

УДК 665.642.2

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОЦЕССА ВИСБРЕКИНГА В СОСТАВЕ КОМБИНИРОВАННЫХ СХЕМ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ

Ахмадова Х.Х., Абдулмежидова З.А.

*Грозненский государственный нефтяной институт, г. Грозный
e-mail: Nava9550@mail.ru*

Кадиев Х.М.

*ЗАО «Грозненский нефтяной научно-исследовательский институт»
e-mail: kadiev@ips.ac.ru*

Сыркин А.М.

*Уфимский государственный нефтяной технический университет
e-mail: syrkinam@mail.ru*

Аннотация. *Включение процесса висбрекинга в комбинированную схему переработки нефти приводит к росту глубины переработки нефти. Рядом отечественных научно-исследовательских и проектных институтов начиная с 1970 г. выполнены разработки процессов переработки тяжелых нефтяных остатков в виде отдельных установок и комбинированных систем, предложены различные варианты комбинирования висбрекинга с другими процессами. В статье рассматриваются эти варианты.*

Ключевые слова: *комбинированные схемы переработки нефти, технологии процесса висбрекинга, тяжелые нефтяные остатки, термический крекинг, каталитический крекинг, гидрокрекинг, коксование*

Рационально комбинируя процессы висбрекинга и термокрекинга с подбором схемы, наиболее предпочтительной для конкретного предприятия, можно обеспечивать практически 100 %-ную глубину переработки нефти [1,2].

В 1970-1980 гг. рядом отечественных проектных институтов были выполнены разработки процессов переработки тяжелых нефтяных остатков в виде отдельных установок и комбинированных систем [3]. Являясь ведущей организацией в отрасли по разработке установок топливного направления, НПО "Грознефтехим" в разные годы осуществил разработку комбинированных комплексов установок, большое число которых было освоено в промышленном масштабе. Были разработаны комбинированные комплексы ГК-3, Г-43-107, КТ-1, КТ-1у, КТ-2, КТ-2А, КТ-3 и т.д.

Первые комбинированные установки ГК-3 были построены на Ангарском НПЗ в 1968 г. и на Кременчугском НПЗ в конце 1969 г. Установки объединили в единый технологический комплекс основные процессы переработки нефти – первичную перегонку нефти, вакуумную перегонку мазута, четкую фракционировку светлых нефтепродуктов, каталитический крекинг, висбрекинг, газодифракционирование и стабилизацию, щелочную очистку нефтепродуктов.

Блок-схема ГК-3 приведена на рис. 1 [4-5].

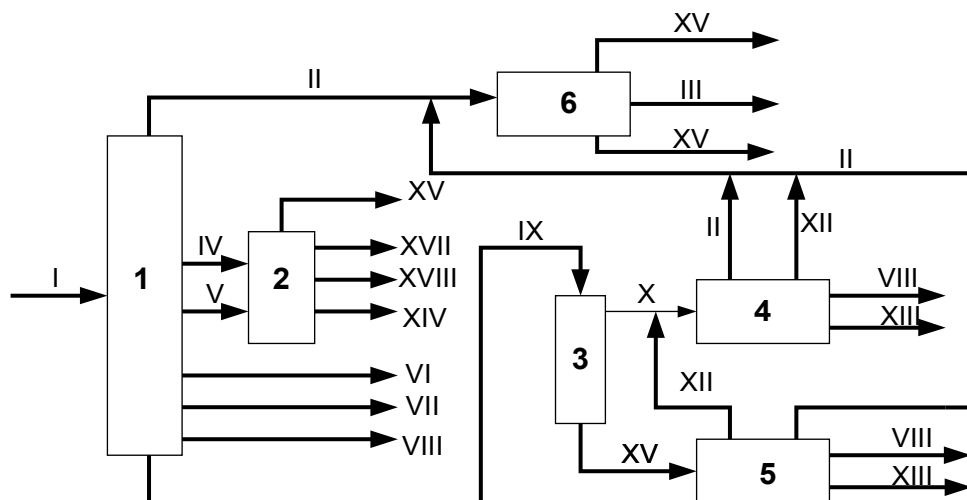


Рис. 1. Блок-схема комбинированной установки ГК-3:

- 1 – атмосферная перегонка; 2 – вторичная перегонка бензина;
 3 – вакуумная перегонка мазута; 4 – каталитический крекинг и ректификация;
 5 – термический крекинг гудрона; 6 – блок стабилизации и газодифракционирования.
- Потоки:* I – обессоленная нефть; II – жирный газ; III – головка стабилизации;
 IV – фр. НК-850 °С; V – фр. 85-140 °С; VI – фр. 140-180 °С;
 VII – легкое топливо; VIII – компонент дизельного топлива; IX – мазут;
 X – вакуумный газойль; XI – гудрон; XII – нестабильный бензин;
 XIII – компонент котельного топлива; XIV – сухой газ; XV – стабильный бензин;
 XVI, XVII, XVIII, XIX – узкие фракции бензина

В связи с наметившейся тенденцией к углублению переработки нефти и все возрастающей добычей сернистых и высокосернистых нефтей в СССР в 1970-1980 гг. увеличился интерес к процессу висбрекинга.

