

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ МАСЛОСОДЕРЖАЩИХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Наведена технологія очистки оливковмісних вод та промислових стічних вод, які містять мастильно-охолодні рідини.

Представлена технология очистки маслосодержащих вод и промышленных сточных вод, которые содержат смазочно-охлаждающие жидкости.

A technology of cleaning oil-containing waste waters and industrial sewages which contain lubricating and cooling liquids is represented in the article.

Сточные воды, содержащие различные масла и смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ), образуются на предприятиях машиностроения, металлообработки, металлургии, транспорта и даже сельского хозяйства.

В цехах горячей прокатки маслосодержащие сточные воды образуются от ряда производственных процессов, таких как охлаждение подшипников и валков прокатных станков; смыв и гидротранспорт окалины и др. [1]. Удельные количества загрязненных сточных вод колеблются в широких пределах от 2,5 (для крупносортовых станков) до 18 м³ (для мелкосортных и проволочных станков) на 1 т прокатываемого металла. Содержание масел в этих водах колеблется от 50 мг/л до 50 г/л.

При холодной прокатке металлов образуются 4...10 м³ маслосодержащих сточных вод на 1 т прокатываемого металла. В качестве технологических смазок применяют эмульсии или водяные растворы, называемые СОЖ. В их состав входят минеральные и растительные масла, а также другие вещества (поверхностно-активные вещества (ПАВ) и др.). Удельные расходы СОЖ зависят от выпускаемой продукции и составляют: 4...6 м³/т – для углеродистой стали; 8,5 м³/т – для жести и 15 м³/т – для трансформаторной стали.

СОЖ необходимо использовать многократно в замкнутой циркуляционной системе. В процессе прокатки СОЖ загрязняются мельчайшими механическими примесями, а также солями и кислотами, остающимися после травления. Кроме того, СОЖ нагревается на 10...15 °С. В эмульсиях содержание неэмульгированных масел допускается не более 200 мг/л.

На ремонтно-механических заводах или мастерских сильно загрязненные сточные воды образуются после мойки деталей [2], мойку

осуществляют в специальных моечных машинах, в которых используется холодная или горячая вода. Сточные воды загрязнены в основном взвешенными веществами ≥ 20 г/л, нефтепродуктами и маслами, концентрация которых может быть до и выше 10 г/л.

Суммарный расход производственных сточных вод шпалопропиточных заводов (ШПЗ) составляет 90...180 м³/сут [3]. Основным загрязнителем ШПЗ являются различные антисептики (каменноугольное и сланцевое масло, каменноугольная смола, креозот и др.) Со сточной водой уходит около 0,5 % общего расхода антисептиков, а концентрация их достигает 30...60 г/л, из которых до 25...50 г/л составляют осаждающиеся смолистые вещества, эмульгированные смолы, фенолы. Концентрация взвешенных веществ достигает 6,5 г/л.

На промывочно-пропарочных станциях (ППС) производится подготовка цистерн под нефть, нефтепродукты, различные масла. Промывка осуществляется водой или моющим раствором (с ПАВ) температурой 60...90 °С, иногда с предварительной пропаркой для разогрева и удаления остатка (в особенности после масел, битума и др.), промывке подвергаются около 50 % всех порожних цистерн. Максимальный расход воды на ППС достигает 200...300 м³/ч. Нефте-содержащих или эфирорастворимых веществ, в том числе и масел, может быть до 20...50 г/л.

СОЖ широко применяют при металлообработке в машиностроении. Существующие СОЖ биологически нестабильны, коррозионно-активны, либо токсичны и экологически опасны [4]. По этой причине они представляют собой источник экологической нагрузки предприятия. Увеличение объема применения СОЖ приводит к возрастающим платежам за сбросы и хранение токсичных веществ либо требует определенных мероприятий и затрат по предотвраще-

нию их попадания в объекты окружающей среды, в частности, строительство специализированных очистных сооружений, установок по детоксикации, утилизации и т. д.

