

МГУ имени М.В. Ломоносова

НИЛ коллоидной химии

№ госрегистрации

УТВЕРЖДАЮ
Директор/декан

«__» _____ Г.

УДК

546.798.24 Кюри

ОТЧЕТ
О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

Экология и рациональное природопользование
по теме:

Разработка и исследование свойств дезактивирующих пен
(заключительный)

Зам. директора/декана
по научной работе

«__» _____ Г.

Руководитель темы
Левачев С.М.

«__» _____ Г.

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель темы:

доцент, доктор химических наук

_____ (Левачев С.М.)

Исполнители темы:

доцент, кандидат химических наук

_____ (Петров В.Г.)

_____ (Сергеев В.Г.)

старший преподаватель, кандидат химических наук, доцент по кафедре

_____ (Харлов А.Е.)

РЕФЕРАТ

Ключевые слова:

очистка поверхности, пена

Ключевые слова по-английски:

surface cleaning, foam

Определены два базовые состава (рецептур) смесей ПАВ и ВПАВ, обеспечивающих устойчивость в течение не менее 10 и не менее 30 минут соответственно в процессе их использования для проведения пенной дезактивации и защиты загрязненных объектов. Причем, такие рецептуры отличаются в зависимости от свойств обрабатываемых поверхностей (конструкционные металлы, поверхности бетона и оборудования) и цели применения (удаление ТРО с поверхности, иммобилизация ТРО на загрязненной поверхности или заполнение объема обрабатываемого объекта).

ВВЕДЕНИЕ

Исследование закономерностей процессов пенообразования и устойчивости пены представляет научную основу для разработки обоснованных рекомендаций по оптимальному составу дезактивирующих систем. Состав и соотношение компонентов, входящих в пенообразующую композицию, определяет его свойства, эффективность дезактивации различных поверхностей и возможность полного удаления ЖРО с обрабатываемой поверхности. Установление зависимости свойств пен от состава пенообразующего раствора необходимо для эффективного их применения на практике и разработки регламента работ по проведению работ по очистке поверхностей различных объектов.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Проведенный обзор литературных данных подтвердил, что развитием эффективных и безопасных способов дезактивации металлических поверхностей при выполнении работ по ВЭ ЯРОО и на предприятиях атомной отрасли с минимальным образованием ЖРО являются процессы, основанные на применении пенных составов. Использование пенной системы в качестве носителя рабочего раствора, применяемого для химического удаления соединений радионуклидов и(или) нерастворимых и малорастворимых веществ, которые способны иммобилизовать ионы радиоактивных изотопов, позволяет кратно сократить образования жидких радиоактивных отходов. Необходимость сочетания высокой эффективности жидкостных методов со способностью пен при минимальном объеме дезактивирующей жидкости транспортировать действующие компоненты к месту реакции и аккумулировать в себе продукты химической обработки поверхности, включая соединения радионуклидов, требует тщательного подбора химических компонентов рабочего раствора. Кроме транспортных функций разработанная композиция рабочего раствора позволяет получать пенные системы, способной заполнять собой весь объем крупногабаритного емкостного оборудования, оборудования со сложной геометрией, трубопроводов и транспортных средств. Параметры созданных систем открывают новые возможности пенной дезактивации. Дальнейшим развитием обнаруженных закономерностей влияния исследованных веществ на физико-химические параметры пенных систем могут являться основой для совершенствования технологии использования пенных систем в качестве локализаторов и фиксаторов загрязнений на поверхности демонтируемого оборудования при подготовке к демонтажу оборудования и строительных конструкций в ходе работ по ВЭ ЯРОО. Разработанные эффективные композиции рабочих растворов процесса пенной дезактивации позволяют использовать механизированные способы нанесения вспененных композиций, содержащих пленкообразователь, что в значительной степени, повышает безопасность проведения работ, особенно, в труднодоступных местах, а также в случае превышения величин радиационных факторов (МЭД, поверхностное загрязнение альфа- и бета-излучателями, объемная активность в воздухе) допустимых для персонала значений. Заполнение больших объемов локализующей пеной может быть выполнено с малыми затратами ручного труда, что приводит к повышению уровня безопасности проведения работ и снижению дозовых нагрузок на персонал.

2.1. Способ получения пены Проведенный анализ литературных данных позволил разработать прототип пенного генератора, рис. 2.1, обеспечивающего требуемые параметры пены, производительность и безопасность проведения работ. Работа данного генератора основана на принципе барботажного воздуха через пористое тело (фильтр Шота) в водный раствор пенообразователя (ПАВ, со-ПАВ и ВПАВ), как наиболее эффективный метод создания и нанесения пены.

Рис. 2.1. Прототип лабораторной установки получения и нанесения пенных композиций (1 - емкость генерации пенной композиции; 2 - сопло для транспортировки пенной массы из генератора на обрабатываемую поверхность; 3 - штатив; 4 - подставка для крепления образцов; 5 - поддон; 6 - компрессор, обеспечивающий необходимый поток воздуха).

Получение пены происходит в емкости (1) в процессе прохождения воздушных пузырьков, формируемых на поверхности пористого тела, через объем водного раствора пенообразователя. Данная схема генерирования пенной системы позволяет регулировать как кратность, так и мощность пенного потока, формирующего пенный факел на выходе из сопла (2). Производительность агрегата будет определяться площадью сечения пористых тел, погруженных в пенообразующий раствор, и скоростью воздушного потока. Кратность образующейся пены будет регулироваться размером пор, используемых пористых тел, и составом пенообразующего раствора. Для промышленного агрегата должна быть проведена работа по определению взаимосвязи всех этих параметров. В результате должны быть получены градуировочные таблицы, определяющие характеристики пенного генератора. Полученная пена наносится на образец, установленный на подставку (4), через сопло (2). Отработанная пена стекает и собирается в поддоне (5). На рис. 2.2. приведены фотографии нанесения пены на модельную поверхность (стекло) под различными углами наблюдения за процессом.

