Научная статья
Original article
УДК 665.642.2

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ПЕРЕРАБОТКИ ТЯЖЕЛОЙ НЕФТИ

TECHNOLOGICAL OUTLOOK FOR HEAVY OIL REFINING

Рахматуллина Ю.А., студент 4 курс, факультет Трубопроводного транспорта, Уфимский государственный нефтяной технический университет Россия, г. Уфа

Rakhmatullina Yu.A., 4th year student, Faculty of Pipeline Transport, Ufa State Oil Technical University, Russia, Ufa

Аннотация: Создание новых способов переработки тяжелого нетрадиционного углеводородного сырья становится актуальной задачей, решение которой позволит улучшить воспроизводство сырьевой базы России. Предлагается включить стадию облагораживания тяжелой нефти - превращение ее в «синтетическую» нефть путем воздействия на нее различными химическими реагентами (депрессорные присадки, растворители, более легкие нефти), либо физическими методами, среди которых наиболее распространенным и эффективным является ультразвуковое и электромагнитное воздействие.

Annotation: The creation of new ways of processing heavy unconventional hydrocarbon raw materials is becoming an urgent task, the solution of which will improve the reproduction of the raw material base of Russia. It is proposed to include

the stage of refining heavy oil - its transformation into "synthetic" oil by exposing it to various chemical reagents (depressant additives, solvents, lighter oils), or physical methods, among which the most common and effective is ultrasonic and electromagnetic exposure.

Ключевые слова: тяжелые нефти; высоковязкие нефти; природные битумы; облагораживание; фракция; технология переработки.

Key words: heavy oils; high-viscosity oils; natural bitumen; refining; fraction; processing technology.

Тяжелые нефти и природные битумы приобретают все большее значение в мировой экономике в виду истощения традиционных «легких» ресурсов. По оценкам исследователей, мировые запасы тяжелой нефти составляют порядка 750 млрд т (из них только 70 млрд т извлекамемых). Геологические запасы тяжелых нефтей в России значительны, однако их выработка, транспорт и переработка требуют специфических технологий, а также значительных затрат.

Основная часть месторождений тяжелой нефти нашей страны располагается на территориях Западно-Сибирской и Волго-Уральских нефтегазоносных провинций.

Как известно, тяжелые нефти и природные битумы характеризуются высокими значениями плотности и вязкости, повышенной коксуемостью. Такие свойства тяжелого сырья обуславливают нерентабельность его переработки в условиях классических схем.

Все западные заводы по переработке тяжелой нефти в «синтетическую» нефть (облегченную, маловязкую нефть с плотностью 850-870 кг/м^3), базируются на комбинировании известных технологий переработки нефтяных остатков: гидрокрекинг, коксование, гидроочистка, извлечение серы, производство водорода. В последние годы появились и новые варианты схем на основе процессов висбрекинга, деасфальтизации, гидрокрекинга остатков, гидроочистки газойлей и газификации тяжелого нефтяного сырья [1].

На рисунке 1 представлена типовая схема производства по переработке тяжелых малосернистых нефтей. Предварительно смешанная с растворителем тяжелая нефть подвергается атмосферной и вакуумной перегонке. Продукт вакуумной перегонки - гудрон перерабатывается далее на установках висбрекинга, деасфальтизации и коксования. В качестве остатка данного производства получают жидкий кокс (асфальтит) и твердый кокс. Полноценную высококачественную малосернистую «синтетическую» нефть без недистиллируемых остатков обеспечивают процессы глубокой переработки тяжелых нефтяных остатков - коксование и гидрокрекинг в сочетании с гидроочисткой дистиллятных фракций [1].

