

Введение Производство стирола совместно с окисью пропилена (СОП), которое является важной составной частью нефтехимического комплекса ОАО «Нижнекамскнефтехим», неизбежно сопряжено с образованием концентрированных сточных вод. В химическом и нефтехимическом синтезе на стадиях дегидратации, дегидрирования, окисления органических соединений при удалении реакционной воды или отмывке реакционной массы водой могут образовываться концентрированные сточные воды, содержащие токсичные кислородсодержащие соединения, в том числе, низшие альдегиды, органические кислоты, пероксиды, фенолы и другие производные ароматических углеводородов [1]. Сточные воды нефтехимических и нефтеперерабатывающих комплексов, кроме высокой концентрации органики многократно (в 10-100 раз) превышает допустимую нагрузку на активный ил, имеют в своем составе токсичные компоненты как пероксиды, низшие альдегиды и ароматические соединения, что во многом затрудняет использование биологических методов очистки [2,3]. Следовательно, такие сточные воды не пригодны для очистки традиционными биологическими методами в аэротенках. При поступлении в очистные сооружения такие высоконагруженные и высокотоксичные сточные воды могут создать стрессовые ситуации и оказывать губительное действие на микрофлору [4]. Для устранения отрицательного воздействия на активный ил данные сточные воды требуют предварительной очистки в локальных условиях до поступления в сооружения биологической очистки с активным илом [5,6]. Основное количество работ по очистке широко распространенных муниципальных и промышленных сточных вод посвящено жидким отходам с невысоким содержанием загрязнений [7,8], среди них концентрированные стоки встречаются реже. Выбор биотехнологического направления был обусловлен экономическими соображениями и трудностью очистки данных стоков известными физико-химическими методами. Одним из приоритетных и перспективных направлений снижения количества сбрасываемых в водоемы загрязнений является создание биотехнологий интенсивной очистки локальных промышленных сточных вод с использованием высокоактивных специализированных микроорганизмов и устройства для их реализации [6,9]. С другой стороны, большой вред окружающей среде наносят отработавшие газы. Все более острой становится проблема снижения вредных выбросов с отработавшими газами, так как в составе таких газов существенно повышается содержание летучих токсичных соединений, влияние которых отрицательно сказывается на окружающей среде [10]. При выпуске в атмосферу воздушные выбросы обычно рассеиваются и вступают в контакт с человеком в малых концентрациях, что не исключает их токсического действия. Биологические методы очистки отработанного воздуха, в частности биофильтры, привлекают все большее внимание специалистов. Они оказались одной из самых эффективных систем удаления запаха, при этом их

широкое применение целесообразно с точки зрения как экологических, так и экономических аспектов. Было доказано, что при утилизации отходов эта система удаляет около 99% всех вызывающих запах элементов отработанного воздуха [4]. В настоящее время биофильтры используют для очистки отходящих газов от производства аммиака, фенола, крезола, формальдегида, органических растворителей покрасочных и сушильных линий, сероводорода, метилмеркаптана и других сероорганических соединений [3,9]. Данная работа посвящена изучению процесса очистки отработанных газов установки предварительной обработки нефтехимических сточных вод производства стирала с окисью пропилена. Материалы и методы исследования Установка, осуществляющая предварительную биоочистку рассматриваемых сточных вод, сконструирована по принципу проточного биореактора [11]. Исследуемая локальная система очистки работает при скорости подачи сточной воды 9-25 м³/ч и включает в себя ферментер, который предназначен для наращивания биомассы в пусковой период. В самом биореакторе имеется кольцевая перегородка для отделения зоны флотации от зоны аэрации. В зоне аэрации определенным образом закреплена насадка с иммобилизующим материалом для микроорганизмов и присутствует взвешенная микрофлора, а в зоне флотации происходит отделение обработанной воды от унесенной биомассы и возврат биомассы в зону аэрации. В установке имеется узел очистки воздушных выбросов, включающий 1-2 биофильтра, соединенного с биореактором. Обработанная вода после биореактора направляется на общезаводские очистные сооружения и подвергается обработке активным илом [12]. Эффективность работы установки при биологической предочистке изучаемых сточных вод оценивали на протяжении 4 недель эксперимента по изменению показателя химического потребления кислорода (ХПК) стандартным бихроматным методом [13,14]. Измерения ХПК проводили для сточных вод на входе установки предочистки и на выходе из биореактора. Был разработан метод очистки отработанного воздуха от биореактора в установленном для снижения выбросов в атмосферу биофилтре. Пробы воздушных выбросов на анализ отбирали один раз в неделю. Исходный воздух отбирали из газовой фазы в биореакторе, очищенный воздух – на выходе работающего вентилятора, установленного после биофильтра. Анализ эффективности процесса очистки отработанного воздуха был проведен по изменению содержания ароматических соединений до и после биофильтра. Определение концентрации газов проводили на хроматографе «Кристалл-4000». Результаты и обсуждение По долгосрочным срокам работы установки ранее были даны рекомендации по повышению эффективности работы установки за счет иммобилизации биомассы на носителях [11], уменьшению проблемы пенообразования [15] и очистке отработанных воздушных выбросов. Степень обезвреживания выбросов определили по удалению ароматических соединений в течение процесса их

очистки в биофилт্রে, при этом содержание ароматических углеводов в отработанном воздухе до биофилтра составляло от 25.2 до 1987.2 мг/м³ (рис. 1). Рис. 1 – Динамика уровня ароматических соединений на входе биофилтра Из рис.1 видно, что данный отработанный воздух имеет высокую концентрацию токсичных соединений, чреватую опасностью для здоровья человека.

Мониторинг за работой биофилтра в течение четырех недель показал, что эффективность очистки отработанного воздуха варьировала от 50 до 100% (рис. 2), в зависимости от исходного содержания ароматических соединений. Рис. 2 – Эффективность удаления ароматических соединений Следует отметить, что установка предварительной обработки сточных вод СОП работала стабильно в период обследования с высокой эффективностью. Степень очистки от индивидуальных загрязнений, как показано выше, составляла от 50 до 100 %, а в среднем за период обследования – 89,6 %. В исследуемый период скорость подачи сточной воды составляла 9 м³/ч. При этом нагрузка по органическим загрязнениям (ХПК) необработанной сточной воды варьировала от 15000 до 20000 мг/л, тогда как ХПК обработанной воды изменялось в интервале 5000-6000 мг/л. Несмотря на высокую загрязненность исследуемых сточных вод, эффективность удаления органических соединений в водном фазе биореактором составляла 67%, а эффективность работы биофилтра достигала 100%. Анализ работы биофилтров показал, что при работе одного биофилтра количество очищаемого воздуха составляло 2500 м³/ч. При включении второго биофилтра количество очищенного воздуха увеличилось в два раза. Заключение Внедренная в ОАО «Нижнекамскнефтехим» технология предобработки промышленных стоков производства СОП обеспечивает двукратное снижение суммарной нагрузки по органике, что дает возможность поступления стоков после предобработки в общезаводскую классическую очистительную систему в аэротенках. Кроме того, эффективность очистки отработанных выбросов достигала 100%, что говорит о целесообразности интродукции системы биофилтра в локальных условиях. Решение проблемы очистки отработанного воздуха позволило рассмотреть будущую возможность увеличения гидравлической нагрузки на установку при сохранении прежнего уровня загрязненности поступающего на обработку стока.