Дальнейшим шагом в углублении переработки нефти и комбинировании разных процессов было создание комбинированной системы КТ-1, которая наряду с блоком каталитического крекинга Г-43-107 включала в свой состав вакуумную перегонку мазута, висбрекинг гудрона и была предназначена для выработки из мазута продуктов, приведенных на рис. 2.

Внедрение комбинированной системы КТ-1 позволило довести отбор светлых при переработке западносибирской нефтесмеси до 68-70 % масс. на нефть.

Повышению эффективности висбрекинга и включению его в комбинированные схемы переработки типа КТ-1 способствовали принципиально новые идеи и решения, возникшие при фундаментальных исследованиях поведения нефтяных дисперсных систем. К ним относятся использование добавок и присадок различной природы, позволяющих резко снизить скорость коксообразования в змеевиках печи, подача бензина на турбулизацию с целью регулирования времени контакта и дополнительного производства легких олефинов и т.д. [6].



Рис. 2. Блок-схема комбинированной установки КТ-1

По технологии, разработанной ГрозНИИ, процесс термической деструкции сырья осуществляется в реакционных трубах змеевика печи при температуре 480-495 °С и времени реакции около двух минут. В качестве сырья использовались тяжелые вакуумные остатки сернистых нефтей.

Первый комбинированный комплекс типа КТ-1 производительностью 3 млн.т в год по мазуту был построен в Болгарии в г. Бургасе. Установка висбрекинга в составе этого комплекса была введена в эксплуатацию в сентябре 1982 г. Первый отечественный комплекс глубокой переработки мазута КТ-1 был построен и введен в промышленную эксплуатацию в г. Павлодаре в конце 1983 г.

Для разработки технических решений по дальнейшему улучшению технико-экономических показателей процесса висбрекинга ГрозНИИ проводило исследование технологии низкотемпературного процесса. Промышленная реализация низкотемпературного процесса инициированного висбрекинга с выносной реакционной камерой в составе комбинированной установки КТ-1/1 была осуществлена на Мажекяйском НПЗ [7]. Исходные данные для проектирования комплекса глубокой переработки мазута КТ-1/1 в г. Мажекяй были выданы ГрозНИИ в 1983 г. [7]. За аналог комбинированной установки была принята отечественная установка КТ-1 в г. Павлодаре.

Проект комбинированной установки КТ-1/1 был выполнен Грозгипронефтехимом в 1985 г. [8].

Комбинированная установка КТ-1/1 объединяет в единый технологический процесс вакуумную перегонку и висбрекинг гудрона, гидроочистку сырья каталитического крекинга, каталитический крекинг, абсорбцию, стабилизацию и фракционирование продуктов крекинга, демеркаптаннизацию ББФ, производство МТБЭ, моноэтаноламиновую очистку.

С учетом накопленного отечественного и зарубежного опыта была предусмотрена схема работы с реактором после печи, который рассчитан из условия пребывания продукта в нем 10-15 мин, при давлении до 10 кг/см², при температуре не выше 450 °С.

В комбинированных комплексах КТ-1у, КТ-2, КТ-2А, КТ-3 мощностью 5 млн.т/год, включающих вакуумную перегонку мазута, гидроочистку и легкий гидрокрекинг вакуумного дистиллята и каталитический крекинг гидроочищенной фракции выше 350 °С, включался и процесс висбрекинга гудрона. Кроме этого, в системе КТ-3 был предусмотрен процесс термодееасфальтизации гудрона. В эти схемы были включены четыре способа термопереработки сернистого гудрона – висбрекинг в обычном виде, висбрекинг с глубокой перегонкой продуктов реакции, термоконтатный крекинг (ТКК), термодееасфальтизация (ТДВ), а также сочетание процесса висбрекинга с термоконтатным крекингом или термодееасфальтизацией.

Блочные схемы указанных комбинированных систем с висбрекингом гудрона приведены на рис. 3-7.

