

УДК 631.86:631

UDC 631.86:631

**АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИЙ И ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ОБРАБОТКИ БЕСПОДСТИЛОЧНОГО СВИНОГО НАВОЗА**

**ANALYSIS OF TECHNOLOGIES AND TECHNIQUES FOR PROCESSING PIG MANURE**

Коваленко Владимир Павлович  
д.т.н., профессор  
*Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия*

Kovalenko Vladimir Pavlovich  
Dr.Sci.Tech., professor  
*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia*

Горб Сергей Сергеевич  
инженер  
*Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия*

Gorb Sergey Sergeevich  
engineer  
*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia*

Представлен анализ технологий обработки жидкого свиного навоза и навозных стоков. Дан анализ технических средств обработки отходов свиноводства и показаны направления их совершенствования

The article presents the analysis of technologies for processing of liquid pig manure and manure runoffs. We have also given an analysis of the technical means of pig waste treatment and shown the direction of its improvement

Ключевые слова: СВИНОВОДСТВО, НАВОЗ, СТОКИ, ТЕХНОЛОГИЯ, ОБРАБОТКА, ТЕХНИЧЕСКОЕ СРЕДСТВО, МЕГАФЕРМА, АНАЛИЗ, ФРАКЦИОНИРОВАНИЕ

Keywords: PIG, MANURE, RUNOFF, TECHNOLOGY, PROCESSING, FACILITIES, MEGA-FARMS, ANALYSIS, FRACTIONATION

**Введение**

С целью ликвидации импортной зависимости по свинине в нашей стране интенсивно развивается ее производство. Одним из сдерживающих факторов при этом является большие объемы отходов в виде бесподстилочного навоза, утилизация которого представляет определенные трудности.

Применяют различные технологии предварительной обработки. Наиболее широкое распространение на фермах и комплексах (мегамермах) производству свинины нашли следующие: разделение на фракции в отстойниках-накопителях и комбинированная обработка, включающая разделение на фракции механическими средствами и последующую полную или частичную биологическую обработку жидкой фракции.

Технология обработки бесподстилочного навоза в отстойниках-накопителях (рисунок 1) включает в себя секционные отстойники-накопители, насосную станцию, резервуар осветленных стоков [1].

Отстойники-накопители представляют собой секционные полузаглубленные открытые сверху бетонные емкости с пандусами для въезда погрузочных и транспортных средств. В донной части секции прокладывают линии дренажных лотков с перфорированными трубами и плитами. Выпуски дренажных лотков оборудованы задвижками. В противоположной въезду торцевой части каждой секции отстойника имеются камеры шандорного выброса и камеры перелива (рисунок 2).

Технология обработки навоза состоит в следующем. Перед напуском навоза в секции заполняют водой их дренажную систему. После этого по напорному трубопроводу поочередно подают навоз в один из колодцев, расположенных между смежными секциями отстойника-накопителя на различном удалении от торцов. Поочередная работа колодцев обеспечивает подачу навоза в различные зоны секций, что способствует равномерному распределению осадка в каждой из них.

Путем поочередной подачи навоза в различные зоны полностью заполняют одну из секций отстойника. Затем подают навоз в смежную секцию. При наличии инфекций навоз в первой секции обеззараживают, при их отсутствии путем открытия шандорных задвижек послойно отводят осветленную жидкость. Отвод осветленной жидкости из отстойников-накопителей осуществляют из верхней зоны и прекращают при появлении залповых выбросов взвешенных веществ в отводимую жидкость. После этого приступают к следующему циклу заполнения первой секции отстойника. Режим заполнения прежний. В это время отводят осветленную жидкость из смежной секции. Поочередная работа двух смежных секций осуществляется до накопления в них осадка слоем 1,5... 1,8 м. После этого навоз подают в другую пару смежных секций, а в первой - осуществляют обезвоживание сырого осадка.

