

УДК 631.862.2:631.333.92

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ДЛЯ СЪЕМА ФЛОТАЦИОННОГО ШЛАМА В УСТАНОВКЕ ОЧИСТКИ НАВОЗНЫХ СТОКОВ

Ю.А. Киров, доктор технических наук

Ю.А. Савельев, доктор технических наук

А.С. Сычев, аспирант

Е.В. Мусеев, инженер

ФГБОУ ВО «Самарская государственная сельскохозяйственная академия»

E-mail: kirov_1962@inbox.ru

Аннотация. Важное значение в современных технологических линиях по утилизации навозных стоков, поступающих с крупных животноводческих комплексов, имеет операция по очистке отделенной жидкой фракции навоза, которая представляет собой дисперсную среду из воды и взвешенных твердых частиц экскрементов животных. Выполнен анализ научно-технической литературы по механизации процессов обработки жидких навозных стоков, который показал, что для этой цели существует большое количество методов и технических средств, и наиболее простым и эффективным является метод обработки стоков путем флотации. Из анализа конструкций флотационных аппаратов сделан вывод, что наиболее перспективной в использовании является конструктивно-технологическая схема флотатора, рабочий процесс которой основан на насыщении сточной воды пузырьками воздуха за счет ее электролиза (электрофлотации). Одной из важных операций в процессе очистки навозных стоков в электрофлотаторе является съём флотационного шлама, образованного на поверхности обрабатываемой жидкости. Устройство для съема флотационного шлама должно обладать свойствами быстрого удаления образованной пены и одновременно не создавать турбулентного режима на поверхности. Дано описание новой конструкции для флотационного разделения на фракции и очистки навозных стоков за счет электролиза. В результате теоретического анализа процесса разделения и очистки жидкой фракции навозных стоков во флотационной установке и процесса сбора и удаления флотационного шлама получены функциональные зависимости влажности флотационного шлама от основных конструктивно-технологических параметров исследуемой установки. Получены новые аналитические зависимости влияния основных конструктивно-режимных параметров устройства на влажность полученной твердой фракции навозных стоков. **Ключевые слова:** навозные стоки, разделение на фракции, флотация, флотационный шлам, очистка, обезвоживание, утилизация.

Введение. В современных технологических линиях по переработке и утилизации навозных стоков, поступающих с крупных животноводческих комплексов, важное значение имеет операция по очистке отделенной жидкой фракции навоза, которая представляет собой дисперсную среду из воды и взвешенных твердых частиц экскрементов животных. Жидкая фракция навозных стоков составляет до 90% от общей исходной массы и в таком виде не может быть использована в дальнейшем. Кроме того, в необработанном виде жидкая фракция навозных стоков представляет серьезную угрозу для почвы, воды, воздушного бассейна и, в конечном счете, для человека [1,2,4,6,7,8].

Анализ научно-технической и патентной литературы по состоянию вопроса механизации процессов обработки жидких навозных стоков показал, что для этой цели существует большое количество методов и технических средств, и наиболее простым и эффективным является метод обработки стоков путем флотации [3,5, 9,11]. Флотация представляет собой метод разделения и очистки жидких навозных стоков за счет насыщения обрабатываемой среды пузырьками воздуха и создания комплексов «вода-пузырек воздуха-твердая частица навоза», твердые частицы «прилипают» к образовавшимся пузырькам воздуха и поднимаются (флотируются) к поверхности воды, где образуют пенный

слой (флотошлам) [4]. Из анализа конструкций флотационных аппаратов можно сделать вывод, что наиболее эффективной и перспективной в использовании является конструктивно-технологическая схема флотатора, рабочий процесс которой основан на насыщении сточной воды пузырьками воздуха за счет ее электролиза, так называемой электрофлотации [3,9,11].

Одной из важных операций в процессе очистки навозных стоков в электрофлотаторе является сьем флотационного шлама, образованного на поверхности обрабатываемой жидкости. Устройство для съема флотационного шлама должно обладать свойствами быстрого удаления образованной пены и одновременно не создавать турбулентного режима на поверхности.

Цель исследования – повышение эффективности процесса съема флотационного шлама с поверхности обрабатываемых навозных стоков.

Задачи исследований:

1) разработать перспективную в использовании конструкцию флотационной установки для разделения на фракции и очистки навозных стоков;

2) определить аналитические зависимости влияния конструктивно-режимных параметров устройства для съема флотационного шлама на качество очистки навозных стоков.

