворенных веществ, за счет поступления в очищаемую воду атмосферного кислорода. В процессе продувки воздухом, аммиак из воды переходит в газовую фазу и удаляется вместе с пузырьками воздуха. При этом наблюдается снижение содержания в обрабатываемом субстрате ионов аммония и молекул аммиака. Кроме того, растворимый в воде в ходе продувки кислород окисляет нитриты ( $\text{NO}_2^-$ ) в нитраты ( $\text{NO}_3^-$ ).

В результате проведенных опытов массовая доля азота в субстрате была снижена с 1,1% до 0,3. Одновременно установлено, что важными факторами интенсивности удаления аммиака являются размеры и количество пузырьков. Определение оптимальных режимов продувки обработанного в электрическом поле жидкого субстрата птичьего помета требует дополнительного исследования.

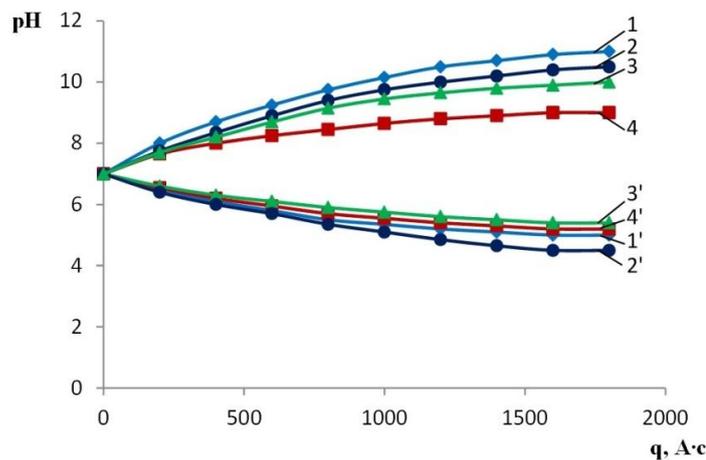


Рисунок 1 - Зависимость водородного показателя субстрата от количества электричества:

- 1, 2, 3, 4 – катодит; 1', 2', 3', 4' – анолит;
- ◆ - электроды из меди ( $E=590...860$  В/м;  $j=1820$  А/м<sup>2</sup>);
  - ▲ - электроды из алюминия ( $E=440...500$  В/м;  $j=700$  А/м<sup>2</sup>);
  - - электроды из нержавеющей стали ( $E=450...560$  В/м;  $j=937,5$  А/м<sup>2</sup>);
  - - электроды из стали ( $E=600...860$  В/м;  $j=1200$  А/м<sup>2</sup>)

Выводы: После электрокоагуляционной обработки субстрата жидкого помета и продувки его воздухом наблюдается снижение концентрации азота, в том числе и аммонийного ( $N - NH_3$ ), в зависимости от напряженности электрического поля, плотности тока и энергзатрат от 1,5 до 3-х раз. Эффективность очистки от аммиака составляет 90-95%.

#### Литература

- 1.Болоцкий, И.Л. и др. Анализ методов обеззараживания животноводческих стоков и помета с ферм//Ветеринария Кубани, - 2008.- №3.- С.17.
- 2.Мельник, В.А. Методы переработки птичьего помета. Рекомендации Института птицеводства УААН. – 2009. – 21с.
3. Овцов, Л.П. и др. Опыт безопасного использования органических отходов животноводства и птицеводства. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2006. - 60 с.
4. Шелихов, А.В., Васильев, Н.В. Ферментации птичьего помета. [Электронный ресурс]. – 2008. – Режим доступа: <http://newtechnolog.narod.ru/articles/24article/f-3.jpg> – Дата доступа: 27.10.2013.
5. Меркурьев, В.С., Воробьева, Р.П. Пособие по системам сооружений для подготовки и утилизации сточных вод и животноводческих стоков. – М., 1996. 76 с.
6. И.И. Лиштван, Е.В. Гапанович, В.М. Крайко. Электрофлокоагуляционная очистка сточных вод животноводческих комплексов//Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя хімічных навук. -2002. -№2. С.86-90.

УДК 631.171

### ПОДХОДЫ К АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ОБОРУДОВАНИЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ МИКРОКЛИМАТА ФЕРМЫ КРС

Якубовская Е.С., ст. преподаватель; Ротьюко Г.Ю.

Белорусский государственный аграрный технический университет

Исследованиями установлено, что продуктивность животных на 50–55% определяется кормами, на 20–25% — генетическими признаками и уровнем селекционно-племенной работы и на 20–30% — условиями микроклимата[1, с. 203]. И при неудовлетворительном микроклимате потенциальная продуктивность животных используется лишь на 20–30%, а срок их племенного и продуктивного использования сокращается.