

Министерство образования и науки Российской Федерации
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ИСТОРИЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

Учебное пособие

Благовещенск

2018

ББК 24.7 я 73

М 48

Рецензенты:

Родина Т.А., доц. каф. химии и естествознания АмГУ, канд. хим. наук;

Кезина Т.В., проф. каф. геологии и природопользования АмГУ, д-р геол.-минер. наук

Мельникова М.А. (составитель)

М 48. История нефтегазовой отрасли: Учебное пособие / сост. М.А. Мельникова. – 2-е изд., исправленное и доп. – Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2018. – 124 с.

Пособие содержит материал по истории и современному состоянию нефтегазовой отрасли, преимущественно в России. Пособие является дополнением к курсу лекций по дисциплине «История нефтегазовой отрасли». Учитывая направленность обучения – химическая технология – в пособии затронуты вопросы состава и методов переработки нефти и углеводородных газов.

Пособие предназначено для студентов направления подготовки 18.03.01 – Химическая технология (химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов) для самостоятельной работы при подготовке к практическим занятиям.

© Мельникова М.А., 2018

© Амурский государственный университет, 2018

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
Тема №1. Связь энергетики с экономикой и политикой.....	6
1. Ресурсы современной мировой энергетики	6
2. Топливо-энергетический комплекс России	7
3. История создания, экономическая и политическая деятельность ОПЕК	12
Тема №2. Нефть и газ – источники энергии и сырья для нефтехимии	16
1. Нефть и газ как источники энергии.....	16
2. Нефть и газ – сырье для нефтехимического синтеза.....	22
3. Альтернативные источники энергии.....	26
Тема №3. История нефте- и газодобычи.....	30
1. Борьба за нефть в XX в.	30
2. История нефтяной отрасли России: нефтедобыча	31
3. Хронограф нефтяной отрасли.....	34
4. История газовой отрасли России: газодобыча	38
5. Сланцевый газ: что это такое и нужен ли он России?.....	43
6. Что такое СПГ?.....	45
7. Газовые гидраты – кладовая углеводородного сырья.	47
Тема №4. Происхождение нефти и газа.....	49
1. Суть и доказательства гипотезы органического происхождения.....	50
2. Предполагаемый механизм органического происхождения нефти и природного газа.	52
3. Гипотезы минерального происхождения нефти и газа.	54
4. Гипотеза космического происхождения нефти и газа.	57
5. Гипотеза Азария Баренбаума.....	58
Тема №5. Состав нефти и газа.....	60
1. Состав нефти.	60
2. Химический состав природных углеводородных газов.	64
Тема №6. Месторождения нефти и природного газа.	66
1. Условия залегания нефти и природного газа.....	66
2. Залежь и месторождение нефти и газа.....	68
3. Крупнейшие месторождения природного газа РФ.....	70
4. Крупнейшие месторождения нефти РФ.....	71
Тема №7. Поиск и разведка, добыча нефти и природного газа.....	73
1. История и современное состояние поиска и разведки нефтяных и газовых месторождений.	73

2. Бурение скважин.	76
3. Методы добычи нефти и газа.	77
4. Подготовка нефти и газа к транспортировке.	78
Тема №8. Транспортировка и хранение нефти и природного газа.....	81
1. История транспортировки нефти.	81
2. Представление о магистральном трубопроводе.	83
3. Резервуары для хранения нефти и нефтепродуктов.	84
4. Хранение добытого природного газа.	85
Тема №9. Переработка нефти и углеводородного газа.	87
1. История нефтепереработки.....	87
2. История газопереработки.....	92
3. Нефтехимия и ее история.....	93
4. Основные направления химической переработки углеводородных газов.	97
Список использованной литературы.....	100
Приложение 1. Нефтегазоносные провинции РФ	103
Приложение 2. Промышленники, ученые, изобретатели, внесшие свой вклад в развитие нефтегазовой отрасли России..	106
Приложение 3. Физико-химические свойства нефти и нефтепродуктов.....	119

ВВЕДЕНИЕ

История оставила нам немало крылатых фраз о нефти и газе: «Кто владеет нефтью, тот правит миром», «Нефть не топливо – топить можно и ассигнациями», «Нефть – черное золото, газ – голубое золото». Так оно и есть, нефть и углеводородные газы – важнейшие природные энергетические ресурсы, открытые человечеством за много веков до технического прогресса, но оцененные именно в наше время. Чем технологичнее цивилизация, тем больше энергии она потребляет. А нефть и газ – важнейшие природные источники энергии. Для того чтобы оценить их человечеству потребовалось: изобрести различные виды транспорта, способы переработки нефти и газа, понять, что жизнь без полимеров, моющих средств и прочих синтетических радостей просто невозможна. Ну, а далее осталось за малым – придумать высокотехнологичные способы открытия, добычи, транспортировки, хранения, превращения в соединения и вещества этих замечательных полезных ископаемых.

Но, кроме чистой энергии существует экономика и политика, а это уже войны и страдания, и зачастую здесь также огромную роль сыграла и играет нефть, а теперь уже и природный углеводородный газ.

Т.о., полезные ископаемые – нефть и газ – значат очень многое в жизни человечества, имеют историю, события которой существенно ускорились с XIX в. Вот этой истории, а также настоящему нефти и газа посвящено данное учебное пособие.

Пособие предназначено для самостоятельной работы при подготовке к практическим занятиям по дисциплине «История нефтегазовой отрасли» студентов направления подготовки 18.03.01 – Химическая технология (химическая технология природных энергоносителей и углеродных материалов). Материал пособия дополняет лекционный курс и полностью соответствует его содержанию.

ТЕМА №1. СВЯЗЬ ЭНЕРГЕТИКИ С ЭКОНОМИКОЙ И ПОЛИТИКОЙ

1. Ресурсы современной мировой энергетики

Ученые уверены, что продолжающийся рост численности населения и необходимость ускоренного экономического развития многих регионов планеты приведут в ближайшие десятилетия к значительному росту потребности в энергии. Поэтому обеспеченность мировой экономики топливно-энергетическими ресурсами – одна из важнейших проблем, стоящих перед человечеством.

Предполагаемые пути развития мировой энергетики в ближайшие десятилетия:

1. Стабилизация национального удельного энергопотребления на душу населения на уровне, в основном, определяемом климато-географическими факторами (этот процесс уже завершился в большинстве развитых стран мира).

2. Неуклонное и практически линейное снижение со временем углеродной интенсивности мировой энергетики в результате изменений структуры топливно-энергетического баланса, наблюдающееся уже более 100 лет.

Под углеродной интенсивностью понимается количество диоксида углерода (основного парникового газа, поступающего в атмосферу за счет антропогенной деятельности), приходящееся на единицу потребления энергии.

Реализация первой тенденции должна привести к установлению среднемирового удельного энергопотребления на душу населения на уровне 2,7–2,8 т. условного топлива / (чел. · год). Применительно к энергетике этот принцип осуществляется в постепенном переходе от более сложных, «законсервированных» энергоносителей, к более элементарным, естественным: от угля к нефти, затем к газу, и, наконец, к возобновляемым источникам.

В действительности же последнее десятилетие показало, что нефть и газ сохраняют ведущие позиции в мировом энергобалансе, а потребление угля остается практически на неизменном уровне.

При анализе динамики структуры мирового топливно-энергетического баланса, прежде всего, стоит отметить, что надежды, связанные с развитием ядерной энергетики не оправдались; вклад ядерной энергетики в мировое энергопотребление не превышает нескольких процентов. Гидроэнергетика в настоящее время использует уже примерно треть имеющегося в мире экономического гидропотенциала и сможет обеспечить производство не более 10% требуемой энергии. Т.о., в перспективном энергетическом балансе на текущее столетие определяющая роль органического топлива (угля, Нефти и газа) сохраняется.

2. Топливо-энергетический комплекс России

Развиваясь, человечество начинает использовать все новые виды ресурсов (атомную и геотермальную энергию, солнечную энергию, гидроэнергию приливов и отливов, ветряную и другие источники). Однако главную роль в обеспечении энергией всех отраслей экономики сегодня играют топливные ресурсы.

Топливо-энергетический комплекс (ТЭК) России – это совокупность отраслей экономики, связанных с производством и распределением энергии в ее различных видах и формах, это комплекс отраслей, которые осуществляют добычу топлива, транспортировку, переработку и вырабатывают электроэнергию, это комплексная базовая отрасль, основной источник электроэнергии и важного промышленного сырья. ТЭК России базируется на собственных энергетических ресурсах. Основными энергетическими ресурсами в мире и в нашей стране, в том числе, являются уголь, нефть и газ. Достоверные разведанные российские ресурсы топлива относительно мировых запасов: нефть - 13,4 %; природный газ - 41,7 %; каменный уголь - 43 %. Добываемые ресурсы распределяются транспортными системами по различным

направлениям – на экспорт, на перерабатывающие предприятия. Доходы от экспорта, от продаж переработанных топлив, от продажи энергии способствуют как гражданским целям, так и оборонным, как отоплению домов, квартир, так и производству множества других товаров. Структура добычи топлива в России представлена на рис. 1, а структура ТЭК – на рис. 2.

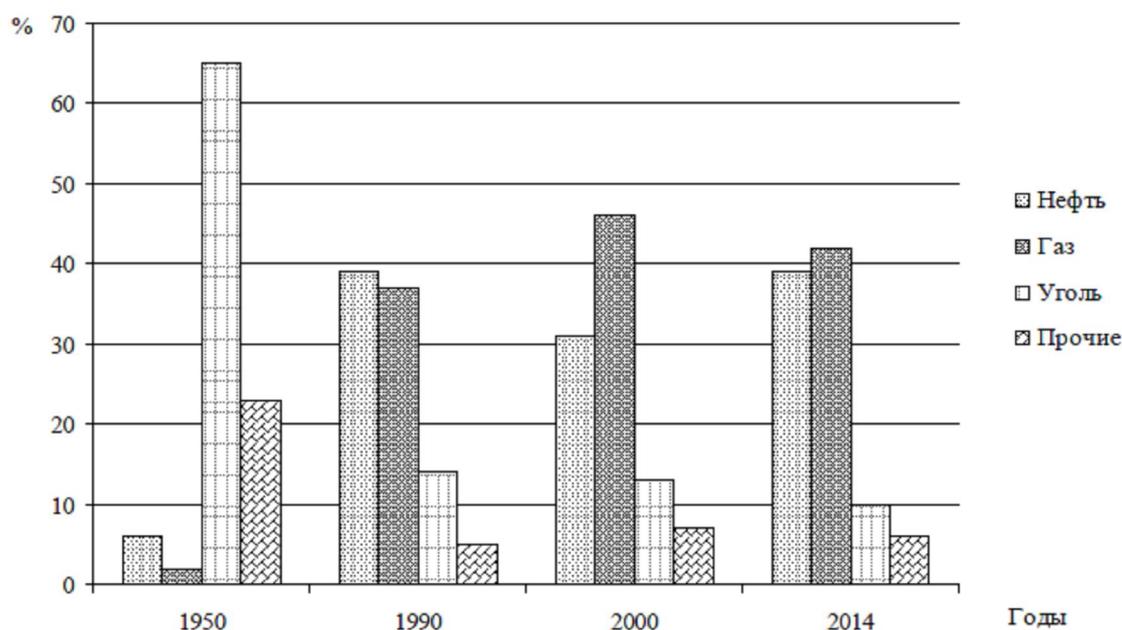


Рис. 1. Структура добычи топлива в России.

