

Применение **ИОНООБМЕННЫХ СМОЛ** для водоподготовки и очистки **СТОЧНЫХ ВОД** **ПРОМЫШЛЕННЫХ** предприятий

В технологическом процессе ряда промышленных предприятий важную роль играют стадии водоподготовки и очистки сточных вод. Среди современных технологий, применяемых на этих стадиях, в качестве наиболее надежной и перспективной можно выделить технологию, основанную на использовании ионообменных смол.

Ионообменные смолы представляют собой нерастворимые в воде высокомолекулярные соединения с функциональными ионогенными группами, способными вступать в реакции обмена с ионами раствора. Некоторые типы ионитов обладают способностью вступать в реакции комплексообразования, окисления-восстановления, а также способностью к физической сорбции ряда соединений. Созданные на основе ионообменных смол водоочистные устройства (ионообменные фильтры), как правило, используются для умягчения, деминерализации, селективного и неселективного удаления из воды широкого спектра загрязнителей. При прохождении через слой гранулированного фильтрующего материала содержащиеся в воде ионы задерживаются на функциональных группах смолы и тем самым удаляются из раствора. По мере работы фильтра обменная емкость слоя смолы истощается, что приводит к необходимости ее регенерации.

Многообразие типов ионообменных смол предопределяет существование большого количества различных ионообменных фильтров. В частности, этот тип фильтров широко применяется в процессах водоподготовки и очистки сточных вод (СВ) на промышленных предприятиях. В рамках данной статьи хотелось бы остановиться на наиболее значимых, по мнению автора, возможностях применения ионообменных смол в промышленной водоподготовке.

Ш. Нойман*,
PhD,
начальник отдела
технического
маркетинга
и химической очистки
подразделения
«Ионообменные
смолы»,
концерн LANXESS



Прямая фильтрация сточных вод. При незначительном уровне загрязнения возможна реализация процесса прямой фильтрации через слой гранулированного ионита, исключая стадию предварительной очистки СВ. Приемлемая эффективность процесса фильтрации обеспечивается в случае, если суммарная концентрация загрязняющих веществ не превышает 300 мг/л.

На *рис. 1* представлена схема прямой фильтрации сточных вод.

Если СВ необходимо очистить от конкретного загрязнителя катионной или анионной природы для прямой фильтрации, можно использовать селективный ионообменный фильтр. В противном случае необходимо последовательно использовать катионо- и анионообменные фильтрующие устройства. Подобная схема реализуется в процессах очистки СВ от хрома, молибдена, вольфра-

