

Обоснование конструкции активаторов обеззараживания жидкой фракции отходов животноводства

Н.В. Лимаренко, Л.А. Пудеян

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону

Аннотация: Охрана водных ресурсов и рациональное природопользование напрямую связано с развитием экологически безопасных технологий утилизации жидкостей, обладающих патогенными свойствами. Значительную долю данного вида отходов представляют жидкие навозные стоки и жидкий навоз. В данной работе обоснована актуальность применения технических средств интенсификации процесса утилизации жидкой фракции отходов животноводства, в частности, жидкого навоза и навозных стоков. Наиболее длительной и сложной операцией утилизационного цикла является обеззараживание. Проанализированы конструкции наиболее перспективных активаторов обеззараживания данного вида отходов. Обоснована перспективность применения технического решения в виде матрицы удержания ферромагнитных частиц индуктора активатора. Предлагаемое решение запатентовано и позволяет существенным образом повысить производительность и качество функционирования активаторов обеззараживания при их работе с жидкими средами.

Ключевые слова: жидкая фракция отходов животноводства, жидкий навоз, навозные стоки, утилизация, обеззараживания, активаторы обеззараживания, обоснование конструкции активаторов.

Индустриальный подход к ведению животноводства предусматривает наличие технологических регламентов обращения с отходами производства, учитывающих специфику их сбора, подготовки и последующей утилизации, направленных на рациональное природопользование и ресурсосбережение (Приказ МПР РФ от 02.12.2002 № 786, ред. от 30.07.2003; Постановление Правительства Российской Федерации от 13 сентября 2016 г. № 913, ред. 29.06.2018). Отходами, представляющими интерес с точки зрения дальнейшего использования и наибольшую опасность в эпидемиологическом отношении, являются: жидкий навоз влажностью 92...97%, навозные стоки влажностью свыше 97% (далее жидкая фракция), экологически безопасная утилизация которых невозможна без обеззараживания.

Необходимым элементом ресурсосберегающих технологий обеззараживания жидкой фракции, обеспечивающих рациональное

природопользование и требуемую экологическую безопасность, является: минимизация отрицательных побочных продуктов процесса обеззараживания, сокращение времени протекания операций технологической цепи, а также низкая удельная энергоёмкость.

Перспективным техническим решением, позволяющим интенсифицировать данную операцию, является применение активаторов обеззараживания [1, 2]. Важным параметром, характеризующим удельную энергоёмкость активатора, является поддержание уровня заполненности рабочей зоны ферромагнитными частицами.

В зависимости от типа интенсифицируемых процессов активаторы можно разделить на реализующие физические, химические, биологические, а также комбинированные воздействия. Наиболее перспективным типом активаторов применительно к данной задаче являются реализующие комбинированные физико-химические воздействия [3-7]. Соответственно, задача обоснования их конструкции активатора, обеспечивающей требования ресурсосберегающего и экологически безопасного обеззараживания, является актуальной.

Целью данного исследования является обоснование параметров активатора обеззараживания жидкой фракции отходов животноводческих предприятий при комплексном физико-химическом воздействии.

Как показал анализ информационных источников [1-13], активаторы, реализующие физико-химическое воздействие, можно разделить на циклические и непрерывные. Вне зависимости от принципа работы и конструктивного исполнения, устройство и принцип действия активаторов обеззараживания комплексным физико-химическим воздействием в общем виде можно представить следующим образом: электромагнитная система; механическая система включающая рабочие тела, свободно перемещающиеся в электромагнитной системе; пространство рабочей зоны в

котором помещаются электромагнитная и механическая системы активатора; блок управления процессом; корпус.

К активаторам циклического (периодического) действия относятся устройства, рабочая камера которых имеет шаровую, кольцевую и эллипсоидную формы. Общий вид активатора циклического действия представлен на рис. 1. Основными конструктивными элементами приведённого типа активаторов являются: рабочая камера, включающая индуктор и рабочие тела, блок управления, станина с возможностью изменения угла расположения рабочей камеры в пространстве.