На диаграмме в каждом из четырех блоков первый прямоугольник соответствует нефти, второй – газу, третий – углю, четвертый – прочим. Прочие – это энергия атомных электростанций и возобновляемых источников энергии.



Рис. 2. Структура топливно-энергетического комплекса России.

Топливо-энергетический комплекс тесно связан со всей промышленностью и экономикой страны. На его развитие расходуется более 20% денежных средств. На ТЭК приходится 30% основных фондов и 30% стоимости промышленной продукции России. Он использует 10% продукции машиностроительного комплекса, 12% продукции металлургии, потребляет 2/3 труб в стране, дает больше половины экспорта РФ и значительное количество сырья для химической промышленности. Его доля в перевозках составляет треть всех грузов по железным дорогам, половину перевозок морского транспорта и всю транспортировку по трубопроводам. Таким образом, с топливно-энергетическим комплексом напрямую связано благосостояние всех граждан России. Большое значение в экономике страны играет входящий в ТЭК и являющийся его важнейшей частью нефтяной и газовый сектор.

Нефть и газ являются главной статьей российского экспорта. В 2016 г. в России было добыто 534,3 млн. т нефти; российский экспорт составил 274 млн. т (49,4%). Из них: 177,4 млн. т в страны Западной Европы, 73,5 млн. т в Азию (Китай и Япония) и 32,1 млн. т в страны Ближнего Зарубежья (СНГ) Рис. 3).



Рис. 3 Добыча и экспорт нефти России.

По данным Аналитического центра при Правительстве РФ, в 2017 г. Россия добыла 690,9 млрд. м³ природного газа, превысив значение 2016 г. на 8,1%. Пока это рекордный показатель за весь постсоветский период (рис. 4).

Россия по-прежнему удерживает первое место в мире по экспорту природного газа, опережая Катар и Норвегию. В 2017 г. наши поставки газа, включая сжиженный природный газ, составили \$42,9 млрд. В физическом выражении объем годового экспорта составил 210,2 млрд. кубометров. Основной объем пришелся на газ в газообразном состоянии, на сжиженный природный газ пришлось только 24,4 млн. м³, то есть немногим более 1%.

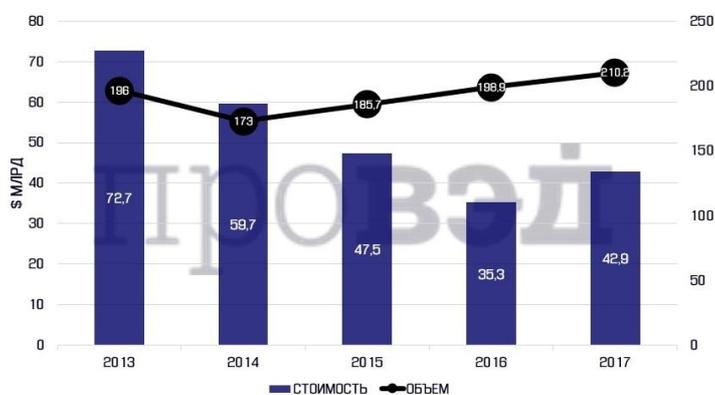


Рис. 4 Динамика экспорта природного газа из России (включая СПГ).

До перестройки нефть и газ были опорой советского руководства. Дешевые энергоносители обеспечивали оттяжку структурной перестройки энергоемкой промышленности СССР. Нефть газ «привязывали» к СССР страны восточного блока. Валютные доходы от экспорта газа и нефти позволяли обеспечивать потребительский рынок импортными товарами.

С тех пор изменилось многое. Радикально перестроилась внутренняя структура государства. Но нефть и газ по-прежнему остаются важнейшими источниками дохода в валюте для всей страны.

Нефтегазовый комплекс (НГК) за годы реформ значительно упрочил свои позиции в экономике страны. Как и почему это произошло?

НГК возник и окреп еще в рамках Советского Союза и единого народно-хозяйственного комплекса. После распада СССР и развала единого народно-хозяйственного комплекса НГК получил вполне самостоятельное

значение, его в гораздо меньшей степени, чем другие отрасли, затронул спад производства. Более того, за годы реформ сырьевые отрасли выдвинулись на ведущие позиции в народном хозяйстве страны.

Относительно стабильный и экспортно-ориентированный нефтегазовый комплекс становится жизненно важным элементом в структуре экономики нашей страны.

Велика роль нефтегазового сектора и в политике. Регулирование поставок нефти в страны ближнего зарубежья является, по сути дела, важным аргументом в диалоге с новыми государствами.

Сегодня НГК России обеспечивает более 2/3 общего потребления первичных энергоресурсов и 4/5 их производства; является главным источником налоговых (около 40% доходов федерального бюджета и порядка 20% консолидированного бюджета) и валютных (порядка 40%) поступлений государства. На долю НГК приходится 12% промышленного производства России и 3% занятых в нем.

Стратегия развития топливно-энергетического комплекса на период до 2020 г. предусматривает решение следующих задач:

- развитие сырьевой базы нефтегазового комплекса, увеличение объемов эксплуатационного и разведочного бурения, уменьшение фонда неработающих скважин, снижение потерь при добыче, транспортировке, переработке нефти, газа и при их использовании;
- изменение структуры внешнего и внутреннего рынка нефти, нефтепродуктов и газа;
- развитие конкуренции в энергетическом и нефтегазовом комплексах Российской Федерации;
- производство нефтепродуктов, соответствующих европейским и мировым стандартам.

Нефтегазовая отрасль – это богатство России. Энергодобывающая промышленность РФ тесно связана со всеми отраслями народного хозяйства, имеет огромное значение для российской экономики. Спрос на нефть и газ достаточно стабилен, хотя и подвержен кризисам и снижениям цен. Поэтому мы заинтересованы в успешном развитии нашей нефтегазодобывающей промышленности.

3. История создания, экономическая и политическая деятельность ОПЕК

(the Organization of the Petroleum Exporting Countries)

В современных условиях объем промышленного производства в структуре мирового ВВП - 60 %, а промышленной продукции в структуре мировой торговли - 70 %. Из этого видно, что развитие мировой экономики напрямую зависит от развития промышленности. При этом мировая промышленность зависит от нефти, как одного из самых дешевых и распространенных источников энергии на промышленных предприятиях. Нефть также имеет большое хозяйственное значение, от нее зависит работа автомобильного, воздушного, морского и значительной части железнодорожного транспорта.

Поэтому можно смело говорить о том, что **нефтяной фактор** является существенным в поддержании стабильности функционирования мировой экономической системы.

Однако не каждая страна, добывающая данный вид сырья, может реально влиять на мировую экономику. В настоящее время на мировом рынке нефти реальной силой, способной в полном объеме использовать данный фактор, является ОПЕК (организация стран - экспортёров нефти). Строго регулируя добычу и экспорт нефти, страны ОПЕК обладают действительной возможностью диктовать мировые цены на нефть с учетом своих национальных интересов. Такая возможность является следствием многих факторов.

1. Страны, входящие в ОПЕК, обладают богатейшими запасами нефти, на их долю приходится более трех четвертей всех доказанных мировых запасов.

2. На сегодняшний день ОПЕК добывает около 24 млн. баррелей сырой нефти в день, обеспечивая около 40% мирового предложения.

3. Себестоимость добычи нефти на месторождениях ОПЕК существенно ниже, чем в других регионах планеты, поэтому ОПЕК может довольно легко изменять уровень добычи нефти как в сторону уменьшения, так и увеличения. По оценкам EIA (Energy Information Administration), без привлече-

ния существенных инвестиций, нефтяной картель может увеличить добычу нефти до 35 млн. барр./сут. При этом вложения в увеличение уровня добычи на 1 барр./сут. составляют всего около 2,8 долл.

Итак, ОПЕК действительно способна влиять на уровень цен на нефть, ее роль в мировой экономике сводится к поддержанию стабильности цен на нефть, уравниванию спроса и предложения посредством увеличения или уменьшения добычи нефти.

ОПЕК была основана на конференции в Багдаде 10-14 сентября 1960 г. по инициативе пяти развивающихся нефтедобывающих стран: Ирана, Ирака, Кувейта, Саудовской Аравии и Венесуэлы. Список членов ОПЕК периодически меняется и на июль 2018 г. составляет 14 стран. В 2008 г. Россия заявила о готовности стать постоянным наблюдателем в ОПЕК.

Для 1960-х гг. был характерен процесс деколонизации и образования новых независимых государств. В этот период в мировой нефтедобыче господствовали семь крупнейших транснациональных компаний, так называемые «Семь сестер»: Exxon, Royal Dutch Shell, Texaco, Chevron, Mobil, Gulf Oil и British Petroleum. ОПЕК была учреждена после того, как картель «Семь сестер» в одностороннем порядке снизил закупочные цены на нефть, исходя из которых, они выплачивали налоги и ренту за право разработки природных ресурсов нефтедобывающим странам.

Целью создания организации явилось стремление новых независимых государств получить контроль над своими ресурсами и их эксплуатацией с учётом национальных интересов. В 1960-х годах на мировых рынках существовало избыточное предложение нефти, и поэтому одной из целей создания ОПЕК было предотвращение дальнейшего падения цен. ОПЕК разработала своё коллективное видение добычи нефти и создала Секретариат организации.

В 1968 г. ОПЕК приняла Декларацию «О нефтяной политике стран - членов ОПЕК», в которой подчеркивалось неотъемлемое право всех стран на осуществление постоянного суверенитета над своими природными ресурсами.

Министры энергетики и нефти государств членов ОПЕК дважды в год проводят встречи для оценки международного рынка нефти и прогноза его развития на будущее. На этих встречах принимаются решения о действиях, которые необходимо предпринять для стабилизации рынка. Решения об изменениях объёма добычи нефти в соответствии с изменением спроса на рынке принимаются на конференциях ОПЕК.

Рассмотрим функционирование картеля в кризисных ситуациях.

Первый энергетический кризис. В 1973 г. началась четвертая Арабо-Израильская война. В ответ ОПЕК сначала сократил, а затем и вовсе наложил эмбарго на экспорт нефти союзникам Израиля: США, Голландии, Португалии, Родезии и ЮАР. Эти действия ОПЕК наряду с такими факторами, как подъем в капиталистической экономике, вызвавший резкое повышение спроса на нефть, привело к первому энергетическому кризису, который продолжался 5 месяцев пока действовало эмбарго картеля против США. За это время цены взлетели с 4,5 до 12 долларов за баррель.

