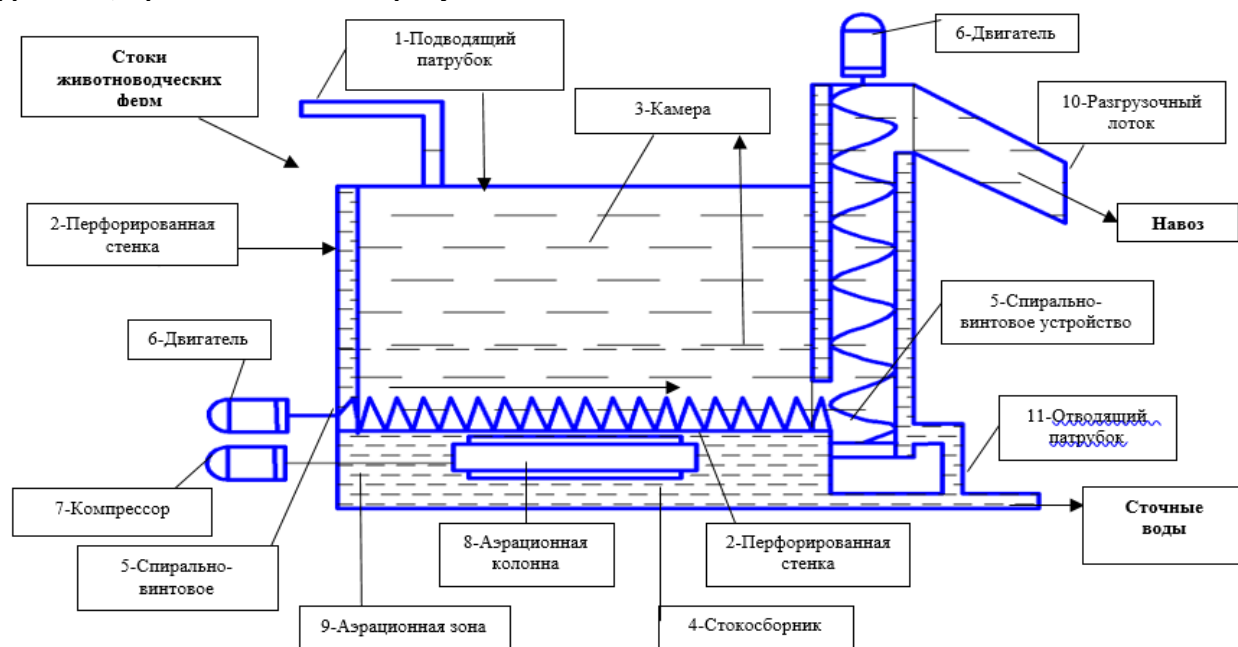


**Ключевые слова:** *технические средства, навоз, сток, аэробные производительность, процессы, эффективность*

В настоящее время, очистка сточных вод животноводческих предприятий является очень актуальной проблемой. Наиболее рациональной представляется система очистки животноводческих стоков, включающая предварительную фильтрацию и отсеивание твердых фракций, и последующее перемещение материала в систему прудов, заселенных биологически активным илом. Этот способ достаточно эффективен, но окончательная доочистка воды должна происходить в комплексе с другими методами. В настоящее время, стоки животноводческих ферм и комплексов включены как источники загрязняющих и биогенных веществ, пагубно влияющих на водные объекты. Для решения этой проблемы, в Технологическом институте разработано устройство для разделения навозных стоков на фракции, представленное на рисунке 1.



**Рисунок 1. Устройство для разделения навоза на фракции**

Устройство для разделения навоза на фракции отличается тем, что в качестве выгрузного приспособления используется спирально-винтовой механизм. А с целью повышения производительности и рециркуляции жидкой фракции, устройство снабжено аэрационной колонной. Стоки животноводческих ферм поступают в устройство для разделения навоза на фракции, через подводный патрубок. В камере смешения стоки перемешиваются с помощью спирально-винтового устройства и обогащаются кислородом, для развития активного ила от аэрационной колонны, через перфорированное дно. Осветленная жидкая фракция через перфорацию перегородки вытесняется из камеры смешения в аэрационную зону, очищается во взвешенном слое и по отводящему патрубку поступает для дальнейшей очистки, и фильтрации. Твердая фракция, с помощью спирально-винтового устройства, перемещается горизонтально вдоль камеры смешения, затем вертикальным спирально-винтовым устройством выгружается через разгрузочный лоток для дальнейшего использования. Непрерывная рециркуляция жидкой фракции обеспечивается аэратором, исходные навозные стоки эжектируются.