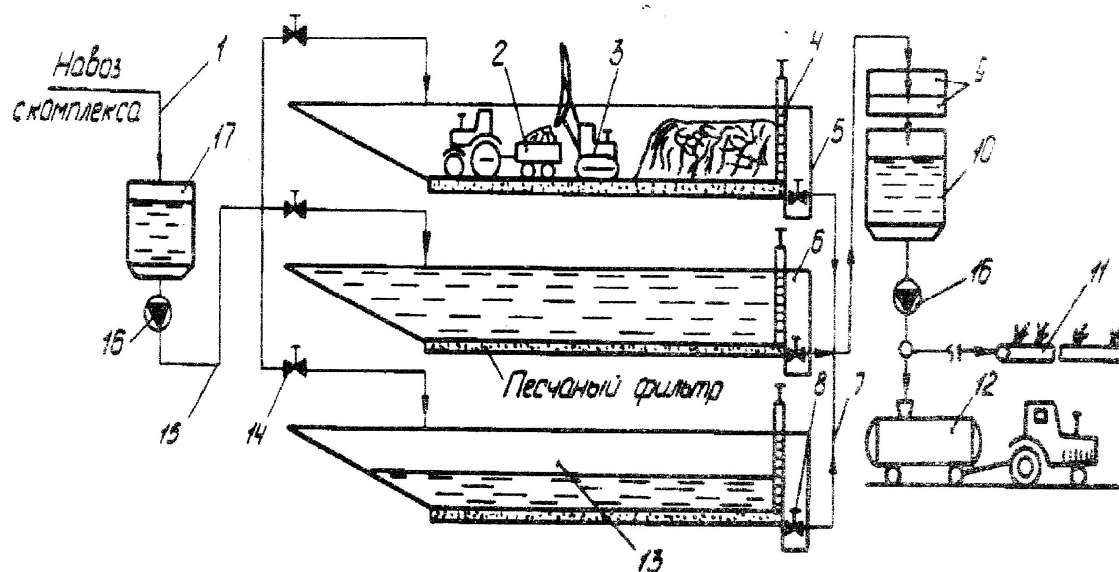


Рисунок 1. Технологическая схема обработки бесподстилочного свиного навоза в отстойниках-накопителях.

1- трубопровод подачи навоза; 2 - мобильный транспорт; 3 - погрузчик; 4 - шандорное устройство; 5 - колодец; 6 - регулятор шандорного выпуска; 7 - трубопровод подачи осветленной жидкости ; 8, 14 - задвижки; 9 - биологические пруды; 10 - резервуар осветленной жидкости ; 11 - дождевальные установки; 12 - разбрасыватель жидких органических удобрений ; 13 - отстойник - накопитель; 15 - трубопровод подачи навоза; 16 - фекальный насос; 17 - приемный резервуар-усреднитель.

Обезвоживание сырого осадка в отстойниках-накопителях проводят путем испарения и дренирования. Отвод дренажной воды осуществляют путем открытия задвижек на выпусках дренажных лотков. Дренажные воды и осветленная жидкость поступают в приемники насосной станции, которая подает их в резервуар осветленных стоков 10 (рисунок 2), а после выдерживания на земельные поля орошения.

Обезвоженный сырой осадок (твердая фракция) грейферным погрузчиком или экскаватором грузят в транспортные средства и отвозят к местам компостирования. После удаления твердой фракции из секций отстойника заменяют или восстанавливают фильтрующую засыпку дренажных лотков и при необходимости ремонтируют дно и стенки секций.

Преимуществом системы обработки навоза в отстойниках-накопителях является достаточно высокая эффективность выделения взвешенных веществ, что облегчает последующее использование осветленной

жидкости; отсутствие постоянно действующих машин для обработки навоза; практически полное использование питательных веществ навоза на удобрительные цели.