Второй энергетический кризис (1979 г.). В Иране произошла революция, а с 1 апреля 1979 г. ОПЕК увеличил цены на 14,5%, затем еще на 15%. В 1980 г. ситуацию обострила Ирано-Иракская война. Смесь Saudi Light (сорт нефти) выросла до 34 долл. за баррель, достигнув своего исторического максимума.

Первый и второй энергетические кризисы показали низкую эффективность деятельности ОПЕК, не отлаженный механизм координации нефтяной политики, входящих в нее стран. ОПЕК не выступала в роли лидера ценоповышательного процесса, а с некоторым запаздыванием следовала за котировками свободного рынка.

Третий энергетический кризис. В 1985 г. Страны - участницы ОПЕК резко повысили добычу нефти в своих странах. В результате сырая нефть подешевела более чем в два раза. Рынок поразил третий кризис – кризис перепроизводства.

Четвертый нефтяной кризис разразился в 1990 г. 2 августа Ирак напал на Кувейт, цены подскочили с 19 долл. за баррель в июле до 36 в октябре. Однако затем нефть подешевела до своего предыдущего уровня еще до начала операции «Буря в пустыне», завершившейся военным поражением Ирака и экономической блокадой страны, продолжающейся по сей день.

Пятый энергетический кризис. В 1997 г. произошел кризиса в Юго-восточной Азии, что привело к обвалу фондовых рынков по всему миру. Рост предложения нефти на фоне сокращения ее потребления в Азии привел к увеличению промышленных запасов нефти и снижению цен. Лишь в марте 1999 г. ОПЕК не только принял решение о сокращении добычи, но и сумел его исполнить. Кризис 1997 г. стал последним на сегодняшний момент.

Современная ситуация показывает, что ОПЕК как никогда заинтересована в поддержании стабильности на мировом рынке нефти, во-первых потому, что не полностью отошедшие от последнего кризиса экономики некоторых стран не в состоянии будут перенести еще один кризис. Существование не только ОПЕК, но и стран, входящих в нее, зависит от грамотной политики данной организации.

ОПЕК стала известной организацией в поддержке нефтяного сектора в рамках глобальных усилий по борьбе с экономическим кризисом. Благодаря ОПЕК были созданы стабильные рынки энергетики с устойчивым развитием, на новый уровень были подняты вопросы охраны окружающей среды, в частности, обсуждалось глобальное потепление в увязке с возрастающим мировым потреблением углеводородов.

ТЕМА № 2. НЕФТЬ И ГАЗ – ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ И СЫРЬЯ ДЛЯ НЕФТЕХИМИИ

1. Нефть и газ как источники энергии

Топливо из нефтепродуктов

Нефть в сыром виде не используется. Источником энергии в виде топлива нефть становится после ее переработки на нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ) где из нефти получают разные виды топлива: бензин, солярку, дизельное и реактивное топливо, мазут, смазочные материалы, жидкое котельное топливо и многие масла.

Промышленная добыча нефти началась только с середины XIX в., когда стали применять бурение скважин. В те времена сырая нефть перерабатывалась в основном в осветительный керосин и смазочные масла. Потом ее стали употреблять как топливо для паровых котлов, главным образом паровых и позже паровозных (мазут). С появлением двигателей внутреннего сгорания продукты перегонки нефти – керосин и соляровые масла (а для тихоходных двигателей также и более тяжелые масла) – нашли широкое применение в качестве моторного топлива. Все это вызвало быстрое развитие добычи и переработки нефти. Наиболее простой метод переработки нефти – прямая перегонка. Этот метод заключается в перегонке сырой нефти при нагревании в закрытых котлах или трубчатках с отводными трубами, соединенными с холодильниками. Сначала отгоняются наиболее легкокипящие погоны (бензины, лигроин), потом более тяжелый керосин. Остаток от перегонки – мазут. Он употребляется как топливо или подвергается новой перегонке, чтобы выделить смазочные масла: легкие – соляровые, более тяжелые – веретенные и машинные и, наконец, тяжелые – цилиндровые.

В начале XX в. произошли коренные изменения в переработке нефти. Быстрое распространение карбюраторных бензиновых двигателей внутреннего сгорания с искровым зажиганием для автомобилей (а позже в авиации) потребовало очень много бензина. Это привело, прежде всего, к усовершен-

ствованию добычи нефти, так как при старом открытом способе перегонки много легкокипящих фракций испарялось на воздухе. Однако этого было недостаточно. При прямой перегонке сырой нефти, получалось сравнительно мало бензиновых фракций, и они не могли удовлетворить все возрастающий спрос. Особенно остро почувствовалась нехватка бензина в годы первой мировой войны. Тогда в промышленность был введен крекинг-процесс – разложение углеводородов нефти под влиянием высокой температуры. Промышленное освоение крекинг-процесса переработки нефти сразу повысило ресурсы бензина. Но качество бензинов термического крекинга не удовлетворяло авиацию.

Крекинг-процесс перегонки сырой нефти усовершенствовали с помощью катализаторов. Каталитический крекинг давал высококачественный бензин, пригодный для авиационных двигателей.

От бензиновых двигателей внутреннего сгорания требовалась все большая быстроходность, все большая мощность, при постоянно уменьшающихся размерах и весе, приходящихся на единицу мощности. Этого удалось достичь, повышая степень сжатия топлива в цилиндрах двигателя. Однако здесь появился предел, связанный с детонацией топлива. В момент сильного и быстрого сжатия паровоздушная смесь преждевременно взрывалась, и это приводило к стуку в двигателе и потере мощности. Борьба с детонацией стала на долгий период главной задачей улучшения методов нефтепереработки. Оказалось, что труднее всего детонируют разветвленные и ароматические углеводороды.

Способность бензинов противостоять детонации характеризуют так называемым октановым числом: чем оно выше, тем лучше. В результате каталитического крекинга получают бензины с более высоким октановым числом, чем в случае термического крекинга.

Но каталитический крекинг – не предел возможностей. Позднее были разработаны новые процессы переработки нефти – «риформинг», «платформинг». Особое значение в них получили реакции ароматизации нефтяных уг-

леводородов. Также научились синтезировать присадки к топливам, содержащие углеводороды с разветвленной цепью. Добавленные в небольшом количестве к бензину, они значительно повышают его октановое число. Вначале активно использовали в качестве антидетонатора тетраэтилсвинец (сокращенно ТЭС). Но этилированный бензин с этим антидетонатором очень ядовит. Позже был найден и лучший антидетонатор, чем ТЭС – циклопентадиенилтрикарбонил марганца, или ЦТМ.

Казалось, переработка сырой нефти решила все проблемы, поставленные перед ней автомобильными и авиационными конструкторами. Но на смену двигателям внутреннего сгорания пришли реактивные и ракетные двигатели. Оказалось, что здесь не нужны высокие октановые числа. Наоборот, лучшее топливо – это углеводороды с прямыми малоразветвленными цепочками атомов углерода. Все наоборот! Нужны совсем не бензиновые фракции, а керосиновые и соляровые. И снова поиск, снова открытия, снова изменения переработки нефти.

На протяжении более сотни лет менялись типы двигателей: от паровых к дизелям, к бензиновым моторам, потом к реактивным двигателям. Но оставалось в принципе то, что требовалось от нефтяных углеводородов, их тепло-творная способность. Только тепло, образующееся при сгорании топлива.

История создания двигателей внутреннего сгорания

В 1799 г. французский инженер Филлип Лебон открыл светильный газ и получил патент на способ получения и использования светильного газа путём сухой перегонки древесины или угля.

В 1801 г. Лебон взял патент на конструкцию газового двигателя.

Коммерчески успешный двигателя внутреннего сгорания изобрел бельгийский механик Жан Этьен Ленуар. В его двигателе топливовоздушная смесь воспламенялась с помощью электрической искры, он использовал в двигателе систему водяного охлаждения и смазку деталей двигателя.

Более совершенный двигатель был создан в 1864 г. немецким изобретателем Августом Отто. В его двигателе из-за более полного расширения продуктов сгорания КПД был значительно выше, чем КПД двигателя Ленуара и достигал 15%, то есть превосходил КПД самых лучших паровых машин того времени. В 1867 г. Отто взял патент на новый двигатель с четырёхтактным циклом (КПД – 20%). Этот цикл по сей день лежит в основе работы большинства газовых и бензиновых двигателей. В качестве топлива во всех этих двигателях использовался светильный газ. Но количество светильногазовых заводов было незначительно даже в Европе, а в России их вообще было только два – в Москве и Петербурге.

Работоспособный бензиновый двигатель внутреннего сгорания появился позже. Вероятно, первым его изобретателем можно назвать Костовича Огнеслава Степановича (серб по национальности, жил в России), предоставившим в 1880 г. работающий прототип бензинового двигателя.

Родиной автомобилестроения можно назвать Германию. Все началось с конкуренции двух немецких инженеров – Карла Бенца и Готлиба Даймлера. Независимо друг от друга они изобрели автомобили с бензиновыми двигателями внутреннего сгорания и запатентовали их в 1886 г.

Первые двигатели внутреннего сгорания были одноцилиндровыми, и, для того чтобы увеличить мощность двигателя, обычно увеличивали объем цилиндра. Потом этого стали добиваться увеличением числа цилиндров.

В конце XIX в. появились двухцилиндровые двигатели, а с начала XX столетия стали распространяться четырёхцилиндровые.

Немецкий инженер и изобретатель Рудольф Дизель в 1897 г. создал дизельный двигатель. Первый функционирующий двигатель имел мощность 20 лошадиных сил, КПД 26,2% при весе пять тонн. Это намного превосходило существующие двигатели Отто с КПД 20% и судовые паровые турбины с КПД 12%, что вызвало немедленный интерес промышленности. Двигатель Дизеля сразу же нашёл применение, был оценён во многих странах. Но у себя на родине Дизель не нашёл признания и тяжело это переживал.

Двигатель Дизеля был четырёхтактным. Не нужна была система зажигания, а вместо карбюратора работал топливный насос.

Первый корабль с дизельным двигателем построен в 1903 г. В 1908 г. году построен первый дизельный двигатель малых размеров, первый грузовой автомобиль и первый локомотив на дизельном двигателе. В 1936 г. впервые запущен в серию легковой автомобиль на дизельном двигателе (Мерседес-Бенц-260D). Его разработала компания «Даймлер-Бенц».

Дизельные двигатели начали серийно устанавливать на легковые автомобили ещё в довоенный период, однако такие транспортные средства не пользовались большой популярностью. Они были медлительными, издавали сильный шум, были требовательными к качеству топлива и нуждались в частом дорогостоящем обслуживании. Однако уже в 60-х гг. XX в. ситуация изменилась, поскольку в мире появилось немало дизельных моторов, изначально предназначенных для установки на легковые автомобили. Если же рассматривать современные моторы, работающие на тяжёлом топливе, то можно заметить, что они очень редко уступают бензиновым аналогам по своим мощностным характеристикам, а по экономичности даже превосходят их.

По статистике, на начало 2001 г. в странах Европы 22% всех реализуемых автомобилей работали на дизельном топливе. А уже в 2004 г. на легковые дизельные автомобили падало 70% от всех проданных транспортных средств. Естественно, спрос на дизельные автомобили стремительно возрастает.

