

УДК 631.8.002.8; 537.84

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МАГНИТОДИНАМИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРОЛИТНОГО НАСОСА ДЛЯ ДЕГЕЛЬМЕНТИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОТХОДОВ

Вертинский П.А.

Усьолье-Сибирское, e-mail: pavel-35@mail.ru

Современная ситуация с загрязнением окружающей природной среды сельскохозяйственными отходами во всём мире по общему и давнему признанию является катастрофической [1]. Именно данное обстоятельство является главным стимулом поиска и широкого практического применения разнообразных путей и способов защиты окружающей среды от загрязнения и заражения сельскохозяйственными отходами, которые можно сгруппировать в большие группы: 1. Физические (центрифугирование, фильтрация, термообработка, облучение и др.), 2. Химические (хлорирование, озонирование, сжигание и др.), и 3. Биологические. Разумеется, в эти группы входят и многочисленные комплексные методы: физико-химические, биофизические и биохимические [2]. Вместе с этим, не вдаваясь здесь в детальный анализ каждого из названных и не названных методов, приходится констатировать, что проблемы обеззараживания со временем становятся всё более обострёнными. Этот вывод легко понятен не только с позиций эффективности указанных и других методов, часто ограниченных на уровне 50% и менее, но и в связи со сложностью оборудования, из-за дороговизны материалов и устройств, высокой энергоёмкости проведения соответствующих мероприятий, включая транспортные расходы [3]. Особенному замечанию здесь подлежат химические методы, неизбежным результатом которых является химическое, часто токсичное загрязнение окружающей среды, в частности, наиболее эффективный химический способ обеззараживания – сжигание приводит к загрязнению окружающей среды продуктами сгорания. В свете выше сказанного вполне понятен появившийся интерес сельскохозяйственных экологов к электрическим методам, среди которых можно указать многочисленные попытки отечественных и зарубежных специалистов [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 и др.].

Ключевые слова: окружающая среда, загрязнение, сельскохозяйственные отходы

PROSPECTS OF APPLICATION MAGNETODYNAMIC ELECTROLYTE PUMP DEWORMING AGRICULTURAL WASTE

Vertinskij P.A.

Sibirskoye, e-mail: pavel-35@mail.ru

The current situation with environmental pollution by agricultural waste in the world in general and the long-standing recognition is catastrophic [1]. This circumstance is the main stimulus of search and wide practical application of a variety of ways and means of protecting the environment from pollution and contamination of agricultural waste, which can be grouped into broad groups: 1. Physical (centrifugation, filtration, heat treatment, irradiation, etc.) 2. Chemical (chlorination, ozonation, burning, etc.), and 3. Biological. Of course, in these groups includes numerous complex methods: physical-chemical, biophysical and biochemical [2]. At the same time, without going into a detailed analysis of each of these and these methods, it must be noted that the problems of disinfection eventually become more heightened. This conclusion can be easily understood not only from the standpoint of the effectiveness of these and other methods are often limited to 50% or less, but also due to the complexity of equipment, due to the high cost of materials and devices, high energy intensity of these activities, including transportation costs [3]. Features notes here are subject to chemical methods, the inevitable result of which is a chemical often toxic pollution, in particular, the most effective method of chemical decontamination – burning leads to environmental pollution by combustion products. In light of the above it is understandable interest in agricultural ecologists appeared to electrical methods, among which you can specify multiple attempts domestic and foreign experts [4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, etc.].

Keywords: environment, pollution, agricultural waste

В работе [12] даётся краткое обобщение перечисленных и других исследований и попыток применения на практике электрических способов обработки сельскохозяйственных отходов, разделяя их на относительно самостоятельные группы:

1. Электрокоагуляция. Электрокоагуляция основана на пропускании через сточные воды постоянного электрического тока с помощью погруженных заряженных электродов. В результате обработки жидкости влажностью не менее 98,5% в электрическом поле коллоидные частицы разноименно заряжаются, притягиваются друг к другу, уплотняются и выпадают в осадок

в отстойнике [4, 5, 6 и др.]. Электрокоагуляция имеет определенные преимущества перед обработкой сточных вод с использованием химических реагентов, упрощая технологию и эксплуатацию установок, *но требует значительных затрат электроэнергии и металла*, который в виде гидромеси собирается в осадке.

