

УДК 665.7.032.5:66.092.094.25

В.С. Францкевич, зав. кафедрой, канд. техн. наук;

А.И. Юсевич, зав. кафедрой, канд. хим. наук;

В.Н. Павлечко, доц., канд. техн. наук;

В.И. Козловский, ст. преп., канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск)

РАСЧЕТ И ПОДБОР ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ РЕАКТОРНОГО БЛОКА ПИЛОТНОЙ ПРОТОЧНОЙ УСТАНОВКИ ГИДРОКОНВЕРСИИ СМЕСЕВОГО НЕФТЯНОГО, ДРЕВЕСНОГО И БУРОУГОЛЬНОГО СЫРЬЯ

В процессах гидрооблагораживания тяжелых нефтяных остатков получают так называемую синтетическая нефть, которая по своим характеристикам близка к природной легкой нефти и может быть разделена на традиционные топливные фракции: бензиновую, керосиновую, дизельную, газойлевую – методом перегонки. Однако переработка нефтяных остатков представляет собой достаточно сложную задачу в связи с тем, что они содержат большое количество смол и асфальтенов, которые склонны к поликонденсации с образованием высокомолекулярных углеродистых продуктов (кокса). Это вынуждает ограничивать степень конверсии тяжелого нефтяного сырья, так как кокс отлагается на поверхности катализаторов, оседает в газопродуктовых сепараторах, забивает холодильное оборудование и контактные устройства ректификационных колонн. Уменьшить коксообразование может повышение гидрирующей активности катализаторов. Для этого ведутся интенсивные исследования, которые позволяют достигать 75–100%-ной степени конверсии асфальтенов.

В свою очередь, совместная гидротермокаталитическая переработка тяжелых нефтяных остатков, древесных отходов и твердых горючих ископаемых с применением современных достижений в области наногетерогенного катализа является перспективным направлением повышения эффективности использования различных трудноперерабатываемых источников углеводородного сырья. При этом может быть решен ряд важных для экономики Беларуси задач:

- повышение глубины переработки нефти;
- увеличение выработки светлых углеводородных фракций топливного назначения и сырья для нефтехимического синтеза за счет вовлечения в переработку альтернативных и возобновляемых сырьевых источников;
- улучшение качества продуктов, получаемых из тяжелого

нефтяного сырья.

При проектировании пилотной проточной установки гидроконверсии смесового нефтяного, древесного и бурого угольного сырья за основу была взята принципиальная технологическая схема этой установки, разработанная Институтом химии новых материалов НАН Беларуси, приведенная на рисунке. Эта технологическая схема была разработана с целью максимально точного моделирования промышленной установки гидроконверсии непрерывного действия, включающей рециклы по непревращенному остатку и водородсодержащему газу, сложное насосное оборудование для подачи суспензий под высоким давлением, циркуляционный компрессор водородсодержащего газа, многоступенчатую систему сепарации газопродуктовой смеси с выделением узких фракций целевых и побочных продуктов. Однако из-за большого числа единиц технологического оборудования, трубопроводной арматуры, контрольно-измерительных приборов и средств автоматики такая установка будет иметь весьма высокую стоимость изготовления и обслуживания. Кроме того, наличие рециклов сделает операции пуска и останова установки весьма длительными, трудоемкими и требовательными к квалификации обслуживающего персонала. Длительный выход установки на стационарный режим в свою очередь может привести к необходимости ее круглосуточной работы при проведении исследований, что может вызвать проблемы с организацией труда в НИИ и, к тому же, обусловит повышенный расход сырья, реагентов и энергоресурсов.

С учетом вышеизложенных соображений разработана технологическая схема реакторного блока с узлом подачи сырья и блоком сепарации продуктов упрощенной пилотной проточной установки гидроконверсии смесового нефтяного, древесного и бурого угольного сырья производительностью до 1 кг в час (рисунок). Установка включает сырьевую емкость Е-1 с обогревом и перемешиванием, узел смешения сырья с водородом См-1, трубчатую печь П-1 для подогрева газосырьевой смеси, трубчатый реактор Р-1, водяные холодильники Т-1 и Т-2, горячие сепараторы высокого (С-1) и низкого (С-2) давления, холодный сепаратор низкого давления С-3 для разделения смеси продуктов. Предусмотрена предохранительная арматура для безопасной эксплуатации оборудования, контрольно-измерительные приборы и система автоматики для контроля и регулирования параметров технологического режима.

Выполнены механические расчеты оборудования. Основной конструкционный материал – сталь 12Х18Н10Т.