В табл. 1 приведены СОЖ, применяемые в следующих типовых технологических процессах: точение, растачивания, отрезки, фрезерования, строгания, сверления, шлифования, нарезания резьбы, зенкерование и др. Средний срок использования СОЖ колеблется от двух недель до полутора месяцев. Основными причинами замены СОЖ при холодной обработке металлов являются наличие в них большого количества взвешенных веществ (металлическая стружка и пыль, сажа, частицы абразивных материалов), расслаивание СОЖ и их загнивание.

Регенерация отработанных СОЖ, заключающаяся в удалении из них посторонних примесей, позволяет возвращать их в производство, полу-

чая экономию минеральных и синтетических масел и других компонентов, входящих в состав эмульсолов. Однако регенерация отработанной СОЖ возможна только в том случае, если в 1 мл жидкости содержится менее 100 млн бактерий. В противном случае отработанная СОЖ подлежит сбросу на очистные сооружения. Эмульсолы – это эмульсии типа «вода в масле». Для придания эмульсии устойчивости необходимо добавление к ней еще одного компонента – эмульгатора, способного сорбироваться на поверхности обеих – несмешивающихся жидкостей. В большинстве составов СОЖ в качестве эмульгаторов используют различные ПАВ, которые с трудом извлекаются при очистке СОЖ и вод.

Отечественная промышленность выпускает большое количество эмульсолов различных марок, которые значительно отличаются по своему составу и физико-химическим свойствам (табл. 2).

Таблица 1

СОЖ, применяемые в типовых технологических процессах

| Обрабатываемые материалы | СОЖ |
|---|---|
| Чугун Конструкционные углеродистые, легированные и коррозионно-стойкие стали | Укринол-1, Пептидол, Уверол, Карбом мол-Э1у, Аквэмус, ФМИ-6, Ризол, Эмульцид ЭТ-2, Эмульсол-Т, Резец, ЯЗ, НГЛ-205, ЭТГ, Аквол-10М, МР-7, СМР-1у, ОСМ-3, ЛЗ-СОЖ-2МНО |
| Цветные металлы (медь и сплавы меди) | Укринол-1, Укринол-1М, Уверол, Карбом мол-Э1у, Аквэмус, ФМИ-6, Ризол, Эмульцид ЭТ-2, Эмульсол-Т, Резец, ЯЗ, НГЛ-205, ЭТГ, Аквол-10М, МР-7, МР-2у, МР-9, СМР-1у, ОСМ-3, ЛЗ-СОЖ-2МНО, Тосол-ОНЗ, Синма-2, Аквол-2, Аквол-6, Авитол-1, Синтал-2, МХО-64а |
| Титан и его сплавы | РЗ-СОЖ-8, ФМИ-5, СДМУ-2, Азерол-1, МР-4 |

Таблица 2

Физико-химические показатели различных СОЖ

| Показатели | Эмульсол Э-2 | Укринол-1М (полусинтетическая СОЖ) | Аквол-10М (синтетическая СОЖ) | МР-5У (масляная СОЖ) |
|--|---------------|------------------------------------|-------------------------------|----------------------|
| Плотность, г/дм ³ : | | | | |
| концентрат | 1105 | 960,00 | 1 100,00 | 860...960 |
| 20 %-й раствор | 1020 | 990,00 | 1 010,00 | – |
| Вязкость, 10 ⁻⁶ м ³ /с, при 50 °С: | | | | |
| концентрат | 40...50 | 35,00 | 12,00 | 35 |
| 20 %-й раствор | 1,5 | 1,60 | 1,20 | – |
| Щелочная емкость (концентрат), 2-экв/2 | 0,4 | 0,17 | 0,46 | 1,2 |
| Коррозионная агрессивность по отношению к металлам, ГОСТ 6243-75 | соответствует | | | |
| концентрат | | | | |
| 20 %-й раствор | | | | |
| Моющая способность ед. ГЛБ ПАВ (концентрат) | 6 | 8,00 | 14,00 | – |

В зависимости от типа содержащихся в них эмульгаторов все СОЖ на основе минеральных масел разделяются на три группы:

- СОЖ, содержащие ионогенные эмульгаторы;
- СОЖ, содержащие неионогенные эмульгаторы;
- СОЖ, содержащие одновременно ионо- и неионогенные эмульгаторы.