а

Рис. 2.2. Фотографии нанесения пены на модельную поверхность (стекло) под различными углами наблюдения за процессом.

Необходимость получения зависимостей кратности получаемой пены от характеристик генератора и скорости воздушного потока диктуется тем, что для дезактивации различно ориентированных поверхностей будет необходимо использовать пены, отличающиеся своей кратностью. Уменьшение кратности пены приводит к повышению ее плотности за счет увеличения содержания водной фазы. Возрастание объема жидкости в пене будет увеличивать силу тяжести, действующую на пенную систему, что может приводить к ускорению ее стекания с наклонных поверхностей или отрыву. Схема поведения пены на различно ориентированных поверхностях представлена на рис. 2.3. а б в г Рис.2.3. Схема строения пенной пленки, сформированной на поверхностях с различной ориентацией относительно горизонтали: а – низкократная; б – высокократная; в – высокократная на наклонной поверхности; г – высокократная.

Для каждого типа ориентации поверхности, подвергаемой дезактивации, должна быть подобрана своя индивидуальная кратность используемой пенной системы. При этом, необходимо учитывать взаимоисключающие факторы, зависящие от кратности пены. Повышение кратности пены приводит к уменьшению объема рабочего раствора, контактирующего с обрабатываемой поверхностью. И напротив, уменьшение кратности, сопровождаемое увеличением толщины пенных пленок и объема каналов Плато-Гиббса, может приводить к ускорению стекания или отрыва пенного слоя от наклонных поверхностей. Сочетание этих закономерностей с необходимостью обеспечения требуемого КД и будет определять оптимальные характеристики используемой пенной системы. С целью регулирования перемещения пены по обрабатываемой поверхности в пенообразующую систему была введена дисперсия наноразмерных частиц Fe_2O_3 . Проведенные испытания такой композиционной многофазной системы показали неэффективность наложения внешнего магнитного поля для управления направления и скоростью движения пенной массы. Кроме этого, частиц Fe_2O_3 неустойчивы при низких значениях pH и растворялись. Введение в систему инертных твердых частиц, например, дисперсии микрочастиц SiO_2 , не привел к за-

метному повышению исследованных пенных систем.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенный анализ литературных источников и выполненный комплекс экспериментальных работ позволил выполнить поставленные в ТЗ задачи: 1. Разработан состав (рецептура) двух базовых композиций рабочих растворов, обеспечивающих устойчивость в течение не менее: 10 минут а) Фосфорная кислота – 10%, азотная кислота – 5%, $\text{NH}_2\text{SO}_2\text{OH}$ – 2%, ЭДТА – 0,2%, лауретсульфат натрия – 0,15%; додецилсульфат натрия – 0,1% триэтаноламин – 0,2%, остальное вода. б) Азотная кислота – 15%, $\text{NH}_2\text{SO}_2\text{OH}$ – 2%, ЭДТА – 0,2%, лауретсульфат натрия – 0,15%; додецилсульфат натрия – 0,1% триэтаноламин – 0,2%, остальное вода.

30 минут а) Фосфорная кислота – 15%, $\text{NH}_2\text{SO}_2\text{OH}$ – 2%, ЭДТА – 0,2%, лауретсульфат натрия – 0,15%; додецилсульфат натрия – 0,1% триэтаноламин – 0,2%, ПВС – 0,2%, остальное вода. б) Фосфорная кислота – 15%, $\text{NH}_2\text{SO}_2\text{OH}$ – 2%, ЭДТА – 0,2%, лауретсульфат натрия – 0,15%; додецилсульфат натрия – 0,1% триэтаноламин – 0,2%, КМЦ – 0,2%, остальное вода. На основе этих базовых композиций могут быть созданы рецептуры, отличающиеся составом комплексообразователей и(или) пониженным содержанием неорганических кислот, соответствующих требованиям по степени воздействия на обрабатываемую поверхность (конструкционные металлы, поверхности бетона и оборудования) и цели применения (удаление ТРО с поверхности, иммобилизация ТРО на загрязненной поверхности или заполнение объема обрабатываемого объекта). Системы, содержащие ПВС и КМЦ могут быть использованы для формирования защитных пленочных покрытий из нанесенного пенного слоя.

2. Осуществлено определение оптимальных условий (концентрация, температурный режим и форма введения в систему) для введения в рецептуру комплексонов. Установлена возможность использования в разработанных рецептурах высокомолекулярных веществ, таких, как ПВС и КМЦ, что может обеспечить повышение КД. Оптимизация составов рабочих растворов была проведена на основе выявленных закономерностей влияния компонентов системы на общие свойства пен

3. Получены результаты связывающие состав рабочих растворов с реологическими свойствами образованных пенных систем. Данные закономерности позволяют осуществить эффективную иммобилизацию пены на вертикально расположенных поверхностях и расположенных с отрицательными углами наклона относительно горизонтальных поверхностей.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
Объем финансирования темы в 2022 году
Таблица А.1

Источник финанси- рования	Объем (руб.)	
	Получено	Освоено собственными силами
Хоздоговор	2 000,0	