Аэробные процессы в аэротенках протекают при подаче в обрабатываемый сток достаточного количества кислорода, необходимого для жизнедеятельности аэробных

групп микроорганизмов. Насыщение кислородом воздуха происходит пневматическим или механическим путем. В результате естественного размножения микроорганизмов-минерализаторов и сорбирующей способности активного ила, его количество в аэротенках все время возрастает. Обработанная вода вместе с активным илом поступает во вторичный отстойник, где происходит их разделение. Часть осевшего активного ила возвращается в аэротенки для повторного использования. Излишек ила тормозит процесс очистки, вследствие ухудшения кислородного режима в аэротенках, поэтому избыточную часть его непрерывно удаляют. Конструктивно аэротенки могут объединяться с первичными или вторичными отстойниками. Считается, что биологическая очистка – наиболее надежный и эффективный метод обеззараживания навозосодержащих стоков, с целью устранения вышеуказанных и других недостатков. В Технологическом институте – филиал ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ также были проведены работы по созданию новых аэрационных систем, в результате которых были созданы барботажные аэраторы, применяемые в устройстве для разделения навозных стоков на фракции. При использовании трубчатых текстильных аэраторов, полностью отпадает необходимость в засыпных фракциях, т.к. сам процесс насыщения кислородом осуществляется за счет прохождения ее через слоисто-каркасную намотку аэратора. Наши аэраторы обеспечивают возможность получения мелкопузырчатой массы воздушного потока, то есть создания равномерной мелкопузырчатой аэрации, размеры пузырьков воздуха должны быть на выходе из диспергирующего слоя минимальны и одинаковы 1-2 мм в диаметре, что позволяет, увеличить поверхность взаимодействия активного ила со стоками, а также исключения застойных зон под аэраторами, то есть дополнительный их барботаж, который получается за счёт формирования спиралевидной структуры намотки [3,4] диспергирующего слоя аэратора.

Поскольку главная задача диспергирующих слоев аэраторов это обеспечение формирования постоянного потока пузырьков воздуха минимального размера, а также создание требуемой скорости подачи воздуха в сточные воды, то весьма актуальным становится вопрос о пористости и проницаемости материалов, из которых изготавливаются диспергирующие слои аэраторов. Так как, проникновение воздуха сквозь твёрдое тело (пористую перегородку) может происходить по трещинам и порам, то проницаемость зависит от пористости перегородки, которая определяется объёмом пор в единице объёма тела и выражается формулой [5,6]:

$$\Pi = \frac{V_{пор}}{V}, \quad (1)$$

где:  $V$  – объём диспергирующего слоя аэратора.;

$V_{пор}$  – объём, занимаемый порами, в общем объёме элемента диспергирующего слоя аэратора.

Так как, основная масса аэраторов, применяемых в очистных сооружениях, выпускаются в виде труб с профильным каркасом и сформированном на нём диспергирующим покрытием, то целесообразно пористость диспергирующих перегородок выразить через объёмную плотность [4,5].

Пористость структуры диспергирующего слоя аэратора:

$$\Pi = \frac{V_{пор}}{V} = 1 - k_3 = 1 - \frac{\gamma}{\gamma_H} \quad (2)$$

Из полученного выражения следует, что для увеличения пористости (воздухопроницаемости) перегородки диспергирующего слоя аэраторов необходимо уменьшить плотность самих волокон и объёмную плотность всей перегородки.

Подставляя в данную формулу требуемые значения параметров замкнутой, спиралевидной (сотовых) намоток, можно определить теоретическое значение объёмной плотности структуры намотки, а, следовательно, и её пористости [9,10].