В качестве эмульгаторов СОЖ используют соли органических кислот (олеиновой, нафтенной, сульфонафтенной), в качестве стабилизаторов – этиловый спирт, этиленгликоль, триэтаноламин и др.

Таким образом, существующие СОЖ токсичны (второго или третьего класса опасности – опасные или умеренно опасные вещества). Они

содержат компоненты, загрязняющие окружающую среду: нефтепродукты, масла, эфирозвлекаемые вещества, ПАВ, жирные кислоты и др. В табл. 3 представлена структура затрат на сброс в сточные воды компонентов СОЖ [4]. Считается [4], что при промывке 20 л воды 1 м² поверхности изготовленных деталей унос составляет 1 м³ (1 л) СОЖ.

Сброс вредных веществ в сточные воды сверх предельно допустимой концентрации (ПДК) несет за собой штрафные санкции для предприятия. Для достижения ПДК стоки должны быть разбавлены водой:

- масляные СОЖ – 249,98 м³;
- синтетические СОЖ – 39,98 м³;
- полусинтетические СОЖ – 253,4805 м³ на 1 м² поверхности изготовленных деталей.

Таблица 3

Структура платы за сброс в сточные воды от промывки 1 м² поверхности изготовленных деталей при превышении ПДК

| Компоненты | Содержание вредных компонентов, %, по видам СОЖ | | |
|--|---|----------------|-------------------|
| | Масляные | Синтетические | Полусинтетические |
| Нефтепродукты | 100 | – | 93 |
| Эфирозвлекаемые вещества | 0,001...0,0025 | 0,001...0,0025 | 0,001...0,0025 |
| СПАВ ионогенные | – | 10 | 5 |
| Жирные кислоты | – | – | 2 |
| Плата за сброс, расчеты в ценах 2000 г., руб/кг: | | | |
| свыше ПДК | 0,312502 | 0,003152 | 0,29222 |
| равное ПДК | 0,0625004 | 0,0006304 | 0,058444 |

При варианте очистки сточных вод от вредных компонентов СОЖ затраты на промывку составляет 0,69 руб. на 1 м² изготовленных деталей [4]. Расходы на экологические платежи значительно превышают расходы на содержание очистных сооружений.

В последнее время в Москве [5] неуклонно растет объем продаж некачественных (фальсифицированных) автомобильных масел. По данным Московской транспортной инспекции, до 35 % поставляемых на рынок Москвы автомобильных масел не имеют сертификатов качества, не соответствуют требованиям ГОСТов и содержит в своем составе экологически опасные соединения. Объем поступающих в продажу фальсифицированных масел напрямую связан с оборотом товарных масел. Согласно экспертным оценкам в Москве ежегодно реализуют 60...70 тыс. т автомобильных масел, из которых образуется около 50 тыс. т обрабо-

танных масел (ОМ). При этом, по официальным данным, из них легально собирается не более 5...6 тыс. т. Тем самым складывается ситуация, которая объективно способствует нелегальному сбору ОМ для производства фальсифицированной продукции отработанные масла скупаются у предприятий – сдатчиков фирмами, нелегально действующими на рынке отработанных нефтепродуктов. Аналогичная картина с ОМ происходит в Украине. Собранные такими фирмами ОМ либо сжигаются без очистки, загрязняя окружающую среду, либо вывозятся за город или перерабатываются на полукустарных установках с использованием технологий не прошедших экологическую экспертизу.

