

ОЧИСТКА НАВОЗНЫХ СТОКОВ МЕТОДОМ УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИИ

К.Ф.ТЕРПИЛОВСКИЙ, Д.Ф.КОЛЬГА, В.Н.БОБРОВИЧ, Г.Ф.НАЗАРОВА, БАТУ

На существующих в настоящее время свиноводческих фермах и комплексах с промышленной технологией производства свинины применяется бесподстилочное напольное содержание с гидравлической системой удаления навоза. При таком способе уборки навоза происходит разбавление его водой в 5-10 раз. Разбавление экскрементов водой приводит не только к огромному выходу навозных стоков, но и к снижению их удобрительной ценности. В связи с этим совершенствование технологии содержания животных, в том числе систем удаления и использования навоза, должно быть направлено на сокращение расхода воды на технологические нужды, что способствовало бы получению навоза пониженной влажности и обеспечивало бы приготовление высококачественных удобрений.

Интенсификация процесса переработки навоза на свиноводческих комплексах связана с разработкой более совершенного метода обработки его жидкой фракции. Жидкая фракция свиного навоза, получаемая в комплексах, содержит до 4% сухих веществ. На сушку ее требуются значительные не окупаемые затраты. Использование ее в качестве удобрения без первоначального обезвоживания связано с расходом рабочей силы и транспорта и приводит к загрязнению окружающей среды, особенно воздуха, а также к значительной потере органических веществ.

В последнее время широкое распространение получили различные виды биоочистки, где микроорганизмы избирательно поглощают и утилизируют загрязнения. Обеспечивается минерализация и обезвреживание растворимых органических веществ, осаждение взвешенных частиц. Недостатком биологических методов очистки является их относительно невысокая производительность, что требует строительства крупных капитальных сооружений; потребность постоянной аэрации или освещения; поддержание температуры стоков 10...15°C. Однако данные стоки нельзя использовать для повторного водоиспользования. А также данный метод не приемлем в осенне-зимний период. Таким образом, рассматривая совокупность известных методов, следует отметить, что недостатком большинства из них являются большие затраты энергии, отвод значительных земельных участков, невозможность обес-

печивать устойчивую работу очистных сооружений в условиях низких температур. Необходима разработка и апробация новых методов очистки стоков. В связи с этим мы предлагаем использовать ультрафильтрационный метод очистки и обработки свиного навоза. Ультрафильтрация - это способ мембранной фильтрации, при котором относительно крупные молекулы задерживаются мембраной, а более мелкие свободно проходят через нее. В результате разница осмотического давления, проходящего через мембрану, мала, а рабочее давление изменяется от 0,1 до 1 МПа. При работе установки образуются концентрат и фильтрат. Концентрат - это жидкость, задерживаемая мембраной. Показатель концентрации - это соотношение количества массы или объема поступающей жидкости к количеству массы или объема концентрации, т.е. жидкости, задерживаемой мембраной.

Расход жидкости после мембраны - это поток жидкости, проходящей через мембрану в единицу времени ($\text{м}^3/\text{ч}$). Поток жидкости после мембраны - это поток жидкости, проходящей через мембрану в единицу времени и в единицу площади мембраны (массовый поток в $\text{кг}/\text{м}^2\cdot\text{ч}$; объемный поток в $\text{м}^3/\text{м}^2\cdot\text{ч}$).

Фильтрат - это жидкость, протекающая через мембрану. Проницаемость - это отношение концентрации в фильтрате к концентрации концентрата. С целью обоснования технологических параметров мембранного разделения животноводческих стоков и экспериментальной проверки была разработана и изготовлена лабораторная установка.

Основными узлами установки мембранного разделения являются разделительный модуль 1 плоскокамерного типа, насос 2, ресивер 3, входной и выходной манометры 4 и 5, зажим 6, соединительные трубопроводы 7,8,9, емкость для раздельного раствора 10. Схема установки мембранного разделения приведена на рис.1 Раздельный модуль 1 тангенциальной фильтрации состоит из пакета паропластовых подложек 10, на которые накладывается мембрана 11. Полезная площадь мембраны на одной подложке составляет 100 см^2 , высота межмембранных каналов регулируется толщиной резиновых прокладок 12. Пакет подложек сжимается, между нижним 13 и верхним 14 основаниями фильтровально-го модуля, шпильками и крепежными стойками 16.

