

УДК 661.185:63

КЛАССИФИКАЦИЯ СПОСОБОВ РЕГЕНЕРАЦИИ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ СИНТЕТИЧЕСКИХ МОЮЩИХ СРЕДСТВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ОЧИСТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

С. Н. УХОВ

(Кафедра электрификации с.-х. производства)

Изложены основные принципы классификации отработанных растворов синтетических моющих средств, применяемых при обслуживании и ремонте сельскохозяйственной техники. В основу построения классификации положен учет характера воздействия способа регенерации на систему растворов — загрязнение и степени дисперсности загрязнений в растворе.

Разработка и внедрение в производство современных технологических процессов предполагают необходимость рекуперации тепла, повторного использования воды различных стоков, утилизации выделенных осадков и т. п., что в полной мере относится и к технологическим процессам очистки сельскохозяйственного оборудования. В настоящее время в качестве очищающей среды в этих процессах используются водные растворы щелочей, кислот и синтетических моющих средств (СМС). Процесс очистки поверхностей деталей сельскохозяйственных машин и оборудования входит во все технологические схемы их обслуживания и ремонта. Повсеместное внедрение современных средств и способов очистки деталей и установок невозможно без создания замкнутых циклов использования водных рас-

творов очищающих сред. Имеется значительное количество работ, в которых рассматриваются различные способы регенерации растворов [2, 3 и др.]. В этих работах решается частная проблема без учета типа моющего средства, очистного оборудования и режима его использования, а именно указанные технологические факторы определяют степень стабилизации загрязнений и соответственно степень трудности их выделения из раствора [2, 3].

Для любого практического приложения методов регенерации понятие стабильность должно быть выражено количественно. Возможность количественной оценки стабилизирующих свойств растворов значительно облегчает выбор способа и средства регенерации. Так, в работах [1, 4] делается попытка разграничить область применения

способов регенерации с учетом требований, предъявляемых к растворам при их повторном использовании. Однако в данном случае, как и ранее, способ регенерации раствора необходимо приспособлять к существующим условиям использования последнего.

Таким образом, анализ работ, посвященных вопросам очистки сельскохозяйственного оборудования и регенерации очищающих сред, показал, что новые композиции СМС разрабатываются без учета регенерируемости растворов, а способ регенерации выбирается без учета фазово-дисперсного состава загрязнений в растворе. Указанные факторы, на наш взгляд, определяют стабильность раствора. В противном случае необходимая степень регенерации чаще всего достигается с большими энергозатратами. Отсюда следует, что выделение загрязнений из различных по своему составу растворов СМС при разных условиях эксплуатации требует изменения характера воздействия средства регенерации на систему раствор — загрязнение. Выбор же способа регенерации должен осуществляться с учетом всех указанных выше факторов. Все это определяет важность разработки классификации существующих способов и обоснования перспективных направлений в регенерации растворов.

Как показали исследования [3, 4], гранулометрический состав загрязнений в растворах находится в пределах 10^{-3} ... 10^{-7} м. Основная масса мелкодиспергированных частиц размером менее 10^{-5} м представляет собой нефтепродукты и жиры. Наличие поверхностно-активных веществ в составе их композиций, а также интенсивное возбуждение очищающей среды приводят к постоянному образованию новой поверхности раздела фаз, т. е.

повышению степени дисперсности загрязнений. Отсюда высокая стабильность системы раствор — загрязнение. Различные растворы поддаются регенерации в разной степени [2], которая зависит от дисперсного состава загрязнений. Так, частицы размером до 10^{-5} м можно достаточно эффективно выделить из раствора различными способами, более мелкие частицы выделить из раствора значительно труднее. Таким образом, разработка технологических процессов замкнутого использования очищающих сред затруднена отсутствием системного подхода к анализу способов регенерации растворов. В данной работе сделана попытка классифицировать известные способы. За основу классификации приняты степень дисперсности частиц загрязнений и механизм их выделения из растворов при различных способах регенерации (таблица).

По характеру воздействия на загрязнение, стабилизированные в массе раствора, все методы регенерации водных растворов очищающих сред условно были разделены на 4 группы. В 1-ю группу вошли методы концентрирования загрязнений в локальном объеме без изменений их фазово-дисперсного состава или физико-химических свойств (методы разделения в поле гравитации — отстаивание и центробежное разделение). Эффективность этих методов определяется разностью плотности частиц загрязнений и очищающей среды, а также степенью стабилизации частиц загрязнений в объеме среды.