Отработанное масло, представляющее собой неразделимую смесь отработанных моторных, промышленных масел различных марок и других нефтепродуктов, подвергают механической (грубой) очистке от воды и различных нерас-

творимых примесей. В масле остаются различные химические продукты распада присадок и различные реагенты. Далее масло осветляют с применением неорганических кислот, щелочей и других экологически опасных реагентов. Приготовленное таким методом «масло» расфасовывается на фирменных тароформовочных машинах в «фирменную» тару и через рынки, не требующие сертификата качества продукции, поступает потребителям.

Участники рынка нефтепродуктов [6] не платят налоги, не соблюдают каких-либо правовых норм и игнорируют требования экологической безопасности. В то же время доля ОМ на вторичном рынке нефтепродуктов составляет около 60 % общего объема образующихся нефтепродуктов.

Сельскохозяйственная и автотранспортная техника в агропромышленном комплексе (АПК) работает в сложных условиях, которые ухудшают эксплуатационные характеристики машин. Установлено, что своевременная очистка и профилактика техники на 30 % увеличивает моторесурс машин и механизмов [7]. Очистка техники в период ее эксплуатации и при подготовке к ремонту с применением воды или моющих средств приводит к образованию различных по характеру загрязнений сточных вод. Для предприятий АПК решение вопроса очистки сточных вод и создание оборотных систем водоснабжения имеет большое значение, так как они располагаются в зонах активного землепользования и животноводства, а имеющиеся на их территориях водоемы в большинстве случаев имеют рыбохозяйственное значение. Несмотря на это, большинство предприятий АПК до настоящего времени являются источниками загрязнения окружающей среды.

Источниками образования сточных вод в АПК являются: внешняя мойка техники, мойка двигателей и деталей перед ремонтом, участки промывки аккумуляторов и радиаторов, окрасочные камеры, прачечные (стирка спецодежды).

Наибольший расход сточных вод от наружной мойки техники составляет до 10 м³/ч, режим потребления воды неравномерный. Основные загрязняющие вещества: взвешенные вещества – 0,3...20 г/л; нефтепродукты – 0,03...0,7 г/л.

Для промывки аккумуляторных батарей используется вода питьевого качества, 10...20 л на один аккумулятор, в зависимости от его емкости. Общий расход воды на этих участках не превышает 2 м³/сут. Сточные воды имеют показатель рН – 3–4 и загрязнены веществами, быстро выпадающими в осадок.

При ремонте радиаторов их корпус механически очищается от загрязняющих веществ и промывается растворами кальцинированной соды. Расход раствора на один радиатор составляет 10...15 л. Загрязнения в сточных водах – соли кальция, взвешенные вещества 0,3...1 г/л, рН – 12–14. Общий расход в сутки не превышает 2 м³.

Ввиду периодической окраски техники постоянного расхода сточных вод от этих участков не наблюдается.

Стирка спецодежды осуществляется водой питьевого качества, расход 2...4 м³/сут. Загрязняющие вещества: моющие средства, ПАВ, сода, нефтепродукты, масла, взвешенные вещества, рН – 7–10.

Мойка двигателей и деталей перед ремонтом осуществляют в специальных погружных или струйных моющих машинах. Моющие растворы используются многократно, до полного насыщения загрязнениями и потери активности. Процесс мойки происходит при температуре раствора 75...85 °С. Для мойки применяются простые и многокомпонентные водные растворы, в состав которых входят: едкий натр (0...15 %), кальцинированная сода (0...8 %), тринатрийфосфат (0...8 %), силикат натрия (0...1 %), хромпик (0...0,5 %), нитрит натрия (0...0,5 %). Улучшение моющих свойств достигается введением в них небольших доз (2...6 г/л) ПАВ, что, однако, способствует эмульгированию и диспергированию загрязнений, в том числе и масел. Моющие средства могут накапливать в себе до 15...20 г/л дионергированных и трудновыделяемых в осадок частиц и до 7 г/л масел и нефтепродуктов, остаточное содержание которых после суточного отстаивания составляет 500...600 мг/л.