Методология проведения работ. В Самарской государственной сельскохозяйственной академии была разработана экспериментальная установка для разделения и очистки жидкой фракции навозных стоков методом электрофлотации (рис. 1) [10]. Установка содержит корпус 1 для проведения основного рабочего процесса электрофлотации, патрубок 2 для подачи исходной массы сточной воды, устройство 3 для сбора и удаления флотационного шлама с поверхности обрабатываемой воды, переливную перегородку 4, патрубок 5 для отвода очищенной воды, перфорированную плоскую поверхность 6 с диаметром отверстий 1,5-3,0 мм, емкость 8 для сбора флотационного шлама. На дне корпуса 1 флотатора расположены электроды 7 для обеспечения процесса электролиза воды.

Работает установка следующим образом. Исходная масса сточной воды поступает через патрубок 2 в корпус 1 флотатора. Затем под действием электролиза воды, который обеспечивают электроды 7 (катод и анод), происходит процесс отделения сточной воды от взвешенных твердых частиц, которые поднимаются к поверхности воды и образуют там пенный слой (флотационный шлам). Очищенная таким образом вода выводится из флотатора через патрубок 5.

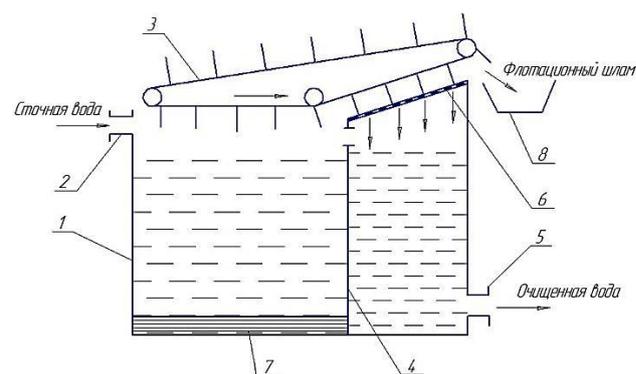


Рис. 1. Схема установки: 1 - корпус; 2 - патрубок подачи исходной массы; 3 - устройство для сбора и удаления флотационного шлама; 4 - перегородка; 5 - патрубок вывода; 6 - перфорированная поверхность; 7 - электроды; 8 - емкость.

Образовавшийся на поверхности обрабатываемой воды флотационный шлам увлекается скребками транспортера 3 и подается на фильтровальную перегородку 6, где под действием гравитационных сил шлам обезвоживается через перфорированные отверстия. Затем обезвоженный флотационный шлам выгружается в емкость 8. Данное устройство позволяет снизить влажность образованного флотационного шлама до зоотехнических требований, предъявляемых к осадкам сточных вод на животноводческих комплексах.

После процесса электрофлотации на поверхности обрабатываемой воды образуется слой флотационного шлама, представляющий собой смесь пузырьков газа с твердыми частицами навоза. Флотационный шлам сохраняет свое состояние и удерживается на поверхности лишь определенное время, поэтому необходимо аккуратно и быстро убирать его с поверхности воды. Кроме того, флотационный шлам в таком состоянии име-

ет очень высокую влажность (около 88%) и поэтому должен быть подвергнут дополнительному обезвоживанию.

Для повышения эффективности рабочего процесса сбора и удаления флотационного шлама с поверхности сточной воды, обрабатываемой во флотаторе, необходимо в конце процесса удаления шлама на корпусе флотационной установки устанавливать фильтровальную перегородку, представляющую собой плоскую перфорированную поверхность, с целью дополнительного обезвоживания флотационного шлама (рис. 2).

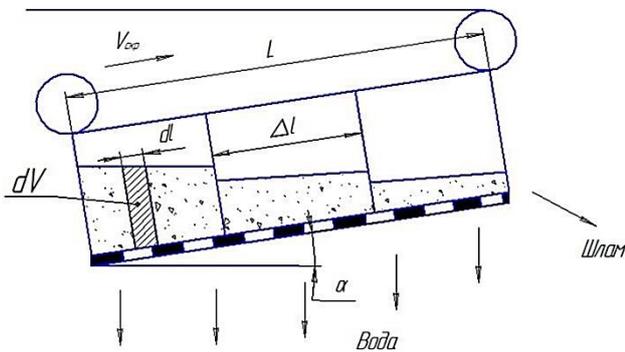


Рис. 2. Схема процесса фильтрации флотационного шлама

Ход исследования. Процесс сбора и удаления флотационного шлама во флотационной установке состоит из двух периодов:

- 1) сбор с поверхности сточной воды и транспортирование флотационного шлама;
- 2) транспортирование флотационного шлама с одновременным фильтрованием через перфорированные отверстия фильтровальной перегородки.