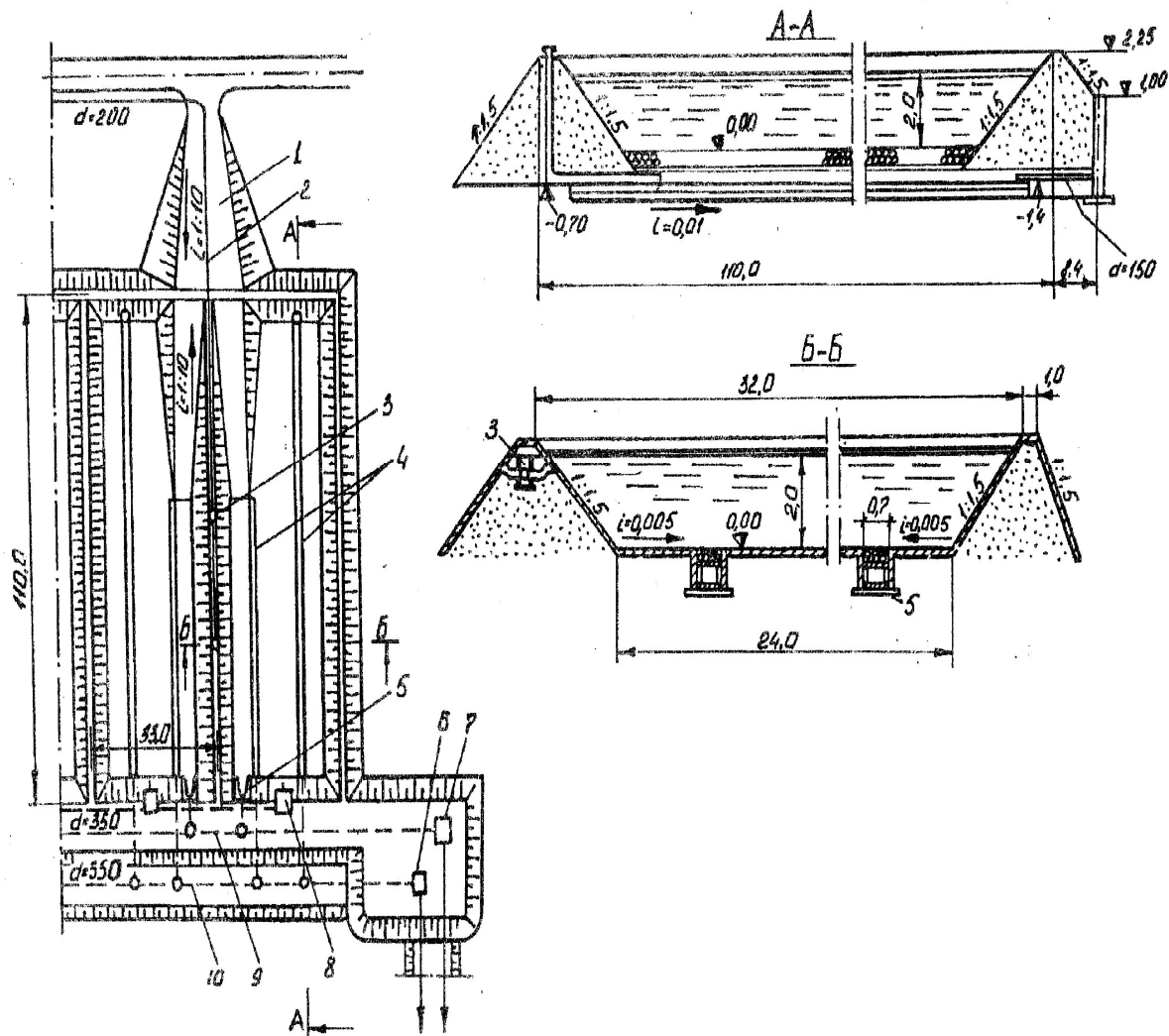


Рисунок 2. Горизонтальный отстойник-накопитель.

1- пандус; 2- напорный трубопровод; 3- колодец напуска стоков; 4 - дренажный лоток; 5 - колодец с шандорным водосбросом; 6,7 - приемник насосной станции; 8 - переливной колодец; 9,10 - самотечный коллектор

Недостатками рассмотренной технологии являются: сложность эксплуатации, связанная с восстановлением дренажной системы и отстойников-накопителей; высокая влажность сырого осадка, накапливаемого в секциях, что препятствует протеканию в нем биотермического процесса; высокая стоимость обработки навоза, вследствие больших капитальных

затрат на создание сооружений; загрязнение воздушной среды выделяемыми газами; низкая производительность, вследствие чего отторгаются значительные площади под сооружение отстойников; цикличность работы.

На свиноводческих мегафермах по выращиванию и откорму 50 и 100 и более тыс.голов в год, широко применяют технологию комбинированной обработки навоза. Технология предусматривает перераспределение питательных веществ, содержащихся в исходном навозе, в твердую фракцию. Последнюю используют в качестве органического удобрения, как твердый навоз. Прошедшая полную биологическую обработку жидкая фракция используется для удобрительно- оросительного полива кормовых культур.

Сущность технологии состоит в следующем [1]. Поступающий со свиноводческой мегафермы бесподстилочный навоз через отделитель механических включений направляется в резервуар-усреднитель 2 (рисунок 3), служащий для выравнивания концентрации навоза и предотвращения выпадения в осадок взвешенных веществ. Из резервуара-усреднителя насосом 3 навоз подается в питающие емкости 4, оборудованные самотечными переливными и распределительными устройствами. Переливные устройства обеспечивают отвод избыточного количества навоза обратно в резервуар-усреднитель, а распределительные устройства - питание механических разделителей - виброфильтров 5.