2. Электрохимические способы. Электрофлотация представляет собой способ разделения, в процессе которого легкие частицы поднимаются на поверхность сточной воды, переносимые малыми пузырьками газов. В рамках данного способа при проведении электролиза воды на поверхности элект-

тродов (анода и катода) образуются малые пузырьки водорода и кислорода (22–50 мкм в диаметре). Пузырьки поднимаются на поверхность жидкости и при этом выполняют функцию собирателей мелкодисперсных частиц. Для осуществления электролиза требуется мощный источник электрического тока. Процесс ограничен высоким содержанием сухих веществ в жидком навозе. Для того чтобы обеспечить возможность эффективного использования данного способа для удаления растворимого азота, необходимо обеспечить одновременное электрохимическое окисление. Имеются сведения об использовании электрофлотаторов при очистке жидкой фракции навоза [7, 8, 9, 10 и др.]. Установлено, что расход электроэнергии на обработку 1 м³ при электрофлотации меньше, чем при электрокоагуляции, особенно после предварительного хлорирования исходной жидкой фракции.

3. Электрохимическое окисление. Существует множество способов осуществления электрохимического окисления. Хорошо известен и широко распространен способ, в процессе которого для окисления аммиака используют хлор и образующийся на аноде гипохлорит. В соответствии с данным способом расщепление аммония происходит в результате реакции непрямого окисления. Расщепление происходит посредством сильных окислителей, образующихся в жидком растворе в процессе электрохимической реакции. В присутствии хлорида на аноде выделяется газообразный хлор. Далее за анодной реакцией следует диффузия газообразного хлора в жидком растворе (растворение), а затем протолитическая реакция с образованием гипохлорита и хлорноватистой кислоты в зависимости от уровня pH. Эффективность данного способа зависит от вида добавляемой соли и величины электрического тока. Для эффективного окисления аммиака, как правило, требуется 30 г/литр хлорида. Недостаток состоит в том, что возможно образование промежуточных органических соединений, содержащих хлор».

Магнитодинамический взгляд на проблему

Как видим, известные методы электрообработки сельскохозяйственных отходов обладают значительными недостатками, препятствующих широкому практическому использованию этих новых и новейших методов. Вместе с тем, при внимательном рассмотрении физико-химических основ упомянутых электроспособов обработки сельскохозяйственных отходов выявляется общая причина их недостатков, за-

ключающаяся в высоком электрическом сопротивлении электролитных сред, превосходящее сопротивление металлических проводников на 5–6 порядков! Как выяснилось, объективно-историческая ошибка в направлении силовой характеристики электромагнитного взаимодействия токов, привнесенная опытами Х. Эрстеда и вошедшая в фундаментальную систему уравнений Максвелла [13], значительно затруднила технические решения в электротехнике [14].

Действительно, самоочевидный вывод магнитодинамики [13] об электромагнитной индукции при изменении магнитного натяжения вблизи проводника с изменением тока во времени:

$$T = \frac{I}{2\pi r}, \quad (1)$$

$$\frac{dT}{dt} = \frac{1}{2\pi r} \frac{dI}{dt} + \frac{I}{2\pi r^2} \frac{dr}{dt} \quad (2)$$