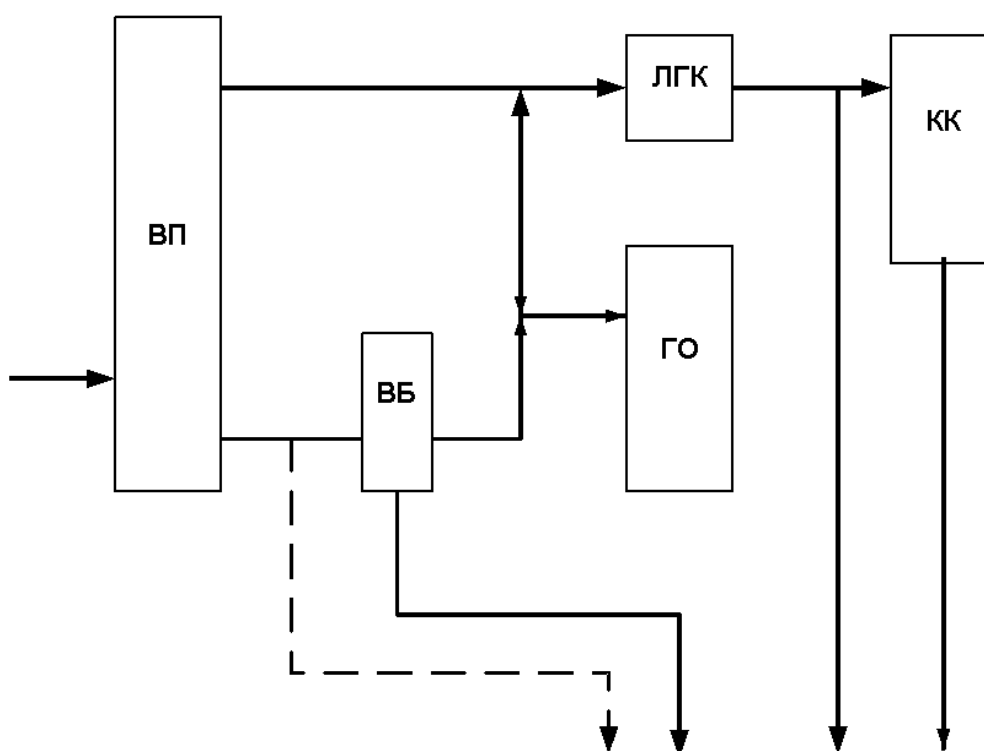


Рис. 3. Схема глубокой переработки нефти на комбинированных установках типа КТ-1, КТ-1у с висбрекингом гудрона

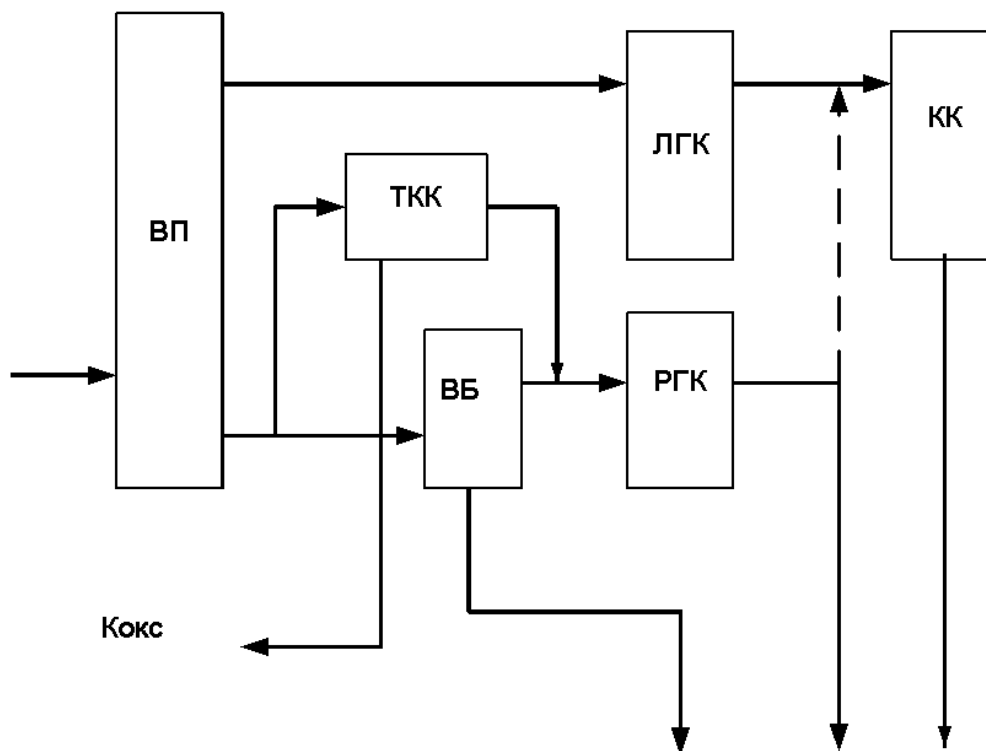


Рис. 6. Схема глубокой переработки нефти на комбинированной установке типа КТ-2 с термической переработкой гудрона (ТКК+ ВБ или ТДА) и отдельным процессом гидрообессеривания и гидрокрекинга вторичных дистиллятов