Рис. 1. – Активатор циклического (периодического) действия

Достоинствами такого исполнения активаторов является их мобильность, возможность автоматизированного позиционирования рабочей камеры, что позволяет существенно интенсифицировать процесс.

К недостаткам следует отнести сложность использования такого рода конструкции при работе с жидкими средами, низкую производительность, необходимость использования магнитных сепараторов для удаления рабочих тел из готового продукта, а также наличие застойных зон.

На основании проведённого анализа можно сделать вывод, что применение активаторов обеззараживания циклического действия, является недостаточно эффективным в виду их не высокой производительности за счёт невозможности реализовывать непрерывный процесс.

К активаторам непрерывного действия относят устройства, рабочая камера которых имеет цилиндрическую или цилиндрическо-коническую рабочую камеру, в ряде исполнений возможно варьирование расположением в пространстве. Наибольшее применение нашли активаторы следующих исполнений: горизонтального, вертикального и вертикального с изменяющимся углом наклона рабочей камеры. На рисунке 2 представлен общий вид активатора непрерывного действия.



Рис. 2. – Активатор непрерывного действия

Достоинствами такого исполнения активаторов является возможность непрерывного осуществления технологического процесса. К недостаткам следует отнести отсутствие системы удержания рабочих тел в рабочей зоне при работе с жидкими средами и отсутствие системы их захвата и возврата, попавших в пострабочую зону активатора, что может существенно снизить качественные показатели реализуемого в активаторе технологического процесса. На основании проведённого анализа можно сделать вывод, что применение активаторов непрерывного действия для обеззараживания

жидкой фракции является наиболее предпочтительным, при условии устранения приведённых недостатков.

На основании анализа информационных источников [1-13], на сегодняшний день существует порядка ста возможных конструктивных исполнений активаторов. На рис. 3 представлена блок-классификации активаторов реализующих комбинированное физико-химическое воздействие.



Рис. 3. – Классификация активаторов

Как показал анализ информационных источников, применение активаторов обеззараживания, реализующих комбинированное воздействие физико-химического типа, является наиболее эффективным при непрерывном воздействии на среду, что требует наличия специальных решений, предотвращающих выход рабочих за пределы рабочей зоны. Эффективным решением данной проблемы является применение матриц, обеспечивающих удержание рабочих тел в рабочей зоне активатора [13]. Матрица удержания состоит из металлической обечайки и сеток с переходным сечением отверстий, что позволяет учитывать нелинейность заполнения рабочей зоны рабочими телами и избежать их проскальзывания в готовый продукт без установки дополнительных элементов, повышающих удельную энергоёмкость системы.

Основными элементами активатора обеззараживания, представленного на рис. 4 являются корпус 1, внутри которого расположен цилиндрический сердечник с электрообмотками 2 с рабочей зоной 3, внутри которой перемещаются рабочие тела 4 и осуществляется воздействие, матрицей удержания рабочих тел 5. Основные составляющие матрицы 5 представлены на рис. 4 (вид А-А) рабочей зоны и включают металлическую обечайку 6 с установленными внутри сетками с переходного сечения отверстий крупной 7 и более мелкой формы 8.