Спиралевидная структура намотки, является производной от замкнутых и сомкнутых структур – поры у данного вида намотки, в радиальном направлении, располагаются по спиральям Архимеда и образуют каналы, что позволяет разгонять поток пузырьков воздуха по направлению каналов в структуре намотки, и выбрасывать их по касательной к поверхности фильтросной трубы, значительно увеличивая зону аэрируемых

объёмов стоков [11]. Проведённые в лаборатории Технологического института исследования различных видов намоток диспергирующего слоя аэратора, позволили определить оптимальную структуру, обеспечивающую повышенный барботаж, перемешивание сточных вод, при наименьших затратах электроэнергии. Также, мы определились в выборе барботеров и доказали, что аэрация с применением трубчатых текстильных аэраторов выгоднее, чем аэрация с помощью фильтросов. Конструкция аэратора обеспечивает легкость их замены и сводит затраты на эксплуатацию к минимуму. Производственные сравнительные испытания различных видов аэраторов были проведены на очистных сооружениях молочных ферм Мелекесского района в течение шести месяцев их работы.

Данные результатов экспериментов сведены в таблицу 1.

Таблица 1. Секция аэротенка с барботажными аэраторами

№ п/п	Дата отбора проб	После первичного отстойника, мг/дм <sup>3</sup>	Вход сточной воды в аэротенк, мг/дм <sup>3</sup>	Выход сточной воды из аэротенка, мг/дм <sup>3</sup>
1	29.05.20	11,7	10,2	0,17
Секция фильтросов с полимерной структурой				
2	29.05.20	11,7	10,2	6,82

На основании проведённых исследований можно сделать выводы:

### ВЫВОДЫ

1. Навозосодержащие стоки доильных залов представляют собой сложное сообщество микроорганизмов и являются экологически опасными источниками загрязнения водных и почвенных ресурсов. Применение барботажных аэраторов в системах очистки сточных вод обеспечивает значительное снижение энергозатрат, за счёт специальной структуры диспергирующего слоя фильтросных труб.
2. Спиралевидная структура намотки паковок, используемых в качестве аэраторов, обладает спиралевидным расположением пор и обеспечивает выход воздуха из аэратора по касательной к его поверхности, что в свою очередь резко увеличивает барботаж стоков и устраняет возможность образования застойных зон под аэраторами.
3. Оптимальная структура диспергирующего слоя аэратора должна обеспечивать мелкопузырчатую аэрацию сточных вод, быть устойчивой к механическим воздействиям, не подвергаться биообрастанию, что возможно только за счёт формирования мотальных паковок специального назначения в виде слоистокаркасных намоток на профильные трубы.
4. Мелкопузырчатая аэрация возможна только в пузырьковом режиме выхода воздуха из диспергирующего слоя аэратора, что полностью исключает явления «пробоя» (вследствие самовосстановления расположения витков намотки нитей при их раздвижении), что способствует значительному снижению энергозатрат, а, следовательно, себестоимости очистки 1м<sup>3</sup> стоков;

### ЛИТЕРАТУРА

1. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Кафиятуллова А.А. Трубчатый текстильный аэратор для очистки сточных вод // Сельский механизатор. – 2014. – № 2. – С. 28–29.
2. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Кадырова А.М. [Аэратор трубчатый](#). Патент на полезную модель RU 120644 U1, 27.09.2012. Заявка № 2011147001/05 от 18.11.2011.
3. Шигапов И.И. [Механизация очистки навоза в помещениях](#). [Научный вестник Технологического института - филиала ФГБОУ ВПО Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина](#). 2013. № 12. С. 357-359.
4. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Поросятников А.В., Лукоянчев С.С., Камалдинова О.С. [Исследование воздухопроницаемости пористых перегородок трубчатых текстильных фильтров](#) // [Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности](#). 2015. № 5 (358). С. 244-247.
5. Губейдуллин, Х.Х. Трубчатые текстильные фильтры для очистки молока / Х.Х. Губейдуллин [др.] // Сельский механизатор. – 2011. – № 1. – С. 28–29.
6. Шигапов И.И., Поросятников А.В., Лукоянчев С.С., Кадырова А.М., Краснова О.Н. [Барботажные аэра-торы для очистки сточных вод животноводческих ферм](#). // [Сельский механизатор](#). 2018. № 6. С. 28-29.
7. Губейдуллин Х.Х., Панин И.Н., Шигапов И.И., Поросятников А.В. [Разработка и исследование фильтровальных перегородок плоских и трубчатых текстильных фильтров](#). // [Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности](#). 2015. № 1 (355). С. 159-164.
8. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Поросятников А.В., Лукоянчев С.С., Камалдинова О.С. [Гидравлические свойства пористых перегородок трубчатых текстильных фильтров](#). // [Известия](#)