Можно спросить, *для чего постоянно совершенствуют двигатели и топливо, на котором они работают?* Двигатели совершенствуют потому, что нет предела изобретательности человека. Топлива совершенствуют и изменяют потому, что между конструкцией двигателя и топливом существует тесная взаимосвязь. Двигатель создается под определенное топливо и наоборот, новая конструкция двигателя требует разработки нового вида топлива. Так что неизвестно, что первично, а что вторично. В любом случае, более со-

вершенные двигатели и топливо к ним – это новые технологии и возможности переработки и использования нефти человечеством.

Источник энергии – углеводородный газ

Углеводородный газ отлично вступает в химическую реакцию горения. Поэтому чаще всего из него получают энергию – электрическую и тепловую. В России около половины поставок газа приходится на энергетические компании и коммунальное хозяйство. Даже если в доме нет газовой плиты или газового водонагревателя, все равно свет и горячая вода, скорее всего, получены с использованием природного газа.

Природный газ – самое чистое топливо среди углеводородных ископаемых топлив. При его сжигании образуются только вода и углекислый газ, в то время как при сжигании нефтепродуктов и угля образуются еще копоть и зола. Кроме того, выделение парникового углекислого газа при сжигании природного газа самое низкое, за это природный газ получил название «*зеленое топливо*». Благодаря своим высоким экологическим характеристикам природный газ занимает доминирующее место в энергетике мегаполисов.

Углеводородный газ может использоваться как моторное топливо. Сжатый метан стоит в два раза дешевле 76-го бензина, продлевает ресурс двигателя и способен улучшить экологию городов. Двигатель на природном газе соответствует экологическому стандарту Евро-4. Газ можно использовать для обычных автомобилей, сельскохозяйственного, водного, воздушного и железнодорожного транспорта.

Из природного газа можно производить жидкие моторные топлива по технологии «газ-в-жидкость» (gas-to-liquid, GTL). Поскольку природный газ – достаточно инертный продукт, практически всегда при переработке на первом этапе его превращают в более реакционно-способную парогазовую смесь – так называемый синтез-газ (смесь CO и H₂).

Далее из синтез-газа получают *жидкое топливо*: так называемую синтетическую нефть, дизельное топливо, смазочные масла, парафины.

Из природного газа получают метанол. Он используется в качестве реагента для борьбы с гидратными пробками, которые образуются в трубопро-

водах при низких температурах. Метанол является сырьем для производства таких веществ как формальдегид, изоляционные материалы, лаки, краски, клеи, присадки для топлива, уксусная кислота.

Путем нескольких химических превращений из природного газа получают также минеральные удобрения. На первой стадии это аммиак.

Преимущество газообразного и жидкого топлива по сравнению с твердым (углем) заключается также и в его транспортабельности. Перекачка нефти и газа по трубопроводам обходится во много раз дешевле, чем перевозка по железной дороге и морскими судами. Этим объясняется большой размах строительства нефтепроводов и газопроводов во всем мире.

2. Нефть и газ – сырье для нефтехимического синтеза

А для химика-органика сжигание нефтяных углеводородов – непростительное расточительство. Ведь эти углеводороды можно использовать для нефтехимического синтеза. Из них можно сделать так много ценных химических продуктов. И нефтехимический синтез выступил мощным конкурентом транспорта в потреблении нефти. Прежде всего, стали использовать в качестве сырья нефтяные газы, состоящие из углеводородов с числом атомов углерода от одного до пяти.

Из этилена стали получать этиловый спирт, полиэтилен и многие другие вещества. Из пропилена – изопропиловый спирт, ацетон, акрилонитрил, полипропилен. Другие нефтяные газы тоже находят важное применение в нефтехимическом синтезе.

Между нефтью – топливом и нефтью – химическим сырьем началась напряженная борьба. Конечно, в настоящее и ближайшее время нефть будут использовать, главным образом, как топливо. Однако доля нефти, расходуемая на химическую переработку, непрерывно возрастает.

А совсем недавно появился еще один возможный вариант использования нефти. Это микробиологическая переработка нефти на белки. Некоторые бактерии потребляют нефть в качестве пищи. Постепенно бактерии замеща-

ют нефть. Эта масса бактерий в основном представляет собой хороший кормовой белок.

Таким образом, независимо от ситуации с энергоносителями нефть и газ всегда будут играть большую роль еще потому, что они являются ценнейшим сырьем для химической промышленности. Из этого сырья производится более 2 тыс. наименований различных видов продукции, например, синтетические волокна и лекарства, пластмассы и каучуки (рис. 5 и 6), органические кислоты, спирты, различные растворители, взрывчатые вещества, минеральные удобрения, дезинфицирующие средства и др.

Россия заинтересована в том, чтобы отечественный нефтехимический синтез превратился в самостоятельную и мощную отрасль промышленного производства, стал конкурентоспособным на мировом рынке, и страна могла экспортировать не сырые энергоносители, а гораздо более дорогие продукты переработки нефти и газа и товары на их основе, принося ощутимые доходы в бюджет.

Т.о., мы могли убедиться, что огромное количество химических органических продуктов в мире получают из нефти и природного газа. Но для этого используется только незначительная часть нефти и газа.

А главным направлением в использовании нефти и природного газа до сих пор остается энергетическое. Нефть и природный газ все еще не заменимые источники энергии, они обладают высокой теплотворной способностью и дешевы по сравнению с другими видами топлива.

У человечества с давних пор непреходящей ценностью считается золото. С ним сравниваются все материальные блага, имеющие особую значимость. Образно называют «белым золотом» хлопок, «черным золотом» – нефть, «голубым золотом» – природный горючий газ. Но сама жизнь показывает, что нефть и горючие газы в современном мире значат гораздо больше, чем золото самой высокой пробы.

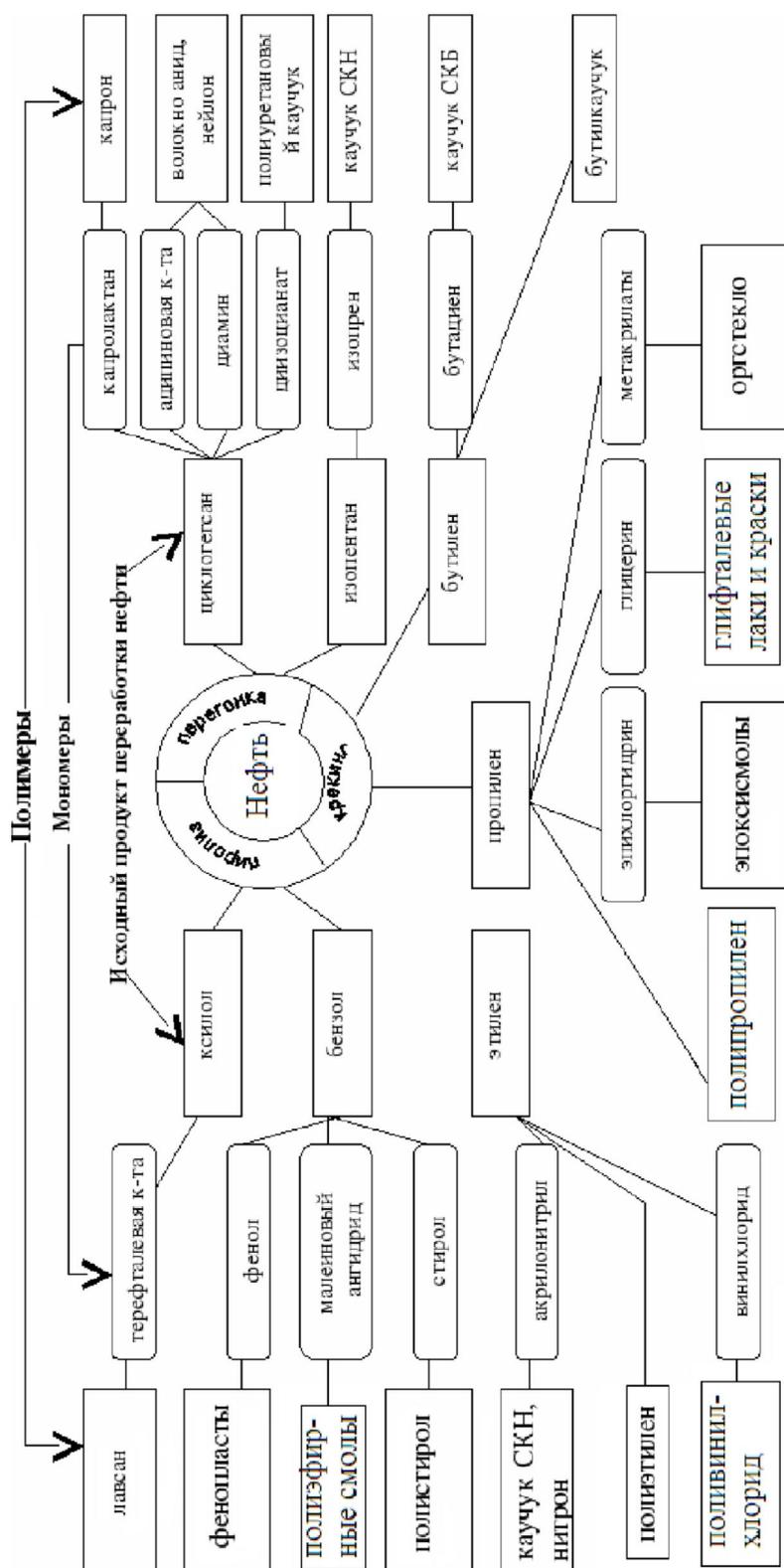


Рис. 5 Полимеры, получаемые из нефти.