Применяют также синтетические моющие средства (СМС), основу которых составляют ПАВ с добавлением щелочных электролитов: МС-6, МС-8, лабомид-101 и др. Использование ПАВ и СМС способствует диспергированию масел и нефтепродуктов в сточных водах, вызывает дополнительные трудности в очистке таких маслосодержащих вод. Частая полная замена моющих растворов приводит не только к их перерасходу, но и к увеличению сбросов в канализацию или водоемы. Сброс растворов или сточных вод, содержащих ПАВ строго регламентирован [8; 9], поэтому перед сбросом такие воды должны подвергаться очистке.

Изучение кинетики отстаивания образующихся сточных вод АПК показывает, что они имеют сходные характеристики, нейтральную среду, загрязнены взвесью и маслом. Это позволяет отнести их к однотипным и очищать на единой очистной установке, что немаловажно

в технологическом, экономическом и экологических отношениях.

Учитывая, что объемы кислотных и щелочных сточных вод на предприятиях АПК примерно равны, рекомендовать их взаимную нейтрализацию и после предварительного отстаивания направлять в систему очистных сооружений наружной мойки автомашин и сельхозтехники. Осадки, содержащие соли свинца, обезвреживаются и направляются на переработку, например, на аккумуляторный завод «Иста» (г. Днепрпетровск).

Нами разработана технология и схема (рис. 1) по очистке маслосодержащих сточных вод, исходя из начальной концентрации масел в воде порядка $K_M = 10\,000$ мг/л. Технология основана на многостадийной очистке с выделением механических примесей, масел и растворенных органических соединений. На стадии механической очистки происходит усреднение стока, выделение крупнодисперсных масляных частиц и оседание грубодисперсных примесей (содержание масел после механической очистки $K_M = 300$ мг/л).

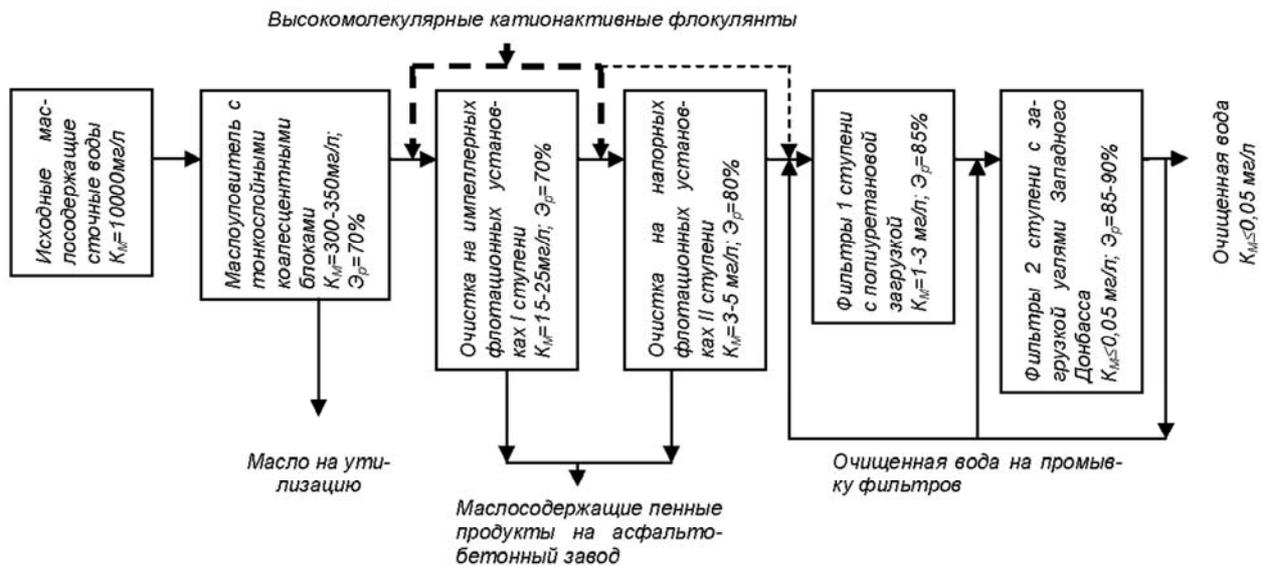


Рис. 1. Технологическая схема очистки маслосодержащих производственных сточных вод