На фильтровальную перегородку исходная масса флотационного шлама поступает с определенной влажностью W , которую необходимо довести до значения W_C , чтобы выполнялось следующее условие:

$$W_C \leq W_{\text{доп}}, \quad (1)$$

где W_C – влажность твердой фракции навоза, сходящего с фильтровальной перегородки, %; $W_{\text{доп}}$ – допустимое значение влажности твердой фракции навоза по зоотехническим требованиям, %.

При невыполнении условия (1) работа фильтровальной перегородки будет неэффективна, так как в этом случае из твердой

фракции навоза не будет успевать выделяться избыточная влага. Для определения влажности твердой фракции навоза воспользуемся уравнением согласно общепринятой методике:

$$W = \frac{M_e}{M_{m.f.}} \times 100\%, \quad (2)$$

где W – влажность твердой фракции навоза, %; M_e – масса воды, находящейся в твердой фракции, кг; $M_{m.f.}$ – масса твердой фракции, кг.

$$M_{m.f.} = M_e + M_{сн}, \quad (3)$$

где $M_{сн}$ – масса сухого навоза, находящегося в твердой фракции навоза, кг.

Влажность флотационного шлама с учетом (2) можно представить следующим образом:

$$W = \frac{M_B}{M_{сн} + M_B} \times 100\%, \quad (4)$$

где $M_{сн}$ – масса сухого навоза, кг.

Поскольку исходный продукт (шлам) имеет повышенную влажность (примерно 88%), то требуется довести ее до оптимального для транспортирования и биотермической переработки значения (примерно 70-75%). Достигается это за счет удаления части избыточной влаги, содержащейся в шламе, путем фильтрации через фильтровальную перегородку. Для достижения требуемого эффекта решим задачу о необходимой для указанной цели длине фильтровальной перегородки L . Рассмотрим исходный объем шлама, заземленный между соседними скребками (рис. 2).

Он равен:

$$V_{исх} = b \times h_{скр} \times \Delta l \times \varphi, \quad (5)$$

где $h_{скр}$ – высота скребка, м; Δl – расстояние между скребками, м.

По мере продвижения этого объема шлама по фильтровальной перегородке часть воды из него удаляется. Определим вначале время t , необходимое для перевода в фильтрат объема воды $V_{доп}$, требуемого для уменьшения влажности шлама до допустимого значения $W_{доп}$. При этом будем пренебрегать влиянием поступательного движения шлама по фильтровальной перегородке $U_{скр}$ на скорость фильтрации.

После прохождения времени t , необходимого для снижения влажности шлама до $W_{доп}$, требуемая длина фильтровальной перегородки определится по следующей формуле:

$$L = U_{СКР} \times t + \Delta l. \quad (6)$$

Определим объем воды, который должен профильтроваться за искомое время t . Поскольку в начальный момент времени влажность шлама составляет

$$W_{ИСХ} = \frac{M_{ИСХ}}{M_{СН} + M_{ИСХ}} \times 100\%, \quad (7)$$

а в конце отрезка времени t он должен достигнуть влажности $W_{доп}$ (при сохранении $M_{СН}$)

$$W_{доп} = \frac{M_{доп}}{M_{СН} + M_{доп}} \times 100\%, \quad (8)$$

то можно в результате получить зависимость для определения $M_{доп}$.

Из выражения для $W_{ИСХ}$ находим, что

$$M_{СН} = M_{ИСХ} \frac{1 - W_{ИСХ}}{W_{ИСХ}}, \quad (9)$$

а из выражения для $W_{доп}$ определяем

$$M_{СН} = M_{доп} \frac{1 - W_{доп}}{W_{доп}}, \quad (10)$$

где влажность выражена в долях единицы. Приравнивая правые части этих равенств, получаем

$$M_{доп} = M_{ИСХ} \times \frac{W_{доп}}{W_{ИСХ}} \times \frac{1 - W_{ИСХ}}{1 - W_{доп}}. \quad (11)$$

Допустимый объем воды в шламе при его сбросе с фильтровальной поверхности будет равен

$$V_{доп} = V_{ИСХ} \times \frac{W_{доп}}{W_{ИСХ}} \times \frac{1 - W_{ИСХ}}{1 - W_{доп}}. \quad (12)$$

