

4 Патент на полезную модель РФ № 132740. Установка электромагнитной сепарации / В.С. Зуев, В.И. Чарыков, А.А. Евдокимов, А.А. Митюннин, И.И. Копытин; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО Курганская ГСХА им Т.С. Мальцева. - № 2012147148/03; заявл. 06.11.2012; опубл. 27.09.2013; Бюл. № 27.

5 Евдокимов, А.А. Теоретическое обоснование критерия эффективности извлечения ферромагнитных частиц из потока жидкости в электромагнитном сепараторе УМС-4М / А.А. Евдокимов, В.И. Чарыков // Вестник Алтайского ГАУ. – 2013. № 9 (107). – С. 106-110.

6 Альтшуль, А.Д. Гидравлика и аэродинамика (Основы механики жидкости) / А.Д. Альтшуль, П.Г. Кисилев. - М.: Стройиздат, 1975. - С. 149 - 150.

7 Сумцов, В.Ф. Электромагнитные железоотделители. - М.: Машиностроение, 1981. - 212 с.

8 Чарыков, В.И. Вопросы теории и инновационных решений при конструировании электромагнитных железоотделителей / В.И. Чарыков [и др.]-Курган: изд-во КГУ, 2010.-238 с.

9 Хаппель, Дж. Гидродинамика при малых числах Рейнольдса / Дж. Хаппель, Г. Бренер. – М.: Мир, 1976. – 624 с.

УДК 631.862

ИССЛЕДОВАНИЕ СЕДИМЕНТАЦИИ СВИНОГО НАВОЗА, ЕГО ЖИДКОЙ ФРАКЦИИ И НАВОЗОСОДЕРЖАЩИХ СТОКОВ

Шалавина Екатерина Викторовна, аспирантка

Субботин Игорь Александрович, аспирант

Васильев Эдуард Вадимович, аспирант

ГНУ СЗНИИМЭСХ Россельхозакадемии

196625, Санкт-Петербург, Павловск, Филътровское шоссе, дом 3; тел.:466-57-16,

e-mail: sznii@yandex.ru

Ключевые слова: *свиной навоз, седиментация, мерные цилиндры, вертикальный отстойник.*

Рассмотрены и проанализированы результаты исследований по седиментации свиного навоза ряда научно-исследовательских институтов. Приведены и проанализированы результаты собственных исследований по седиментации свиного навоза в мерных цилиндрах. Была создана лабораторная модель вертикального отстойника, на которой проведены исследования по седиментации жидкой фракции свиного навоза.

Введение

Рациональное использование всех водных ресурсов в условиях быстрого развития промышленности, жилищного строительства и сельского хозяйства является одной из важнейших экологических, экономических и социальных задач.

Развитие промышленного свиноводства привело к строительству в нашей стране и за рубежом крупных животноводческих

комплексов с бесподстилочным содержанием животных. Переработка и утилизация больших объёмов жидкого свиного навоза и навозосодержащих стоков стали серьезной экологической проблемой.

Наиболее часто встречаемым способом подготовки к утилизации жидкого свиного навоза и навозосодержащих стоков является их разделение на фракции (твёрдую и жидкую) с последующим обеззаражива-

нием [1,2].

Одним из способов разделения на фракции является гравитационное осаждение. Исследования седиментации жидкого свиного навоза начали проводить в 1970-х годах в Научно-исследовательском и проектно-технологическом институте механизации и электрификации сельского хозяйства (НИПТИМЭСХ) совместно с Ленинградским инженерно-строительным институтом (ЛИСИ). Экспериментальные проверки седиментации жидкого свиного навоза в отстойниках проходили на очистных сооружениях свинооткормочного комбината «Восточный» и в совхозе «Спутник» Ленинградской области. Исследовалась седиментация в первичных радиальных и вертикальных отстойниках непрерывного действия. При высокоэффективной работе первичных отстойников соотношение между содержанием взвешенных веществ и абсолютно сухого вещества на входе составляло 0,5...0,7 и на выходе 0,1...0,15. Данные соотношения имеют место при диапазоне изменения концентрации взвешенных веществ соответственно 2,75...5,95 кг/м³ и 0,2...0,6 кг/м³. При этом время седиментации составляло 4...5 часов [3, 4].

В 1984 году в Новочеркасском политехническом институте им. Серго Орджоникидзе исследовали седиментацию жидкой фракции свиного навоза с помощью реагентов. Экспериментальные проверки проводили на очистных сооружениях (отстойниках) Новочеркасского подсобного хозяйства. Получены кинетики образования осадков в отстойниках для двух жидкостей: осветленная жидкая фракция, обработанная реагентами (известью и суперфосфатом), осветленная жидкость без обработки реагентами [5].