При центробежном разделении скорость выделения загрязнений по сравнению с отстаиванием повышается в сотни раз [1]. Однако данные методы приемлемы лишь для удаления загрязнений со степенью дисперсности 10^{-3} ... 10^{-4} м из очищающих сред, в которых отсутству-

ют стабилизаторы (ПАВ, ВМВ и продукты гидролиза нефти). Наиболее эффективными устройствами для реализации этих методов являются тонкослойные отстойники и гидроциклоны. Для самостоятельного применения их можно рекомендовать при использовании в качестве очищающей среды водных растворов щелочей (каустической соды и т. п.), при использовании растворов СМС — лишь в совокупности с другими методами для концентрирования получаемого осадка. К этой же группе относится и метод фильтрации (ультрафильтрации), основанный на разделении при помощи пористых перегородок. Возможности данного метода очень широки, и при наличии фильтрующих перегородок с достаточно мелкими порами эффект выделения загрязнений может быть высоким. Условно фильтры можно разделить на зернистые (фильтрующий слой — песок, пенопротирол, керамзит и др.), сетчатые (фильтрующий слой — сетка с размером ячеек до 40 мкм), тканевые (фильтрующий слой — хлопчатобумажные, льняные, суконные, стеклянные или кап-

роновые ткани), мембранные (фильтрующий материал — мембраны) и намывные (фильтрующий слой — древесная мука, диатомит и другие материалы).

Фильтрация происходит при избыточном давлении — от 0,2 до 1 мПа, атмосферном давлении и с использованием вакуума. На практике используются лишь зернистые и сетчатые фильтры, которые служат для удаления из растворов очищающих сред загрязнений размером до 10^{-4} ... 10^{-5} м. Наиболее перспективным методом выделения загрязнений из раствора является ультрафильтрация. В этом направлении ведутся интенсивные исследования по выбору фильтрующих мембран и оптимальных схем регенерации растворов. Достижимый эффект очистки по всем видам загрязнений превышает 90 %.

Во 2-ю группу входят методы выделения загрязнений адсорбцией последних на поверхности гидролизующихся коагулянтов или пузырьков газа, соизмеримых по размеру с частицами загрязнений. В результате адсорбции изменяются фазово-дисперсные характеристики загряз-

Классификация методов регенерации растворов очищающих сред при эксплуатации и ремонте сельскохозяйственной техники (фазово-дисперсное состояние загрязнений)

Метод	Взвешенные вещества (суспензии и эмульсии, обуславливающие снижение эффективности очищающей среды, микроорганизмы), 10^{-3} ... 10^{-5} м	Высокодисперсные системы (коллоидные растворы и эмульсии в присутствии эмульгаторов и ПАВ, микроорганизмы), 10^{-6} ... 10^{-7} м
Регенерации	Осаждение примесей в поле гравитации	Ультрафильтрация
Механические	Фильтрация	
Адсорбционные	Напорная флотация суспензий и эмульсий	Химическая коагуляция дисперсных систем. Флокуляция
Электрохимические	Анодное электрохимическое окисление органических примесей, электрокоагуляция и электрофлотация	Электрохимическое регулирование pH растворов. Электродиализ
Окисления	Окисление хлором, озоном	Окисление хлором, озоном

нений, они начинают взаимодействовать между собой и объединяться в агрегаты, которые флотируются на поверхность раствора пузырьками газа либо оседают на дно в виде скоагулированной взвеси при коагуляции.

Эффективность флотации при разделении загрязнений зависит прежде всего от размера пузырьков газа эжектированного в массу раствора. Флотация может быть безнапорной или напорной. Безнапорную флотацию осуществляют при атмосферном давлении за счет диспергирования газа в объеме жидкости с помощью специальных распылителей (эжекторов) или пористых перегородок. В напорной флотации жидкость сначала насыщают газом под давлением в несколько атмосфер, а затем перепускают в открытую камеру, где газ переходит из растворенного состояния в дисперсное, выделяясь по всему объему камеры в виде мельчайших (100—200 мкм) пузырьков. Успешнее всего флотируются частицы размером 20—100 мкм, что объясняется наибольшей вероятностью их загрязнения на поверхности пузырьков.