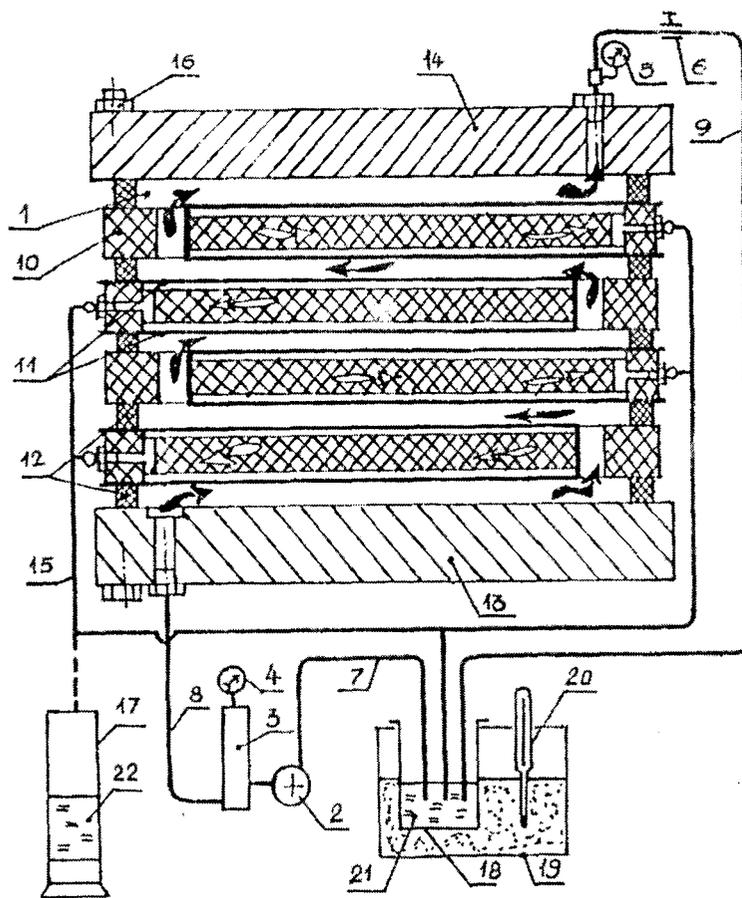


Рис. 1. Схема ультрафильтрационной установки: 1-раздельный модуль; 2-насос; 3-поршень; 4,5-входной и выходной манометры; 6-зажимы для регулировки давления; 7,8, соединительные трубопроводы; 10-пароплотные подложки; 11-мембраны; 12-прокладки; 13, 14-нижнее и верхнее основания; 15-отводные трубопроводы; 16-крепежные стойки со шпильками; 17-мерная колба; 18-сборная емкость; 19-термостат; 20-терморегулятор; 21-животноводческие стоки; 22-фильтрат.

← - движение животноводческих стоков
 ← - движение фильтрата.

Сбор и отвод фильтрата осуществляется пофрезерованным в подложках дренажом, который далее по отводным трубопроводам 15 снова попадает в сборную емкость 18. Работа установки мембранного разделения заключается в следующем: разделяемую систему, в данном случае, животноводческие стоки 21, заливают в сборную емкость 18, которая помещается в термостат 19. Терморегулятором 20 задается определенная температура. Поршневой насос 2, путем изменения передаточного числа, регулируется на определенную подачу животноводческих стоков. Стоки, проходя по трубопроводам 7 и 8, попадают

в раздельный модуль 1, в котором, проходя через профрезерованные отверстия в нижнем основании 13, попадают в межмембранные каналы, образованные посредством прокладок 12 между двумя мембранами или мембраной и основанием. Огибающие разделительные пластины с наложенными на них

мембранами, сток через отверстие в верхнем основании 14 по трубопроводу 9 обратно попадает в сборную емкость 18 в термостате. Ультрафильтрация разделяемого вещества в модуле начинается при создании в последнем давления, превышающего осмотическое давление (ΔP) со стороны фильтрата. Давление в модуле создается зажимом 6, который посредством механического пережатия дросселирует отверстие в трубопроводе 9. Внутримодульное давление контролируется по разности показателей входного 4 и выходного 5 манометров. При определенном давлении ($\Delta P > \Delta \Pi$), ультрафильтрационная проницаемость мембраны выходит на рабочий режим, т.е. через поры мембран, вследствие строго заданного размера, проходит фильтрат 22, который движется к бо-

1. Результаты химико - физического анализа стоков свинокомплекса совхоза, по данным НИИ агрохимии и почвоведения

Показатели	Исходный материал	Фильтрат
Сухой остаток, мг/л	23,7	12,5
БПК-5, O ₂ мг/л	24800	1860
Цветность	16000	1600
Железо, мг/л	130	12
Азот нитритный, мг/л	9	0,3
Азот аммонийный, мг/л	3800	630
Фосфат, мг/л	940	679

ковым кромкам подложек и по трубопроводам отводится в стороны емкости 18. Для определения пропускной способности (производительности) мембраны, через заданный промежуток времени, фильтрат с определенной подложки направляют в мерную колбу 17. Органическое вещество смывается танген-

