

Малотоннажные установки по переработке углеводородного сырья

Ильенко Б.К.¹, Дмитриев В.М.¹, Гета В.И.²

¹ *Институт газа НАН Украины, Киев*

² *Национальный технический университет Украины «КПИ», Киев*

Проанализировано состояние проблемы переработки углеводородного сырья на малотоннажных производственных комплексах. Представлена информация по малотоннажным установкам переработки нефти и газового конденсата в Украине, России и других странах. Даны основные характеристики процесса «Цеоформинг». Предлагаются пути использования прямогонных фракций переработки углеводородного сырья с целью получения товарных продуктов (моторных топлив, битума), а также продуктов процесса пиролиза прямогонного бензина.

Ключевые слова: малотоннажная установка, нефть, газовый конденсат, бензиновая фракция, дизельная фракция, мазут, цеоформинг, битумная установка, пиролиз.

Проанализовано стан проблеми переробки вуглеводневої сировини на малотоннажних виробничих комплексах. Представлено інформацію щодо малотоннажних установок з переробки нафти та газового конденсату в Україні, Росії та інших країнах. Дано основні характеристики процесу «Цеоформінг». Пропонуються шляхи використання прямогонних фракцій переробки вуглеводневої сировини з метою отримання товарних продуктів (моторних палив, бітуму), а також продуктів процесу піролізу прямогонного бензину.

Ключові слова: малотоннажна установка, нафта, газовий конденсат, бензинова фракція, дизельна фракція, мазут, цеоформінг, бітумна установка, піроліз.

В последние годы возрос интерес к разработке малотоннажных установок по переработке нефти, газового конденсата и других видов углеводородного сырья вследствие исчерпания крупных месторождений нефти на суше и вовлечение в сферу переработки сырья менее мощных залежей. В США, например, функционирует значительное количество малотоннажных установок по переработке нефти. В странах СНГ, в частности, в Украине появилась возможность приватизации нефтяных и газоконденсатных месторождений, в том числе малой мощности, что также привело к росту количества указанных мини-комплексов. По данным Минпромэнерго РФ, с 2002 по 2006 г. годовой объем переработки нефти на мини-НПЗ увеличился на 41 %, составив 4,6 млн т. К 2012 г. предполагается строительство 10–12 НПЗ годовой мощностью 200–500 тыс. т и 3–5 НПЗ мощностью 1–1,5 млн т [1]. Расширилась сфера применения малотоннажных установок. Это не только традиционная первичная переработка нефти и газового конденсата, а и производство метанола, получение высокооктановых бензинов, расширение функционального назначения полученных прямогонных фракций: использование их в качестве сырья процессов

нефтехимии (пиролиз углеводородов), для производства химической продукции.

Ситуация, сложившаяся в свое время в СССР, прежде всего в России, имела специфические особенности, главная из которых — это удаленность основных нефтедобывающих регионов (Западная Сибирь) от нефтеперерабатывающих предприятий, расположенных преимущественно в Европейской части страны. Это особенно остро сказывалось на обеспечении данного региона моторными топливами. С целью сокращения указанного дефицита в Тюменской области (Сургуте, Нижневартовске) были построены малотоннажные установки по переработке нефти.

Установка в Нижневартовске рассчитана на переработку 100 тыс. т/год нефти с получением бензиновой и дизельной фракций, а также мазута. Дизельная фракция независимо от цетанового числа использовалась как дизельное топливо для местных транспортных средств, мазут — как котельное топливо, а бензиновая фракция (конец кипения 140 °С) закачивалась в нефтяные скважины и использовалась для разрыва пластов.