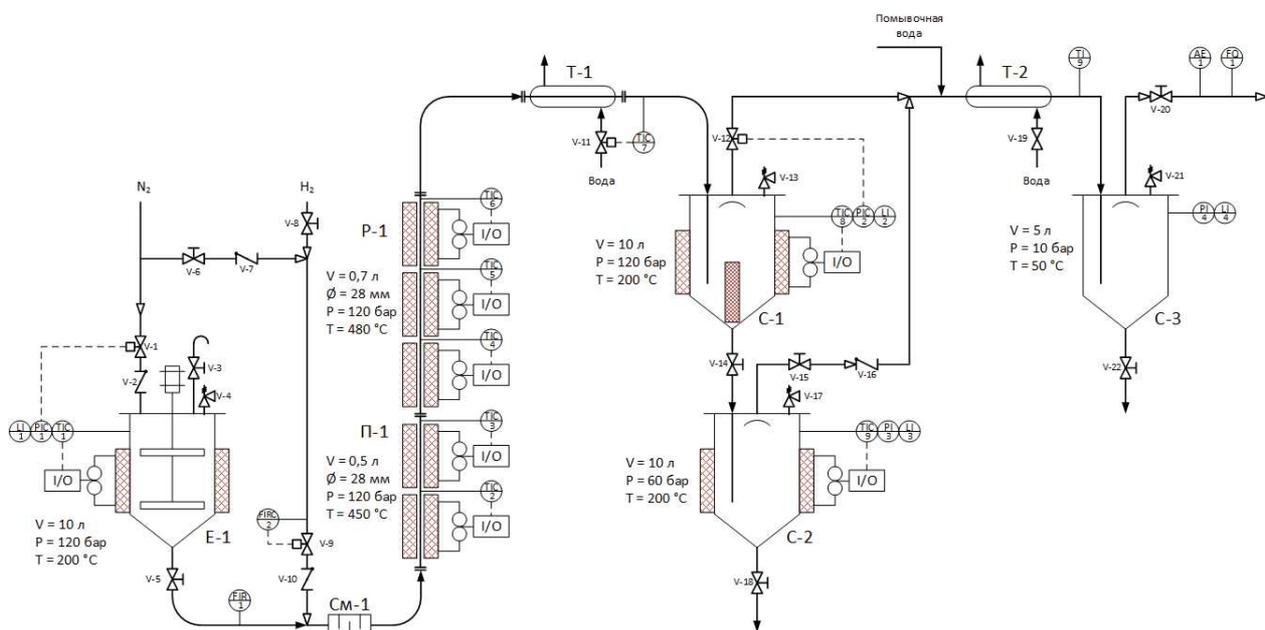


Рисунок 1 – Технологическая схема реакторного блока с узлом подачи сырья и блоком сепарации продуктов пилотной проточной установки гидроконверсии смешанного нефтяного, древесного и бурогоугольного сырья производительностью до 1 кг в час

Для сырьевой емкости Е-1 рассчитаны внутренний диаметр – 180 мм, высота – 400 мм и толщины: цилиндрической обечайки – 20 мм, днища – 30 мм и крышки – 62 мм. Количество шпилек для крепления крышки к емкости составляет 12 шт. размером М30 из стали 35Х. Подобран материал уплотнительной прокладки и ее толщина. Перемешивающее устройство имеет две четырехлопастные мешалки диаметром 60 мм, лопасти которых высотой 15 мм наклонены под углом 30° к плоскости вращения. Затраты мощности на перемешивание – 0,3 кВт при температурах 100–200°С. Диаметр вала 9 мм. Мощность электрического нагревателя для нагрева емкости и среды в ней 4 кВт.

Внутренний диаметр реактора Р-1 при давлении 13 МПа и температуре 530°С составил 28 мм, высота – 1200 мм, толщина стенки реактора – 4 мм. Толщина прокладки 3 мм, ширина – 8 мм (из терморасширенного графита «графлекс» типа ПФ 33). Количество шпилек для крепления крышки к емкости составляет 4 шт. размером М20 из стали ХН35ВТ. Мощность электрического нагревателя – 0,7 кВт.

Подогреватель исходной смеси П-1 – электрическая трубчатая печь с внутренним диаметром 28 мм и высотой 850 мм. Мощность электрического нагревателя – 0,55 кВт.

Поверхность теплообмена холодильников Т-1 и Т-2 составляет соответственно 0,0103 м² и 0,551 м². Рассчитаны внутренний диаметр и толщина внутренней и наружной трубок, толщина фланцев, длина теплообменной поверхности.

Для сепараторов С-1, С-2 и С-3 внутренний диаметр составил 150 мм, высоты – 600 мм, 600 мм и 300 мм соответственно. Толщины стенок цилиндрических обечаек – 15 мм, 8 мм и 5 мм соответственно. Рассчитаны диаметр шпилек для крепления крышек к сосудам, их количество. Подобран материал уплотнительной прокладки и ее толщина.

Выполнен расчет толщины слоя тепловой изоляции технологического оборудования.

*Работа выполнялась в рамках задания 4.3
ГПНИ "Химические процессы, реагенты и технологии,
биорегуляторы и биооргхимия".*