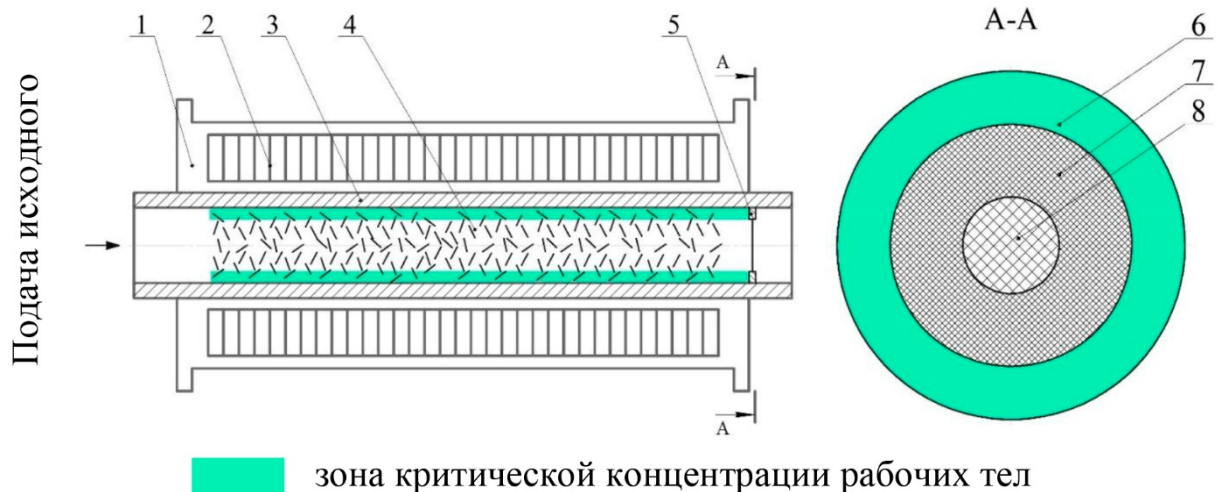


Рис. 4 – Активатор с установленной матрицей удержания

Применения матриц удержания рабочих тел на выходе рабочей зоны активаторов обеззараживания комбинированного физико-химического воздействия позволяет существенным образом повысить производительность устройства без повышения удельной энергоёмкости, а также максимально эффективно реализовывать процесс ресурсосберегающей утилизации жидкой фракции.

Перспективой развития конструкции активатора является оптимизация параметров активатора обеззараживания, требующая проведения дополнительных исследований.

Литература

1. Carrey, D.M. Water recycling and water management // Water Recycling and Water Management. – 2011. – PP. 1-280.
2. Лимаренко Н.В., Жаров В.П., Шаповал Б.Г. Создание экологически безопасной технологии утилизации стоков животноводства // Инновационные технологии в науке и образовании. ИТНО-2017: сб. науч. тр. – Ростов на-Дону; зерноград; п. Дивноморское, 11-15 сентября, 2017. – С. 175-179.
3. Guan C., Yang J., Shan J. Water treatment performance of O_3/UV reaction

system in recirculating aquaculture systems // Nongye Gongcheng Xuebao. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering. – 2014. – Vol. 30 (23). – PP. 253-259.

4. Серпокрылов Н.С., Кожин С.В., Тайвер Е.А. Очистка сточных вод бассейнов для содержания ластоногих до норм оборотного водоснабжения // Инженерный вестник Дона, 2011, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2011/380

5. Бондаренко А.М., Строгий Б.Н., Качанова Л.С., Иващенко С.Г. Технология глубокой переработки жидкого навоза и навозных жидкой фракции отходов животноводческих предприятий свиноводческих предприятий // Вестник АПК Ставрополя. – 2015. – Т.17, № 1. – С. 11-17.

6. Бышов Н.В., Хабарова Т.В., Виноградов Д.В., Кочуров Б.И. Агроэкологическая эффективность использования осадка сточных вод и вермикомпостов в агроценозе овса посевного // Юг России: экология, развитие. – 2018. Т. 13. – № 2. – С. 132-143.

7. Айдаркина Е.Е. Анализ действующего экономического механизма стимулирования рационального водопользования Ростовской области // Инженерный вестник Дона, 2014, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2220

8. Лимаренко Н.В. Анализ видов стоков животноводства // Инновационные технологии в науке и образовании. ИТНО-2017: сб. науч. тр. – Ростов на-Дону; зерноград; п. Дивноморское, 11-15 сентября, 2017. – С. 172-175.

9. Лимаренко, Н.В. Определение закона распределения плотности вероятностей удельной электрической энергоёмкости при обеззараживании стоков агропромышленного комплекса // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 2017. – № 2. – С. 118-121.