* Адрес для корреспонденции: stefan.neumann@lanxess.com

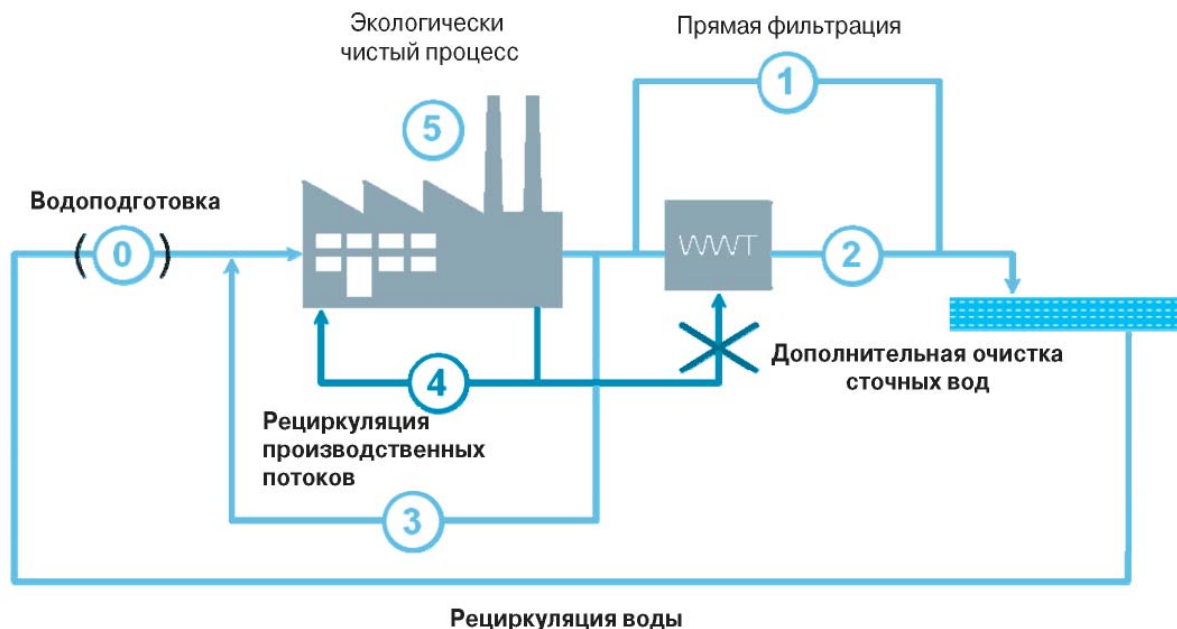


Рис. 1. Схема использования прямой фильтрации сточных вод в технологическом процессе.

ма, ванадия, мышьяка и сурьмы. При оптимальных условиях функционирования ионообменные фильтры способны снизить содержание загрязняющих веществ до концентрации менее 0,1 мг/л.

Поскольку ресурс ионообменных фильтров обусловлен ионообменной емкостью смолы обязательным процессом, при длительном и интенсивном их использовании необходима регенерация фильтрующего материала. Состав раствора для регенерации (регенеранта) определяется исходя из типа исполь-

зуемой смолы и видов присутствующих в воде загрязнителей. Схематично этот процесс представлен на рис. 2.

Отдельно следует отметить, что оптимальной схемой утилизации регенеранта является их повторное использование в процессе производства (поток 1 на рис. 2). Для этого метод регенерации должен быть адаптирован к производственному процессу путем корректного выбора химического состава и концентрации регенеранта.

Если повторное использование невозможно, необходима очистка отработанного регенеранта (поток 2 на рис. 2).