Химическая коагуляция осуществляется путем введения в раствор гидролизующихся коагулянтов; чаще всего это соли алюминия или железа. Используют также их смесь с кислотами или щелочами. Гидролизующиеся коагулянты не только вызывают коагуляцию частиц загрязнений, но и образуют, гидролизуясь, малорастворимые продукты, способные объединяться в крупные хлопья, на поверхности которых адсорбируются частицы загрязнения.

Эффективность химической коагуляции прежде всего зависит от дозы и состава коагулянта применительно к конкретному раствору очищающего средства. Метод хими-

ческой коагуляции позволяет выделять из раствора практически все загрязнения любой степени дисперсности. Однако в сельском хозяйстве его применение возможно в основном лишь в совокупности с методами концентрирования загрязнений из-за большого объема образующегося осадка. Этот метод успешно применяется при регенерации растворов на заводах по ремонту сельскохозяйственной техники.

Отдельно следует отметить метод удаления загрязнений из растворов с использованием флокулянтов — неорганических или органических высокомолекулярных соединений. При их введении в раствор моющего средства происходит агрегация частиц загрязнений, при которой в дополнение к непосредственному контакту частиц они взаимодействуют посредством молекул адсорбированного флокулянта. Этим флокуляция отличается от коагуляции. Исследования данного метода применительно к регенерации растворов очищающих сред в сельскохозяйственном производстве не проводилось, хотя его потенциальные возможности достаточно велики.

К 3-й группе методов регенерации водных растворов очищающих сред относятся электрохимические методы выделения загрязнений. При использовании этих методов изменяются физико-химические и фазово-дисперсные характеристики загрязнений, что позволяет наиболее быстро извлекать их из растворов. Превращения могут протекать через ряд последовательных стадий, начиная с электронного уровня взаимодействия растворимых загрязнений и кончая изменением каких-либо электроповерхностных или объемных характеристик коллоидных частиц. Наряду с чисто химическим и адсорбционным эффектами важное значение имеют воздействие

электрического поля, продукты электрохимических реакций, а также окислительно-восстановительные реакции на электродах.

Диапазон применения этих методов практически не ограничен, а теоретически возможный эффект удаления загрязнений достигает 100 %. Данные методы реализуются при помощи компактных устройств, они особенно перспективны в условиях сельскохозяйственного производства, где объем загрязненных растворов подлежащих регенерации, невелик и колеблется от единиц до десятков метров кубических в сутки.

Наиболее просты и доступны методы электрокоагуляции и электрофлотации. По своему воздействию на загрязнения они аналогичны методам коагуляции и флотации, но при электрокоагуляции введение коагулянта осуществляется электролитическим растворением материала анода, поэтому в раствор вводятся коагулирующие ионы, а сам процесс идет в электрическом поле. Частицы загрязнений обладают тем или иным электрическим зарядом, что позволяет концентрировать их в месте наибольшей концентрации коагулянта — в приэлектродной зоне. В этой же зоне на дестабилизацию загрязнений существенное влияние оказывают продукты окислительно-восстановительных реакций на электродах. Процессы электрокоагуляции и электрофлотации, как правило, совмещены, что дает дополнительный эффект. Устройства, с помощью которых эти методы реализуются, хорошо зарекомендовали себя на заводах по ремонту сельскохозяйственной техники. При их использовании эффект выделения загрязнений из растворов составляет 99,6 %.

Электрохимическое регулирование pH растворов является новым, но довольно перспективным

направлением в регенерации растворов очищающих сред. Суть метода заключается в следующем. Раствор обрабатывают в диафрагменном электролизере с нерастворимым анодом (титан с оксидным покрытием). Наличие диафрагмы дает возможность разделить продукты электродных реакций в катодной и анодной зонах и направленно изменить pH раствора и редокс-потенциал. Эти показатели определяют стабильность загрязнений в растворе, и изменение, например pH, до значений, близких к единице, приводит к полной дестабилизации загрязнений в растворе и выпадению их в осадок. Отличительной особенностью данного метода является отсутствие в растворе каких-либо дополнительных ингредиентов. Весь процесс основан лишь на направленном изменении характеристик растворов очищающих сред, что особенно важно при регенерации растворов на станциях технического обслуживания, а также на фермах при промывке доильных установок.