На виброфильтрах бесподстилочный навоз разделяют, получая твердую и жидкую фракции. Твердая фракция с помощью горизонтального 6 и наклонного 7 транспортеров подается в обезвоживающий бункер-дозатор 8.

При хранении в обезвоживающем бункере-дозаторе твердая фракция дополнительно обезвоживается дренированием. После этого наклонным транспортером 9 ее выгружают в транспортные средства и отвозят на

площадку складирования или подают в приемное устройство 10 сушилки 11. Высушенная твердая фракция вентилятором 12 через циклоны 13 и 14 выдается на транспортер 15, затаривается в мешки и используется в качестве удобрения.

Жидкая фракция с виброфильтров собирается в промежуточной емкости 16, из которой фекальным насосом 17 подается в первичные вертикальные отстойники 18. В отстойниках осуществляется расслоение фильтрата путем осаждения взвешенных твердых частиц под действием силы тяжести и отделение их в виде осадка от осветленной жидкости. Образовавшийся в отстойниках сырой осадок поступает в промежуточную емкость 38, из которой насосом подается на иловые площадки 40, а осветленная жидкость - в аэротенки 19 первой ступени биологической обработки.

В аэротенках протекает процесс биохимического окисления органических веществ, находящихся в осветленной жидкости, под действием биологической пленки, называемой активным илом. При взаимодействии осветленной жидкости с активным илом происходит адсорбция суспендированных, коллоидных и растворенных веществ и последующее их окисление. Интенсификация процесса окисления органических веществ в аэротенке обеспечивается за счет активного перемешивания обрабатываемой жидкости и подачи в нее воздуха с помощью механических поверхностных аэраторов.

Обработанная в аэротенке осветленная жидкость вместе с активным илом поступает во вторичный отстойник, в котором осуществляется отделение жидкости от активного ила. Осевший активный ил насосом 37 перекачивается в начало аэротенка, а осветленная жидкость через промежуточный резервуар 21 насосом 22 подается в первичные отстойники 23 второй ступени биологической обработки.

Поскольку активный ил за время циркуляции непрерывно увеличивается в объеме, и избыток его начинает тормозить процесс биохимического окисления, часть его удаляют из системы аэротейк - вторичный отстойник на иловые площадки. На иловых площадках предусматривается обезвоживание сырых осадков путем частичного отвода воды, а также удаления ее за счет испарения.

Осветленная жидкость из отстойников 23 поступает в аэротенки 24 с пневматической аэрацией жидкости, а сырой осадок - в аэробный сбраживатель 36. Обработанная в аэротенках жидкость поступает во вторичный отстойник 25, отделяется в нем от активного ила и направляется в контактный резервуар 26 на хлорирование. Обеззараженная жидкость через промежуточную емкость 27 насосом 28 подается на песчаный фильтр 29 и поступает затем в сборник осветленной жидкости 30, из которого насосом 31 перекачивается в полевые пруды-накопители 32 для использования на оросительно-удобрительные поливы кормовых культур.

Осевший во вторичном отстойнике 25 активный ил направляется в начало аэротенка 24, а избыточное его количество через промежуточную емкость 33 фекальным насосом 34 перекачивается в аэробный сбраживатель 36, куда подается также воздух от воздуходувки 35. Сброженный осадок направляется в промежуточную емкость 41, из которой насосом 42 подается в транспортные средства и вносится затем на поля в качестве органического удобрения.

Преимущество рассмотренной технологии состоит в том, что обеспечивается поточная обработка больших объемов бесподстилочного навоза. При этом утилизация полученных в процессе обработки твердой и жидкой фракций может быть осуществлена на сравнительно небольших площадях сельскохозяйственных угодий.