Прямая фильтрация имеет смысл только в том случае, если объем израсходованного

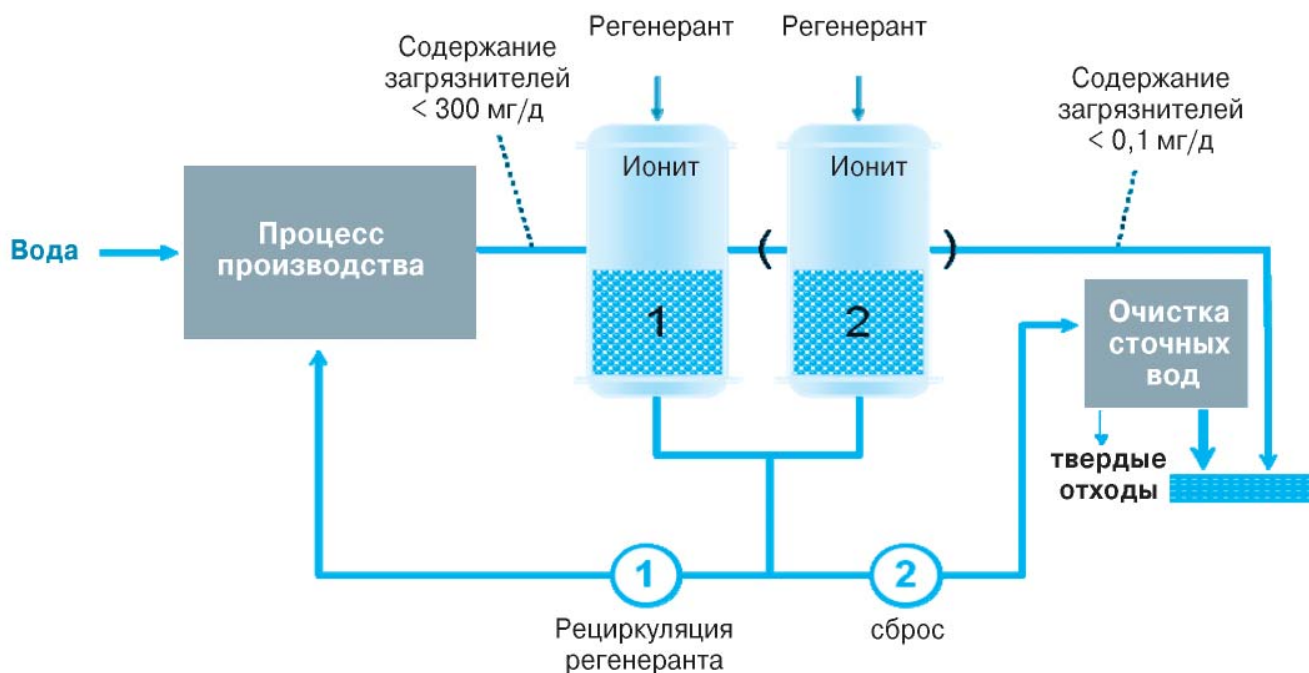


Рис. 2. Схема регенерации ионообменных фильтров.

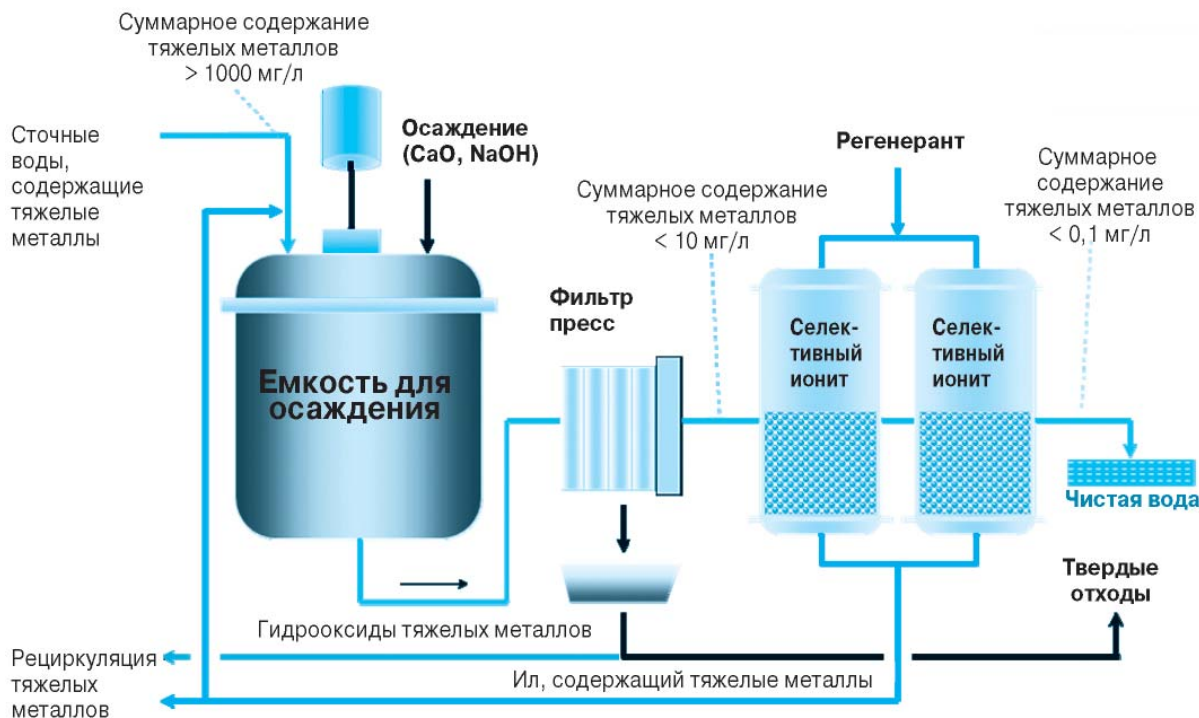


Рис. 3. Схема очистки сильнозагрязненных сточных вод.

регенерационного раствора в 10 раз меньше исходного потока СВ.

Финишная очистка сточных вод. Финишная очистка СВ с использованием ионообменных фильтров применяется при очистке сильнозагрязненных СВ, если основная стадия удаления загрязнителей не обеспечивает достижения требуемой величины их остаточной концентрации в фильтрате.