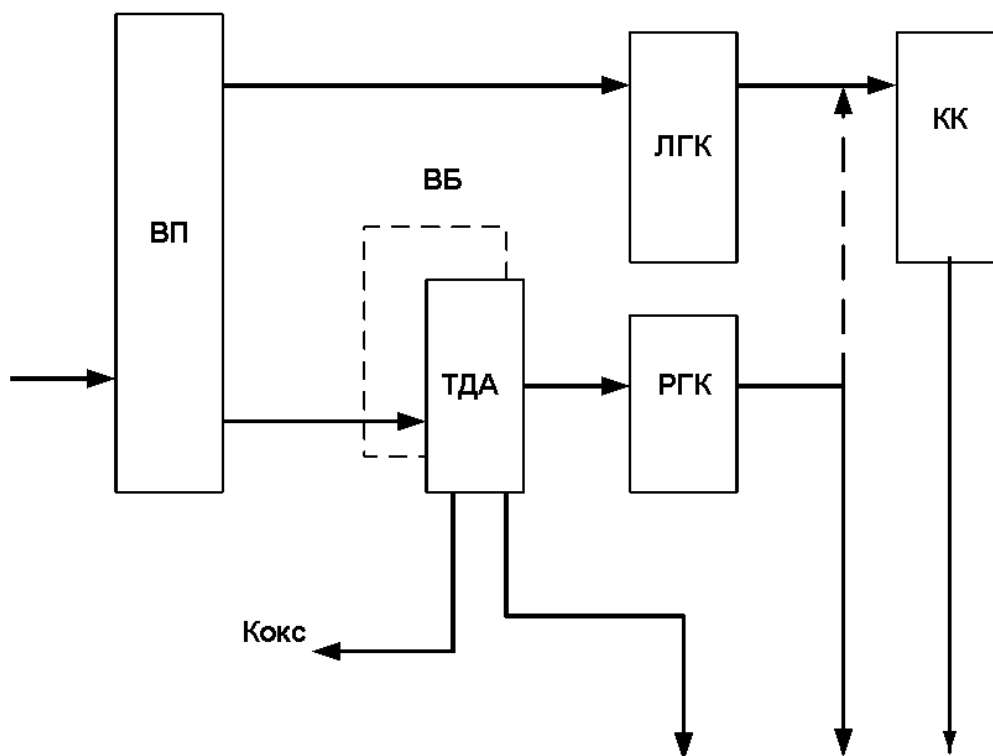


Рис. 7. Схема глубокой переработки нефти на комбинированной установке типа КТ-3 с термической переработкой гудрона (ТКК+ ВБ или ТДА) и отдельным процессом гидрообессеривания и гидрокрекинга вторичных дистиллятов

Большой вклад в развитие отечественной технологии процесса висбрекинга вносит ГУП «Институт нефтехимпереработки РБ».

Одной из важных разработок ГУП «Институт нефтехимпереработки РБ» является технология висбрекинга с выносной реакционной камерой с восходящим потоком сырья (РКВП).

Сопоставительный анализ работы наиболее распространенных вариантов реализации процесса висбрекинга на отечественных НПЗ, проведенный в 2000-2001 гг. специалистами института, показал эффективность процесса висбрекинга с РКВП [9-12].

Реализация процесса висбрекинга с выносной реакционной камерой с восходящим потоком и с вакуумной колонной (глубокий висбрекинг) открывает еще более широкие возможности для углубления переработки нефти при включении его в схему НПЗ топливного профиля.

На основании установленных закономерностей процесса висбрекинга с РКВП в работе [9] разработан вариант углубления переработки нефти с включением в схему процесса НПЗ (рис. 8).

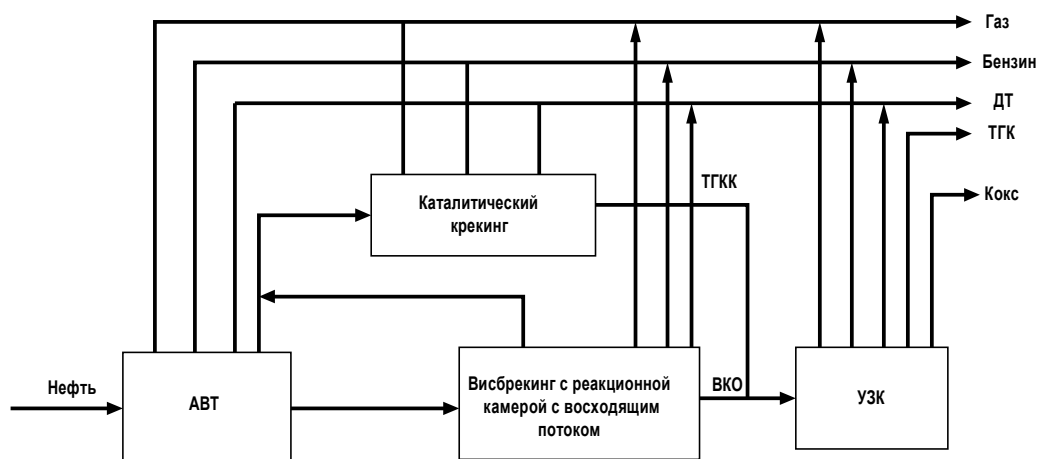


Рис. 8. Комбинированная схема с процессом висбрекинга с реакционной камерой по разработкам ГУП «Институт нефтехимпереработки РБ»

Достаточно эффективен вариант комбинирования висбрекинга с процессом экстрактивной деасфальтизации (HSC-ROSE): на первой ступени при относительно низкой температуре в реакционной камере осуществляют процесс висбрекинга; на второй – в сверхкритических условиях проводят экстракцию растворителем для извлечения деасфальтированного продукта из остатка висбрекинга.