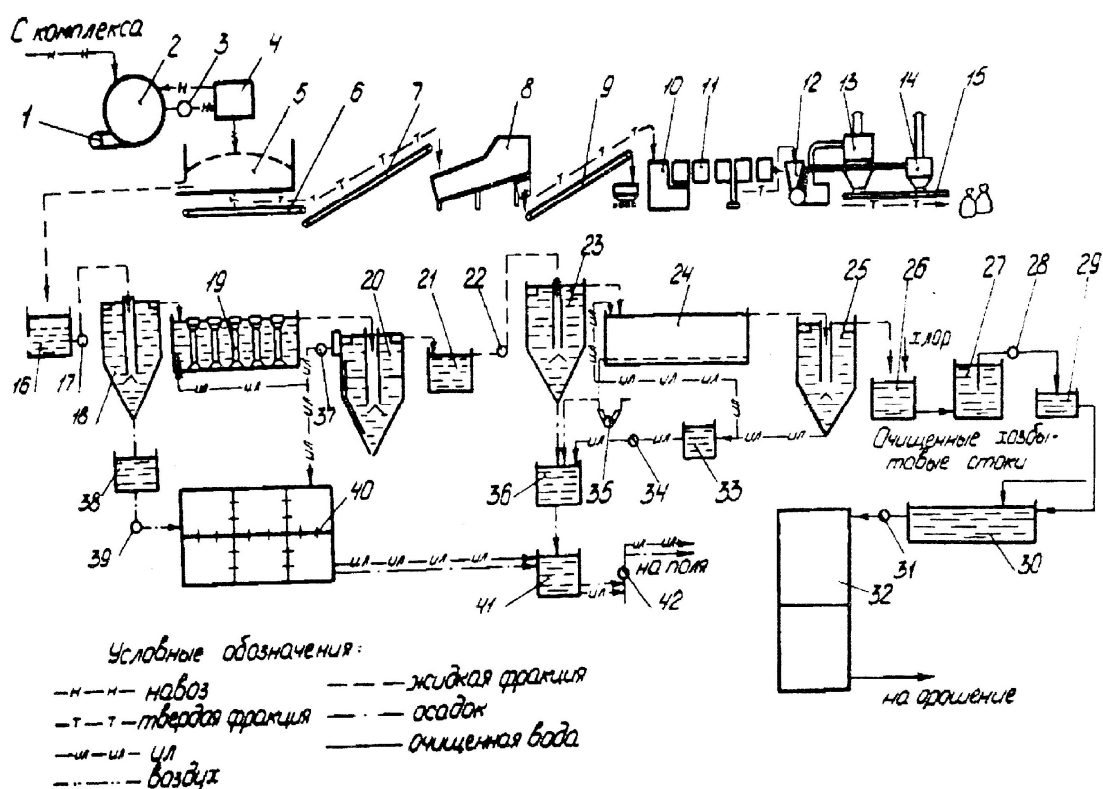


Рисунок 3. Технологическая схема комбинированной обработки навоза на свиноводческих мегафермах с полной биологической переработкой жидкой фракции.

1,3 - погружные насосы; 2 - резервуар - усреднитель; 4 - питающая емкость; 5 - вибро-фильтр; 6,15 - горизонтальные транспортеры; 7,9 - наклонные транспортеры; 8 - бункер-дозатор; 10 - приемное устройство сушилки; 11 - сушилка; 12 - вентилятор; 13,14 - циклоны; 16,21, 38,41 - промежуточные емкости; 17,22,28,31,34,39,42 - фекальные насосы; 18,23 - первичные отстойники; 19 - аэротёнок с механической аэрацией; 20, 25- вторичные отстойники; 24 - аэротенк с пневматической аэрацией ;26- контактный резервуар; 36 - аэробный сбраживатель осадка, 40 - иловая площадка.

Рассмотренная технология имеет ряд недостатков: необходимо создание дорогостоящих сооружений; сложность в эксплуатации; требует высоких энергозатрат; для обслуживания требуется высококвалифицированный персонал; при обработке теряется значительная часть (58...73 %) питательных веществ; низкая эксплуатационная надежность механизмов обеспечивающих разделение навоза на фракции; высокая стоимость и сложность эксплуатации сушилок.

Анализ наиболее широко применяемых технологий обработки навоза на фермах и комплексах мегафермах по производству свинины показы-



вает, что в каждой из них осуществляют фракционирование исходного навоза. При этом путем многоступенчатого (многостадийного) фракционирования добиваются снижения влажности твердой фракции до 70...75 % с целью ее последующего биотермического обеззараживания и, возможно, полного удаления из жидкой фракции взвешенных веществ для исключения образования осадка при хранении и облегчения последующей обработки и использования [3].