При непрерывном процессе очистки СВ, в случае чрезвычайной ситуации, повлекшей за собой отказ основного очищающего оборудования, временно его роль могут исполнить ионообменные фильтры.

На рис. 3 на примере очистки СВ от тяжелых металлов представлена схема очистки сильнозагрязненных СВ с использованием ионообменных фильтров.

Сильнозагрязненные СВ (концентрация загрязняющих веществ более 1000 мг/л), содержащие ионы тяжелых металлов, первоначально проходят основную стадию очистки. Для этого в емкость для осаждения дозируется известковое молоко и/или щелочь, в результате чего ионы металлов преобразуются в умеренно растворимые в воде гидрооксиды, которые отделяются от воды на фильтр-прессе. Обычно этот процесс позволяет удалить из СВ ионы тяжелых металлов с эффективностью не более 99 %, что не обеспечивает соблюдение природоохранных норм для сброса СВ в окружающую среду. Поэтому проводится

финишная очистка на ионообменных фильтрах, которая позволяет достичь остаточного содержания тяжелых металлов фильтрате менее 0,1 мг/л.

Как и в случае прямой фильтрации, технология предусматривает восстановление ионообменной емкости фильтра с использованием процесса регенерации. Отработанный регенерант, содержащий элюированные из фильтра ионы тяжелых металлов, как правило, снова используется на этапе основной очистки сточной воды.

В конечном счете, очищенные с использованием ионообменных фильтров СВ в полном объеме сбрасываются в окружающую среду, а все тяжелые металлы остаются на фильтр-прессе, откуда удаляются в виде пульпы и направляются на уничтожение или утилизацию.

Сочетание основной очистной установки и фильтра финишной очистки может применяться также для удаления токсичных анионов (например, анионов солей хромовой, борной, мышьяковой кислот), органических загрязнителей (например, для удаления фенола).

Необходимо отметить, что при проведении финишной очистки, как правило, используются селективные ионообменные фильтры. Это обусловлено тем, что в СВ в ходе основной очистки накапливается значительное количество конкурирующих ионов. Применение селективных ионообменных смол, например, Lewatit® MonoPlus TP207, позво-

ляет существенно повысить эффективность очистки за счет удаления эффекта конкурентного связывания на поверхности ионита в процессе ионного обмена.

После основной очистки СВ может возникнуть необходимость корректировки pH. К примеру, после осаждения основного количества ионов тяжелых металлов в виде соответствующих гидроксидов значение pH может быть слишком велико для эффективного использования ионообменных смол, поскольку при щелочных значениях pH тяжелые металлы могут присутствовать в форме, которая не допускает их взаимодействия с функциональными группами смолы (гидроксо-комплексы, гидроксиды металлов в коллоидальной форме). Снижение pH обеспечит обратную трансформацию металла в катионную форму.

Иногда в СВ могут оказаться комплексообразующие агенты (например, этилендиаминтетрауксусная кислота, цианоуксусная кислота). Перед ионообменной фильтрацией эти соединения должны быть удалены из раствора (например, окислением).

Следует избегать применения для осаждения основного количества загрязнителя сернистые соединения (сульфиды, тиолы, тиазолы и пр.), т.к. они высокотоксичны и затрудняют процесс регенерации фильтрующего материала кислотой.

Еще одна особенность данного принципа очистки заключается в необходимости регу-

Ключевые слова:

селективные сорбенты, ионообменные смолы, водоподготовка

лярной обратной промывки фильтра. Это объясняется тем, что потоки из фильтр-прессов всегда содержат взвешенные твердые частицы, которые скапливаются внутри фильтрующего слоя.

Рециркуляция воды. В ряде технологических процессов образуются СВ с незначительным уровнем содержания солей. В таких случаях целесообразна рециркуляция воды. Результатом прохождения таких СВ через ионообменные фильтры является деминерализованная вода, которая повторно может быть использована в производственном процессе. Основными задачами в данном случае являются снижение количества сбрасываемых СВ. На рис. 4 приведена схема процесса рециркуляции воды.