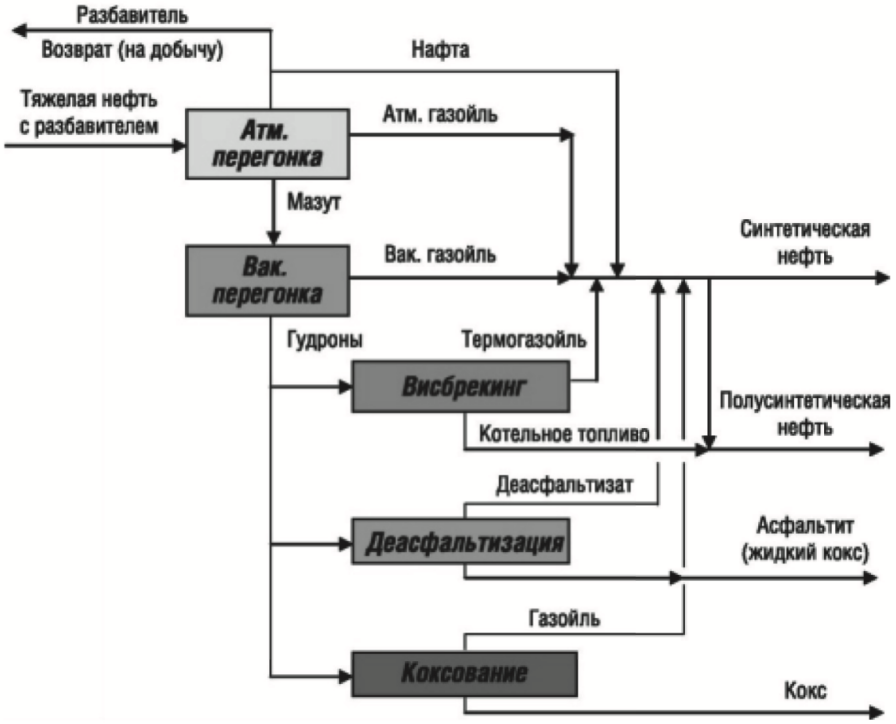

Рисунок 1. Схема базовых технологий, применяемых при переработке тяжелых нефтей в «синтетическую» или «полусинтетическую» нефть

Возможным вариантом получения «синтетической» нефти может быть гидрокрекинг битума без комбинирования с коксованием или другими процессами. При этом отпадает необходимость в гидроочистке дистиллятов, образующих «синтетическую» нефть, но расход водорода на процесс высок. Например, гидрокрекинг природного битума Татарии проводился на

лабораторной установке при 450°С и 3 МПа в присутствии алюмокобальтмолибденового катализатора, рециркулята и разбавителя.

Содержание фракций, выкипающих до 350°С, в продукте процесса составило 78 % (масс.) против их потенциала в исходном сырье не более 26,7% (масс.); содержание серы снизилось с 4,0 до 0,38 % (масс.), расход водорода составил 2,4 % (масс.) на исходное сырье [2].

Важную роль в технологии переработки специфического «тяжелого» сырья играет процесс экстракционной деасфальтизации.

Предварительно отбензиненное и осушенное сырье (отгоняется фракция н.к. - 180 °С) направляется на деасфальтизацию в присутствии комплексного экстрагента при температуре 55°С (рисунок 2). В результате разделения двух образовавшихся фаз получают раствор деасфальтизата, значение плотности и вязкости которого значительно ниже соответствующих значений исходной нефти. Улучшение перечисленных характеристик деасфальтизированной нефти улучшается при смешении ее с ранее отогнанной бензиновой фракцией [3].