Фракционирование бесподстилочного свиного навоза осуществляют осаждением и фильтрованием (рисунок 4). Фракционирование навоза, основанное на расслоении путем осаждения взвешенных твердых частиц под действием силового поля и отделения их в виде осадка от жидкости, широко применяется на практике. Осаждение осуществляют в полях механических сил: гравитационном и инерционном. При этом условием, обеспечивающим разделение в полях механических сил, является разность между плотностями твердых частиц и жидкой фазы. В этом случае силовое поле действует на частицы обеих фаз одинакового размера с различной интенсивностью, поэтому возможно перемещение одной фазы относительно другой. При осаждении твердые частицы движутся относительно жидкой фазы. Осаждение, происходящее под действием силы тяжести и называемое отстаиванием, осуществляется в различных типах отстойников: вертикальных, горизонтальных, радиальных. Для осаждения под действием инерционных сил, в частности центробежных, применяют гидроциклоны и осадительные центрифуги [2].

Отстойники в существующих линиях обработки бесподстилочного свиного навоза применяют для выделения грубо- и тонкодисперсных взвешенных веществ перед подачей его на дальнейшую обработку. Широко применяют отстойники и для выделения тонкодисперсных взвесей из фильтрата, полученного при машинном фракционировании навоза с по-

мощью виброфильтров, дуговых сепараторов, фильтрующих центрифуг и т.д.