Установка включает в себя катионообменный и анионообменный фильтры. Если СВ содержат ионные детергенты, необходимо использование поглощающего фильтра. В качестве сорбента используются активированный уголь или адсорбирующая смола.

Стандартными материалами, используемыми в установках по рециркуляции воды, являются макропористые сильнокислотные катиониты (в частности, Lewatit® MonoPlus SP112) в сочетании со слабоосновным анионитом (в частности, Lewatit® MonoPlus MP64). В случае, если вода содержит высокие концентрации анионов слабых кислот, в частности CN^- , $H_2BO_3^-$, $HSiO_3^-$ or HCO_3^- ,



Рис. 4. Схема процесса рециркуляции воды.

следует рассмотреть возможность использования третьего ионообменного фильтра. В данном фильтре будет использоваться сильноосновной анионит, такой как Lewatit® К 6362.

Комплексообразующие агенты, взвешенные твердые частицы, эмульгированные масла, окислители должны быть удалены из воды до контакта с ионообменными фильтрами. Также характерной проблемой для установок рециркуляции воды является рост бактерий и водорослей. Для подавления роста микроорганизмов необходимо либо использовать светонепроницаемые материалы при производстве корпусов фильтров, либо проводить обеззараживание при помощи ультрафиолетового излучения или неокисляющих дезинфицирующих средств. Следует отметить, что технология также предусматривает регенерацию фильтров.

Рециркуляция технологических потоков.

Ионообменные фильтры применяются при рециркуляции технологических потоков в случае, когда последние представляют собой водные растворы, содержащие значительное количество активных химических реагентов, выполняющих определенную функцию в производственном процессе. В качестве примеров таких процессов можно назвать травление или пассивацию метал-

лических поверхностей, нанесение электрохимического покрытия на поверхности, синтез органических продуктов с использованием гидрата гидразина и пр.

Для всех перечисленных технологий необходима очистка технологических емкостей, прежде всего в связи с тем, что со временем в них накапливаются побочные продукты или продукты коррозии, оказывающие негативное воздействие на производственный процесс. Для их селективного удаления могут быть использованы ионообменные фильтры (рис. 5).

Как видно из рис. 5, использованный раствор гальванического производства очищается на ионообменном фильтре от ионов металла и возвращается в технологическую емкость. Таким образом удается избежать сброса реагента в окружающую среду.

С помощью ионообменного фильтра можно организовать, например, рециркуляцию:

- ◆ хромовой кислоты, используемой для хромирования стальных поверхностей;
- ◆ хлористоводородной кислоты, используемой при травлении стальных поверхностей;
- ◆ серной кислоты, используемой при анодировании алюминиевых поверхностей;
- ◆ водного раствора гидрата гидразина, используемого в синтезе органических соединений.

Технологические параметры процесса подбираются в каждом случае индивидуально.