В 2005 году во Всероссийском научно-исследовательском и проектно-технологическом институте механизации животноводства Российской академии сельскохозяйственных наук разрабатывали эффективные технологии очистки навозных стоков. Была разработана усовершенствованная технологическая схема очистки стоков крупных свиноводческих комплексов, предусматривающая предварительное гравитационное

осветление стоков [6].

В перечисленных исследованиях были получены данные, описывающие процесс седиментации навоза, однако с тех пор рацион кормления свиней, система их содержания, система навозоудаления и прочие факторы значительно изменились, что привело к изменению физико-химических свойств образующегося навоза [7]. Предварительные исследования в лаборатории отдела инженерной экологии ГНУ СЗНИИ-МЭСХ Россельхозакадемии показали, что 4...5 часов (как было заявлено в ранее проведенных экспериментах) для завершения седиментации и четкого расслоения свиного навоза недостаточно. Поэтому нами были проведены дополнительные исследования для определения необходимого времени нахождения свиного навоза в отстойнике (до полного завершения седиментации). Также был выполнен химический анализ исходного свиного навоза и его осветленной фракции после завершения седиментации.

Объекты и методы исследований

Изначально седиментацию свиного навоза наблюдали в мерных цилиндрах. Использовали свиной навоз со свинокомплексов ООО «Рассвет Плюс» и ООО «Животноводческий комплекс БОР» Ленинградской области.

Применяли 6 мерных цилиндров с вертикальной линейной шкалой. Каждый из цилиндров заполняли на 500 мл свиным навозом (3 цилиндра - навозом влажностью 95,6 %, взятым со свинокомплекса «Рассвет Плюс», 3 цилиндра – навозом влажностью 95,9 %, взятым с предприятия «Животноводческий комплекс БОР»). Навоз в цилиндрах отстаивался при температуре 19 °С до появления четких границ между слоем с осевшими веществами, слоем с осветленной жидкостью и слоем со всплывшими веществами. Положения границ замеряли по вертикальной шкале и записывали в журнал. После завершения процессов разделения определяли процентные соотношения высот слоев.

Полностью удалить каждый из слоев из мерного цилиндра не удалось по причине смешивания частиц на границах слоев.

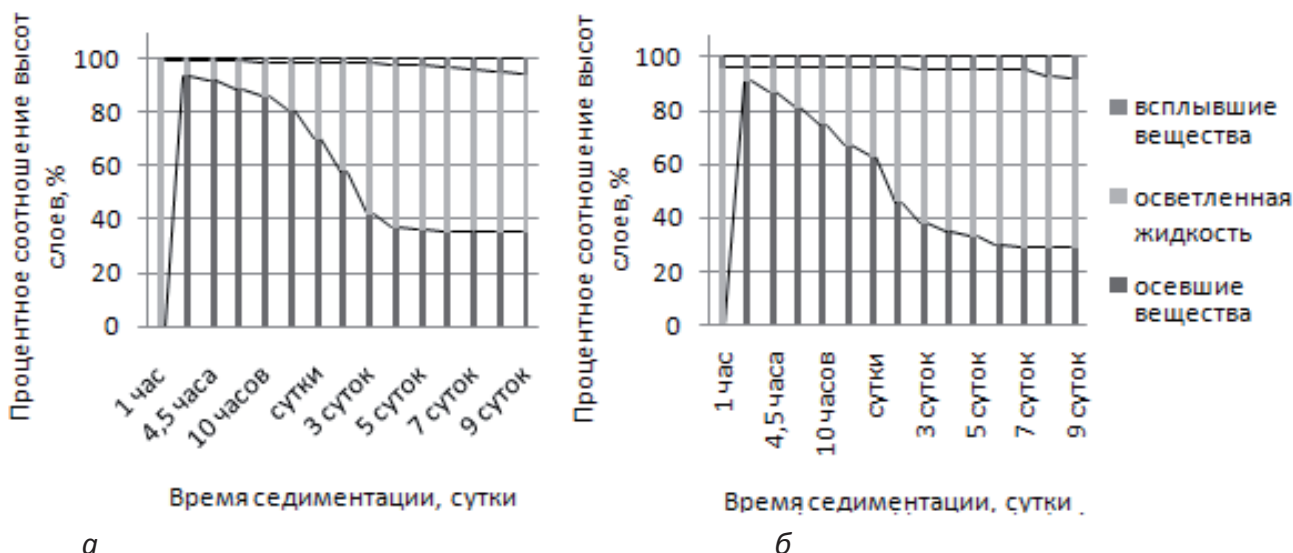


Рис. 2 – Процесс седиментации в мерных цилиндрах свиного навоза: а) со свинокомплекса «Животноводческий комплекс Бор»; б) со свинокомплекса «Рассвет Плюс»

Следовательно, необходимо провести седиментацию свиного навоза в лабораторной модели, оборудованной сливным устройством, а также выполнить химический анализ полученных суспензий.