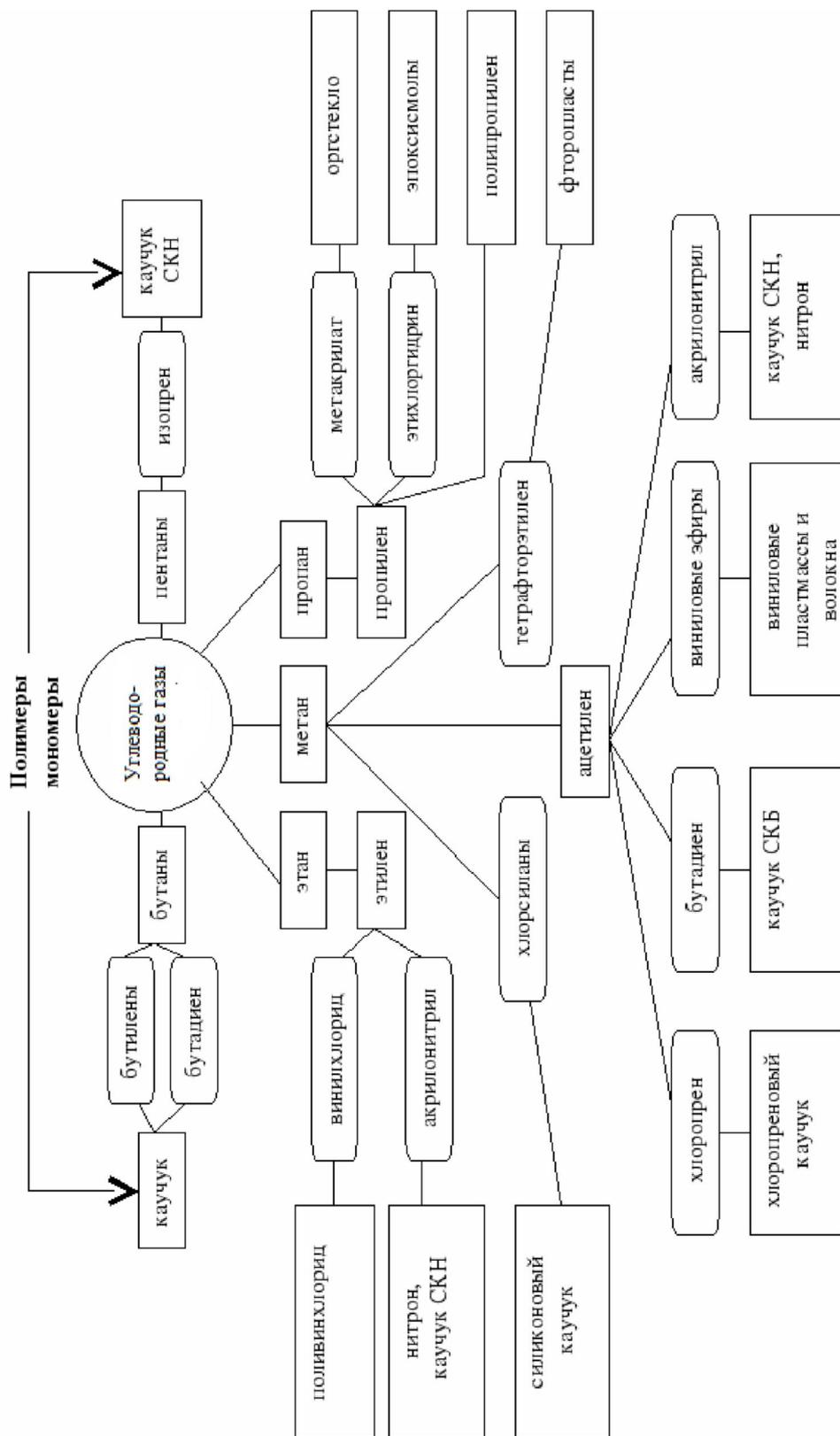


Рис. 6. Полимеры, получаемые из углеводородных газов.

3. Альтернативные источники энергии

Основую развития цивилизации является энергетика. От ее состояния зависят темпы научно-технического прогресса, интенсификации производства и жизненный уровень людей.

Источники энергии, используемые для производства энергии, разделяют на возобновляемые и не возобновляемые.

К *не возобновляемым* источникам энергии относят ископаемое топливо: уголь, нефть, газ, торф, горючие сланцы и ядерную энергию деления урана и тория.

Возобновляемые источники энергии: энергия солнца, ветра, геотермальная энергия, гидроэнергия рек, разные виды океанической энергии (морских волн, приливов и отливов, разницы температур воды и другие).

Эти две группы источников отличаются по воздействию на биосферу.

Возобновляемые источники неисчерпаемы и их использование не нарушает тепловой баланс Земли.

Использование не возобновляемых источников энергии приводит к повышению температуры на Земле, истощению этих ресурсов, загрязнению окружающей среды.

Основным способом получения энергии на сегодня является сжигание угля, нефти (мазута), природного газа, горючих сланцев *на тепловых станциях* (ТЭС). Примерно 70% электроэнергии вырабатывается на ТЭС. *Теплоэлектростанции* (ТЭЦ) кроме электрической электроэнергии вырабатывают тепловую энергию в виде подогретой воды и пара.

В мировом масштабе *гидравлические станции* (ГЭС) обеспечивают получение около 7% электроэнергии.

Атомные электростанции (АЭС) вырабатывают около 20% электроэнергии, причем в ряде стран она является преобладающей (Франция ~ 74%, Бельгия ~ 61%, Швеция ~ 45%).

Себестоимость производства энергии ниже всего для ГЭС. Для ТЭС и АЭС она отличается незначительно, она зависит от места расположения

станции, вида используемого топлива, способов удаления, хранения и захоронения отходов и других факторов.

Исчерпание полезных ископаемых и высокий уровень воздействия на окружающую среду традиционной энергетики вызвал во всем мире поиск и использование нетрадиционных альтернативных источников энергии. К альтернативным источникам энергии относятся возобновляемые источники – энергия солнца, ветра, геотермальная, океаническая, энергия биомассы, термоядерная энергия и другие источники.

Энергия солнца. Это практически неисчерпаемый источник энергии. Использование лишь 1% солнечной энергии могло бы обеспечить все сегодняшние потребности мировой энергетики. Главное – ее использовать так, чтобы ее стоимость была минимальной. По мере совершенствования технологий и удорожания традиционных энергоресурсов, эта энергия будет находить все большее применение.

Солнечную энергию можно использовать в двух направлениях:

- прямое использование для отопления, горячего водоснабжения;
- преобразование ее в электрическую.

Использование солнечного тепла наиболее простой и дешевый способ. Наиболее распространенный способ улавливания солнечной энергии с помощью различного типа коллекторов. Целенаправленное использование энергии солнца пока невелико, но все время интенсивно увеличивается.

Преобразование солнечной энергии в электрическую осуществляется с помощью фотоэлектрических преобразователей (солнечных батарей) или путем нагревания воды до кипения с получением пара, приводящего в действие турбогенераторы.

Основные трудности применения фотопреобразователей связаны с высокой металлоемкостью, их дороговизной, а также необходимостью отведения для их размещения больших территорий. В настоящее время проводят исследования по замене металлических фотопреобразователей на эластичные

синтетические с использованием крыш и стен домов для размещения батарей.

Солнечная энергия используется в автомобильном, морском, авиационном транспорте, на космических станциях и спутниках.

Использование энергии солнца имеет большое будущее, но пока оно должно развиваться, совершенствоваться и снижать себестоимость энергии. Предполагается, что к середине XXI века доля солнечной энергии в общем объеме вырабатываемой энергии составит от 10 до 20%.

Энергия ветра. Использование ветровой энергии известно с древности, а в последнее время интерес к ней значительно возрос. Так, в США используется несколько десятков тысяч ветровых агрегатов. Существенными установленными мощностями располагают Великобритания, Германия, Дания, Нидерланды, Швеция и другие страны.

К настоящему времени испытаны ветродвигатели различной мощности. Более экономичными являются комплексы из небольших ветровых установок, объединенных в одну систему.

Основные факторы воздействия на окружающую среду – высокая металлоемкость ветроустановок, отчуждение больших земельных территорий, вибрационное и шумовое воздействие, гибель перелетных птиц под ударами лопастей. Особенно высокое шумовое воздействие возникает при эксплуатации мощных установок.

С учетом экологических факторов солнечные и ветровые электростанции уже сегодня более экономичны, чем тепловые и атомные.

Геотермальная энергия основана на использовании глубинного тепла Земли. Она может использоваться в виде тепловой энергии (столица Исландии Рейкьявик получает тепло исключительно от горячих подземных источников) и для получения электроэнергии.

Геотермальные станции устроены относительно просто, здесь не требуется топливо, золоуловители. Пар, откачиваемый из скважин, поступает в турбины и приводит в действие электрогенераторы.

Основные экологические проблемы геотермальных станций связаны с отработанными минерализованными водами. При отсутствии обратной закачки отработанных вод возникает опасность засоления водных объектов, почв; также происходит тепловое загрязнение окружающей среды, просадка земной поверхности над разрабатываемым геотермальным пластом.

Энергия морей и океанов. Энергетические ресурсы океана представляют большую ценность, как возобновляемые и практически неисчерпаемые ресурсы. К ним относится энергия приливов и отливов, волн, течений, разницы температур на различных глубинах. В настоящее время эта энергия используется незначительно из-за высокой стоимости. Однако, инженерные расчеты и проекты показывают, что это энергия будущего и возможно использование ее гораздо шире.

Энергия биомассы. Биомасса – древесина, отходы лесоперерабатывающей и бумажной промышленности, отходы сельскохозяйственного производства и пищевой промышленности, бытовые отходы, навоз, осадки очистки канализационных стоков и др.

Около трети населения Земли до настоящего времени используют древесину в качестве топлива.

Более рациональной является переработка биомассы в биогаз, этиловый спирт. Путем анаэробного сбраживания (без доступа кислорода) органических отходов: получают биогаз и осадок, используемый как удобрение. Ведущее место по производству биогаза занимает Китай.

В Европе получило развитие выращивание масленичной культуры – рапса, который затем полностью перерабатывается в дизтопливо по очень простой технологии.

ТЕМА № 3. ИСТОРИЯ ДОБЫЧИ НЕФТИ И ГАЗА

1. Борьба за нефть в XX в.

Нефтяные и газовые месторождения разбросаны по всему земному шару, но есть области, где в месторождениях сосредоточены несметные объемы углеводородов. Эти области как магнитом притягивают мировые нефтяные и газовые компании. Особенно привлекательными для монополий являются развивающиеся страны, земля которых имеет нефть или газ, но у которых нет знаний и умений, а возможно и средств для того, чтобы эти месторождения разрабатывать. Такие месторождения сдают в концессию. Их начинает разрабатывать более развитая страна, а развивающаяся страна получает арендную плату за эксплуатируемое месторождение. Но за «лакомые» месторождения надо еще и побороться. И вот в начале XX в. аренной великой битвы за нефть стали Ближний и Средний Восток. Здесь столкнулись политические и экономические интересы ведущих мировых держав, прежде всего Великобритании и США.

Англичане первыми прорвались в этот регион и долго не допускали сюда американцев. Помог случай. Так, английские геологи недооценили перспективы нефтеносности Саудовской Аравии. «Англо-Персидская нефтяная компания» раньше всех получила концессию на бурение здесь скважин, но первая скважина нефти не дала, и в 1927 г. англичане отказались от концессии. Время показало, что они упустили лакомый кусок нефтяного «пирога».

В начале 30-х гг. концессии на Бахрейне и в Саудовской Аравии приобрели американцы. Им повезло больше. Они нашли крупные месторождения нефти и долго получали огромные прибыли от её добычи. В результате длительной борьбы американские компании добились доступа и к иранской нефти.

После второй Мировой войны первое место на Ближнем Востоке заняли американские нефтяные монополии. Их интересы во многом определяли дипломатию и военную стратегию США в этом регионе мира. В 1950 г. американские компании контролировали на Ближнем и Среднем Востоке 40% добычи нефти, а в 1955 г. – 60%.

Нефть признаётся «кровью жизни» и в настоящее время. Она по-прежнему определяет политику государств, особенно тех, которые природа обделила нефтяными месторождениями. Данные о событиях, связанных с нефтью и отразившихся на экономике и политике стран мира, приведены в «Хронографе нефтяной отрасли».