в традиционном электродинамическом анализе можно получить лишь путем длительных преобразований по избавлению из выражений самой величины силовой характеристики – магнитной напряженности H через многоэтапные замены переменных параметров, заранее зная на основании эмпирического закона Фарадея о существовании такой величины – электродвижущей силы электромагнитной индукции. То есть, если в законе Фарадея:

$$E = -\frac{d\Phi}{dt} \quad (3)$$

принять во внимание, что

$$\Phi = B \cdot S, \quad (4)$$

$$\text{где } B = \mu \mu_0 H, \quad (5)$$

а по закону Био – Савара – Лапласа

$$H = \frac{I}{2\pi r}, \quad (6)$$

то можно величину ЭДС выразить:

$$E = -A \frac{d}{dt} \left(\frac{I}{r} \right), \quad (7)$$

обозначив через константу – A все постоянные коэффициенты всех предыдущих преобразований. Тогда лишь, выполнив дифференцирование выражения (7), получим, что

$$E = -A \left(\frac{1}{r} \cdot \frac{dI}{dt} + \frac{I}{2\pi r^2} \cdot \frac{dr}{dt} \right) \quad (8)$$

Как видим, выражение (8) с учетом конкретных параметров магнитной среды и правила Ленца, выражаемых константой – A полностью аналогично нашему выводу (2) на основе магнитодинамики [13]. К сказанному по выражениям для ЭДС электромагнитной индукции (2) и (8) можно добавить, что величина ЭДС состоит из двух частей:

$$E = E_1 + E_2, \quad (9)$$

где
$$E_1 = -A \frac{dI}{r dt} \quad (10)$$

и
$$E_2 = -A \frac{I}{2\pi r^2} \cdot \frac{dr}{dt} \quad (11)$$

Ясно, что E_1 возникает вследствие изменения тока I со временем, а E_2 возникает в результате взаимодействия вторичного тока I_2 с первичным I_1 при изменении расстояния между ними. Данное обстоятельство, выраженное в зависимости (8) необходимо отметить здесь особенно. Дело в том, что с позиций классической электродинамики эта функциональная зависимость не является самоочевидной, а нами выше она выявлена уже по заранее эмпирически известному выводу (3). Но зависимость ЭДС от $\left(\frac{1}{r^2}\right)$ означает принципиально новую возможность создания сверхвысоких напряжений в непосредственной близости от первичных проводников с переменными токами. Так, например, электролиты, проводимость которых на 5–6 порядков меньше проводимости металлических проводников, традиционной электротехникой не рассматриваются в качестве возможных электрических цепей. Вместе с тем, из выражения (11) непосредственно следует, что при погружении первичной обмотки в электролит возможно образовать в нем значительные токи и, следовательно, вызвать заметные электромагнитные (см. патенты РФ № 2041779, № 2026768 и др.) электро-механические (см. патенты РФ (№1424998, №1574906 и др.) или электрохимические (см. патенты РФ № 2147555, № 2197550 и др.) эффекты [14].

Возможности магнитодинамического электролитного насоса для осуществления дегельментизации сельскохозяйственных отходов

С позиций наших выводов об эффективности новейших электрических способов среди упомянутых выше изобретений [14] обращает на себя внимание магнитодина-

мический электролитный насос, описанный в работе [15] автора Вертинский П.А. Обоснование и расчёт устройства и работы магнитодинамического электролитного насоса. <http://www.econf.rae.ru/article/5071>. Действительно, обращают внимание на себя совпадения ряда условий эксплуатации упомянутых во введении устройств для электрической обработки жидких сельскохозяйственных отходов с требованиями, которым отвечает опытно-конструкторская модель магнитодинамического электролитного насоса по работе автора [15]:

1. Рабочая среда жидких сельскохозяйственных отходов – это концентрированный многокомпонентный коллоид, в состав которого входят: К, Na, P, N, NH₄, С и др. компоненты в различных концентрациях, в зависимости от конкретных условий соответствующего сельскохозяйственного производства [6] и др.

2. Рабочий режим – непрерывный в погружном положении.

3. Рабочие характеристики опытно-конструкторской модели насоса в непрерывном режиме: – Плотность жидкой рабочей среды – $\rho = 1,2$ кг/л.

