

пенный слой), разбавление (CO_2 снижает концентрацию O_2 и паров топлива). Это делает её перспективной для использования на объектах нефтегазодобычи в экстремальных климатических условиях — в частности, при ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов в Арктике, на морских платформах, в резервуарных парках и при тушении электрооборудования под напряжением.

ЛИТЕРАТУРА

1. Арзаев Н.А., Ивахнюк Г.К. Влияние реагентной и безреагентной модификации дисперсной среды и химических свойств поверхности минерализаторов на пожарно-технические характеристики воздушно-механических пен // Вестник Санкт-Петербургского университета ГПС МЧС России. 2024. № 2. С. 112–121.

2. Булатов Н.Н. Коллоидно-химические и пожарно-технические свойства CO_2 -газонаполненных компрессионных пен // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2024. Т. 13, № 3(67). С. 194–198.

3. Волик А.С., Квашнин А.В., Ивахнюк Г.К. Влияние электрического поля на огнетушащие свойства воздушно-механической пены // Проблемы управления рисками в техносфере. 2020. № 3(55). С. 103–107.

4. Алешков М.В., Федяев В.Д., Гумиров А.С., Шульпинов А.А. Применение компрессионной пены при тушении пожаров объектов нефтегазового комплекса при отрицательных температурах // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2020. № 1. С. 8–15.

5. Волик А.С., Булатов Н.Н., Шешина Н.И. Влияние электрофизической обработки воды на пожарно-технические характеристики модифицированной воздушно-механической пены // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2023. Т. 12, № 4(64). С. 288–293.

УДК 661.634.22-047.37

Мохорт М.С., Дормешкин О.Б., Гаврилюк А.Н.

(Белорусский государственный
технологический университет)

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА КОМБИНИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ОЧИЩЕННОЙ ОРТОФОСФОРНОЙ КИСЛОТЫ

Фосфорная кислота является одним из наиболее крупнотоннажных неорганических продуктов химической промышленности. Значительное сокращение мощностей по производству термической фосфорной

кислоты, характеризующейся высокой степенью чистоты, привело к поиску новых методов получения очищенной фосфорной кислоты различной квалификации.

Несмотря на наличие в Республике Беларусь собственного производства экстракционной фосфорной кислоты (ЭФК) на базе ОАО «Гомельский химический завод» непосредственное использование ее для организации выпуска промышленных продуктов - кормовых и технических фосфатов, невозможно по причине значительного содержания в ней различных примесей, а организация производства очищенной ортофосфорной кислоты на основе выпускаемой ЭФК требует проведения комплекса физико-химических исследований и разработки наиболее рациональной и рентабельной для условий действующих в Республике Беларусь производств технологии очистки ЭФК.

Как показал анализ не один из известных методов очистки ЭФК не позволяет получать фосфорную кислоту высокой степени чистоты, ряд способов связан с технологическими сложностями их реализации, либо использованием дорогостоящих реагентов, поэтому среди наиболее перспективных направлений в настоящее время значительное внимание отечественных и зарубежных исследователей уделяется разработке новых комбинированных технологий производства очищенной ортофосфорной кислоты, основанных на сочетании нескольких отдельным методов.

Наиболее перспективной для Республики Беларусь представляется разработка комбинированной технологии очистки ЭФК основанной на последовательном удалении примесей методами осаждения, с удалением примесей в составе малорастворимых кремнефторидов щелочных металлов, с последующей десорбцией фторсодержащих примесей методом отдувки воздухом.

На основании результатов исследований закономерностей физико-химических процессов в многокомпонентных водно-солевых системах, образующихся на отдельных стадиях очистки фосфорных кислот, а также результатов производственных испытаний, разработана энерго-сберегающая технология получения очищенной ортофосфорной кислоты. Данная технология (рисунок) предусматривает использование в качестве очищаемой фосфорной кислоты, продукционной ЭФК или упаренной ЭФК и включает следующие основные стадии:

- Прием исходного сырья. Включает стандартные технологические операции.

- Получение осадительного реагента. Процесс получения осадительного реагента осуществляется в реакторе (поз. 6) снабженным перемешивающим устройством и греющей рубашкой обогреваемой паром. ЭФК из бака (поз. 2), погружным насосом, в количестве 20 мас. % от

исходной массы подается в реактор (поз. 6). Раствор жидкого натриевого стекла из бака (поз. 4) взятого в соотношении $\text{SiO}_2:\text{F}$ равном 120 мас. % от стехиометрии, погружным насосом, подается в реактор (поз. 6). Подача кальцинированной соды осуществляется из бункера кальцинированной соды (поз. 1) через ленточный дозатор (поз. 3) в количестве 140 мас. % от стехиометрии.