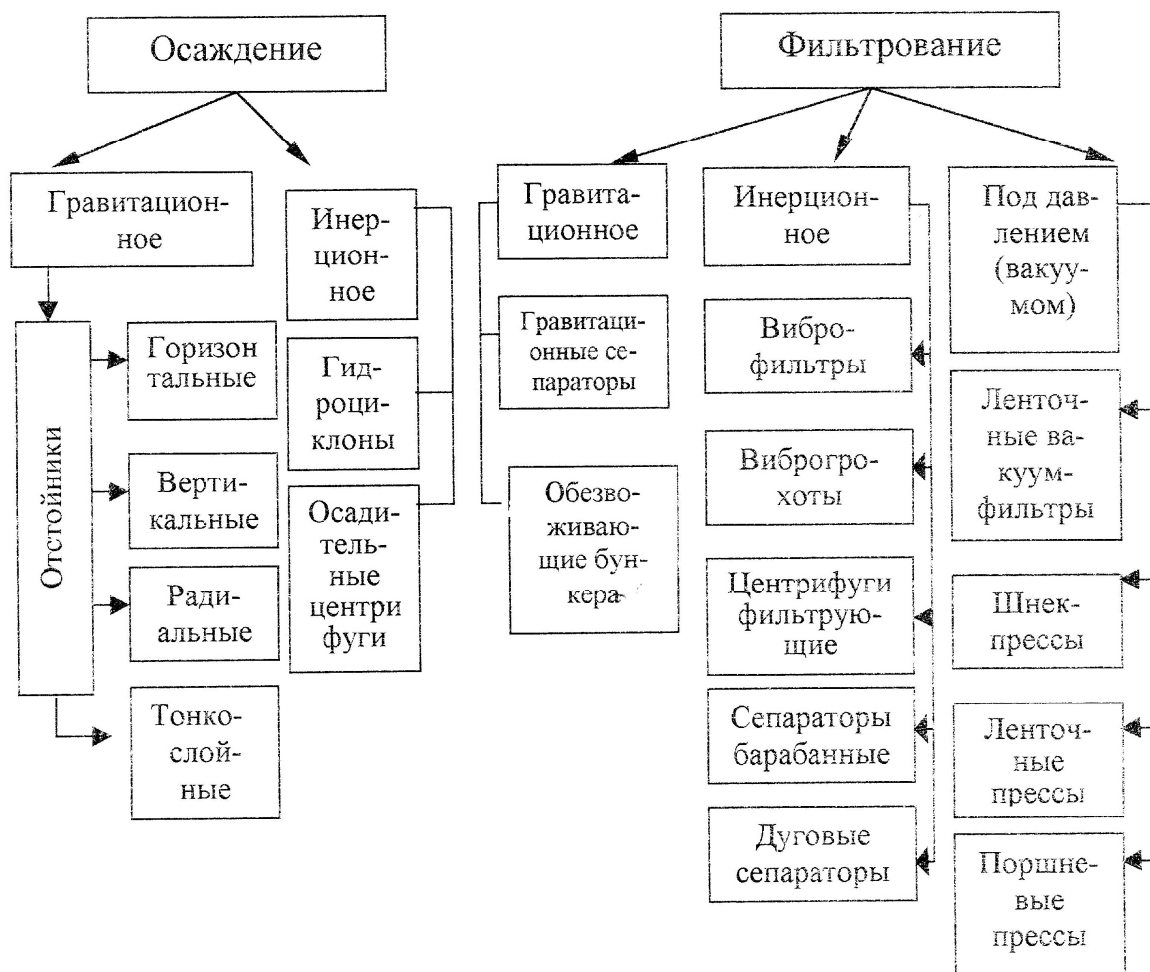


Рисунок 4. Классификация способов и средств фракционирования бесподстилочного свиного навоза.

Преимущества отстойников перед другими устройствами для выделения взвешенных веществ состоят в простоте устройства и эксплуатации, высокой эффективности фракционирования, не требуют энергетических затрат для ведения процесса. Но они имеют ряд недостатков: громоздкость, большая капиталоемкость, низкая производительность, не обеспечивают получение осадка требуемой влажности.

С целью интенсификации процесса осаждения взвесей используют тонкослойные отстойники и осадительные центрифуги. Опыт эксплуатации осадительных центрифуг показал следующие их преимущества: компактность, высокая степень обезвоживания осадка; обработка продукта производится в замкнутом объеме, что уменьшает загрязнение окружающей среды. Вместе с тем установлено, что осадительные центрифуги малопродуктивны и энергоемки, имеют низкую эффективность процесса, сложны в устройстве и эксплуатации. Указанные недостатки сдерживают широкое применение осадительных центрифуг в технологических линиях обработки навоза.

Предпочтение отдается тонкослойным отстойникам. Существует несколько типов тонкослойных отстойников, широко применяемых для осветления промышленных и хозяйственных сточных вод. В зависимости от взаимной ориентации направления движения осветляемого продукта и отводимого осадка, конструктивных параметров различают тонкослойные отстойники с прямым, обратным, комбинированным и поперечным наклоном секций. Последние являются наиболее универсальными. В этом типе отстойников осветляемый продукт движется горизонтально, перпендикулярно плоскости поперечного сечения установки. При этом легкие взвеси всплывают и собираются в верхней части отстойника, а тяжелые осаждаются и, сползая по поверхности пластин, отводятся в зону накопления осадка, из которой направляются на последующую обработку.

Фракционирование бесподстилочного свиного навоза путем принудительного фильтрования его через пористую перегородку, способную задержать взвешенные частицы и пропускать жидкость, широко применяется в технологических линиях его обработки.

Фильтрование осуществляется в полях механических сил: гравитационных, инерционных, поверхностных сил давления (вакуума). При этом

в отличие от процессов осаждения для разделения не обязательно наличие разности плотностей твердой и жидкой фаз.

Фракционирование под действием гравитационных сил осуществляют в гравитационных сепараторах и обезвоживающих бункерах; инерционных сил - в виброгрохотах, дуговых сепараторах, барабанных сепараторах, в центрифугах; поверхностных сил давления - в шнек-прессах, ленточных вакуум- фильтрах, ленточных и поршневых прессах.

Анализ работы устройств для фракционирования бесподстилочного свиного навоза фильтрованием показывает что отдельные инерционные машины (виброфильтры, виброгрохоты, центрифуги) имеют высокую металлоемкость и требуют больших энергетических затрат; все машины, осуществляющие разделение под воздействием поверхностных сил давления (вакуума), металлоемки и энергоемки, не обеспечивают (таблица 1) получение достаточно осветленного фильтрата. Вместе с тем ряд преимуществ перед рассмотренными техническими средствами имеют гравитационные и дуговые сепараторы. Они заключаются в простоте устройства и эксплуатации, высокой надежности технологического процесса, малой металлоемкости, низкой энергоемкости.