10. Лимаренко Н.В., Жаров В.П. Определение закона распределения плотности вероятностей числа колониеобразующих единиц в технологическом процессе обеззараживания стоков животноводческих ферм // Вестник Дон. гос. техн. ун-та. – 2017. – Т.16, № 2 . – С. 136-140.

11. Лимаренко, Н.В. Создание математической модели технологического процесса обеззараживания стоков животноводства // Известия ВУЗов. Пищевая технология. – 2017. – № 3. – С 108-112.

12. Месхи Б.Ч., Лимаренко Н.В., Жаров В.П., Шаповал Б.Г. Создание математической модели для оценки энергоёмкости процесса обеззараживания стоков животноводства // Вестник Дон. гос. техн. ун-та. – 2017. – Т.18, № 4 . – С. 129-135.

13. Устройство для удержания ферромагнитных частиц в рабочей зоне индуктора при работе с жидкими средами: пат. 171681 Рос. Федерация: МПК В01F 13/08, В03С 1/00 / Месхи Б.Ч., Лимаренко Н.В., Жаров В.П., Шаповал Б.Г.; заявитель и патентообладатель Донской гос. тех. университет. – № 2016147751; заявл. 07.12.2016; опубл. 09.06.2017, Бюл. №16. – 5 С.

References

1. Carrey, D.M. Water Recycling and Water Management. 2011. PP. 1-280.
2. Limarenko N.V., Zharov V.P., Shapoval B.G. Innovacionnye tehnologii v nauke i obrazovanii. ITNO-2017: sb. nauch. tr. Rostov-na-Donu; Zernograd; p. Divnomorskoe, 11-15 sentjabrja, 2017. pp.175-179.
3. Guan C., Yang J., Shan J. Nongye Gongcheng Xuebao. Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering. 2014. Vol. 30 (23). PP. 253-259.
4. Serpokrylov N.S., Kozhin S.V., Tajver E.A. Inženernyj vestnik Dona, 2011, №1 (15). URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2011/380
5. Bondarenko A.M., Strogij B.N., Kachanova L.S., Ivashhenko S.G. Vestnik APK Stavropol'ja. 2015. T.17, № 1. pp. 11-17.



6. Byshov N.V., Habarova T.V., Vinogradov D.V., Kochurov B.I. Jug Rossii: jekologija, razvitie. 2018. T. 13. № 2. pp. 132-143.
7. Ajdarkina E.E. Inženernyj vestnik Dona, 2014, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2014/2220
8. Limarenko N.V. Innovacionnye tehnologii v nauke i obrazovanii. ITNO-2017: sb. nauch. tr. Rostov na-Donu; Zernograd; p. Divnomorskoe, 11-15 sentjabrja, 2017. pp. 172-175.
9. Limarenko, N.V. Izvestija VUZov. Pishhevaja tehnologija. 2017. № 2. pp. 118-121.
10. Limarenko N.V., Zharov V.P. Vestnik Don. gos. tehn. un-ta. 2017. T.16, № 2. pp. 136-140.
11. Limarenko, N.V. Izvestija VUZov. Pishhevaja tehnologija. 2017. № 3. P. 108-112.
12. Meshi B.Ch., Limarenko N.V., Zharov V.P., Shapoval B.G. Vestnik Don. gos. tehn. un-ta. 2017. T.18, № 4 . P. 129-135.
13. Ustrojstvo dlja uderzhanija ferromagnitnyh chastic v rabochej zone induktora pri rabote s zhidkimi sredami [Device used to hold the ferromagnetic particles in the working zone of the inductor when operating with liquid media]: pat. 171681 Ros. Federacija: MPK B01F 13/08, B03C 1/00 / Meshi B.Ch., Limarenko N.V., Zharov V.P., Shapoval B.G.; zajavitel' i patentoobladatel' Donskoj gos. teh. universitet. № 2016147751; zajavl. 07.12.2016; opubl. 09.06.2017, Bjul. №16. 5 P.