В состав комбинированных установок переработки тяжелого нефтяного сырья также включаются и установки термического крекинга, несмотря на то, что термический крекинг в настоящее время принято считать устаревшим и неэффективным [13].

Современные достижения в аппаратном оформлении, а также ряд технико-технологических «Ноу-Хау» (высокоэффективные печи двухстороннего облучения змеевика; специальное техническое оформление камеры ТК и др.) делают этот процесс экономически и технологически конкурентоспособным и привлекательным.

ГУП «Институт нефтехимпереработка РБ» разработал ряд технологий и технических решений, которые позволяют за счет комбинирования термических процессов (висбрекинга, коксования, термического крекинга вторичных газойлей) и осуществления термической конверсии по принципу стадийности осуществить глубокую переработку остаточного нефтяного сырья в целевые легкие нефтепродукты с высоким выходом.

Этим институтом предложены следующие варианты комбинирования процессов ТК и ЗК (рис. 9-11) [1].

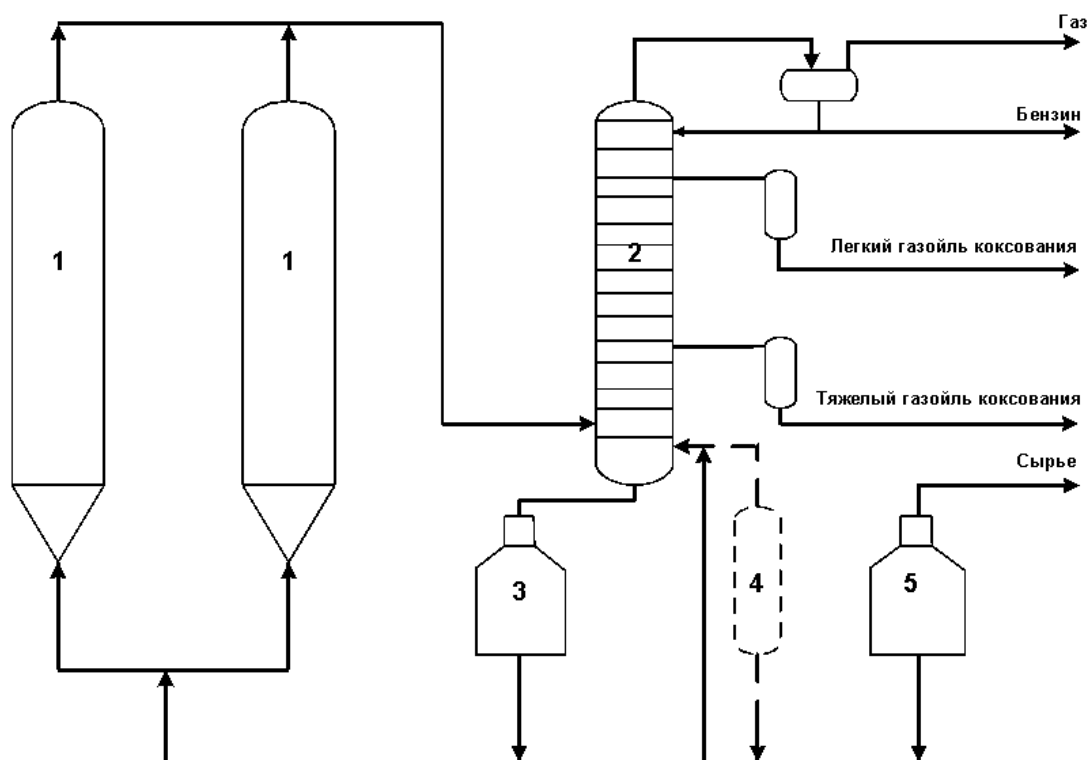


Рис. 9. Вариант комбинирования процессов висбрекинг + коксование:

- 1 – коксовая камера; 2 – ректификационная колонна;
- 3 – печь замедленного коксования;
- 4 – камера висбрекинга; 5 – печь висбрекинга

