УДК: 665.6.002.8

А.Д. ЗОРИН, Е.Н. КАРАТАЕВ, В.Ф. ЗАНОЗИНА
НИИ химии Нижегородского государственного университета им. Н.И.Лобачевского

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ НЕФТЕХИМИИ В ЖИДКОЕ ТОПЛИВО

Разработка проекта мобильной установки по переработке отходов нефтехимии в жидкое топливо является развитием работ по созданию опытно-промышленной установки переработки кислых гудронов в жидкое топливо и кокс мощностью 5000 т в год. По результатам исследования процесса тонкослойного крекинга отходов нефтехимии на испытательном стенде университета разработана принципиальная технологическая схема и компоновка мобильной установки. Предложены варианты установок различного назначения по видам отходов нефтехимии и разной мощности.

The development of a mobile plant design for the processing of petroleum chemistry waste to liquid fuel is a continuation of activities on engineering a pilot-commercial plant with 5000 t/year output for the processing of acid tars to liquid fuel and coke. From the study results of the process of thin-layer cracking of petroleum chemistry waste on test stand of the N. Novgorod University a technological scheme and packaging of the mobile plant. According to the kinds of petroleum chemistry waste, a wide variety of plants of a different capacity and purpose were proposed.

Мобильная установка для переработки кислых гудронов в жидкое топливо и кокс по своему назначению является природоохранным объектом.

Кислый гудрон – это отход процесса глубокой очистки нефтехимического сырья серной кислотой от непредельных и ароматических соединений. Несколько миллионов тонн кислых гудронов складированы в прудах вблизи десятков нефтеперерабатывающих заводов России.

Решение проблемы утилизации кислого гудрона – это путь к ликвидации этих прудов, загрязняющих окружающую среду в районе их размещения.

Введение в эксплуатацию первой мобильной установки для переработки кислого гудрона в жидкое топливо позволит решить следующие конкретные задачи:

- отработать в промышленном масштабе технологию утилизации кислого гудрона;
- получать в результате переработки кислого гудрона продукты, имеющие народно-хозяйственное значение (печное топливо, мазут, кокс);
- разработать технические условия на товарные продукты и уточнить направление их использования.

В основе технологии переработки кислых гудронов лежит разработанный в ННГУ метод управляемого крекинга высокомолекулярных органических соединений, содержащихся в гудроне. Технология предусматривает предварительную подготовку кислого гудрона перед крекингом, заключающуюся в освобождении гудрона от серной кислоты путем экстракции водой с последующей выпаркой остаточной воды.

Метод утилизации кислого гудрона характеризуется следующими показателями: непрерывностью процесса; высокой производительностью; направленностью крекинга гудрона; высоким выходом жидкого топлива (75 %); ведением всех стадий процесса под атмосферным давлением, что повышает безопасность процесса. Технология утили-

зации гудрона отработана на испытательном стенде производительностью 15 т/год.

Для процесса крекинга кислого гудрона предложен реактор специальной конструкции и вспомогательное оборудование, отвечающее всем требованиям технологического процесса. Конструкция реактора и технологические параметры процесса крекинга гудрона защищены патентами. Процесс переработки кислого гудрона в жидкое топливо и кокс сопровождается непрерывным аналитическим контролем.

Технология переработки прудового кислого гудрона в жидкое топливо и кокс состоит из двух основных стадий: промывки кислого гудрона и утилизации кислой воды. Промывка кислого гудрона представляет собой преимущественно физический процесс экстракции серной кислоты из гудрона водой. Нейтрализация кислой воды от промывки гудрона гидроокисью кальция протекает по реакции H_2SO_4 (р-р) + $Ca(OH)_2$ → → $CaSO_4\downarrow$ + $2H_2O$ + nH_2O.

Обезвоживание отмытого гудрона осуществляется методом выпаривания воды при атмосферном давлении в роторно-пленочном испарителе, а переработка осушенного гудрона в жидкое топливо и кокс – методом тонкослойного управляемого крекинга в реакторе непрерывного действия при температуре поверхности контакта с гудроном 500-550 ºС и атмосферном давлении. При этом гудрон подвергается термоудару, при котором происходит крекинг высокомолекулярных соединений до соединений, близких по составу к дизельному топливу, а также образуется 15-20 % кокса и 5-10 % газообразных углеводородов:

$$\Sigma C_xH_y \rightarrow \Sigma C_{x-1}H_y + C.$$

Из дифференциального конденсатора реактора крекинга выходят два потока: газообразные углеводороды C_1-C_4 с примесью сероводорода и жидкое печное топливо (температура кипения 50-380 ºС).

Целевым продуктом технологического процесса является жидкое топливо. Для очистки от сульфокислот и меркаптанов производится его обработка водным раствором едкого калия с массовой концентрацией 15-20 %:

$$n\text{RHSO}_3 + n\text{RSH} + 2n\text{KOH (р-р)} \rightarrow$$

$$\rightarrow \text{RSO}_3\text{K} + \text{RSK (р-р)}.$$

Газообразные углеводороды C_1-C_4 с примесью сероводорода подвергаются очистке методом абсорбции в насадочной санитарной колонне по реакции

$$H_2S + KOH\ (р\text{-}р) = KHS + H_2O.$$

Мазут М-100 получают простым смешением жидкого стабилизированного топлива и промытого и осушенного гудрона.

Мобильная установка для переработки кислых гудронов в жидкое топливо и кокс включает установку извлечения кислого гудрона из пруда, емкостной парк, узел нейтрализации кислого гудрона, реакторный блок, узел очистки абгазов и топлива, блок насосных агрегатов, склад товарной продукции и автостояк, модули лабораторный, управления и контроля установки, бытовой, склад реагентов, систему водооборота, пожарный резервуар, энергетический блок (котельная, дизель-генератор), топливные резервуары.

Мобильная установка разворачивается на берегу пруда с кислым гудроном на подготовленной площадке с твердым покрытием; отдельные элементы установки с целью защиты от атмосферного воздействия размещаются в крытых сборных ангарах. В состав мобильной установки входят также средства для реализации мероприятий по охране окружающей среды: почвы, воздуха и подземных вод.

Технологический процесс и аппаратура для утилизации кислых гудронов в жидкое топливо и кокс могут перестраиваться под различный состав кислого гудрона и нефтешламов, близких к кислому гудрону. Для застарелых мазутов и гудронов технологический процесс переработки отходов в жидкое топливо на несколько стадий короче.

На следующем этапе работ предлагается опробовать несколько вариантов мобильных установок из типовых блоков и узлов для утилизации определенных групп отходов нефтехимии.