Следовательно, удалению подлежит масса воды, равная M_{ϕ} :

$$M_{\phi} = M_{ИСХ} - M_{доп}, \quad (13)$$

или с учетом (11)

$$M_{\phi} = M_{ИСХ} \left[1 - \frac{W_{доп}}{W_{ИСХ}} \times \frac{(1 - W_{ИСХ})}{(1 - W_{доп})} \right]. \quad (14)$$

Для объема профильтровавшейся за время t воды, получим соответственно выражение:

$$V_{\phi} = V_{ИСХ} \left[1 - \frac{W_{доп}}{W_{ИСХ}} \times \frac{(1 - W_{ИСХ})}{(1 - W_{доп})} \right]. \quad (15)$$

Исходный объем воды в шламе составит:

$$V_{ИСХ} = b \times h_{СКР} \times \Delta l \times \varphi \times W_{ИСХ} \times \frac{\rho_{шл}}{\rho}. \quad (16)$$

Следовательно,

$$V_{\phi} = b \times h_{СКР} \times \Delta l \times \varphi \times W_{ИСХ} \times \frac{\rho_{шл}}{\rho} \left[1 - \frac{W_{доп}}{W_{ИСХ}} \times \frac{1 - W_{ИСХ}}{1 - W_{доп}} \right]. \quad (17)$$

Определим время t , необходимое на фильтрацию этого объема, предполагая фильтрацию через слой осадка и фильтровальную перегородку ламинарной.

Скорость ламинарной фильтрации U_{ϕ} определяется формулой Дарси [4]:

$$U_{\phi} = K_{\phi} \times I = K_{\phi} \times \frac{\Delta h}{h_{СО}} \quad (18)$$

где K_{ϕ} - коэффициент фильтрации, м/с; I - гидравлический уклон, Δh - потери напора, м; $h_{СО}$ - толщина слоя осадка, м.

За время dt через элемент фильтровальной перегородки длиной dl профильтруется объем dV_{ϕ} , равный:

$$dV_{\phi} = U_{\phi} \times b \times dl \times dt. \quad (19)$$

За время t объем V_{ϕ} составит:

$$V_{\phi} = b \int_0^{\Delta l} \int_0^t U_{\phi} dl dt. \quad (20)$$

С учетом сопротивления фильтровальной перегородки $R_{\phiП}$, получим:

$$V_{\phi} = b \int_0^{\Delta l} \int_0^t \frac{\Delta P dl dt}{\mu_{\phi} (R_{ОС} + R_{\phiП})} = b \int_0^{\Delta l} \int_0^t \frac{\rho_{\phi} \times \zeta \times h dl dt}{\mu_{\phi} (R_{ОС} + R_{\phiП})} \quad (21)$$

Для вычисления V_{ϕ} таким образом необходимо знать, как изменяются параметры в подынтегральном выражении вдоль отсека и во времени, то есть их связь с l и t .

Решим эту задачу с помощью теоремы о среднем. Запишем подынтегральное выражение средним значением (по l и t).

Тогда

$$V_{\phi} = b \left[\frac{\rho_{\phi} \times \zeta \times h}{\mu_{\phi} (R_{ОС} + R_{\phiП})} \right]_{СР} \int_0^{\Delta l} \int_0^t dl dt. \quad (22)$$

Следовательно

$$V_{\phi} = b \left[\frac{\rho_{\phi} \times \zeta \times h}{\mu_{\phi} (R_{OC} + R_{\phi\Pi})} \right]_{CP} \times \Delta l \times t. \quad (23)$$

Отсюда находим искомое время t :

$$t = \frac{V_{\phi}}{b \times \Delta l} \left[\frac{\rho_{\phi} \times \zeta \times h}{\mu_{\phi} (R_{OC} + R_{\phi\Pi})} \right]_{CP}^{-1}. \quad (24)$$

В начальный момент времени в защемленном отсеке между скребками находится объем шлама $V_{ИСХ.ШЛ}$, средняя глубина которого равна (осреднение по Δl):

$$(h_{CP})_0 = \frac{V_{ИСХ.ШЛ} \times \cos \alpha}{b \times \Delta l}. \quad (25)$$

В конце интервала времени t в этом отсеке будет находиться объем шлама $V_{ДОП.ШЛ}$, средняя глубина которого равна:

$$(h_{CP})_t = \frac{V_{ДОП.ШЛ} \times \cos \alpha}{b \times \Delta l}. \quad (26)$$