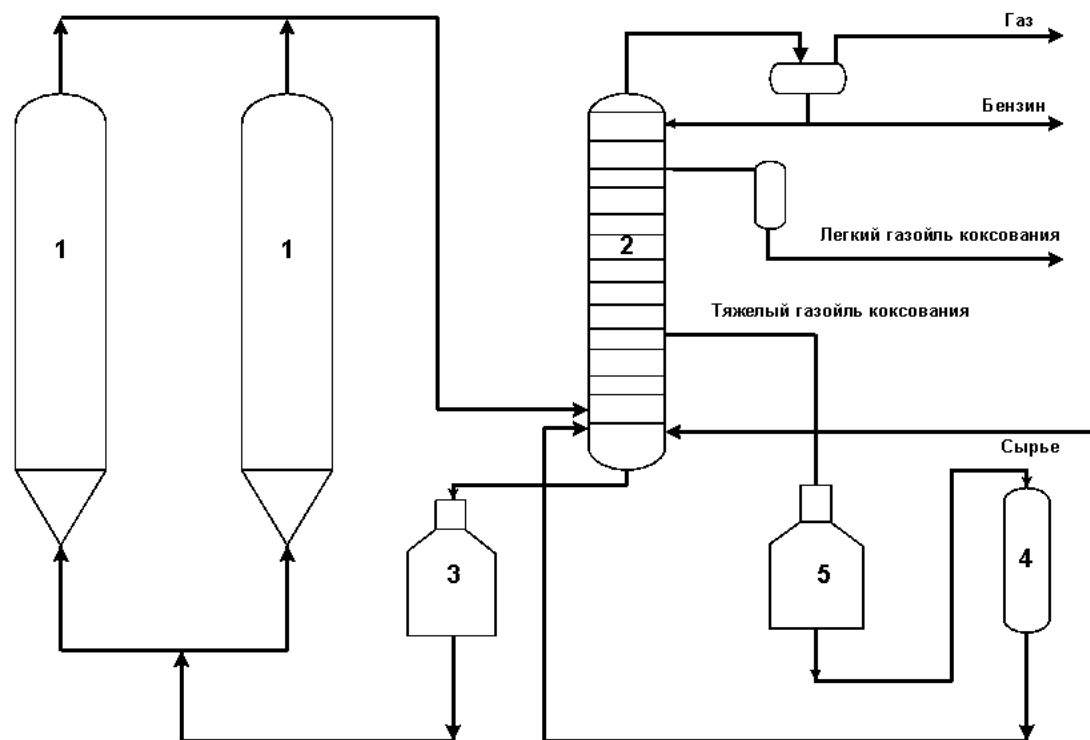


Рис. 10. Вариант комбинирования процессов коксование + термический крекинг:
 1 – коксовая камера; 2 – ректификационная колонна; 3 – печь замедленного коксования;
 4 – камера термического крекинга; 5 – печь термического крекинга

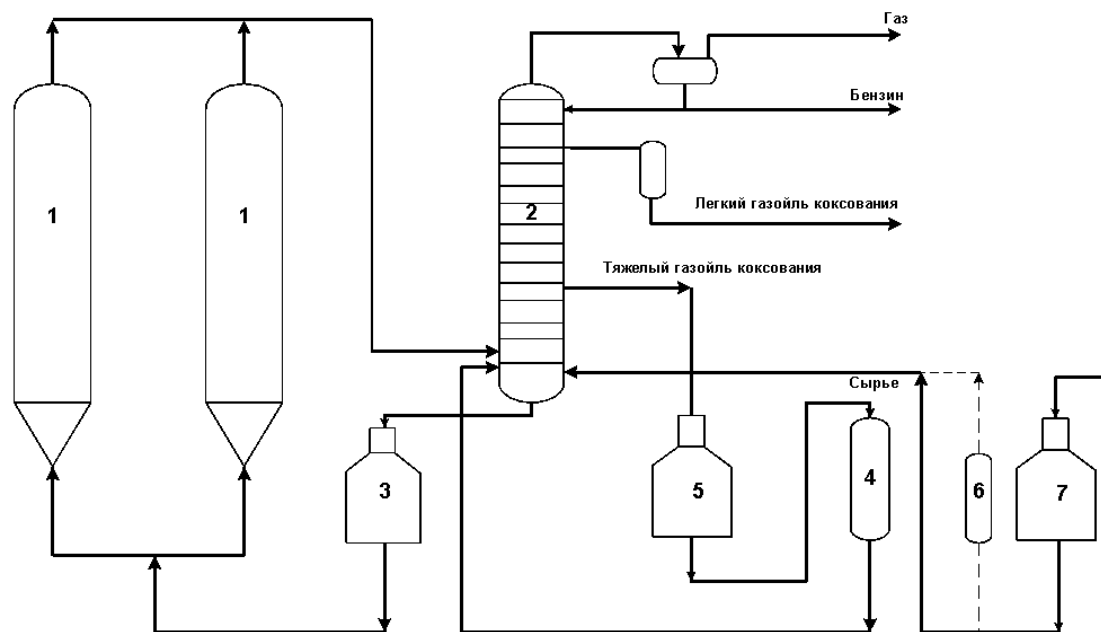


Рис. 11. Вариант комбинирования процессов висбрекинг + коксование + термический крекинг:
 1 – коксовая камера; 2 – ректификационная колонна; 3 – печь замедленного коксования;
 4 – камера термического крекинга; 5 – печь термического крекинга;
 6 – камера висбрекинга; 7 – печь висбрекинга

В результате существенно снижаются удельные капитальные и эксплуатационные затраты по сравнению с затратами на отдельной установке ТК.

Сравнение материальных балансов переработки гудрона по вариантам комбинирования термических процессов приведено в табл. 1.