2. Агрохимическая и биологическая оценка стоков свиного комплекса и фильтрата по данным БНИИ животноводства

Показатели	Навозные стоки (концентрат)	Фильтрат	Снижение, %
Сухой остаток, мг/л	29,0	13,0	55,2
Хлориды, мг/л	3,213	1,73	46,15
ХПК, O ₂ мг/л	63271,8	9202,2	95,5
БПК ₅ , O ₂ мг/л	50000,0	32000,0	93,6
Зольность, %	27,0	-	100
Азот аммонийный (NH ₄), мг/л	8600	2500	93,6
Нитраты (NO ₃), мг/л	40	10	75,0
Нитриты (NO ₂), мг/л	2,0	0,7	65,0
Фосфаты, мг/л	2160,0	100,0	95,4
pH	6,4	6,7	
Коли-титр	4,2·10 ⁻⁷	1,1·10 ⁻³	
Коли-индекс	2,38·10 ⁹	9·10 ⁵	99,96

циальным потоком движущихся животноводческих стоков и попадает в емкость 18. Процесс, таким образом, многократно повторяется, при постоянном объеме раз-

работку навоза. Выбор пал на центрифугирование. Результаты опытов приведены в таблицах 1,2. Из таблиц следует, что при ультрафильтрации центрифугат может превращаться в фильтрат, примерно, на 85% со скоростью 6...7 л.м⁻².ч⁻¹. Ультрафильтрат превращается в жидкий фильтрат светло-желтого цвета, неприятного запаха. Биохимическое потребление кислорода, необходимое для окисления органических веществ аэробными микроорганизмами-минерализаторами в концентрате увеличивается в 2 раза по сравнению с исходными стоками. Качество органических удобрений определяется БПК и, чем выше БПК, тем лучше качество удобрений. Бактериальная обсемененность уменьшилась почти на 99,9%. Исходя из схемы (рис.2), в практических условиях вышеуказанным методом можно концентрировать навоз до 23...24% от начального объема.

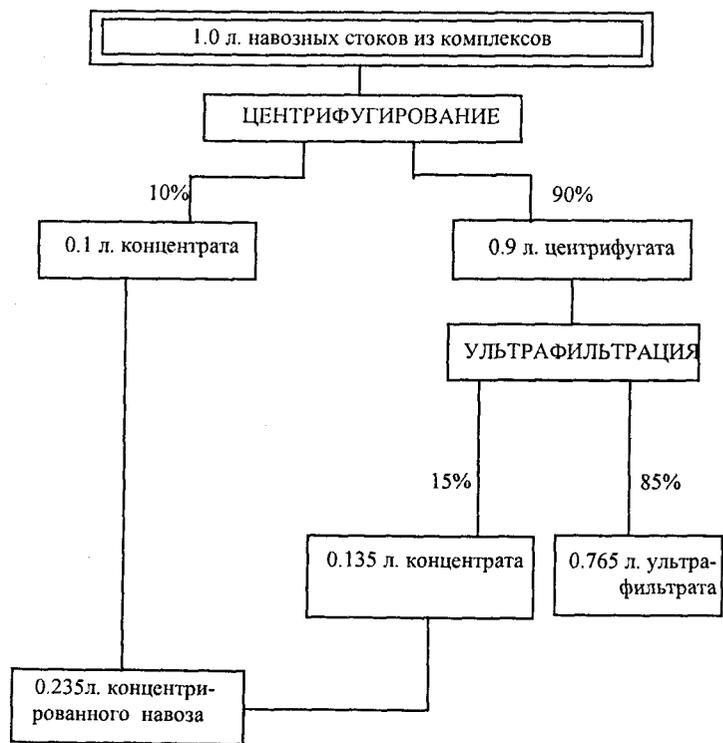


Рис.2. Схема концентрирования навоза путем ультрафильтрации.

деляемой жидкости. Предварительные опыты показали, что свежий навоз не может быть подвергнут непосредственно ультрафильтрации по причине частичного или полного засорения мембраны. Следовательно, необходимо выбрать предварительную об-

Результаты проведенных опытов позволяют сделать выводы:

1. Прямая обработка свежего навоза путем ультрафильтрации невозможна. Прежде всего необходимо в ходе предварительной обработки убрать коллоидные и суспензионные компоненты.

2. В качестве предварительной обработки выбран метод с использованием центрифуги - отстойника.

3. Путем последовательного осуществления центрифугирования и ультрафильтрации можно концентрировать свиной навоз до 23-25% от первоначального объема. Получаемая жидкость светло-желтого цвета является прозрачной и содержит не более 30% солей, содержащихся в навозе. Количество бактерий в фильтрате по сравнению с концентратом уменьшается на 99,7...99,9%.