- Химическое старение суспензии. По завершении процесса химического взаимодействия осадительного реагента с основным количеством фосфорной кислоты, перемешивание и нагрев в реакторах (поз. 7, 8) отключают. Процесс химического старения проводят при температуре суспензии 20 – 25 °С.

- Фильтрация суспензии. После завершения процесса химического старения суспензию подают на разделение на ленточный вакуум-фильтр (поз. 9). В процессе разделения суспензии и промывки осадка дренажная лента с фильтруемым продуктом последовательно проходит через 3 зоны. Отвод фильтратов из вакуум-коробки осуществляется с использованием гибких шлангов и разделенного на отдельные секции вакуум-коллектора.

Первая зона – зона фильтрации очищенной методом осаждения ЭФК, которая через бак (поз. 10), погружным насосом подается в кожухотрубный теплообменник (поз. 13) и далее на стадию десорбции фторсодержащих примесей.

- Десорбция фторсодержащих соединений. Очищенная после первой стадии фосфорная кислота из бака (поз. 10) погружным насосом подается в кожухотрубный теплообменник (поз. 13) где нагревается паром до температуры 110 – 120 °С и далее подается в десорбер тарельчатого типа на верхнюю тарелку через распределительное устройство. Процесс десорбции проводят с использованием в качестве газа-носителя – воздуха подаваемого в нижнюю часть аппарата компрессором (поз. 15). Температура в десорбере поддерживается в диапазоне 110 – 120 °С, при расходе подаваемого воздуха не менее 6 м³/мин на 1 м³ фосфорной кислоты.

Образующаяся в десорбере парогазовая смесь, содержащая брызги фосфорной кислоты поступает в брызгоуловители где происходит сепарирование капель кислоты и их возврат на верхнюю тарелку десорбера.

Очищенная ортофосфорная кислота из нижней части десорбера отводится в бак очищенной упаренной экстракционной фосфорной кислоты (поз. 16) откуда погружным насосом откачивается на склад и переработку.