Примерно такая же ситуация с газоконденсатными месторождениями. В Уренгойском ре-

гионе с 1979 г. эксплуатировалась разработанная ВНИИгазом установка для переработки газового конденсата производительностью по сырью 12 тыс. т/год. С 1982 г. в г. Дудинка (ПО «Норильскгазпром») эксплуатировалась промышленная установка производительностью 50 тыс. т/год. На указанных установках производилось дизельное топливо, а бензиновая фракция за счет применения различных высокооктановых добавок (экстралина — 1,3 % к исходному прямогонному бензину, ферроцена — 33 мг/л прямогонного бензина, метил-трет-бутилового эфира — 11 % к исходной бензиновой фракции) доводилась по октановому числу до автобензина марки А-76 и также применялась в качестве моторного топлива для карбюраторных двигателей местных транспортных средств [2]. В настоящее время в странах СНГ на промыслах действуют несколько десятков малотоннажных установок первичной переработки нефти и газового конденсата мощностью от 5 до 200 тыс. т/год, продукцией которых являются низкооктановая бензиновая фракция, дизельное топливо и мазут, причем на некоторых установках на базе бензиновой фракции компаундированием с высокооктановыми компонентами и добавлением антидетонаторов получают автомобильные бензины с октановым числом не выше 80 [3].

За рубежом действует сооруженная в 1990 г. установка «Microstill» фирмы «Forsythe International» (Голландия) по переработке сырой нефти (6,5 тыс. т/год) для обеспечения топливом двигателей насосных станций по перекачке нефти, а также двигателей нефтяных насосов, эксплуатируемых на месторождениях. Установка обеспечивала получение до 2,9 тыс. м³/год дизельного топлива [4].

Известна также эксплуатируемая с 1993 г. в Папуа Новая Гвинея компанией «Chevron» более мощная установка (до 30 тыс. т/год нефти) для получения дизельного топлива и авиационного керосина. Особенностью этой установки, обеспечивающей работу нефтяных насосов перекачки нефти, являлось то, что после выделения керосиновой и дизельной фракции оставшиеся мазут и бензиновая фракция направлялись обратно в нефтепровод [5]. Там же планировалось строительство установки производительностью 900 тыс. т/год нефти для производства керосина, дизельного топлива и ракетного топлива. Бензиновую фракцию и мазут также предполагалось закачивать обратно в нефтепровод. Указанные установки работают по схеме первичной переработки нефти, причем даже на установке производительностью по сы-

рю около 1 млн т не предусматривается использование оборудования для получения высокооктанового бензина из бензиновой фракции.

История создания в Украине установок по переработке углеводородного сырья на промыслах относится к началу 1960-х гг., когда была введена в эксплуатацию на Шебелинском газоперерабатывающем заводе установка по переработке газового конденсата [6]. По данным за 2007 г., приведенным Департаментом нефти, газа и нефтеперерабатывающей промышленности Минтопэнерго Украины, у нас в стране работает 80 малотоннажных установок для переработки нефти и конденсата.

Первой в Украине малотоннажной установкой по переработке газового конденсата является сооруженная в середине 1990-х гг. в составе ЗАО «МТН-Полтава» установка мощностью 18 тыс. т/год по сырью. На установке использовано отечественное оборудование Черновицкого машиностроительного завода. Проектом предусматривался выход прямогонного бензина до 60 %, дизельного топлива 30 %, мазута 5–7 %. В случае отсутствия в газовом конденсате дизельной фракции выход бензиновой фракции на этой установке может составить до 85 %.

К числу ведущих в Украине малотоннажных комплексов по переработке нефти относится установка мощностью 300 тыс. т/год углеводородного сырья в г. Мариуполь (Азовская нефтяная компания, поставщик оборудования американская фирма Ventek), 4 установки проектной мощностью 25 тыс. т/год в г. Запорожье (поставщик оборудования «Турбогаз»), а также в Донецкой обл. («Коксохимпроект»), в Харьковской обл. (Oktan, Словакия), установка в Черновицкой обл. производства ОАО «Черновицкий машиностроительный завод». В г. Кременчуг сооружена установка ЗАО «Фобос» производительностью 15 тыс. т/год (поставщик оборудования НПО «МАСМА») и другие установки производительностью 10 и 5 тыс. т/год нефти.