Загрязненная маслами вода поступает в коалесцентный тонкослойный блок, поднимающиеся капли масла собираются на специальных пластинах, притягивающих масла к себе. Там объем масла растет, вследствие чего увеличиваются скорости подъема капель на поверхность сквозь отверстия в пластинах. В результате на поверхности установки образуется монолитный слой масла. Если эффективность работы обычных нефтеуловителей достигает не более 50...60 %, то наличие специальных пластин позволяет увеличить их эффективность до $\mathcal{E}_p = 70$ %.

Флотация с механическим диспергированием воздуха более эффективна для нагретых маслосодержащих вод, так как напорная флотация в этом случае будет неработоспособной.

В импеллерных установках в пену переходят тяжелые масла и смолы, имеющие плотность более 1 г/см^3 , которые обычно выпадают в осадок и затрудняют эксплуатацию очистных сооружений.

Для обеспечения стабильной работы флотомашине необходимо равномерно подавать сточные воды во времени. На практике наблю-

дается неравномерность их подачи из-за залповых и аварийных сбросов масел в цехах, что приводит к пиковым нагрузкам на всю цепочку очистных сооружений. Вследствие этого наблюдаются сбои в работе флотационных машин. Поэтому в маслоуловителях с тонкослойными блоками предусмотрено специальное устройство, позволяющее усреднять стоки и равномерно их подавать на флотационные установки.

Для повышения эффективности флотации масел, взамен добавок коагулянтов – сульфата алюминия и глинозема, нами предлагаются катионоактивные высокомолекулярные флокулянты.

При флотации с коагулянтами, при существующих схемах работы флотомашин, подача их ведется с перерывами по ряду причин, в том числе из-за процесса кристаллизации сульфата алюминия и, как следствие, частичного или полного закупоривания подводных к флотомашине коммуникаций.

По своим флокулирующим свойствам – катионоактивные реагенты более активные, чем коагулянты, а в процессе эксплуатации они не вызывают образование отложений в трубопроводах.

В качестве доочистной операции для извлечения мелкодисперсных масел и органических примесей применяем вторую стадию флотации – напорную. Она имеет более высокий эффект очистки ($\mathcal{E}_p = 80 \%$) для указанных загрязнений, но более чувствительна к перегрузкам, неравномерности подачи реагентов и пр.

Глубокая доочистка от масел, оставшихся после флотации, достигается на фильтрах 1-й ступени с полиуретановой загрузкой (остаток масел после них 1...3 мг/л). Воды перед фильтрами обрабатываются катионактивными флокулянтами.

Ужесточение в последнее время нормативов по остаточной концентрации масел (нефтепродуктов) не позволяет ограничиться флотацией как последней стадией очистки. Требуемые остаточные концентрации по маслам и взвешенным веществам зависят от ряда факторов регионального характера, которые устанавливаются органами местного надзора. Однако в первую очередь эти концентрации определяют местом сброса очистных сточных вод [8; 9].

Если стоки сбрасываются в городские очистные сооружения, концентрация масел (нефтепродуктов) может допускаться от 0,3 мг/л и выше. Если же сброс осуществляется в открытые водоемы, эта величина составляет лишь 0,05 мг/л, что соответствует величине ПДК для открытых водоемов.

Поэтому нами была изыскана еще одна стадия физико-химической очистки, которая обеспечивала не только требуемую ее глубину, но и достаточные простоту и дешевизну. Такой стадией могла бы стать очистка стоков методом адсорбции на напорных фильтрах-адсорберах. В качестве загрузки этих фильтров применяют угли Западного Донбасса или золу котельных этих углей. Проведенные нами исследования показали высокие адсорбционные свойства углей и золы по отношению к различным маслам.