- Производительность – $Q = 1$ л/сек.
- Общий к.п.д. – $\eta = 50\%$.
- Коэффициент мощности – $\cos \varphi = 0,5$.
- Напряжение фазное – $U_{\text{фаз}} = 220$ В.
- Частота тока – $f = 50$ Гц.

4. Непрерывный режим работы опытно-конструкторской модели насоса в погружном положении предопределяет его принудительное охлаждение потоком рабочей среды, что исключает из проектных разработок тепловые расчеты и вентиляционные устройства, характерные для электрических машин.

5. Погружное положение опытно-конструкторской модели насоса предполагает с учетом его устройства и работы горизонтальное положение канала на станине с вертикальными штуцерами входа и выхода рабочей среды.

6. Условия эксплуатации опытно-конструкторской модели магнитодинамического электролитного насоса предъявляют повышенные требования к коррозионной стойкости его металлических частей, что предопределяет необходимость использования коррозионностойких полимеров.

Кроме того, практически все зараженные среды сельскохозяйственных отходов содержат минеральные соли, среди которых неперменной является и поваренная соль NaCl, которая в процессе электролиза при протекании электрического тока в водной среде производит соду каустическую NaOH, являющуюся одним из распространенных дезинфицирующих средств.

Особенности применения магнитодинамического электролитного насоса для дегельментизации сельскохозяйственных отходов

Вместе с тем, «Методические рекомендации по проектированию систем удаления и переработки навозных стоков на свинокомплексах промышленного типа», ФГНУ «Росинформагротех» 2009. 84 с. [16] устанавливают требования (с. 36–37):

«...Неотъемлемой частью современной системы удаления и переработки навозных стоков является канализационная насосная станция (КНС). КНС представляет собой отдельно стоящее инженерное сооружение, включающее в себя резервуар – навозосборник и технологическое оборудование служащие для усреднения и перекачки поступающих на станцию стоков. Основным назначением канализационной насосной станции является выполнение следующих технологических функций: прием, накопление, гомонизация (усреднение) навозных стоков и перекачка их на сооружения переработки (карантинные емкости, навозохранилища, цех разделения и т.д.).

навозоудаления принимается равным 2,2. Удаляемый из животноводческих помещений навоз поступает на КНС по самосплавной канализационной системе. Перед приемным резервуаром насосной станции следует предусматривать установку шиберов или задвижки, а в самом резервуаре должен быть установлен решетчатый контейнер с прозорами не менее 8 мм и не более 50 мм. В этом случае подводящая труба располагается выше рабочего уровня стоков в резервуаре.

При этом по [16] особенно указывается: «...С целью предотвращения расслоения навозных стоков на фракции и выпадения осадка в резервуаре КНС необходимо устанавливать устройства для перемешивания. Данные устройства могут быть смонтированы стационарно в резервуаре или же быть переносными. Для перемешивания навозных стоков в резервуаре насосной станции применяются погружные насосы или специализированные мешалки – гомогенизаторы...».

Вместе с тем, так как рабочий канал магнитодинамического электролитного насоса [15] не содержит никаких рабочих органов, механических препятствий гидротоку, то

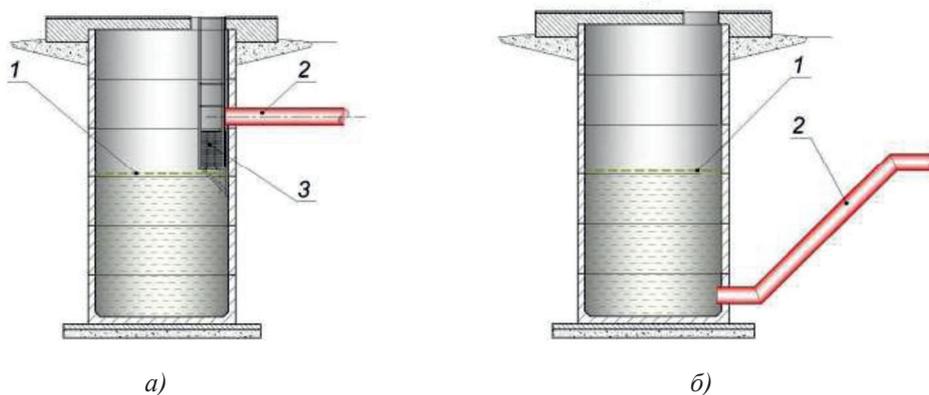


Рисунок (см. стр. 37 по [16])