2. История нефтяной отрасли России: нефтедобыча

Добыча нефти издавна велась из колодцев на Апшеронском полуострове в городе Баку, который в 1803 г. Баку стал частью Российской Империи. В 1820 г. добыча нефти объявляется государственной монополией. В 1870 г. государственную монополию отменили, а через 10 лет на бакинские месторождения пришел капитал и начал их разрабатывать.

В 1880 г. добыча нефти в России составила 1 млн. т нефти, что на тот момент составляло 10 % мирового производства. В 1895 г. Россия контролирует уже 45 % мирового рынка, добыча составила 6,5 млн. т.

В конце XIX века в Российской Империи действовало 320 нефтяных компаний, большая часть нефтяной отрасли была профинансирована на деньги британского капитала (40% капитала в отрасли имело британское происхождение). В те времена было три крупных компании: компания братьев Нобель, компания Shell, компания Royal Dutch Shell. Ещё одной крупной компанией была «Всероссийская нефтяная компания», которая, на 35% принадлежала британскому капиталу.

1872-1901 гг. можно охарактеризовать как период наибольшего расцвета нефтяной промышленности России. В это время начинается массовое механизированное бурение нефтяных скважин, внедрение новой техники и технологии добычи. К концу этого периода Россия по объему добычи нефти выходит на первое место в мире, добыча составила 11,6 млн.т.

1902-1917 гг. Период развития отрасли в условиях монополистического капитализма. На смену бурному росту добычи и переработки нефти пришел застой, обусловленный господством нефтяных монополий, стремящихся к

получению максимальных прибылей. Нефтяная промышленность России быстро теряла свои позиции на мировом рынке нефти и в 1913 г, объем добычи составил 10,3 млн. т и был уже в 3 раза меньше чем в США. Начавшаяся первая Мировая война практически не изменила положение в нефтяной промышленности России. Объем добычи нефти снижался и в 1917 г. составил 8,7 млн.т.

1917-1920 гг. Период после Великой Октябрьской Революции. Объем добычи катастрофически падал, нефтяная промышленность приходила в полнейший упадок. Объем добычи составил в 1920 г. 3,8 млн. т.

1920-1927 гг. Восстановительный период, когда после национализации было проведено полное техническое перевооружение и улучшение всех количественных и качественных показателей отрасли. Добыча нефти достигает уровень 1915 г. Начинается экспорт нефтепродуктов в Египет, Турцию, Германию, Болгарию, Иран и другие страны.

1928-1940 гг. Это годы довоенных пятилеток, когда создавались новые отрасли промышленности, обновлялась и видоизменялась материально-техническая база сельского хозяйства и транспорта. Принимается решение о создании второй нефтяной базы в районах Урало-Поволжья. Открыты и введены в промышленную разработку новые месторождения в Башкирии, Куйбышевской, Пермской и Оренбургской областях. В 1940 г. объем добычи нефти составил 31,1 млн. т.

1941-1945 гг. Это годы Великой Отечественной войны, которые коренным образом изменили задачи и условия работы нефтеперерабатывающей промышленности. В короткие сроки введены в разработку многие нефтяные месторождения Урало-Поволжья, был освоен турбинный способ бурения.

1946-1990 гг. Послевоенный период развития отрасли, который характеризуется ее быстрым восстановлением и форсированным развитием. Было открыто много месторождений в Урало-Поволжье, Средней Азии, под дном Каспия в Азербайджане, в Краснодарском крае.

1990-2000 гг. В начале этого периода российская нефтяная промышленность пережила невиданную по масштабам реструктуризацию: на базе единого производственного комплекса принадлежавшего государству были сформированы вертикально интегрированные нефтяные компании (ВИНК), большинство из которых впоследствии перешло в руки частных собственников.

Начиная с 2001 г. в региональном плане добыча нефти в России сосредоточена, в основном, в Западно-Сибирской и Волго-Уральской нефтегазоносных провинциях (НГП). Ведется также добыча в Тимано-Печорской и Северо-Кавказской НГП. Начато широкомасштабное освоение ресурсов и запасов Охотоморской (Дальневосточной) и Лено-Тунгусской провинций.

Главный центр российской нефтяной промышленности – Западная Сибирь, в котором добывается около 117 млн. т нефти в год.

Но основным резервом для будущего прироста запасов и обеспечения добычи нефти и газа России в настоящее время является Восточно-Сибирская нефтегазоносная провинция, до настоящего времени не разрабатывавшаяся в должном объеме.

На протяжении последних 5 лет Восточная Сибирь, включая Республику Саха (Якутия), является основным регионом, за счет которого Россия продолжает наращивать объемы добычи жидких углеводородов. Таким образом, Восточно-Сибирский регион играет ключевую роль в компенсации падающей добычи нефти на старых месторождениях традиционных нефтедобывающих регионов и обеспечении энергетической безопасности России.

Географическое расположение нефте-газоносных провинций (НГП) с перечнем занимаемых ими территориальных областей приведено в приложении 1.

В настоящее время по мощностям и объему переработки нефти Россия занимает третье место в мире после США и Китая. В структуре выпуска нефтепродуктов в России продолжает доминировать производство тяжелых и средних фракций, прежде всего мазута и дизельного топлива.

3. Хронограф нефтяной отрасли

Когда, год	Что произошло
1	2
1821	Первый в мире нефтеперегонный куб сконструировали братья Василий, Герасим и Макар Дубинины в Моздоке.
1823	В 1823 году братья Дубинины получили керосин уже в производственном масштабе. В 50-х годах XIX в. братья окончательно разорились, завод был закрыт, а оборудование продано с молотка. В память о них в августе 1983 года в городе Моздоке установлен памятник братьям Дубининым.
1830	В Германии считают, что первым выделил керосин немецкий ученый Карл Рейхенбах.
1848	Первая в мире нефтяная скважина современного типа пробурена на Апшеронском полуострове неподалеку от Баку.
1849	В Канаде считают, что впервые получил керосин геолог Абрахам Геснер
1855	Американский химик Б. Силлиман доказал, что из нефти можно выделить керосин.
1857	Изобретена керосиновая лампа.
1859	На заводе Василия Александровича Кокарева в Сураханах стали получать керосин в промышленных масштабах.
1858	Нефть начали добывать в Северной Америке (Канада, провинция Онтарио).
1859	Начало нефтедобычи в США. Первая скважина (глубиной 21 метр) пробурена в штате Пенсильвания.
1862	Появление новой единицы объема, которой измерялось количество нефти – «баррель» \barrel «бочка». Нефть тогда перевозили в бочках. Баррель нефти равен примерно 168 л. Этот объем нефтяной бочки равен официально признанному в Великобритании объему бочки для перевозки селедки.
1876	Русский инженер Владимир Григорьевич Шухов изобрел форсунку для сжигания мазута, т.е. использования его в качестве топлива.
1880	Серб, инженер и изобретатель Огнеслав Степанович Костович изобрел двигатель внутреннего сгорания, работающий на бензине. Ранее бензин был лишь побочным продуктом, образовавшимся при изготовлении керосина.
1876	Август Отто запатентовал четырёхтактный двигатель внутреннего сгорания.
1886	Родиной автомобилестроения можно назвать Германию. Все началось с конкуренции двух немецких инженеров – Карла Бенца и Готлиба Даймлера. Независимо друг от друга они изобрели автомобили с бензиновыми двигателями внутреннего сгорания и запатентовали их в 1886 г.
1897	Нем. инженер Рудольф Дизель изобрел четырехтактный двигатель, работающий на дизельном топливе.
1870	Первый опыт создания нефтяной монополии. Джон Рокфеллер основал компанию Standard Oil, которая на момент создания контролировала 10% нефтедобычи в США.

1	2
1877	Россия впервые в мире начинает использовать танкеры для доставки нефти из бакинских месторождений в Астрахань. Примерно в том же году в США построена первая железнодорожная цистерна для перевозки нефти.
1878	Американский изобретатель Томас Эдисон изобрел электрическую лампочку. Массовая электрификация городов и снижение потребления керосина на короткое время ввергло мировую нефтяную промышленность в состояние депрессии.
1896	Изобретатель Генри Форд создал свой первый автомобиль. Развитие автомобилестроения привело к бурному росту числа автозаправочных станций.
1903	Первый полет самолета. Его совершили братья Райт, считающиеся «отцами» современной авиации. Потребовался авиационный керосин.
1904	Крупнейшими странами-производителями нефти стали США, Россия, современная Индонезия, Австро-Венгрия, Румыния и Индия.
1908	Открыты первые нефтяные месторождения в Иране. Для их эксплуатации создана Англо-Персидская Нефтяная Компания (Anglo Persian Oil), позднее ставшая компанией British Petroleum.
1914-1918	Первая Мировая война. Впервые война велась, в том числе, и для получения контроля за месторождениями нефти.
1918	Впервые в мире Советская Россия национализировала нефтяные компании.
1932	Месторождения нефти открыты в Бахрейне.
1938	Месторождения нефти открыты в Кувейте и Саудовской Аравии.
1939-1945	Вторая Мировая война. Контроль над месторождениями нефти в Румынии, Закавказье и на Ближнем Востоке был важнейшей частью стратегии противоборствовавших сторон.
1951	Впервые в истории США нефть стала главным источником энергии, оттеснив уголь на второе место.
1956	Суэцкий кризис. После вторжения англо-французских войск в Египет мировые цены на нефть за короткое время выросли вдвое.
1956	Месторождения нефти открыты в Алжире и Нигерии.
1959	Первая попытка создать международную организацию поставщиков нефти. В Каире (Египет) прошел Арабский Нефтяной Конгресс, участники которого заключили джентльменское соглашение о совместной нефтяной политике, которая должна была увеличить влияние арабских государств в мире.
1960	В Багдаде (Ирак) образована Организация Государств – Экспортеров Нефти (ОПЕК). Ее основателями стали Иран, Ирак, Кувейт, Саудовская Аравия и Венесуэла. Ныне в состав ОПЕК входят 11 стран.
1967	Шестидневная Война между Израилем и коалицией арабских государств. Мировые цены на нефть выросли примерно на 20%.
1968	Открыты крупные нефтяные месторождения на территории Аляски.
1969	Первая крупная экологическая катастрофа, причиной которой стал разлив нефти в результате аварии на нефтедобывающей платформе неподалеку от побережья Калифорнии.

