

Одним из основных источников поступления загрязняющих веществ в окружающую среду являются сточные воды, образующиеся в результате хозяйственной и промышленной деятельности человека. При этом последние характеризуются непостоянством качественного и количественного состава, а так же наличием в своем составе опасных и токсичных компонентов. К сожалению, с развитием промышленного производства, технологии очистки образующихся при этом стоков остаются на прежнем уровне. В этой связи, разработка и внедрение новых эффективных технологий очистки сточных вод является основной задачей, стоящей перед исследователями. В продолжение работ по разработке технологий очистки сточных вод различных предприятий [1-5] в настоящем сообщении приведены результаты исследований по удалению токсичных поллютантов из ливневых стоков предприятий по производству строительных теплоизолирующих материалов. В качестве основных токсикантов в рассматриваемых ливневых сточных водах (ЛСВ) идентифицированы формальдегид и фенол (табл. 1), которые образуются, по всей видимости, в результате гидролиза фенол-формальдегидных смол, применяемых в основном производстве в качестве связующего. Анализ данных, представленных в таблице 1, показывает, что основными показателями, превышающими предельно допустимые концентрации для водоёмов рыбохозяйственного назначения (ПДКр.х.), являются рН, а так же содержание ионов аммония, фенола, формальдегида и взвешенных веществ (ВВ). На основании вышеизложенного, первоначально для очистки ЛСВ от ВВ предложено применение метода коагуляции, что обосновано следующими преимуществами последнего: интенсификация процесса седиментации крупнодисперсной фазы ЛСВ, агрегация частиц мелкодисперсной фазы с последующим оседанием, а так же возможность очистки некоторого количества органической фракции. В качестве коагулянтов исследовались 10 %-ные растворы $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, $\text{Al}_2(\text{OH})_4\text{Cl}_2$ (оксихлорид алюминия, полученный из отходов производства ОАО «Казаньоргсинтез»), $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$. Навески реагентов брались с учетом кристаллизационной воды. Таблица 1 - Состав ливневых сточных вод производства теплоизоляции

Определяемые показатели	Результаты анализа
ПДКр.х., мг/дм ³	рН, ед.
Содержание, мг/дм ³ :	- ионов аммония - нитрат-ионов - нитрит-ионов - сульфат-ионов - хлорид-ионов - нефтепродуктов - взвешенных в-в - формальдегида - фенола - ионов алюминия - ионов цинка
	7,8 27,2 9,14 0,03 78,0 168,7 0,05 51,0 5,3 0,138 0,04 0,01 6,5-8,5 0,5 40 0,08 100 300 0,05 10 0,05 0,001 0,04 0,01

Сущность проведения эксперимента заключалась в следующем: в мерные цилиндры ёмкостью 200 мл наливалось по 100 мл исследуемых ЛСВ, после чего приливался раствор коагулянта в дозировках 0,5, 1,0, 2,0 и 5,0 мл/л. После добавления исследуемых реагентов наблюдалось образование коагулюма, который отфильтровывался с помощью воронки Бюхнера на колбе Бунзена под небольшим вакуумом и по разнице массы фильтра до и после фильтрования и

последующей сушки определялась масса осадка. Показатели оптической плотности и показатель pH определялись с помощью фотоколориметра марки «КФК 3» и pH-метра марки «pH-150Ми». Зависимости значений оптической плотности, массы образующегося коагулюма и pH в зависимости от дозировок приливаемых растворов исследуемых коагулянтов приведены на рис. 1, 2 и 3 соответственно.. Анализ кривых, представленных на рисунке 1, показывает, что осветление стока достигается не во всех случаях применения коагулянта. Данное обстоятельство является следствием протекания двух процессов: с одной стороны - очистка ЛСВ, с другой стороны - насыщение стока мелкодисперсной взвесью образующихся хлопьев коагулюма. Наименьшие значения показателя оптической плотности достигаются при использовании 10 %-ного раствора $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ($A = 0,006$) при дозировке 1 мл/дм³ ЛСВ и 10 %-ного раствора $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ ($A = 0,008$) при дозировке 1 мл/дм³ ЛСВ. Рис. 1 - Зависимость оптической плотности ЛСВ от дозы коагулянтов Рис. 2 - Зависимость массы образующегося коагулюма от дозы коагулянтов Рис. 3 - Зависимость значений pH ЛСВ от дозы коагулянтов В результате анализа графиков, представленных на рисунке 2, отмечено закономерное увеличение количества образующегося осадка с увеличением дозировок растворов коагулянтов. Наибольшее количество коагулюма образуются в результате воздействия $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, наименьшее - при воздействии $\text{Al}_2(\text{OH})_4\text{Cl}_2$. Определены оптимальные дозировки 10 %-ных растворов $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$, $\text{Al}_2(\text{OH})_4\text{Cl}_2$ и $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$, которые составляют 1 мл/дм³ стока, и 2 мл/дм³ 10 %-ного раствора $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$. Дальнейшее увеличение названных дозировок не приводит к значительному увеличению массы осадка и, в то же время, значительно снижает значения pH очищаемого стока (рис. 3). Таким образом, в результате сравнения коагуляционной способности исследуемых коагулянтов определено, что оптимальные показатели ЛСВ достигаются при использовании 10 %-ных растворов $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (масса осадка = 0,158 г/дм³, pH = 7,00, $A = 0,006$) и $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$ (масса осадка = 0,172 г/дм³, pH = 6,60, $A = 0,008$) в дозировке 1 мл/дм³. Осветленные после процесса коагуляции исследуемые стоки, тем не менее, имели довольно значительные превышения по показателям содержания ионов аммония, фенола и формальдегида. В этой связи последующий этап экспериментальной работы заключался в мембранной очистке ливневых стоков. Удаление вышеназванных поллютантов мембранным методом осуществлялось на лабораторной установке с использованием обратноосмотической мембраны рулонного типа, выполненной из ацетата целлюлозы с размером пор 2 нм. Проведенными анализами определено, что в результате мембранной очистки содержание ионов аммония, фенола и формальдегида существенно снижается, однако превышает значения ПДК. В связи с вышеизложенным, для доочистки исследуемых осветленных стоков в дальнейшем применялась сорбция. Процесс адсорбции проводился с

использованием комплексного сорбента, в состав которого входит активированный уголь и цеолит. Гистограммы, показывающие содержание ионов аммония, фенола и формальдегида, приведены на рисунках 4, 5 и 6 соответственно. Рис. 4 - Снижение концентрации ионов аммония В приведенных рисунках аббревиатура ИС означает «исходный сток», гистограмма с аббревиатурой показывает содержание названных поллютантов после коагуляции, ОО и КФ - после обратного осмоса и комплексного фильтра, соответственно. В результате последовательной очистки ЛСВ методами коагуляции, обратного осмоса и адсорбции, концентрация ионов аммония, фенола и формальдегида в конечном итоге составила 0,415, 0,001 и 0,030 мг/дм³, соответственно, что ниже значений ПДКр.х. соответствующих веществ. Рис. 5 - Снижение концентрации фенола Таким образом, представленная работа на лабораторном уровне обеспечивает необходимую степень очистки, что является, основанием для дальнейшей разработки технологии очистки ЛСВ с использованием коагулянтов, мембран и природных сорбентов Рис. 6 - Снижение концентрации формальдегида