

Влияние вращающегося электромагнитного поля на активность шлама карбида кальция и фосфогипса при обработке животноводческих стоков

Ю.Е. Домашенко, к.т.н, ФГБНУ РосНИИПМ

Основным средством, которое в наибольшей степени предотвращает загрязнение окружающей среды при стойловом содержании скота на животноводческих фермах и комплексах, является очистка навозных стоков. Только на животноводческих предприятиях ежегодно образуется более 1240 млн т навоза. При этом используются такие технологические схемы утилизации навоза, как очистка с разделением на твёрдую и жидкую фракции. Обработку сточных вод обычно проводят в две стадии, называемые первичной и вторичной обработкой. Приблизительно 10% сточных вод вообще не получают обработки, около 30% получают только первичную обработку и около 60% подвергаются также вторичной обработке [1].

Принципиально новым подходом к развитию всего промышленного и сельскохозяйственного производства является создание ресурсосберегающих, малоотходных и безотходных технологий. Огромное значение для снижения уровня загрязнения окружающей среды, экономии сырья и энергии имеет вторичное использование отходов [2].

Анализ существующих способов и технологий обработки животноводческих стоков показал, что наиболее приемлемым является реагентное фракционирование стоков [3]. В качестве коагулянтов рекомендовано к использованию известковое молоко, широко распространённое в практике подготовки животноводческих стоков, и фосфогипс — отход производства ортофосфорной кислоты и минеральных удобрений.

В качестве альтернативного способа сокращения потребления реагентов, применяемых для разделения животноводческих стоков, предлагается повышать их активность, используя вихревой слой с подвижными ферромагнитными частицами, создаваемый вращающимся электромагнитным полем.

Целью работы является исследование влияния вихревого слоя ферромагнитных частиц, который создаётся путём воздействия на них вращающегося электромагнитного поля, на активность шлама карбида кальция и фосфогипса, используемых в процессе фракционирования животноводческих стоков.

Материалы и методика исследования. Материалом для исследования являлись реагенты, используемые при фракционировании животноводческих стоков. В частности, рассмотрены растворы шлама карбида кальция и фосфогипса. Для активации растворов в электромагнитном поле использована лабораторная установка, представляющая собой корпус с полым цилиндром из немагнитного ма-

териала, вовнутрь которого помещён индуктор, создающий электромагнитное поле. В качестве ферромагнитных элементов в экспериментах использовались цилиндрические стальные частицы диаметром 1,4 мм и длиной 25 мм.

Известковое молоко готовится путём гашения товарной извести (ГОСТ 9179-72) водой в соотношении: 10 г извести и 90 г воды (H_2O). Суспензия фосфогипса готовится в соотношении: 10 г фосфогипса с влажностью 30% и 90 г воды (H_2O).

Содержание активного CaO в шламе карбида кальция определяли аналитически методом колориметрического титрования. Комплекс иона кальция с анионом этилендиаминтетрауксусной кислоты устойчив в сильнощелочной среде при pH 12–13, а комплекс ионов магния в этой среде разрушается, и магний выделяется в виде гидроокиси. При титровании отсутствие ионов кальция обнаруживается мурексидом. Раствор комплекса мурексида (пурпурата аммония) с кальцием окрашен в красный цвет, свободная форма индикатора — в фиолетовый. При прибавлении нафтолового зелёного — переход окраски мурексида становится более отчётливым. При определении в объёме 100 мл титруемой воды индикаторная поправка равна 0,02 мл 0,05М титрованного раствора комплексона.

Содержание фосфора (по P_2O_5) определяли колориметрическим методом по Фоглеру в трёхкратной повторности, основанном на реакции взаимодействия фосфатов с молибдатом аммония в среде серной кислоты. В качестве восстановителя фосфорно-молибдатного комплекса используют аскорбиновую кислоту в присутствии ионов трёхвалентной сурьмы.

Результаты исследования. Подводимая извне энергия локализуется в отдельных зонах, например в местах соударения ферромагнитных частиц, где удельная мощность достигает чрезвычайно больших значений. В зоне удара создаются условия для протекания таких физических и химических процессов, которые в обычных условиях затруднены или невозможны, т. е. деформируется кристаллическая решётка твёрдых тел, резко увеличивается химическая активность веществ. При соударении ферромагнитных частиц может возникать давление до тысячи мегапаскалей, что способствует увеличению свободной энергии веществ. В нашем случае под воздействием вихревого поля находятся насыщенные растворы шлама карбида кальция и фосфогипса. В результате воздействия на них вихревых полей может быть нарушено условие равновесия химических потенциалов $\mu_{жс} = \mu_m$, при этом его влияние на разные компоненты раствора будет различным. Таким образом, в вихревом слое

могут возникнуть три случая: $\mu_{ж.вс} > \mu_{т.вс}$, $\mu_{ж.вс} < \mu_{т.вс}$, $\mu_{ж.вс} = \mu_{т.вс}$ [4].

Растворимость веществ в вихревом поле находится в динамике в зависимости от следующих факторов: плотности вихревого слоя, количества, формы и размеров ферромагнитных частиц.

В реализуемом эксперименте в контрольной пробе количество CaO составило 51%. Исследуемый диапазон индукции электромагнитного поля составил 0,081–0,194 Тл. На первой стадии исследования оценивали повышение активного вещества раствора шлама карбида кальция и фосфогипса. На рисунках 1, 2 показаны зависимости растворимости шлама карбида кальция (CaC_2) от индукции электромагнитного поля при времени обработки в вихревом слое 10 и 15 с и числе рабочих тел, равном 80 с $l/d = 25$.