Анализ технических средств фракционирования бесподстилочного свиного навоза (таблица 1) показывает, что в настоящее время не удается получить в одной машине (аппарате) твердую и жидкую фракции с регламентированными показателями: в твердой фракции должно быть не менее 25 % сухого вещества, в жидкой - до 2 % взвешенных веществ, если для полива применяют установки типа ДДН-70, и до 1 % сухого вещества с крупностью частиц не более 2,5 мм при использовании установок типа «Фрегат». Нужное качество получают при многостадийном (на существующих мегафермах не менее двух ступеней) фракционировании навоза. Объясняется это как различием состава и свойств бесподстилочного сви-

ного навоза, так и достаточно высокими требованиями к производительности и качественным показателям технических средств для его фракционирования. Установлено также, что наименьшую энергоемкость на фракционировании навоза имеют дуговые сепараторы отечественного и иностранного производства (см. таблица 1)

Таблица 1. Показатели работы технических средств на фракционировании бесподстилочного свиного навоза.

Наименование, марка технического средства	Влажность исходного навоза	Показатели работы				
		Раход, м/ч	Влажность, %		Эффект разделения, %	Установленная мощность, кВт
			твердой фракции	жидкой фракции		
Отстойник ООС-25 НПО «КТИСМ»	97,5	25	92,0	99,4	75	2,2
Осадительная центрифуга ОГШ-502-К-4	99,3	25	70,0	98,4	14	32,0
Дуговой сепаратор «Виккерис» (Великобритания)	97,0	15	87,5	98,4	60	0,75
Обезвоживающий бункер КПС-108	88,0	40	82,0	98,8	33	10,2
Виброфильтр фирмы Джи-Э-Джи ВФ-30 (Италия)	96,5	30	88,3	98,4	54	3,0
Фильтрующая центрифуга ВНИИМЖ	96,5	20	82,1	97,1	17	13,0
Грохот инерционный ГИЛ-32	97,5	30	82,0	98,4	36	4,0
Грохот инерционный ГИЛ-52	97,5	80	82,0	98,4	36	10,0
Ленточный пресс фирмы «Сафите» (Франция)	91,0	6	84,4	99,1	90	0,3
Дуговой сепаратор СД-Ф-50	94,0... 98,0	50	88,0	99,1	34	0,37

## Выводы

1. Обработка бесподстилочного свиного навоза перед его использованием осуществляется по различным технологиям, однако преобладающим является фракционирование исходного продукта осадением или фильтрованием. При этом фильтрование обеспечивает почти полное освобождение

дение навоза от грубодисперсных взвешенных частиц и в этом отношении предпочтительнее осаждения.

2. Применение известных технических решений для фракционирования бесподстилочного свиного навоза не позволяет получить в одной установке (аппарате) твердую и жидкую фракции с регламентированными показателями. Необходимое качество фракций получают при многостадийном (не менее двух стадий) разделении исходного навоза: на первой стадии получают сырой осадок, на второй обеспечивают его обезвоживание до определенных показателей. При этом обезвоживание осадка в отстойниках осуществляется путем испарения и дренирования, а в комбинированных технологиях - путем использования обезвоживающих бункеров, шнековых прессов, фильтрующих центрифуг, гравитационных сепараторов с отжимными вальцами и т.д.

3. Применяемые технические средства для фракционирования бесподстилочного свиного навоза фильтрованием имеют высокую металлоемкость и требуют больших энергетических затрат. Определенные преимущества перед применяемыми техническими средствами имеют гравитационные сепараторы с отжимными вальцами, а также безнапорные дуговые сепараторы. Они состоят в простоте устройства и эксплуатации, высокой надежности, малой металлоемкости и низкой энергоемкости процесса.

#### **Использованные источники:**

1. Коваленко В.П., Петренко И.М. Механизация технологических процессов в животноводстве. Краснодар, Агротромполиграфист, 2003г. – 432с.

2. Коваленко В.П. Механизация обработки навоза. Монография. КубГАУ.- Краснодар, 2007г. – 217с.

3. Кузнецов Е.В., Хаджиди А.Е. Сельскохозяйственный мелиоративный комплекс для устойчивого развития агроландшафтов. Монография. Краснодар: изд-во ЭДВИ, 2014г. – 200с.

#### **References**

1. Kovalenko V.P., Petrenko I.M. Mehanizacija tehnologicheskikh processov v zivotnovodstve. Krasnodar, Agroprompoligrafist, 2003g. – 432s.

2.Kovalenko V.P. Mehanizacija obrabotki navoza. Monografija. KubGAU.- Krasnodar,2007g. – 217s.

3.Kuznecov E.V., Hadzhidi A.E. Sel'skhozjajstvennyj meliorativnyj kompleks dlja ustojchivogo razvitija agrolandshaftov. Monografija. Krasnodar: izd-vo JeD-VI,2014g. – 200s.