Работающие по традиционной схеме установки первичной переработки нефти и газового конденсата предусматривают наличие в своем составе продуктовых и сырьевых емкостей, насосного парка, факельной установки, другого вспомогательного оборудования и подсобных помещений в зависимости от мощности установки. Основным технологическим оборудованием таких установок являются печь нагрева сырья, ректификационная колонна и системы теплообменников: кожухотрубных для мазута и дизельной фракции и аппаратов воздушного охлаждения для бензиновой фракции. В состав не-

которых современных мини-комплексов входит установка термохимической переработки мазута (низкотемпературный крекинг, висбрекинг) с дальнейшей ректификацией полученных продуктов и выделением в результате деструкции мазута широкой фракции легких углеводородов (ШФЛУ).

Мини-установки по сравнению с крупными промышленными установками имеют такие достоинства: снижение стоимости полученного топлива (разумеется, сертифицированного, а это обычно летнее дизельное топливо и топочный мазут) за счет сокращения транспортных расходов вследствие приближения к месту добычи нефти или газового конденсата, либо к месту потребления топлива для передвижных установок. Стоимость самого сырья, безусловно, ниже, чем на крупных НПЗ или на ГПЗ. Немаловажным фактором является возможность вовлечения в сферу переработки малодобитных месторождений и месторождений с непромышленными запасами углеводородного сырья, так как здесь нет необходимости в дополнительных инвестициях на разведку месторождений. К другим несомненным достоинствам мини-комплексов следует отнести короткие сроки строительно-монтажных работ, малые объемы инвестиций и короткий инвестиционный период, более низкие потери от аварий и вынужденных простоев, незначительную экологическую нагрузку региона, простоту транспортной развязки при завозе сырья и вывозе готовой продукции.

В результате переработки нефти и газового конденсата на малотоннажных комплексах обычно получают бензиновую и дизельную (если в газовом конденсате такая есть) фракции, а также мазут. Дизельная фракция по своим характеристикам может быть доведена до марки Л, мазут обычно используется как котельное топливо. Возможно также производство битума из гудрона, полученного наряду с соляровым маслом после вакуумной ректификации мазута на малотоннажных установках [7]. Однако основной проблемой применения продукции таких малотоннажных установок является реализация бензиновой фракции, низкооктановой по своей природе. Этот показатель за некоторым исключением редко превышает 70 пунктов. В газовом конденсате, например, ПО «Норильскгазпром» величина ОЧ составляла 72 пункта, до 76 пунктов достигало октановое число некоторых газоконденсатных месторождений Полтавской обл. Это вызвано относительно высоким содержанием в конденсате таких месторождений изо-парафинов, имеющих высокие антидетонационные характеристики. Применение

высокооктановых добавок позволяет довести октановое число прямогонной фракции до 76–80 пунктов. Этого недостаточно для получения автомобильных топлив, соответствующих современным требованиям, и по своим качествам такие бензины не могут быть реализованы на автозаправочных станциях. Подобная ситуация приводит к появлению на автотопливном рынке Украины низкокачественного бензина нелегального производства.

Переработка прямогонных (низкооктановых) бензиновых фракций, а также попутных газов нефтедобычи в высокооктановые бензины на малотоннажных установках освоена в процессе по технологии «Цеоформинг», в котором предусмотрено применение цеолитсодержащих катализаторов риформинга. Основной особенностью этого процесса благодаря применению указанных катализаторов является протекание преимущественно реакций конверсии парафиновых и нафтеновых углеводородов в ароматические соединения.

Такой процесс получил также название «безводородного риформинга», в отличие от традиционного каталитического риформинга, где основной реакцией является реакция дегидрирования углеводородов, что приводит к образованию значительного количества водорода, циркулирующего в системе. В зависимости от состава сырья и технологических параметров выход бензиновой фракции в этом процессе составляет 65–92 %. Указанный процесс был освоен на установке производительностью 5 тыс. т/год для переработки ШФЛУ, конденсата нефтяного газа и других видов сырья, сооруженной на Нижневартовском ГПЗ. Установка эксплуатируется с 1992 г. Процесс осуществляется под давлением 8–10 атм. Основное оборудование установки стандартное для нефте- и газоперерабатывающей отрасли: ректификационные колонны, теплообменники, рефлюксные емкости, печь нагрева сырья и т.п. Нестандартным является реакторный блок, состоящий из двух трубчатых реакторов, работающих поочередно 300 ч в режиме риформинга и 60 ч в режиме выжигания кокса.