Для исследования седиментации в лабораторных моделях вертикальных отстойников периодического действия использовали жидкую фракцию свиного навоза после сепаратора.

Была создана лабораторная модель вертикального отстойника (рисунок 1), представляющая собой стеклянную емкость с конусообразной нижней частью, имеющую отверстие для подачи жидкой фракции свиного навоза 1 и отверстия для откачки осадка 2. Труба для спуска осадка 4 оборудована шаровым краном 3. На емкость для отстаивания нанесена линейная шкала.

Жидкую фракцию свиного навоза через входное отверстие 1 заливали в лабораторную модель вертикального отстойника. По шкале измеряли высоты образовавшихся слоев. Жидкая фракция свиного навоза находилась в лабораторной модели вертикального отстойника 7 суток. Процесс седиментации происходил аналогично седиментации в цилиндрах, за исключением времени начала брожения в верхнем слое со всплывшими веществами. В случае жидкой фракции свиного навоза брожение начиналось лишь на четвертые сутки седимен-

тации, а не на третьи, как в мерных цилиндрах.

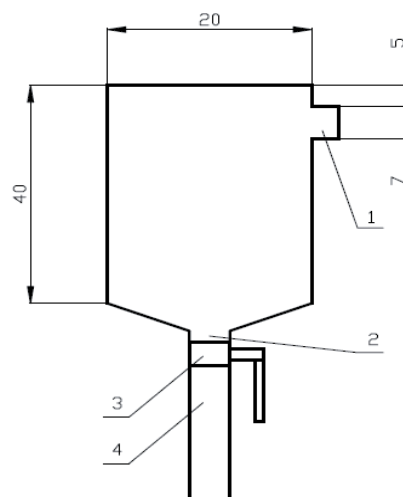


Рис. 1 – Лабораторная модель вертикального отстойника (обозначения в тексте)

На восьмые сутки, открыв шаровый кран 3, через выходное отверстие 2 по трубопроводу 4 осевшие вещества удаляли из отстойника в промежуточный резервуар. Аналогично было отведена осветленная жидкость в промежуточный резервуар большего объема.

Результаты исследований

Результаты исследований процесса седиментации свиного навоза со свинокомплексов «Животноводческий комплекс Бор» и «Рассвет Плюс» представлены соот-

Химический состав жидких фракций свиного навоза

Показатель	Исходная жидкая фракция	Осветленная жидкость	Осевшие вещества
Влажность, %	96,12	98,52	93,8
Общий азот, мг/л	3500	2870	4900
Фосфор, мг/л	1029	260	2230

ветственно на рисунках 2а и 2б.

В процессе седиментации слои сформировались только после 3-х часов отстаивания. К концу первых суток слой с осветленной жидкостью увеличился до 29 %, а слой с осевшими веществами уплотнился до 70 %. Вплоть до 6 суток осаждение происходило с увеличением слоя осветленной жидкости (62 %) за счет активного уплотнения слоя с осевшими веществами (35 %). Начиная с 7 суток, слой с осветленной жидкостью уменьшался с 62 % до 58,8 % за счет брожения в слое со всплывшими веществами, при этом слой с осевшими веществами больше не уплотнялся. Химический состав жидких фракций свиного навоза представлен в табл. 1.

Как следует из приведенных в таблице данных, содержание общего азота в осветленной жидкости уменьшилось на 18 % по отношению к исходной жидкой фракции, а содержание фосфора в осветленной жидкости уменьшилось на 75 % по отношению к исходной жидкой фракции. Осветленная жидкость с такими показателями пригодна для дальнейшей биологической очистки в аэротенках, а осевшие вещества после обеззараживания методом длительного выдерживания можно вносить на поля в качестве органического удобрения [8].

Выводы

1. Для полного завершения седиментации необходимо 7 суток в первичном отстойнике периодического действия. За это время слой с осветленной жидкостью увеличивается до 62 %, а слой с осевшими веществами уплотняется до 35 %.