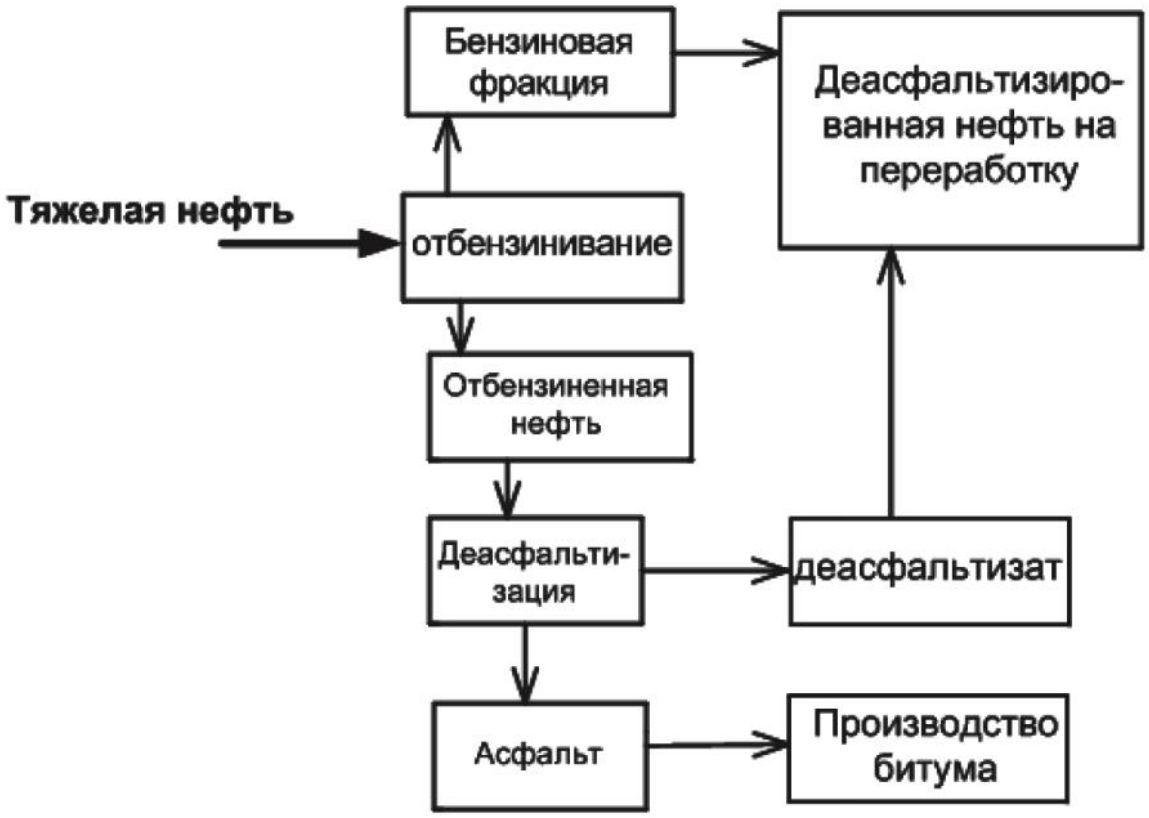

Рисунок 2. Блок-схема деасфальтизации тяжелой нефти

Под облагораживанием «тяжелого» сырья принято понимать понижение удельной плотности путем перевода тяжелых углеводородов в облегченные дистиллятные фракции.

К методам улучшения реологических характеристик нефти можно отнести: действие маловязкими растворителями, депрессорными присадками, смешение с легкими нефтями, термообработка, физические методы воздействия (ультразвуковое, электромагнитное воздействие и т.д.).

При термическом воздействии структурно-механические характеристики подвергнутой обработке нефти улучшаются. Парафин в составе нефти при нагреве растапливается, а остывание формирует условия с целью отделения из нефти кристаллов парафина, для их роста и формирования структурной решетки в нефти. Термообработка даёт возможность получить нефть с непрочной структурной решеткой, неспособной удержать в своих ячейках весь объем нефти.

Подбор депрессорных присадок может быть сопряжен с рядом трудностей, связанных с их избирательным действием по отношению к сырью. различного химического состава.

Например, для высоковязких смолистых нефтей они проявляют слабую эффективность, или совсем не оказывают регулирующего действия.

Необходимо подбирать присадку индивидуально, опираясь на вязкостно-температурные показатели и химический состав нефти, а также самой присадки.

В настоящее время не существует универсального способа улучшения реологических свойств нефтей. Однако одним из самых перспективных методов является физическое воздействие на образец, в частности ультразвуковыми волнами. Ультразвук позволяет разрушать длинные молекулы парафинов, следует отметить, что период релаксации (восстановления) свойств исследуемого образца составляет около 2-4 часов. При добавлении к смеси воды в количестве 2-3 % (в соотношении от 1:30 до

1:50), и времени воздействия 20-30 мин, время релаксации увеличивается до 10-20 дней, а вязкость образца снижается на 58-60 % [4-5].

Значения вязкости тяжелой высоковязкой нефти уменьшается и при облучении ее электромагнитными волнами в течение одного часа на частоте 2450 МГц, мощностью $3 \cdot 10^{-3}$ Вт.

Для этого используют установки, состоящие из генератора высокочастотных колебаний, коаксиального кабеля, полого резонатора и колбы с образцом (рисунок 3) [6].

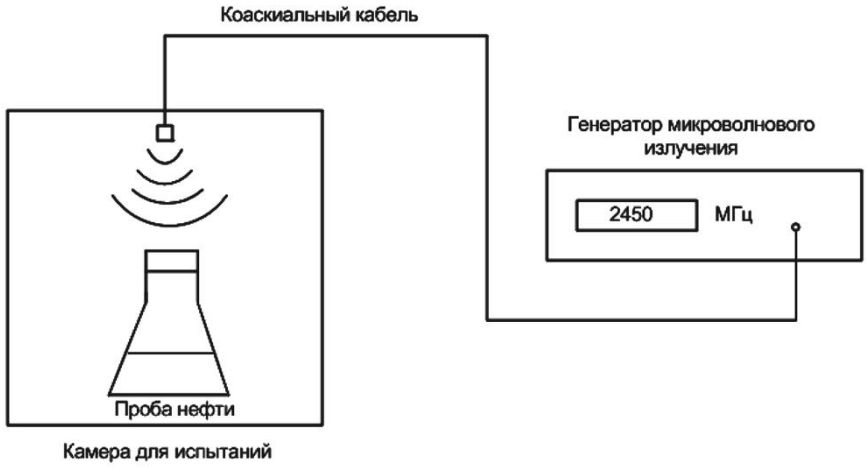

Рисунок 3. Схема экспериментальной установки воздействия микроволнового излучения на образец нефти