Таблица 1. Сравнение материальных балансов переработки гудрона по вариантам комбинирования термических процессов

Показатели	Коксование	Висбрекинг + коксование	Коксование + термический крекинг	Висбрекинг + коксование + термический крекинг
Сырье: гудрон	100,0	100,0	100,0	100,0
Выход продуктов				
газ до С ₄	11,0	10,00	16,0	15,0
бензин	11,0	13,0	20,0	23,0
легкий газойль	29,0	33,0	30,0	32,0
тяжелый газойль	17,0	16,0	-	-
кокс	32,0	28,0	34,0	30,0

Наибольшая глубина переработки нефти достигается при комбинировании процессов висбрекинга, коксования и термического крекинга.

Литература

1. Везиров Р.Р., Обухова С.А., Теляшев Э.Г. Новая жизнь термических процессов // Химия и технология топлив и ма-сел. – 2006. – № 2. – С. 5-9.
2. Хаджиев С.Н., Кадиев Х.М., Б.И. Зюба. Перспективы развития процесса висбрекинга // Термодеструктивные процессы глубокой переработки нефтяных остатков. – Труды ГрозНИИ. – 1987. – Вып. 41. – С. 13-18.
3. Бочаров Ю.Н., Америк Б.К. Материалы к выбору перспективных комбинированных систем глубокой переработки сернистых мазутов (для строительства после 1984 -1985 гг). – В/О Нефтехим – ВНИПИНефть. – М., – 1980. – С. 84-91.
4. Хаджиев С.Н., Круглова Т.Ф., Америк Б.К., Макарьев С.В. Итоги фиксированных пробегов комбинированных установок ГК при их гарантированной сдаче на Ангарском и Кременчугском НПЗ // Производство высокооктановых бензинов (Алкилирование и каталитический крекинг): труды ГрозНИИ. – 1976. – Вып. 30. – С. 76-83.
5. Америк Б.К., Макарьев С.В., Луговой Б.И. и др. Комбинированная установка для переработки нефти. К симпозиуму №17. Успехи в развитии процессов переработки нефти. – Грозный, 1966. – С. 10-17.

6. Хаджиев С.Н. Создание современных технологий глубокой комплексной и безотходной переработки нефти // Перспективные процессы и катализаторы нефтепереработки и нефтехимии: сб. научных статей. – ГрозНИИ, – 1990. – Вып. 43. – С. 5-15.
7. РГАЭ. Ф. 3427. Оп. 9. Д. 213. Л. 1-17.
8. Проект предприятия п/я А-1699, г. Мажейкяй. Комбинированная установка глубокой переработки мазута КТ-1/1. – Грозный, 1985. – 237 с.
9. Давлетшин А.Р. Исследование закономерностей термолитического распада нефтяных остатков в процессе висбрекинга с реакционной камерой с восходящим потоком. Автореферат диссертации на соискание ученой степени к.т.н. – Уфа, 2001. – 25 с.
10. Давлетшин А.Р., Обухова С.А., Везиров Р.Р., Калимуллин М.М., Сухо-руков А.М. Влияние реакционного устройства на эффективность процесса висбрекинга // Материалы II Международного симпозиума «Наука и технология углеводородных дисперсных систем». – Уфа. – 2000. – С. 45-47.
11. Давлетшин А.Р., Обухова С.А., Везиров Р.Р., Теляшев Э.Г. Пути повышения эффективности процесса висбрекинга // Тезисы докладов Российской конференции «Актуальные проблемы нефтехимии». – М.: 2001. – С. 127.
12. Обухова С.А., Давлетшин А.Р., Везиров Р.Р. Роль висбрекинга в углублении переработки нефти на НПЗ топливного профиля // сб. научных трудов ИП НХП. – 2001. – Вып. XXXIII. – С. 58-62.
13. Хайрудинов И.Р., Ишкильдин А.Ф., Максименко М.М. Термический крекинг и новые резервы углубления переработки нефти. Учебное пособие. – УГНТУ, 1995. – 54 с.

APPLICATION OF PROCESS VISBREAKING IN STRUCTURE OF THE COMBINED SCHEME OF OIL REFINING

Kh.Kh. Akhmadova, Z.A. Abdulmedgidova

*Grozny State Petroleum Institute
Grozny, Chechen Republic, Russia
e-mail: Hava9550@mail.ru*

Kh.M. Kadiev

*Grozny Petroleum Scientific-Research Institute (GrozNII JSC)
Grozny, Chechen Republic, Russia
e-mail: kadiev@ips.ac.ru*

A.M. Syrkin

*Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russia
e-mail: syrkinam@mail.ru*

Abstract. *The inclusion of viscosity breaking in a combined scheme of refining increases the depth of oil refining. Near domestic research and design institutes beginning in 1970 carried out development processes of heavy oil residue in the form of individual plants and combined systems, offered a variety of options to combine visbreaking with other processes. This article overview this a variety.*

Keywords: *the combined scheme of refining oils, technologies of visbreaking process, heavy oil residues, thermal cracking, catalytic cracking, hydrocracking, thermodeasphaltization, coking*