Замасленную загрузку фильтров 2-й ступени можно использовать в качестве добавки (до 10 %) при изготовлении асфальтобетонной смеси для строительства автомобильных дорог. Это подтверждается исследованиями, проведенными институтом «Гипродор» (Днепропетровское отделение). Пенный продукт флотации также может быть использован в качестве добавки при изготовлении асфальтобетонной смеси.

Нами разработана технология и схема (рис. 2) по обработке СОЖ. Процесс очистки маслоэмульсионных сточных вод складывается из следующих технологических операций: сбор, усреднение, отстаивание, подкисление, электрохимическая обработка в реакторе, очистка во флотаторе-отстойнике, сбор извлеченных масляных продуктов.

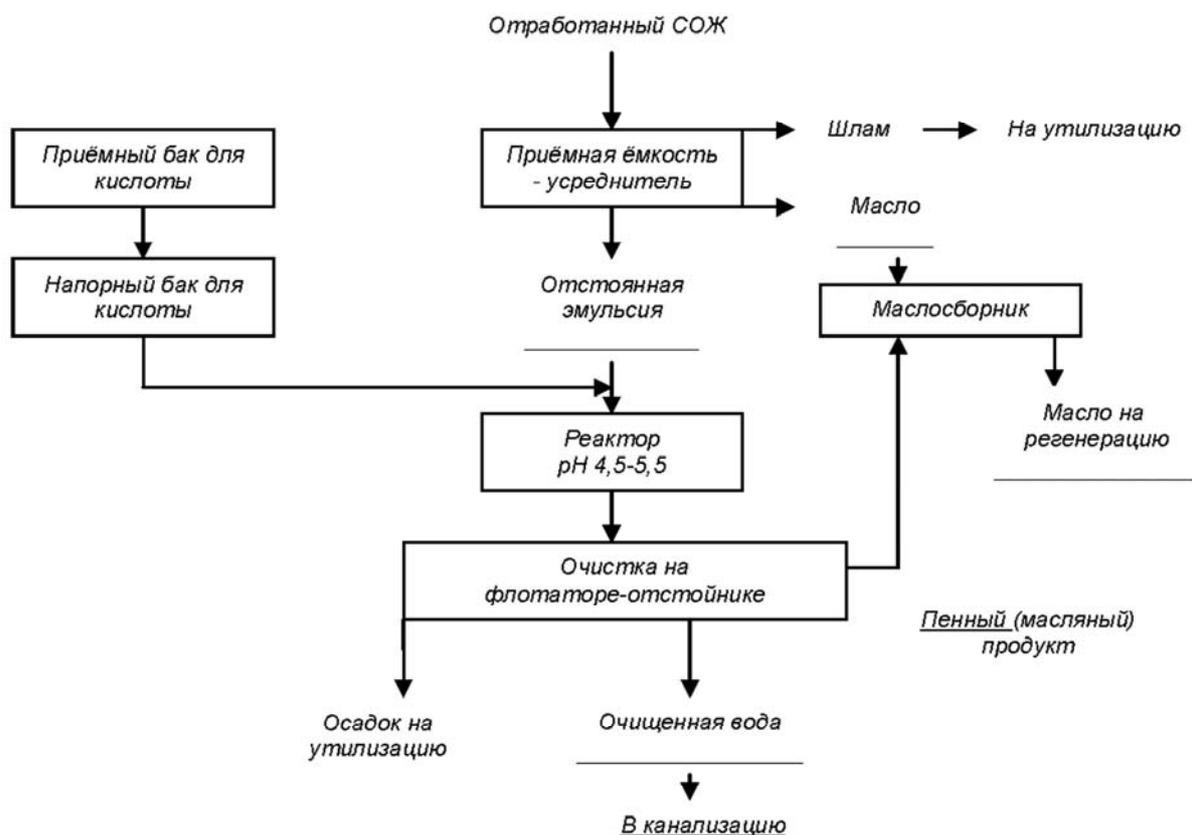


Рис. 2. Технологическая схема обработки смазочно-охлаждающих жидкостей

При электрокоагуляционной обработке отработанная эмульсия разрушается, причем масла, сорбированные коагулянтom, флотируются в виде пенного слоя, который удаляется.