Резервуар – навозосборник располагают как правило за пределами животноводческих зданий и выполняют из типовых серийных железобетонных изделий либо изготавливают по месту из монолитного железобетона. Резервуар может иметь любую форму, но с точки зрения гидравлики оптимальным является круглые в плане (цилиндрические) емкости. Рабочий объем навозоприемника КНС назначают исходя из режима притока и откачки навозных стоков. Для свиноводческих предприятий рекомендуется рабочий объем резервуара КНС рассчитывать на сбор не менее половины расчетного суточного объема навозных стоков. При этом коэффициент неравномерности притока навозных стоков для ферм с гидросмывной системой

данное обстоятельство позволяет использовать его в качестве канализационной насосной станции, которая обеспечит обработку стоков одновременно с их транспортировкой в резервуары КНС. Так как, при транспортировке протекают процессы электрохимического обеззараживания, электрохимического окисления и электрофлотации, то в резервуаре непременно протекают процессы расслаивания по агрегатным фракциям электрообработанных отходов: газообразные скапливаются под крышкой резервуара, твердые и нерастворимые соединения отлагаются на дне, а между ними скапливается раствор химических соединений, образованных в процессе электрообработки при транспортировке. Из данного обстоятельства следует

вывод о недопустимости применения мешалок по [16] и необходимости выполнения у таких резервуаров минимум трёх выводов продуктов для раздельного отведения газообразных (через крышку), нерастворимого шлама (через днище) и сложного раствора из средней части сборника. Все здесь перечисленные конструктивные особенности являются известными, применяются по своему прямому назначению, поэтому нет необходимости вносить их в чертежи работы [15].

Выводы

1. Сравнительный анализ эффективности известных электрических способов обработки сельскохозяйственных отходов с целью их обеззараживания и утилизации показал их низкую эффективность, высокую энергоёмкость и экономическую нецелесообразность для широкомасштабного применения, так как все растворы обладают низкой электропроводностью.

2. Магнитодинамический вывод электродвижущей силы $\frac{dT}{dt} = \frac{1}{2\pi r} \frac{dI}{dt} + \frac{I}{2\pi r^2} \frac{dr}{dt}$ (2) позволил обнаружить зависимость ЭДС от $\left(\frac{1}{r^2}\right)$, которая означает

принципиально новую возможность создания сверхвысоких напряжений в непосредственной близости от первичных проводников с переменными токами.

3. Так как в магнитодинамическом электролитном насосе в результате суперпозиции трёхфазного магнитного поля индуцируется асинхронный короткозамкнутый ток, который увлекается за бегущей волной магнитного поля вместе с рабочей средой, то это явление приводит к образованию гидропотока по каналу насоса в направлении порядка следования фаз напряжения на фазных обмотках насоса. Так как по каналу насоса отсутствуют помехи гидропотоку, а взаимодействие магнитного поля с рабочей средой предотвращает деформации корпуса и абразивное трение частиц рабочей среды по внутренней поверхности корпуса, то этими обстоятельствами и обеспечиваются высокая надежность работы насоса и длительные сроки его эксплуатации при низком гидравлическом сопротивлении. При этом осуществляется возможность изменения направления гидропотока путем переключения порядка следования фаз напряжения на фазных обмотках с помощью коммутационной аппаратуры.

4. Так как рабочий канал магнитодинамического электролитного насоса не содержит никаких рабочих органов, механических препятствий гидропотоку, то данное

обстоятельство позволяет использовать его в качестве канализационной насосной станции, которая обеспечит обработку стоков одновременно с их транспортировкой в резервуары КНС, осуществляя процессы электрохимического обеззараживания, электрохимического окисления и электрофлотации.