Тогда искомая средняя глубина h_{CP} определится из выражения (осреднение по времени):

$$h_{CP} = \frac{(h_{CP})_0 + (h_{CP})_t}{2} = \frac{(V_{ИСХ.ШЛ} + V_{ДОП.ШЛ}) \times \cos \alpha}{2b \times \Delta l} \quad (27)$$

Подставляя в выражение (24) для t полученное значение, определим, что

$$t = \frac{2W_{ИСХ} \times \mu_{\phi} (R_{OC} + R_{\phi\Pi})}{\gamma_B \times \cos \alpha} \times \frac{1 - \frac{W_{ДОП}}{W_{ИСХ}} \times \frac{1 - W_{ИСХ}}{1 - W_{ДОП}}}{1 + \frac{1 - W_{ИСХ}}{1 - W_{ДОП}}} \quad (28)$$

где γ_B – удельный вес воды, Н/м³.

Если пренебречь сопротивлением осадка R_{OC} , то формула несколько упрощается:

$$t = \frac{2W_{ИСХ} \times \mu_{\phi} \times R_{\phi\Pi}}{\gamma_B \times \cos \alpha} \times \frac{1 - \frac{W_{ДОП}}{W_{ИСХ}} \times \frac{1 - W_{ИСХ}}{1 - W_{ДОП}}}{1 + \frac{1 - W_{ИСХ}}{1 - W_{ДОП}}} \quad (29)$$

Результаты исследования. В результате теоретического анализа процесса разделения и очистки жидкой фракции навозных стоков во флотационной установке и процесса сбора и удаления флотационного шлама получены функциональные зависимости влажности флотационного шлама от основных конструктивно-технологических параметров исследуемой флотационной установки. Отметим, что увеличение исходной влажности

приводит к росту L ; уменьшение влажности на сходе с фильтровальной поверхности также требует увеличения L ; увеличение угла наклона фильтровальной поверхности также приводит к увеличению требуемой длины. Исходя из теоретических рассуждений, на длину фильтровальной поверхности основное влияние оказывают: вязкость флотационного шлама, его плотность, скорость перемещения по фильтровальной поверхности, угол наклона поверхности относительно горизонтальной плоскости.

Выводы. Для повышения эффективности рабочего процесса сбора и удаления флотационного шлама с поверхности жидкой фракции навозных стоков, обрабатываемой во флотаторе, необходимо в конце процесса удаления шлама на корпусе флотационной установки устанавливать фильтровальную перегородку, представляющую собой плоскую перфорированную поверхность, с целью дополнительного обезвоживания флотационного шлама. Теоретический анализ рабочего процесса сбора и удаления флотационного шлама с поверхности сточной воды, обрабатываемой во флотаторе, позволил получить аналитические выражения для расчета времени t и длины L фильтровальной поверхности.

Литература:

1. Технологии и технические средства для уборки и утилизации навоза в фермерских хозяйствах / Гриднев П.И. и др. М., 1996. 44 с.
2. Иванов Ю.А., Новиков Н.Н. Автоматизация процессов как фактор повышения эффективности производства животноводческой продукции // Сборник научных докладов ВИМ. 2006. Т. 1. С. 104-109.
3. Теоретическое обоснование процесса очистки жидкой фракции навоза на флотационной установке / Киров Ю.А. и др. // Актуальные агроинженерные проблемы АПК: сб. тр. СГСХА. Самара, 2001. С. 159-161.
4. Технология и технические средства для обеспечения экологической и технической безопасности на животноводческих комплексах (теория и расчет) / Киров Ю.А. и др. Кинель, 2018. 156 с.
5. Киров Ю.А. Разработка технологической линии для разделения навозных стоков // Техника и оборудование для села. 2012. № 4. С. 24-26.
6. Научное обеспечение развития экологически безопасных систем утилизации навоза / Н.Г. Ковалев и др. // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2016. № 1.