Электрохимическая коагуляция осуществляется в реакторе-барабане, где осуществляется контакт сточных вод одновременно с алюминиевой и стальной стружкой (скрапом) без использования внешнего источника электрического тока. При отсутствии меди, вместо медной стружки можно использовать графит с размером зерна 10...20 мм. Эффективность технологического процесса на уровне 95...98 %.

Реактор-коагулятор работает следующим образом. Через загрузочную горловину внутрь подается смесь железного, медного и алюминиевого скрапа в весовом соотношении 2,5:1:1, либо смеси железного скрапа с графитом в том же соотношении. Сточная вода и кислота непрерывно попадают через загрузочную горловину в рабочую зону реактора. Принцип действия реактора заключается в том, что смесь железного, медного и алюминиевого скрапа или железного скрапа и графита представляют собой гальваническую пару, в результате работы которой идет интенсивное растворение железа без подачи электроэнергии.

При вращении корпуса барабана-реактора, скрап поднимается зубьями-ворошителями над поверхностями сточной воды, что создает условия для контакта жидкой, твердой и газообразных фаз в пленочном слое жидкости, удерживаемой скрапом. Далее, при свободном падении скрапа, контакт гальванических пар алюминий-железо, медь-железо или графит-железо изменяется, указанное обстоятельство создает необходимость условия для быстрого окисления в жидкой фазе – двухвалентного железа до трехвалентного. Образование тонкого дисперсного ферритного осадка происходит непосредственно в очищаемой среде, из которой удаляются соответствующие загрязнения. Оптимальное время обработки в барабане – 20 мин. Эффект увеличивается при предварительном нагреве сточных вод до 40...60 °С.

После коагуляции сточные воды направляются в флотатор-отстойник, где осаждаются мелкие частицы, в том числе и скрапа.

Догрузка новых порций железного скрапа производится периодически один – два раза в смену без остановки реактора, а медный, алюминиевый или графитный догружаются только при нарушении технологического режима работы реактора, что выражается в уменьшении выхода осадка ввиду изменения условий работы гальванических пар используемых элементов.

Осадки, образовавшиеся в процессе электрохимического разрушения, могут быть использованы для смазки форм при производстве железобетонных изделий либо в качестве топлива.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Долина Л. Ф. Сточные воды предприятий черной металлургии и способы их очистки. Справочное пособие. Д.: Amsterdam.; MILIEUKONTAKT OOST – EUROPA, 1998. – 44 с.
2. Долина Л. Ф. Сточные воды предприятий горной промышленности и методы их очистки. Справочное пособие. – Д.: УЭА «Зелений світ», 2000. – 45 с.
3. Долина Л. Ф. Способы очистки сточных вод предприятий железнодорожного транспорта Украины // Залізничний транспорт України – 2000. – № 4. – С. 14–16.
4. Смазочно-охлаждающие жидкости нового поколения. Киселев И.В. и др. // Экология и промышленность России, апрель 2001 г., – С. 6–8.
5. Андреев В. Г. Основные направления создания рынка отработанных масел / В. Г. Андреев, Г. П. Толмачев // Экология и промышленность России, ноябрь 2002 г., – С. 23–27.
6. Пиковская Е. В. Регенерация отработанных масел в США / Е. В. Пиковская, С. А. Сурин // Мир нефтепродуктов. – 2000. – Вып. 4.
7. Краснова Н. Н. Рекомендации по применению моющих средств для очистки машин и деталей при ремонте / Н. Н. Краснова, А. П. Садовский, А. Ф. Тельнов. – М., ГОСНИТИ, 1984. – 86 с.
8. Правила приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України. Введені в дію з 6 травня 2002 року.
9. Правила охорони поверхневих вод від забруднення зворотними водами. Від 25.03.1999 № 465 КМ України.

Поступила в редколлегию 18.11.2006.