Технология «Цеоформинг» реализована на установках производительностью 40 тыс. т/год по сырью на НПЗ «Глымар» (Польша), в Киргизии (Бишкек), Грузии (Рустави), 420 тыс. т/год в Саудовской Аравии [8]. В целом установки по технологии «Цеоформинг» являются технологическими комплексами, обслуживание которых требует наличия высококвалифицированного персонала. Как следует из приведенной информации, эти установки сооружаются на крупных промышленных предприятиях или в крупных населенных пунктах.

Для условий Украины, учитывая развитую транспортную инфраструктуру и наличие предприятий нефте- и газоперерабатывающего профиля, по мнению авторов, целесообразным является использование прямогонных бензиновых фракций малотоннажных установок для переработки на указанных выше НПЗ и ГПЗ в установках каталитического риформинга с целью получения товарных бензинов.

Другим целевым назначением прямогонных бензиновых фракций, полученных на мини-комплексах, может явиться их применение на установках пиролиза углеводородов. Прямогонные бензины как сырье занимают ведущее положение на таких производствах. В общем мировом сырьевом балансе процесса пиролиза они составляют 53,1 %, в России — 56 %. В результате пиролиза прямогонного бензина получают 5,23 % дивинила, сырья для получения синтетического каучука, что является максимальным показателем получения этого продукта из известных видов промышленного сырья. При этом достигаются также высокие выходы этилена (30,3 %) и пропилена (13,9 %).

Выводы

Применение малотоннажных комплексов по переработке углеводородного сырья способствует вовлечению в сферу потребления нефти и

газового конденсата малodeбитных месторождений. Современные технологии переработки углеводородов позволяют расширить сферу применения малотоннажных установок и номенклатуры производимой продукции.

Список литературы

1. Перспективы мини-НПЗ в России. — http://www.energyland.info/new/news/neft_gaz/neft_gaz/45770.
2. Пак Д.А., Майоров В.И. Газовый конденсат — сырье для получения моторного топлива // Газов. пром-сть. — 1984. — № 2. — С. 6–8.
3. Гориславец С.П., Ильенко Б.К. Малотоннажная блочно-модульная установка по первичной переработке нефти // Экотехнологии и ресурсосбережение. — 2000. — № 5. — С. 70–74.
4. Проспект фирмы «Farsythe Int.». — 1998.
5. Petroleum scene heating in fledgling crude export Papua New Guinea // Oil and Gas Int. — 1994. — Vol. 92, № 16. — P. 22–26.
6. Шерстюк Р., Бурлака В. Эффективность и пути автоматизации НПЗ в Украине // Нефть и газ. — 2008. — № 7. — С. 58–64.
7. Гориславец С.П., Ильенко Б.К., Красновский А.Н. Малотоннажная битумная установка // Экотехнологии и ресурсосбережение. — 1996. — № 5–6. — С. 30–34.
8. Технология «Цеоформинг». — www.zeosit.ac-tel.ru/default2.html

Поступила в редакцию 22.08.11

Low-Tonnage Plants for Hydrocarbon Raw Materials Processing

Ilienko B.K.¹, Dmitriev V.M.¹, Geta V.I.²

¹ *The Gas Institute of NASU, Kiev*

² *National Technical University of Ukraine «KPI», Kiev*

The problem of hydrocarbon raw materials processing on low-tonnage plants industrial complexes status is studied. The information about the low-tonnage plants for oil and gas condensate processing in Ukraine, Russia and other countries is presented. The basic characteristics of «Zeofforming» method are adduced. The methods of straight-run fractions of hydrocarbon raw materials processing application for marketable products such as motor fuels, bitumen, as well as products of gasoline fraction pyrolysis manufacture are proposed.

Key words: low-tonnage plant, oil, gas condensate, gasoline fraction, diesel fraction, fuel oil, zeofforming, bitumen plant, pyrolysis.

Received August 22, 2011