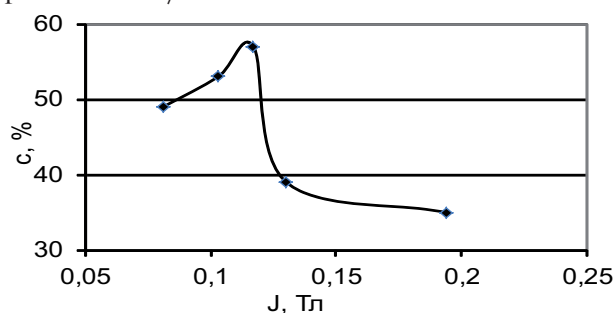


Рис. 1 – Зависимость растворимости шлама CaC_2 от индукции электромагнитного поля при времени обработки 10 с и числе рабочих тел, равном 80 с $l/d=25$

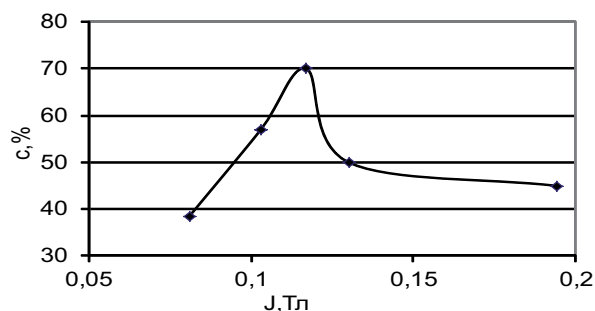


Рис. 2 – Зависимость растворимости шлама CaC_2 от индукции электромагнитного поля при времени обработки 15 с и числе рабочих тел, равном 80 с $l/d=25$

Анализируя полученные зависимости, можно сделать вывод, что при увеличении индукции до 0,194 Тл наблюдается значительное снижение концентрации активной составляющей шлама CaC_2 в сравнении с контрольной пробой, в частности при обработке в течение 10 и 15 с количество активного CaO снизилось до 35 и соответственно 42%. Наилучшие результаты наблюдались при индукции 0,120 Тл при обработке шлама CaC_2 в течение 10 и 15 с, отмечено увеличение количества активного CaO до 57 и 70%.

При воздействии вихревым слоем с подвижными ферромагнитными частицами, образованным путём воздействия на него вращающегося электромагнитного слоя, на фосфогипс не наблюдалось увеличения количества активного P_2O_5 (равного 15%). Т. е. предложенный вид обработки с целью повышения активности не эффективен в случае применения его на фосфогипс.

На второй стадии исследований изучали эффективность отстаивания животноводческих стоков при обработке раствора шлама карбида кальция в вихревом слое при различной индукции. Отстаивание осуществляли в течение одинакового промежутка времени – 1 ч. Процесс протекал при температуре раствора и животноводческих стоков, равной 20°C.

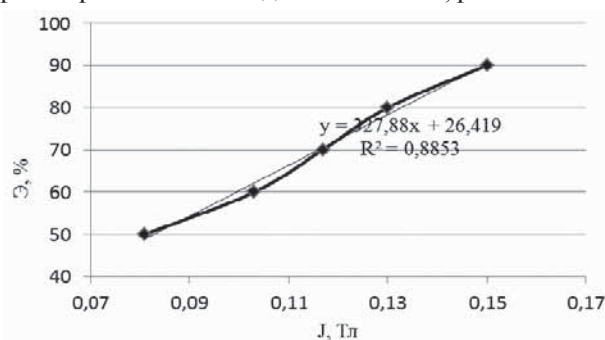


Рис. 3 – Эффективность отстаивания животноводческих стоков при обработке шлама карбида кальция в вихревом слое при различной индукции

Как показывает зависимость на рисунке 3, при увеличении индукции при обработке шлама карбида кальция наблюдается повышение эффективности очистки животноводческих стоков, в частности при индукции 0,15 Тл достигается максимальный эффект очистки 90%.

Выводы. На основании полученных результатов исследований установлено, что электромагнитное вихревое поле позволяет повысить активность раствора шлама карбида кальция в среднем на 62%, тогда как оно же не оказывает никакого положительного воздействия на раствор фосфогипса. Эффективность отстаивания животноводческих стоков при фракционировании их раствором шлама карбида кальция после обработки его электромагнитным полем с индукцией 0,15 Тл составило 90%.

Литература

1. Губейдуллин Х.Х., Кадырова А.М., Шигапов И.И. и др. Совершенствование технологии и технических средств для очистки сточных вод на животноводческих фермах // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. 2012. № 7. С. 51–55.
2. Готов И. И. Использование вторичных ресурсов в отраслях АПК. М.: Россельхозиздат, 1987. 87 с.
3. Домашенко Ю. Е. Экологическое совершенствование технологии обработки продуктов гидросмыва свиноводческих комплексов с применением фосфогипса: автореф. дисс. ... канд. техн. наук. Краснодар, 2009. 26 с.
4. Логвиненко Д.Д., Шеляков О.П. Интенсификация технологических процессов в аппаратах с вихревым слоем // Аграрная наука (Киев). 2012. № 6. С. 30–32.