Обобщая эффективность различных способов переработки тяжелых высоковязких нефтей можно заключить, что целесообразно подвергать сырую нефть предварительному облагораживанию, а полученную «синтетическую» нефть использовать в качестве сырья установок гидрокаталитических процессов. При таком подходе технологическая цепочка увеличивается только на одну стадию - получение «синтетической» нефти, что является менее затратным решением, по сравнению с полной перепланировкой завода под «тяжелое» сырье и введением радикально новых технологий переработки.

Использованные источники:

1. Щепалов А.А. Тяжелые нефти, газовые гидраты и другие перспективные источники углеводородного сырья: учебно-методическое пособие / А.А.

Щепалов. — Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. — 93 с.

2. Кацобашвили, Я.Р. Получение светлых топлив гидрокрекингом битуминозных сернистых нефтей / Я.Р. Кацобашвили, Г.А. Теплякова, О.В. Бухтенко. // Химия и технология топлив и масел. — 1984. — № 8. — С. 812.
3. Абдрахманов, Р.А. Экстракционная деасфальтизация как метод улучшения свойств высоковязких нефтей / Р.А. Абдрахманов, А.Ю. Копылов, И.И. Салахов, И.Р. Сафина, Л.Ю. Мосунова //Вестник Казанского технологического университета. — 2014. — № 10. — С. 190—194.
4. Остащенко, Б.А. Изменение реологических свойств нефти / Б.А. Остащенко // Вестник института геологии Коми научного центра Уральского отделения РАН. — 2007. — №4. — С. 2—3.
5. Пат. 2065546 Российская Федерация, МПК F17C 3/04 (1995.01). Теплоизоляция криогенных устройств [Текст] /Воротников И.А., Зашляпин Р.А., Иванов Ю.И., Насибулин И.К., Павленко С.Т., Черемных О.Я.; патентообладатель Уральский научно-производственный комплекс криогенного машиностроения. — № 86 3136897; заявл. 12.03.1986; опубл. 20.08.1996.
6. Муллакаев. М.С. Исследование влияния ультразвукового воздействия и химических реагентов на реологические свойства вязких нефтей / М.С. Муллакаев // Оборудование и технологии для нефтегазового комплекса. — 2010. — № 5. — С. 31—34.

Used sources:

1. Shchepalov A.A. Heavy oils, gas hydrates and other promising sources of hydrocarbon raw materials: teaching aid / A.A. Shchepalov. - Nizhny Novgorod: Nizhny Novgorod State University, 2012. - 93 p.

2. Katsobashvili, Ya.R. Obtaining light fuels by hydrocracking of bituminous sulfurous oils / Ya.R. Katsobashvili, G.A. Teplyakova, O.V. Bukhtenko. // Chemistry and technology of fuels and oils. - 1984. - No. 8. - C. 812.
3. Abdrakhmanov, R.A. Extraction deasphalting as a method for improving the properties of high-viscosity oils / R.A. Abdrakhmanov, A.Yu. Kopylov, I.I. Salakhov, I.R. Safina, L.Yu. Mosunova // Bulletin of the Kazan Technological University. - 2014. - No. 10. - S. 190-194.
4. Ostashchenko, B.A. Changing the rheological properties of oil / B.A. Ostaschenko // Bulletin of the Institute of Geology of the Komi Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. - 2007. - No. 4. - P. 2-3.
5. Pat. 2065546 Russian Federation, IPC F17C 3/04 (1995.01). Thermal insulation of cryogenic devices [Text] / Vorotnikov I.A., Zashlyapin R.A., Ivanov Yu.I., Nasibulin I.K., Pavlenko S.T., Cheremnykh O.Ya.; patent holder Ural Research and Production Complex of Cryogenic Engineering. — No. 86 3136897; dec. 03/12/1986; publ. 08/20/1996.
6. Mullakaev. M.S. Study of the influence of ultrasonic exposure and chemical reagents on the rheological properties of viscous oils / M.S. Mullakaev // Equipment and technologies for the oil and gas complex. - 2010. - No. 5. - S. 31-34.

© Рахматуллина Ю.А. 2022 Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №6/2022.

Для цитирования: Рахматуллина Ю.А. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ ПЕРЕРАБОТКИ ТЯЖЕЛОЙ НЕФТИ// Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №6/2022.