References

1. Vezirov R.R., Obukhova R.R., Telyashev E.G. New life for thermal processes. *Chemistry and Technology of Fuels and Oils*, Volume 42, Number 2, 79-85, DOI: 10.1007/s10553-006-0033-z.
2. Khadzhiev S.N., Kadiev Kh.M., B.I. Zyuba. Perspektivy razvitiya protsessa visbrekinga (Prospects for the development of visbreaking) in: *Termodestruktivnye protsessy glubokoi pererabotki neftyanykh ostatkov. Trudy GrozNII (Termodestruktivnye processes of deep processing of petroleum residues. GrozNII proceedings)*, 1987, Issue. 41. pp. 13-18.
3. Bocharov Yu.N., Amerik B.K. Materialy k vyboru perspektivnykh kombinirovannykh sistem glubokoi pererabotki sernistykh mazutov (dlya stroitel'stva posle 1984-1985) (Materials for the selection of promising combined systems of deep processing of sulfur fuel-oil residue (for construction after 1984-1985)), V/O Neftekhim – VNIPINeft. Moscow, 1980, pp. 84-91.
4. Khadzhiev S.N., Kruglova T.F., Amerik B.K., Makar'ev S.V. Itogi fiksirovannykh probegov kombinirovannykh ustanovok GK pri ikh garantirovannoi sdache na

Angarskom i Kremenchugskom NPZ (Results of the runs of combined plants GK at their guaranteed delivery at Angarsk and Kremenchug refinery) in *Proizvodstvo vysokooktanovykh benzinov (Alkilirovaniye i kataliticheskii kreking): trudy GrozNII (Production of high octane gasoline (alkylation and catalytic cracking): Proceedings of the GrozNII)*, 1976, Issue 30. pp. 76-83.

5. Amerik B.K., Makar'ev S.V., Lugovoi B.I. i dr. Kombinirovannaya ustanovka dlya pererabotki nefi. K simpoziumu №17. Uspekhi v razviti protsessov pererabotki nefi (Combined unit for refining in *For the Symposium Num.17. Advances in the development of petroleum refining processes*), Grozny, 1966, pp. 10-17.

6. Khadzhiyev S.N. Sozdanie sovremennykh tekhnologii glubokoi kompleksnoi i bezotkhodnoi pererabotki nefi (Development of modern technologies of deep complex and non-waste oil refining) in *Perspektivnye protsessy i katalizatory neftepererabotki i neftekhimii: sb. nauchnykh statei (Perspective processes and catalysts for oil refining and petrochemical industries: a collection of scientific articles)*, GrozNII, 1990, Issue 43, pp. 5-15.

7. Russian State Archive of the Economy. F. 3427. Op. 9. D. 213. L. 1-17.

8. Proekt predpriyatiya p/ya A-1699, g. Mazheikyai. Kombinirovannaya ustanovka glubokoi pererabotki mazuta KT-1/1 (Enterprise Project PO Box A-1699, Mazheikyai. Combined deep processing of fuel-oil residue KT-1/1), Grozny, 1985, 237 p.

9. Davletshin A.R. Issledovanie zakonomernostei termoliza nefityanykh ostatkov v protsesse visbrekinga s reaktionnoi kameroi s voskhodyashchim potokom (Investigation of the regularities of the thermolysis of oil residues in visbreaking with the reaction chamber with an upward flow). PhD Thesis, Ufa, 2001, 25 p.

10. Davletshin A.R., Obukhova S.A., Vezirov R.R., Kalimullin M.M., Sukhurov A.M. Vliyanie reaktionnogo ustroystva na effektivnost' protsessa visbrekinga (Effect of reaction device in the efficiency of the process visbreaking) in *Materialy II Mezhdunarodnogo simpoziuma "Nauka i tekhnologiya uglevodorodnykh dispersnykh sistem" (Proceedings of the II International Symposium "Science and Technology of Hydrocarbon Disperse Systems")*, Ufa, 2000, pp. 45-47.

11. Davletshin A.R., Obukhova S.A., Vezirov R.R., Telyashev E.G. Puti povysheniya effektivnosti protsessa visbrekinga (Ways to improve efficiency the process of visbreaking) in *Tezisy dokladov Rossiiskoi konferentsii «Aktual'nye problemy neftekhimii» (Abstracts of the Russian conference "Actual problems of petrochemistry")*, Moscow, 2001, p. 127.

12. Obukhova S.A., Davletshin A.R., Vezirov R.R. Rol' visbrekinga v uglublenii pererabotki nefi na NPZ toplivnogo profilya (Visbreaking role in deepening oil refining at the fuel profile refineries) in *sb. nauchnykh trudov IP NkhP (collection of scientific papers IP NkhP)*, 2001, Issue XXXIII, pp. 58-62.

13. Khairudinov I.R., Ishkil'din A.F., Maksimenko M.M. Termicheskii kreking i novye rezervy uglublenniya pererabotki nefi. Uchebnoe posobie (Thermal cracking and new reserves of crude oil deeper processing. Study guide), USPTU, 1995, 54 p.