5. При использовании магнитодинамического электролитного насоса в качестве КНС для удаления навоза недопустимо применение мешалок и необходимо выполнение у накопительных резервуаров минимум трёх выводов продуктов для раздельного отведения газообразных (через крышку), нерастворимого шлама (через днище) и сложного раствора из средней части сборника.

Список литературы

1. Лукьяненко В.П. Критическое состояние водных ресурсов в СССР // *Здоровье мира*. – 1990. – № 1–2.
2. Пааль Л.Л. и др. Справочник по очистке природных и сточных вод. – М.: Высшая школа, 1994. – 302 с.
3. Серегин М.Ю., Грибова О.А., Серпокровлов Н.С., Заводовская Е.В. Теоретические основы и практика дегельминтизации окружающей среды // *Вода: технология и экология*. – Санкт-Петербург, 2008. – С. 4760.
4. Обоснование, исследование и совершенствование оптимальных способов и технических средств для уборки, обработки и транспортировки навоза на молочных (КРС) и свиноводческих промышленных комплексах, применительно к зоне ЦЧО: Отчет о НИР (Заключительный) / Тамбовский филиал ВИЭСХ; Рук. В.П. Капустин.
5. Капустин В.П. Обоснование способов и средств переработки бесподстилочного навоза. – Тамбов: Изд. ТГТУ, 2002. – 80 с., С. 16 и далее.
6. Васильев В.А., Филиппова Н.В. Справочник по органическим удобрениям. 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 255 с.
7. Мельников С.В., Калюга В.В., Сафронов Ю.К. Гидравлический транспорт в животноводстве. – М.: Россельхозиздат, 1976. – 187 с.
8. Бакулов И.А., Кокурин В.А., Котляров В.М. Обеззараживание навозных стоков в условиях промышленного животноводства. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 126 с.
9. Веригин В.С., Половцев Е.Л. Утилизация и переработка навоза и помета // *Механизация и электрификация сел. хоз-ва*. – 1993. – № 9. – С. 14–15.
10. Пузанков А.Г., Мхитарян Г.А., Гришаев И.Д. Обеззараживание стоков животноводческих комплексов. – М.: Агропромиздат, 1986. – 175 с.
11. Сергеев А.Л. Методика расчета электрофлотокоагуляторов для очистки навозных стоков // *Механизация и электрификация сел. хоз-ва*. – 1984. – № 7. – С. 45–47.
12. Способ обработки, в том числе предварительной, жидкого навоза или отходов производства биогаза, обеспечивающий удаление вредных компонентов, в частности азота, фосфора и молекул пахучих веществ ПАТЕНТ RU № 2463259 C02F11/02 (2006. 01) (72) Автор(ы): АЛИТАЛО Анни (FI), АУРА Эрки (FI), СЕПШЯЛЯ Ристо (FI) (73) Патентообладатель: ПЕЛЛИОН ГРУП ОЙ (FI).
13. Вертинский П.А. Магнитодинамика. – Усьолье-Сибирское, 1993. – 222 с.
14. Вертинский П.А. Электромеханические задачи магнитодинамики. – Иркутск: ИрГТУ, 2008. – Вып. 2. URL: http://biblioteka-dzvon.narod.ru/docs/Vertinskij_Elektromagnitodinamika1.zip, http://biblioteka-dzvon.narod.ru/docs/Vertinskij_Elektromagnitodinamika2.zip, http://biblioteka-dzvon.narod.ru/docs/Vertinskij_Elektromagnitodinamika3.zip.
15. Вертинский П.А. Обоснование и расчёт устройства и работы магнитодинамического электролитного насоса. URL: <http://www.econf.rae.ru/article/5071>.
16. «Методические рекомендации по проектированию систем удаления и переработки навозных стоков на свиноводческих промышленных типах». ФГНУ «Росинформагротех» – 2009. – 84 с.