- [высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности. 2015. № 5 \(358\). С. 215-219.](#)
9. Шигапов И.И. [Технологии подготовки навоза к использованию. Научный вестник Технологического института - филиала ФГБОУ ВПО Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина. 2013. № 12. С. 360-363.](#)
  10. Shavanov M.V., Shigapov I.I. [Wheat industry compared and contrasted between russia and the USA](#). В сборнике: III International Scientific Conference: AGRITECH-III-2020: Agribusiness, Environmental Engineering and Biotechnologies. Сер. "IOP Conference Series: Earth and Environmental Science" Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. 2020. С. 22099.
  11. [Shigapov, I., Kadyrova, A., Akhmadov, B., Krasnova, O.](#) Innovative technologies for industrial sewage treatment. E3S Web of Conferences, 2020, 193, 02017
  12. [Gubeydulun, H.H., Bondarenko, A.M., Shigapov, I.I., Porosyatnikov, A.V., Kadyrova, A.M.](#) Advanced tubular textile filters for milk cleaning. [Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti this link is disabled](#), 2017, 372(6), стр. 280–283
  13. [Bondarenko, A.M., Isaev, Y.U.M., Isaichev, V.A., ...Shigapov, I.I., Krasnova, O.N.](#) Design and research of winding mechanism for the formation of porous walls of ttf increased size. [Izvestiya Vysshikh Uchebnykh Zavedenii, Seriya Tekhnologiya Tekstil'noi Promyshlennosti this link is disabled](#), 2017, 372(6), стр. 250–253

#### ANNOTATION

### MODERN TECHNICAL EQUIPMENT FOR WASTE WATER TREATMENT IN LIVESTOCK FARMS

In the article discusses ways of the unny equipment for wastewater treatment in livestock farms. A device for separating manure runoff into fractions has been developed, the proposed device differs in that a spiral-screw mechanism is used as an unloading device. And in order to increase productivity and recirculate the liquid fraction, the device is equipped with an aeration column. Production comparative testing of the device shows that the device provides the minimum energy consumption when performing the technological process of wastewater treatment.

*Keywords.* *technical equipment, manure, runoff, aerobic processes, productivity, efficiency*

#### АННОТАЦИЯ

### ВОСИТАҲОИ ТЕХНИКИИ МУОСИР БАРОИ ТОЗА НАМУДАНИ ОБҲОИ ПАРТОВ ДАР ФЕРМАҲОИ ЧОРВОДОРӢ

Дар мақола масъалаҳои марбути истифода бурдани воситаҳои техникии муосир барои тоза кардани обҳои партов дар фермаҳои чорводорӣ дида баромада шудааст. Дастгоҳ барои дар лӯлаҳо ҷудо кардани фраксияҳои пору кор карда баромада шудааст, ки дар он ба сифати олоти борбарорӣ механизми спиралию мурватӣ истифода карда мешавад. Бо мақсади баланд бардоштани маҳсулнокии фраксияҳои моеъгӣ, дастгоҳ бо сутуни азратсионӣ таҷҳизонида шудааст. Таҷрибаҳои муқоисавии истехсолии дастгоҳ нишон медиҳад, ки он самаранокӣ иҷрои раванди технологияи тоза намудани оби партовро бо сарфи кам таъмин менамояд.

*Калимаҳои асосӣ:* *воситаҳои техникӣ, пору, лӯла, раванди азробӣ, маҳсулнокиӣ, самаранокӣ.*

#### Сведение об авторах;

**Шигапов И.И.**, доктор технических наук, доцент, Технологический институт - филиал ФГБОУ ВО "Ульяновский ГАУ имени П.А. Столыпина", 89278221233, [schigapov@mail.ru](mailto:schigapov@mail.ru)

**Ахмадов Бахром Раджабович**, доктор технических наук, профессор кафедры машины и оборудование технологических процессов в агроинженерии, 734003, Таджикский аграрный университет им. Ш.Шотемур. 734003, Таджикистан, г.-Душанбе пр.Рудаки 146. E-mail: [ahmadov-b@mail.ru](mailto:ahmadov-b@mail.ru) Телефон: (+992) 917345050.

**Краснова О.Н.**, старший преподаватель, ДИТИ НИЯУ МИФИ [schigapov@mail.ru](mailto:schigapov@mail.ru).