2. Седиментация жидкой фракции свиного навоза отличается от седиментации исходного навоза лишь скоростью брожения в слое со всплывшими веществами. В исходном свином навозе на 7 сутки слой со всплывшими веществами составлял 8 %, а в жидкой фракции свиного навоза – 5 %.

3. После третьих суток седиментации

слой с осевшими веществами уплотнился не более чем на 10 %. Следовательно, процесс седиментации можно ограничить до 4 суток, после чего осветленную жидкость подавать в аэротенк, а осевшие вещества отправлять на дальнейшее обеззараживание методом длительного выдерживания.

4. После 7 суток седиментации содержание общего азота в осветленной жидкости составляет 2870 мг/л, общего фосфора – 260 мг/л; содержание общего азота в осевших веществах – 4900 мг/л, общего фосфора – 2230 мг/л. Влажность осветленной жидкости равна 98,52 %, влажность осевших веществ – 93,8 %. Осветленная жидкость с такими показателями пригодна для дальнейшей биологической очистки в аэротенках первой ступени с последующим сбросом на поля фильтрации. Осевшие вещества после обеззараживания являются ценным жидким органическим удобрением.

Библиографический список

1. РД-АПК 1.10.15.02-08 «Методические рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета». – М.: 2008. – 91 с.

2. Афанасьев, В.Н. Обоснование метода утилизации сельскохозяйственных отходов на основе требований инженерной экологии [Электронный ресурс] / В.Н. Афанасьев, И.А. Субботин, А.В. Афанасьев // Сельское, лесное и водное хозяйство. – 2013. – № 11. – Режим доступа: <http://agro.snauka.ru/2013/11/1242>

3. Афанасьев, В.Н. Условия эффективного разделения навозных стоков в вертикальных отстойниках / В.Н.Афанасьев, А.Н. Лапатухин, И.А. Марцулевич // Механизация производственных процессов в живот-

новодстве и кормопроизводстве в условиях интенсификации: сборник научных трудов. – Л.: НИПТИМЭСХ, 1987. – Том 51. – 158с.

4. Афанасьев, В.Н. Исследование процесса разделения навоза в радиальном отстойнике / В.Н. Афанасьев, И.А. Марцулевич // Технология и механизация заготовки кормов и работ на животноводческих фермах. - 1979. – С. 74-77.

5. Земченко, Г.Н. Исследование осадков сточных вод свинофермы / Г.Н. Земченко, О.А. Суржко // Очистка природных сточных вод. – 1984. – С. 114-117.

6. Дурдыбаев, С. Очистка навозных стоков / С. Дурдыбаев // Сельский механизатор. – 2005. - № 8. – С. 34-35.

7. Брюханов, А. Ю. Автоматизирован-

ное проектирование технологических линий приготовления органических удобрений на основе навоза и помета / А.Ю. Брюханов, И.А. Субботин // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2009. – Т. 20. – № 3. – С. 222-227.

8. Васильев, Э.В. Повышение эколого-экономической эффективности процесса использования жидкого органического удобрения путем автоматизированного выбора рациональных вариантов технологий транспортировки и внесения в условиях Северо-Западного региона / Э.В. Васильев // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2013. - №4. - С. 127-133.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ ЧАСТИЦЫ МАТЕРИАЛА В УСТРОЙСТВЕ СО СПИРАЛЬНО-ВИНТОВЫМ РАБОЧИМ ОРГАНОМ

Исаев Юрий Михайлович, доктор технических наук, профессор кафедры «Математика и физика»

Семашкин Николай Михайлович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Математика и физика»

ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина»

432017, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1; тел.: 8 (84231) 55-95-49,

e-mail: emotion.snm@mail.ru

Ключевые слова: спиральный винт, траектория движения, частица материала, скорость, ускорение, радиус кривизны, инерционная сила.

Рассмотрено движение частицы сыпучего материала по поверхности спирального винта и его взаимодействие с внутренней поверхностью кожуха. Рассмотрен участок развертки спирального винта для определения перемещения частицы материала. Приведены выражения для определения абсолютной скорости перемещения частицы материала и составляющих ускорения её движения. Получено уравнение для определения инерционной силы частицы, учитывающее её динамические значения и геометрические параметры спирального винта.

Введение

Спирально-винтовые устройства в настоящее время широко применяют в сельскохозяйственном производстве для перемещения жидких и сыпучих материалов. Однако существующие теоретические решения таких процессов недостаточно точны и требуют существенных доработок.

При проектировании и расчете спирально-винтовых устройств необходимо располагать данными о характере взаимодействия между их параметрами и кинематическими характеристиками перемещаемого материала.

Правильное теоретическое решение рассматриваемой задачи представляет труд-