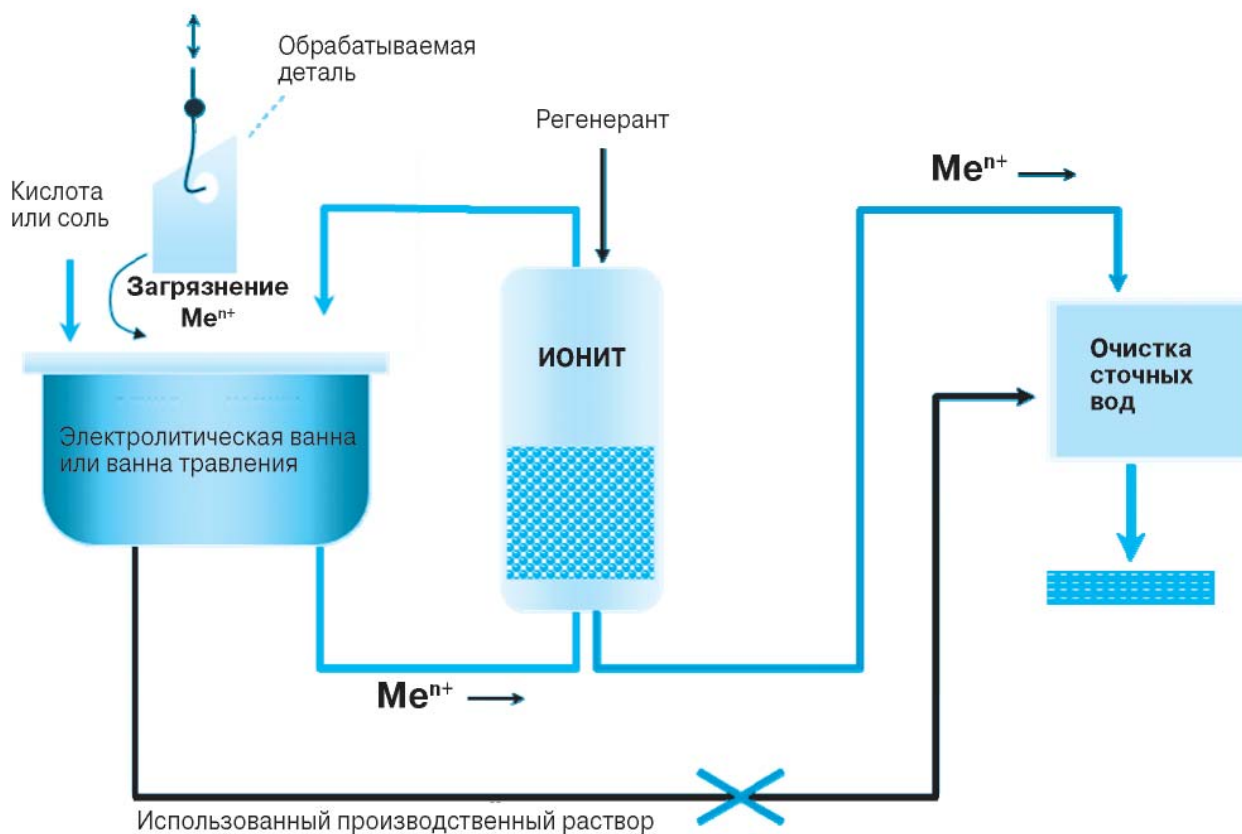


Рис. 5. Принцип рециркуляции производственных потоков.

В зависимости от состава технологических потоков подбираются фильтры с разными типами смол, например Lewatit® MonoPlus SP112, Lewatit® K 6387, Lewatit® K6362 .

Модернизация процессов. Наиболее эффективным подходом к охране окружающей среды в промышленности является полная или частичная модернизация производств.

Рассмотренная выше организация рециркуляции технологических потоков с помощью ионообменных фильтров является примером частичной модернизации процесса. Однако можно привести примеры полной модернизации производства.

В качестве наиболее удачного примера успешной модернизации можно рассмотреть разработку мембранного электролизера для производства хлора, пришедшего на смену электролизеру с ртутным катодом. Использование ртути обуславливало большие риски для людей и окружающей среды.

Основным решением модернизированного производства является разделение катодной и анодной камер электролизера ионообменной мембраной. Эта мембрана очень чувствительна к засорению примесями, содержа-

щимися в электролизере. В связи с этим установлены жесткие нормативы по содержанию солей кальция, магния, присутствующих в сырье, применяемом для производства хлора.

Целесообразность промышленного использования процесса на основе мембранного электролизера в основном определяется возможностью применения технических методов для снижения этих концентраций. На этапе исследований и разработок было установлено, что селективные иониты типа IDA- и АМРА позволяют справиться с этой задачей. На сегодняшний день процесс получения хлора на основе мембранного электролизера с использованием селективных ионитов применяется сотнями предприятий в различных странах.

Lewatit® – зарегистрированная товарная марка немецкого химического концерна LANXESS. Подробнее – на www.lanxess.ru



St. Neumann

APPLICATION OF ION EXCHANGE RESINS IN WASTE WATER TREATMENT

Water treatment and water purification are very important stages in technological process of industrial plants. Among modern

technologies, purification based on application of ion exchange resins is the most reliable and prospective one.

Key words: selective adsorbents, ion exchange resins, water treatment