1	2
1969	Месторождения нефти открыты в Северном море, их промышленная разработка начата в 1975 г.
1973	Первое нефтяное эмбарго.
1974-1975	Страны Северной Америки и Западной Европы вошли в период тяжелого экономического кризиса. В свою очередь, СССР получил колоссальные доходы от продажи нефти (на его долю СССР приходилось 15% мировой добычи).
1975	Конгресс США принял решение создать стратегический нефтяной запас в стране для того чтобы снизить зависимость экономики от экспортной нефти в будущем.
1979	Черeda политических событий привела к резкому повышению цен на нефть - исламская революция в Иране, крупномасштабный инцидент с АЭС в США, Саддам Хусейн стал президентом Ирака, нападение Ирака на Иран. За два года цены на нефть выросли с 13 до 34 долларов за баррель.
1981	Страны ОПЕК снизили производство нефти примерно на четверть по сравнению с 1978 г. Цены на нефть удвоились.
1982	Страны ОПЕК впервые установили квоты на добычу нефти. К 1985 г. производство нефти еще более уменьшилось: если в 1980 г. Саудовская Аравия добывала 9,9 млн. баррелей в день, то в 1985 г. – 3,4 млн.
1986	Резкое падение мировых цен на нефть.
1986-1987	«Танкерная война» между Ираком и Ираном. США создали международные силы по охране коммуникаций в Персидском заливе. Этим было положено начало постоянному присутствию ВМФ США в зоне Персидского залива.
1988	Крупнейшая в истории авария на нефтяной платформе. Британская платформа в Северном Море Piper Alpha загорелась. В результате погибло 167 человек из 228, находящихся на ней.
1989	Крупнейшая в истории авария нефтяного танкера Exxon Valdez у побережья Аляски. Более 2,1 тыс. км. побережья Аляски были загрязнены. Спасательные работы продолжались почти два года. Цены на нефть несколько выросли.
1990	Ирак захватил Кувейт. ООН ввела санкции против Ирака. Мировые цены на нефть выросли вдвое. За период с конца июля до конца августа мировые цены на нефть поднялись с 16 до 29 долларов за баррель.
1991	Войска коалиции, образованной 32 государствами, разбили иракскую армию и освободили Кувейт. Отступая, иракцы подожгли кувейтские нефтяные скважины. После того как скважины были потушены, мировые цены на нефть резко упали. Война сопровождалась крупнейшей в истории экологической катастрофой. До 4 млн. баррелей нефти вылилось в Персидский залив. Так как шли боевые действия, с последствиями катастрофы некоторое время никто не боролся. Нефть покрыла примерно 1 тыс. км ² поверхности залива.
1991	Распад СССР, после которого поставки советской нефти за рубеж резко уменьшились.
1994	Создан первый автомобиль, использующий в качестве топлива водород - VW Hybrid.

1	2
1995	Компания General Motors продемонстрировала первый электромобиль - EV1.
1997	Компания Toyota создала первый массовый автомобиль, работающий на бензине и электричестве – Prius.
1998	Подписан 50-летний мораторий на разработку месторождений нефти в районе Антарктиды.
1998	Крупномасштабный экономический кризис в Азии. Мировые цены на нефть резко снизились. Причиной этого стала необычно теплая зима в Европе и Северной Америке, увеличение производства нефти в Ираке, потребление нефти странами Азии и ряд других факторов. Падение цен на нефть привело к крупнейшему финансовому кризису в России. Чтобы остановить падение цен страны ОПЕК уменьшили производство нефти.
2000	Россия заняла третье место в мире по объемам добытой нефти, пропустив на первую и вторую позицию Саудовскую Аравию и США. Россия добыла 9,1% мировой нефти, Саудовская Аравия - 12%, США -10%.
2002	В результате общенациональной забастовки Венесуэла резко уменьшила экспорт нефти. В 2001 г. главным поставщиком нефти в США была Саудовская Аравия.
2002	Начались массовые продажи автомобилей, работающих на альтернативном топливе.
2003	США начали войну в Ираке. Мировые цены на нефть значительно выросли (главные причины - война в Ираке, забастовка в Венесуэле, разрушительный ураган в Мексиканском заливе) и достигли примерно 30 долларов за баррель.
2004	Цены на нефть достигли рекорда, превысив 40 долларов за баррель. Главными факторами считаются проблемы США в Ираке и рост потребления нефтепродуктов в странах Азии, особенно в Китае, который впервые в истории стал импортировать нефть. В пятерку крупнейших мировых импортеров нефти в мире входят США, Япония, Южная Корея, Германия и Италия.
2010	На английской нефтяной платформе по неустановленной платформе произошла серия взрывов необъяснимым образом не только уничтожившая все сооружение, но и повредившая трубу скважины на глубине 1500 метров. Некогда представлявшая из себя гордость всего флота British Petroleum - сама совершенная, глубоководная, мощная и пожарозащищенная буровая вышка в истории полностью выгорела за 36 часов и по невыясненным причинам затонув погрузилась в илистый грунт в четырехстах метрах от скважины на полуторокилометровой глубине не оставив никакой возможности для расследования причин случившегося.
2016	Вопросы экономического сотрудничества между Тегераном и Софией обсудили министр нефти Ирана и глава энергетического ведомства Болгарии. Иранская газотранспортная система готова экспортировать газ в Болгарию через территорию Турции .

4. История газовой отрасли России: газодобыча

Зарождение газовой промышленности связывают с искусственным газом. Впервые он был получен из каменного угля в конце XVIII в. лабораторным путем. Вначале искусственный газ использовали для освещения улиц и помещений и поэтому его стали называть «светильным газом». Затем его стали использовать в качестве энергоносителя на машиностроительных и металлургических предприятиях, в сельском хозяйстве, на транспорте.

Добыча нефти зачастую сопровождается выделением природного горючего газа – спутника нефти, но этот спутник достаточно долго был помехой – попутный газ просто сжигали.

Но все же ценность природного газа человечество осознало. И в самом начале XX в. начались единичные целенаправленные поиски его месторождений. Газовые ресурсы стали вовлекать в промышленное освоение вслед за нефтяными ресурсами. В нашей стране добыча попутного газа началась одновременно с добычей нефти с 1928 г. В этот период основной базой добычи газа являлись Бакинские нефтепромыслы.

Исторически существовали препятствия на пути развития газодобычи.

1. Для газа, как и для нефти, основные зоны добычи и районы потребления географически не совпадали.

2. Вследствие относительно более низкого удельного энергосодержания газа по сравнению с нефтью затраты на перекачку газа по трубопроводу намного превышают соответствующие затраты на транспортировку сырой нефти.

3. В течение длительного времени межконтинентальный транспорт газа был невозможен.

4. Разброс крупных и мелких потребителей, объектов коммунального и домашнего хозяйства обуславливает более высокие затраты на распределение газа по сравнению с нефтепродуктами. Поэтому газ успешно продавался лишь на местных (внутристрановых) рынках при сравнительно большом числе районов производства и потерях при распределении.

Существует еще одна особенность газовой промышленности, которая отличает ее от нефтяной отрасли: распределение газа рассматривается как вид общественных услуг; в результате в большинстве стран правительства наделяют газовые компании на местном, региональном, а нередко и на национальном уровне правами монополий, осуществляющих снабжение газом потребителей и контролируемых лишь по их сметным расходам.

С 1950-х гг. многочисленные открытия крупных газовых месторождений изменили сложившуюся ситуацию. Особенно большие успехи были достигнуты в Восточной и Западной Европе. Именно в этот период начинается подъем международной торговли газом, который превратил газовую отрасль в международную сферу деятельности.

В настоящее время Россия – одна из немногих стран, полностью удовлетворяющая свои потребности в газе за счет собственных ресурсов.

Надежная сырьевая база является важнейшим условием развития газовой промышленности. В России разведанные запасы газа составляют 48,9 трлн. куб. м, 45,1 трлн. куб. м находятся на суше, в том числе в Европейской части – 10%, в Западной Сибири – 78%, в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке – 4%, и около 8% промышленных запасов газа расположены на шельфах омывающих Россию морей. Незазведанные ресурсы России оценены в 164,8 трлн. куб. м, из них 42,1% находятся в шельфовой зоне.

Почти 73% запасов газа сосредоточено в 22 уникальных (свыше 500 млрд. куб. м газа) месторождениях, таких как:

- *Оренбургское*. Относится к Волго-Уральская НГП;
- *Уренгойское*. Супергигантское газовое месторождение, третье в мире по величине газовых запасов; находится в Ямало-Ненецком автономном округе РФ; располагается на севере Западно-Сибирской НГП;
- *Ямбургское*. Расположено в Заполярной части Западносибирской равнины, на Тазовском полуострове в субарктической зоне;
- *Заполярное* Расположено на территории Тазовского района Ямало-Ненецкого автономного округа, в 80 км восточнее Уренгойского месторождения.

В 104 крупных месторождениях содержится около 24% запасов газа, и лишь 3% разведанных запасов приходится на многочисленные (663) мелкие и средние месторождения.

В районах с развитой газовой инфраструктурой сосредоточено около 51% разведанных запасов газа. Восемь месторождений газа выявлено на шельфе Баренцева и Печорского морей. Из них Штокмановское месторождение – одно из крупнейших в мире газоконденсатных месторождений находится на шельфе в центральной зоне Восточно-Баренцевоморского прогиба.

В условиях рыночных отношений в России создана крупнейшая корпорация ПАО «Газпром». Создана крупнейшая система газоснабжения, которая включает сотни месторождений газа, компрессорные станции и газопроводы.

Важнейшим средством создания резервов в Единой системе газоснабжения (ЕСГ) России и регулирования неравномерности газопотребления является подземное хранение газа. Для решения указанных задач на территории России используется 24 объекта хранения, активная емкость которых составила в 2005 г. более 60 млрд. куб. м.

Причем 6 из них создано в водоносных структурах, а 18 – в истощенных газовых и газоконденсатных месторождениях. За пределами РФ имеются мощности по хранению газа на территории Германии, Украины и Латвии, в которых накоплены запасы в объеме около 8 млрд. куб. м.

С целью восполнения и наращивания минерально-сырьевой базы и повышения ее качества в Газпроме разработана и с 2002 г. реализуется «Программа развития минерально-сырьевой базы на период до 2030 года».

Эта программа предусматривает решение следующих задач:

- обеспечение разведанными запасами газа, гарантирующими поддержание годового уровня добычи в объеме 630 млрд. куб. м в ареале действия ЕСГ к 2030 г. и создающими задел для продолжения газодобычи за пределами 2030 г.;

- подготовка запасов газа на востоке России для газоснабжения восточносибирских и дальневосточных районов страны и организации «восточного потока» газа на экспорт в страны АТР;

– подготовка запасов жидких углеводородов в Тимано-Печорской нефтегазовой провинции, Западной Сибири, Прикаспии, в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке.

В соответствии с развитием и размещением ресурсной базы перспективы развития не только Газпрома, но и всей российской газовой промышленности в первой половине XXI в. будут связаны с формированием трех новых газодобывающих регионов – на полуострове Ямал с прилегающими акваториями, на шельфе Баренцева, Карского и Печорского морей и на Востоке России. Именно ОНИ – новые газодобывающие регионы – будут определять дальнейшее энергетическое могущество нашей страны.

Месторождения полуострова Ямал являются стратегической сырьевой базой для обеспечения перспективных потребностей страны в газе. Без их освоения за пределами 2010 г. перспектив увеличения добычи газа в России нет. Разведанные запасы газа здесь – около 11 трлн. куб. м, возможный годовой объем добычи – 250 млрд. куб. м (только суша).