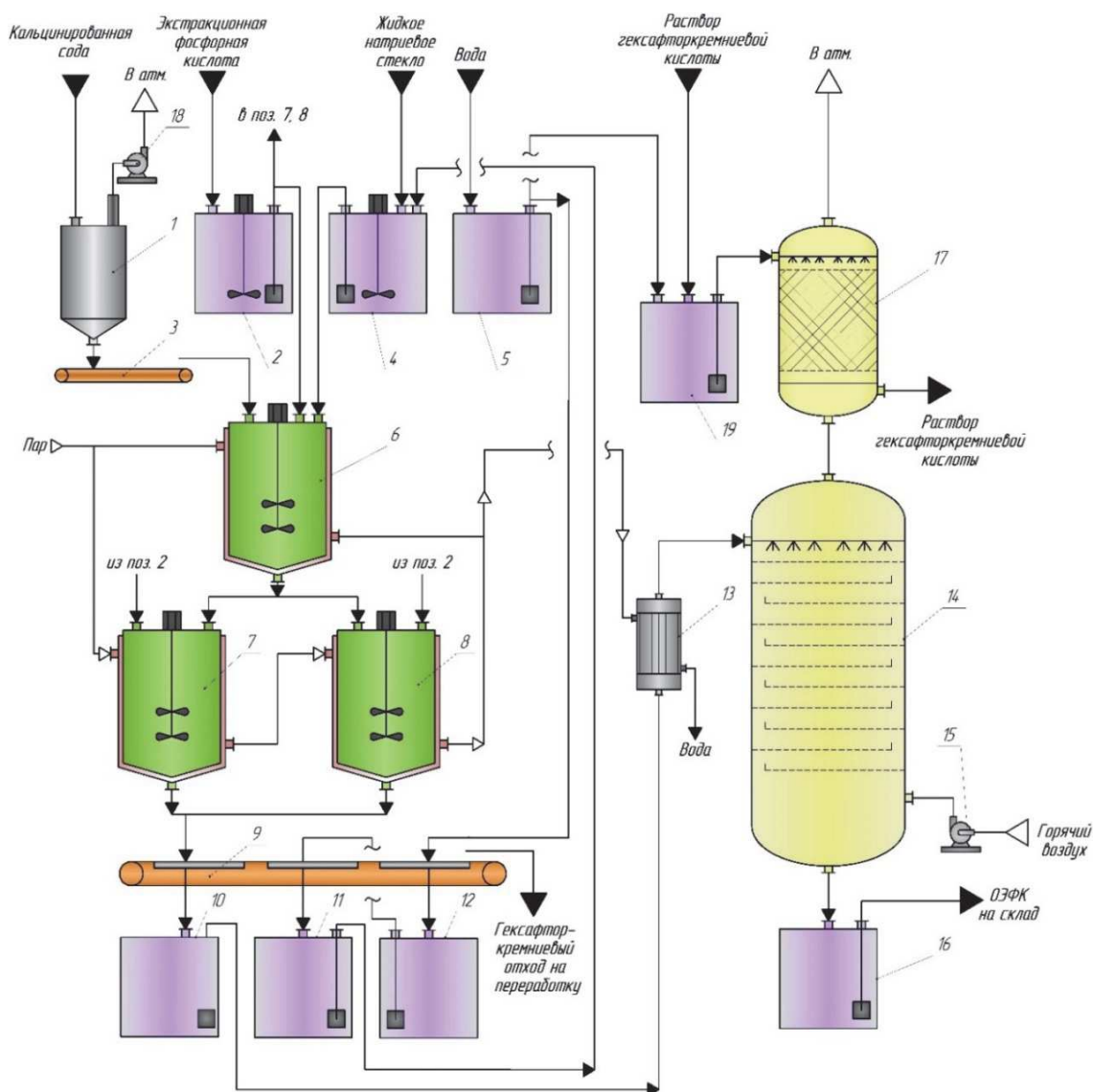


Рисунок 1 – Технологическая схема комбинированной очистки ЭФК

1 – бункер кальцинированной соды; 2 – бак ЭФК; 3 – весовой питатель; 4 – бак жидкого натриевого стекла; 5 – бак технической воды; 6 – реактор осадительного реагента; 7, 8 – реактора осаждения; 9 – ленточный вакуум-фильтр; 10 – бак очищенной кислоты; 11 – бак первого фильтрата; 12 – бак второго фильтрата; 13 – кожухотрубный теплообменник; 14 – десорбер; 15 – компрессор; 16 – бак очищенной ортофосфорной кислоты; 17 – абсорбер; 18 – воздуходувка; 19 – бак гексафторкремниевой кислоты

Очищенная от брызг фосфорной кислоты парогазовая смесь из брызгоуловителей по газоходам поступает в систему очистки, представленную абсорбционными (полыми, противоточными, промывными) башнями (условное обозначение на схеме поз. 17), орошаемые циркуляционной жидкостью из бака H_2SiF_6 (поз. 19). На выходе из брызгоуловителя в газоходах перед абсорбционными башнями (поз. 17)

установлены дополнительные форсунки, на которые насосами подается фторная вода.

В бак H_2SiF_6 в качестве подпитки погружным насосом подается техническая вода из бака (поз. 5). В абсорбционных башнях улавливается 90 – 95 % фтора, содержащегося в парогазовой смеси, поступающей на абсорбцию.

Ключевыми преимуществами данной технологии является возможность создания замкнутого технологического цикла, с возможностью реализации технологии на базе действующего производства ОАО «Гомельский химический завод», обеспечение комплексной переработки сырья и организации малоотходной технологии на основе принципов «зеленой химии», позволяющей максимально использовать исходные реагенты, а также снизить количество отходов и устранить их антропогенное воздействие на окружающую среду.

УДК 665.76

Колыбельский Д.С.

(Российский государственный университет нефти
и газа (НИУ) имени И. М. Губкина)

ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА В РФ ЩЕЛОЧНЫХ ДЕТЕРГЕНТОВ КАК ОСНОВЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПЛАСТИЧНЫХ СМАЗОК

Щелочные детергенты на основе сульфонатов, алкилсалицилатов, алкилфенолятов кальция, магния и других металлов широко применяются при производстве смазочных масел в качестве моюще-диспергирующих присадок. Проводимые ранее на базе РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина исследования показали, что эти компоненты можно использовать также в качестве загустителей для получения высокоэффективных пластичных смазок с хорошими высокотемпературными, механическими и трибологическими свойствами, применимые для работы в условиях высоких нагрузок и обводненности [1].

В настоящее время в РФ наблюдается дефицит производства основных присадок для смазочных материалов. При текущем объеме потребления присадок в стране около 100 тыс. тонн в год около 50 тыс. тонн импортируется – в основном из «дружественных» стран [2]. В табл.1 представлена оценка потребности в присадках в РФ по данным Ассоциации нефтепереработчиков и нефтехимиков (АНН). Текущие мощности производства присадок на предприятиях РФ и РБ составляют