7. Иванов Ю.А., Миронов В.В. Экологичное животноводство, проблемы и вызовы // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. 2015. № 87. С. 35-48.
 8. Мишуров Н.П. Рекомендации по технологическому проектированию систем удаления и подготовки к использованию навоза и помета / Вестник ВНИИМЖ. 2018. № 4. С. 44-56.
 9. Основные конструктивно-режимные параметры флотационной установки / В.А. Мухин и др. // Тракторы и сельхозмашины. 2013. № 2. С. 14-15.
 10. Пат. 111847 РФ. Флотатор / Киров Ю.А. и др. Заяв. 15.11.11; Опул. 06.07.12, Бюл. № 36.
 11. Шевяков В.С. Результаты исследований процесса обезвоживания бесподстилочного навоза методом флотации // Актуальные агроинженерные проблемы АПК: сб. тр. СГСХА. Самара, 2001. С. 161-163.
- Literatura:**
1. Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva dlya uborki i utilizacii navoza v fermerskih hozyajstvah / Gridnev P.I. i dr. M., 1996. 44 s.
 2. Ivanov YU.A., Novikov N.N. Avtomatizaciya processov kak faktor povysheniya effektivnosti proizvodstva zhivotnovodcheskoj produkcii // Sbornik nauchnyh dokladov VIM. 2006. T. 1. S. 104-109.
 3. Teoreticheskoe obosnovanie processa ochistki zhidkoj frakcii navoza na flotacionnoj ustanovke / Kirov YU.A. i dr. // Aktual'nye agroinzhenernye problemy APK: sb. tr. SGSKHA. Samara, 2001. S. 159-161.
 4. Tekhnologiya i tekhnicheskie sredstva dlya obespecheniya ekologicheskoy i tekhnicheskoy bezopasnosti na zhivotnovodcheskih kompleksah (teoriya i raschet) / Kirov YU.A. i dr. Kinel', 2018. 156 s.
 5. Kirov YU.A. Razrabotka tekhnologicheskoy linii dlya razdeleniya navoznyh stokov // Tekhnika i oborudovanie dlya sela. 2012. № 4. S. 24-26.
 6. Nauchnoe obespechenie razvitiya ekologicheski bezopasnyh sistem utilizacii navoza / N.G. Kovalev i dr. / Agarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka. 2016. № 1.
 7. Ivanov YU.A., Mironov V.V. Ekologichnoe zhivotnovodstvo, problemy i vyzovy // Tekhnologii i tekhnicheskie sredstva mekhanizirovannogo proizvodstva produkcii rastenievodstva i zhivotnovodstva. 2015. № 87. S. 35-48.
 8. Mishurov N.P. Rekomendacii po tekhnologicheskomu proektirovaniyu sistem udaleniya i podgotovki k ispol'zovaniyu navoza i pometa / Vestnik VNIIMZH. 2018. № 4. S. 44-56.
 9. Osnovnye konstrukcionno-rezhimnye parametry flotacionnoj ustanovki / V.A. Muhin i dr. // Traktory i sel'hoz mashiny. 2013. № 2. S. 14-15.
 10. Pat. 111847 RF. Flotator / Kirov YU.A. i dr. Zayav. 15.11.11; Opubl. 06.07.12, Byul. № 36.
 11. SHEvyakov V.S. Rezul'taty issledovaniy processa obezvozhvaniya bespodstilochnogo navoza metodom flotacii // Aktual'nye agroinzhenernye problemy APK: sb. tr. SGSKHA. Samara, 2001. С. 161-163.

THEORETICAL JUSTIFICATION OF THE DEVICE FOR FLOTATION SLIME REMOVAL IN THE MANURE FLOWS' CLEANING UNIT

Y.A. Kirov, doctor of technical sciences

Y.A. Savel'iev, doctor of technical sciences

A.S. Sychev, post-graduate student

E.V. Moiseev, engineer

FGBOY VO "Samara state agricultural academy»

Abstract. *Important matter in modern technological lines for utilization of the manure flows coming from large livestock complexes is the operation for manure separated liquid fraction's cleaning, that is water dispersed medium and animal excrement's suspended solid particles. The liquid manure flows treatment mechanization scientific-and-technical literature's analysis a large number of methods and technical means for this purpose had showed, and the most simple and effective was flow's treatment one by flotation. From the flotation devices designs analysis, it was concluded that the most promising is the design and technological scheme of the flotator's device, that working process on the waste water's saturation with air bubbles due to its electrolysis (electroflotation) is based. One of the manure flows cleaning's important operations in the electroflotator, the flotation slime formed on the treated liquid surface is removal. The removing flotation slime device the properties of the formed foam and at the same time turbulent regime non-creating on its surface that rapidly should have removal. The flotation separation into fractions and manure flows treatment by electrolysis's new design description is given. As a result of manure flow liquid fraction's separation and purification theoretical analysis in the flotation unit and flotation slime collection and disposal, flotation slime's functional dependence on moisture content of the studied setup main process's design-and-technological parameters are obtained. New analytical dependences of the device's main structural-and- regime parameters influence on the obtained manure flows solid fraction's humidity are obtained.*

Keywords: *manure flows, separation into fractions, flotation, flotation slime, cleaning, dehydration, utilization.*