Анодное электрохимическое окисление и электролиз как самостоятельные методы не вышли за рамки лабораторных исследований, хотя анодное окисление органических примесей присутствует практически при всех других электрохимических методах выделения загрязнений, что выражается в восстановлении на аноде сложных органических соединений до простых форм с выделением водорода. Для успешного осуществления электролиза в этом случае необходимы наличие в воде хлоридов и соответствующий подбор материала анода. Большое внимание следует также уделять режимным параметрам обработки. Глубина минерализации органических загрязнений при этом определяется как электродными редокс-процессами, так и объемны-

ми реакциями под воздействием продуктов электролиза. Глубина выделения органических загрязнений может быть достаточно велика, чего нельзя сказать о степени выделения взвешенных веществ размером менее 10^{-6} м.

Электродиализ в процессах регенерации растворов можно рекомендовать лишь при необходимости регулирования солевого состава примесей. Рассматриваемый электролизный процесс основан на том, что в электрическом поле катионы солей движутся к погруженному в раствор катоду, а анионы — к аноду. Электролизер с нерастворимым анодом разделен ионоселективной мембраной, что позволяет концентрировать анионы и катионы в соответствующих камерах электролизера. В этом случае, как и при электрохимическом регулировании pH раствора, меняются его реакция и солесодержание, что дает возможность с одной стороны, выделять загрязнения из растворов, а с другой — придавать ему иные характеристики. Неактивные соли, содержащиеся в растворе, могут быть преобразованы в кислоты и щелочи. Таким образом, возможно создавать растворы с заранее заданными свойствами.

В 4-ю группу объединены методы окисления примесей и загрязнений в растворах очищающих сред, основанные на введении в растворы сильных окислителей, таких, как озон и хлор, окислительно-восстановительный потенциал которых составляет соответственно 2,07 и 1,35 В. Это и является главной причиной их активности по отношению к различного рода загрязнениям и микроорганизмам. Взаимодействие загрязнений с окислителями приводит к образованию нерастворимых комплексов, которые выпадают в осадок. Получение активного хлора возможно при электролизе растворов в присутствии хлорсодержа-

щих компонентов. Это относится прежде всего к регенерации водных растворов моюще-дезинфицирующих средств, в состав которых входят хлорсодержащие соли. Присутствие активного хлора позволяет интенсифицировать любой электрохимический процесс регенерации растворов.

Следовательно, создание композиций очищающих средств, включающих хлорсодержащие компоненты, может значительно повлиять на регенерируемость растворов. Использование озона для удаления загрязнений из раствора является перспективным направлением вследствие его высокого окислительно-восстановительного потенциала. Однако технические и экономические сложности его получения пока не позволяют широко использовать этот метод. Предлагаемая классификация дает представление об эффективности способов регенерации, механизме воздействия на загрязнения и о возможных направлениях дальнейших исследований.

Заключение

Предложен принцип классификации способов регенерации растворов очищающих сред по степени их загрязнений. При размере частиц до 10^{-5} м выделяются из растворов достаточно легко любыми способами, при повышении дисперсности процесс значительно усложняется.

Все способы регенерации растворов предлагается разделить на 4 группы с учетом характера их воздействия на загрязнения.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Гуряков М. В.* Замкнутая технология очистки и дезинфекции доильно-

молочного оборудования.— Автореф. канд. дис. М., 1988.—2. Дегтерев Г. П. Интенсификация технологических процессов очистки доильно-молочного оборудования при техобслуживании и ремонте.— Автореф. докт. дис. М., 1988.—3. Тельнов Н. Ф. Технология очистки сельскохозяйственной техники.— М.:

Колос, 1983.—4. Ухов С. Н. Продление срока службы моющих растворов на сельскохозяйственных ремонтных предприятиях.— Автореф. канд. дис. М., 1981.

Статья поступила 4 марта 1991 г.

SUMMARY

The main principles of classifying the used solutions of systematic detergents applied for farm machinery service and repair are presented in the paper. The classification is based on the nature of the effect of regeneration manner on solution-pollution system and on the extent of pollution dispersion in the solution.