«Программа развития минерально-сырьевой базы на период до 2030 года» – базовый документ, который призван определить стратегию развития газовой отрасли на востоке страны. Ее основное отличие от соответствующих программ, разработанных в свое время для Западной Сибири, – нацеленность на комплексное использование всех содержащихся в добываемом газе компонентов: этана, пропана, бутана, других углеводородов и гелия. Речь здесь должна идти о том, чтобы не просто добыть газ и продать его на экспорт, а организовать на востоке России комплекс газохимических предприятий и экспортировать продукцию с высокой добавленной стоимостью.

В мире постоянно возрастает потребление газа. На обозримую перспективу прогнозируется существенное повышение спроса на газ в Европе и Азии. Учитывая все эти факторы, специалисты считают необходимым ставить задачу доведения добычи газа в стране к 2020 г. как минимум до 900 млрд. куб. м в год. Только при таких объемах добычи можно будет повысить уровень газификации в стране, увеличить продажу газа за рубеж и использо-

вать получаемые средства не только на развитие газовой промышленности, но и на модернизацию других отраслей экономики.

Эта программа предусматривает переход на строительство газопроводов из труб повышенной прочности, рассчитанных на давление 120 атмосфер для наземных трубопроводов и 150–200 атмосфер – для морских. Новое поколение газопроводов позволит существенно уменьшить удельные капиталовложения и снизить стоимость транспортировки газа.

Большие запасы нефти и газа расположены в районах Восточной Сибири и Дальнего Востока. Поскольку в газе месторождений Восточной Сибири и Дальнего Востока содержится большое количество важных химических элементов, то его следует использовать в качестве топлива только после переработки на газохимических производствах. Для этого необходимо создать мощные газохимические комплексы по производству современных продуктов и товаров, потребность в которых на мировом рынке постоянно возрастает. Страны, производящие нефтехимические продукты высокой степени товарной готовности, получают доход в 10 раз больше, чем страны, продающие просто нефть.

К настоящему времени сформировалось несколько регионов переработки газа – Оренбургский, Астраханский, Сосногорский (Республика Коми) и Западно-Сибирский. Они различаются по номенклатуре и количеству выпускаемой продукции, что, прежде всего, объясняется объемом разведанных запасов ближайших месторождений и химическим составом добываемого здесь газа. Основными видами продукции являются этан, пропан, бутан, широкая фракция, гелий, сжиженный газ, бензин, сера и др.

Дальнейшее развитие газопереработки связано с более глубокой переработкой газа и конденсата, расширением газохимических процессов и производства моторных топлив.

Что касается экспорта, то в 1999 г. был сдан в эксплуатацию трансконтинентальный газопровод «Ямал-Европа» общей протяженностью 4000 км, который идет от месторождений полуострова Ямал через Центральную Россию и Белоруссию в Польшу, Германию.

Интересными представляются многие другие проекты транспортировки российского газа. Например, магистральный газопровод «Сила Сибири» предназначенный для транспортировки природного газа Якутского и Иркутского центров газодобычи на Дальний Восток России и в Китай. Газопровод пройдет по территории Иркутской области, Республики Саха (Якутия) и Амурской области и в перспективе соединится с газо-транспортной системой «Сахалин – Хабаровск – Владивосток». Строительство «Силы Сибири» началось в сентябре 2014 года.

5. Сланцевый газ: что это такое и нужен ли он России?

Сланцевый газ (shale gas) – это природный газ, состоящий в основном из метана. Добывается из месторождений, расположенных в сланцевых осадочных породах земной коры. Добывается в основном в США, также делаются попытки наладить добычу в других странах.

Технология добычи сланцевого газа гораздо затратнее, чем добыча традиционного газа, и при низких ценах на углеводороды нерентабельна.

Большой проблемой сланцевого газа также является неэкологичность его добычи. В процессе добычи сланцевого газа производят гидроразрыв пласта. При этом используют химикаты, которые загрязняют обширные участки почвы, наносят вред сельскому хозяйству и грунтовые воды. Как только в Америке началась добыча сланцевого газа, российские специалисты лишь присматривались к этому процессу, взвешивали все «за» и «против». Когда объем сланцевого газа, добываемого США стал достаточно велик, появились новые разработки, усовершенствованные технологии, министерство предложило также попробовать их и у себя на Родине, выделив для этого отдельный полигон.

В нашей стране двоякое отношение к добыче сланцевого газа. Есть мнение Минэнерго: нет особой проблемы в добыче сланцевого газа, наоборот, теперь можно будет подключить к магистральным газопроводам еще не до конца освоенные районы: Сибирь, Дальний Восток и районы Севера. Производится геологическое изучение недр земель, принадлежащих России,

также рассматривается облегчение выдачи лицензий на добычу сланцевого газа не только государственным компаниям, но и частным. Для этого сланцевый газ выделяется, как отдельный вид полезного ископаемого, что позволяет ввести льготы по разработке месторождений.

Но есть специалисты, которые считают, что на сегодняшний день РФ нет необходимости затрачивать средства на проведение разработок и добычи данного полезного ископаемого; сланцевый газ не только излишне дорогостоящ в своей добыче, но и несет экологическую угрозу для территорий его разработки; наша страна богата залежами природного газа. Относительно стоимости добычи сланцевого газа они правы. Так, добыча 1 тысячи кубов сланцевого газа обходится в 150 долларов, тогда как традиционного газа на новых месторождениях – 20 долларов, а на старых – всего 10 долларов.

Зато Россия принимает участие в совместных проектах с зарубежными компаниями по добыче сланцевого газа. Например, крупнейшая российская компания «Лукойл» сотрудничает с нефтегазовым концерном Франции Total для обследования и добычи сланцевой нефти на Баженовском месторождении Западной Сибири. Здесь же ведет исследовательскую работу еще одна нефтяная компания «Роснефть».

Мировые добычи нетрадиционного газа все возрастают. Нетрадиционный газ – это не только сланцевый, но и угольный, газ пород высокой плотности. Все эти разновидности газа имеются в землях России в немалом количестве, особенно угольный газ, добыча которого не проводилась до сих пор и может принести немалую прибыль.

Таким образом, можно сказать, что огромные запасы природного углеводородного газа «отодвигают» начало добычи сланцевого газа (хотя го запасы в нашей стране тоже велики) в отдалённое будущее. Пока проблема сланцевого газа в нашей стране свелась к «прикидочным» оценкам его ресурсов, выполненные специалистами научных организаций при опоре на параметры разрабатываемых газосланцевых полей США.

6. Что такое СПГ?

Сжиженный природный газ или сокращенно СПГ, как принято называть его в энергетической отрасли представляет собой обыкновенный природный газ, охлажденный до температуры -162°C для хранения и транспортировки в жидком виде. Хранится сжиженный газ в изотермических резервуарах при температуре кипения, которая поддерживается вследствие испарения СПГ. Для использования СПГ подвергается испарению до исходного состояния без присутствия воздуха. При регазификации (возвращении газа в исходное парообразное состояние) из одного кубометра сжиженного газа образуется около 600 кубометров обычного природного газа.

Сжиженный природный газ представляет собой смесь метана, этана, пропана и бутана с небольшим количеством более тяжелых углеводородов и некоторых примесей, в частности, азотных и комплексных соединений серы, воды, углекислого газа и сероводорода, которые могут существовать в исходном газе, но должны быть удалены перед сжижением. Метан является самым главным компонентом, обычно, хотя и не всегда, более чем на 85% по объему.

Сжиженный природный газ не имеет запаха, бесцветный, не вызывает коррозии, не горюч и не токсичен. СПГ хранится и транспортируется при сверхнизких температурах при атмосферном давлении. При воздействии на окружающую среду СПГ быстро испаряется, не оставляя следов на воде или почве.

Преимущества сжиженного природного газа

– В процессе сжижения плотность газа увеличивается в сотни раз, что повышает эффективность и удобство хранения, а также транспортировки и потребления энергоносителя.

– Большие объемы СПГ возможно хранить в специальных наземных резервуарах при атмосферном давлении.

– Возможность межконтинентальных перевозок СПГ специальными танкерами-газовозами, а также перевозка железнодорожным и автомобильным видами транспорта в цистернах.

– Возможность газификации объектов, удаленных от магистральных трубопроводов на большие расстояния, избегая строительства дорогостоящих трубопроводных систем.

– СПГ является не только источником сухого природного газа, транспортируемого по газопроводам, а также источником ШФЛУ (широкая фракция легких углеводородов – этана, пропана, бутанов и пентанов). Эти углеводороды используются в качестве нефтехимического сырья и в качестве источника экологически чистого топлива для различных видов транспорта (а также в быту). Сжиженный природный газ представляет собой безопасный, экологически чистый вид топлива с высокими энергетическими характеристиками и октановым числом.

Проект «Ямал СПГ»

За Полярным кругом на полуостров Ямал в поселке Сабетта реализуется один из самых масштабных проектов в нефтегазовой сфере за последние годы - «Ямал СПГ». В декабре 2017 г. запущена первая очередь строительства завода, еще по одной очереди будет запущено в 2018 и 2019 гг. После этого будет построена четвертая очередь – полностью на российских технологиях. Первый сжиженный газ от ОАО «Ямал СПГ» уже был отгружен на материк. По оценкам экспертов, спрос на газ в мире будет только расти, и через 20 лет потребление вырастет, ориентировочно, на 40 %, а конкретно СПГ - на 70 %. Завод по производству сжиженного природного газа будет работать на ресурсной базе Южно-Тамбейского месторождения, а его мощность составит 16,5 млн. тонн в год. Южно-Тамбейское месторождение было открыто ещё в 1974 г. Ресурсной базы этого месторождения должно хватить, как минимум на 25-30 лет уверенной работы.

Завод «Ямал СПГ» будет состоять из трёх технологических линий сжижения газа производительностью 5,5 млн. тонн в год каждая. Кроме этого производственный комплекс будет включать установки фракционирования сжиженных углеводородных газов, парки хранения стабильного конденсата и хладагентов, а также другие общезаводские инженерные системы и факельные установки.

Производственный процесс будет осуществляться следующим образом: от скважин газ транспортируется к заводу по системе наземных трубопроводов. На территории завода, газ подготавливают: из газа отделяют конденсат, метанол и другие ненужные примеси.

В общую инфраструктуру завода входит также морской арктический порт Сабетта, который строится прежде всего для обеспечения перевалки углеводородного сырья Южно-Тамбейского газоконденсатного месторождения и для дальнейшей транспортировки природного газа и газового конденсата морским транспортом в страны Азиатско-Тихоокеанского региона и Атлантики.

7. Газовые гидраты – кладовая углеводородного сырья

Газовые гидраты – твердые соединения, в которых молекулы газа при определенных температуре и давлении заполняют структурные пустоты кристаллической решетки, образованной молекулами воды с помощью водородной связи. Они являются соединениями переменного состава.

В 1940-е годы советские учёные высказывают гипотезу о наличии залежей газовых гидратов в зоне вечной мерзлоты. Первые месторождения газовых гидратов было обнаружение в 1960-е годы на севере СССР. Также к этому времени находит подтверждение гипотеза о возможности образования газовых гидратов в природных условиях.

С этого момента газовые гидраты начинают рассматриваться как потенциальный источник топлива. По предварительным оценкам запасы газовых гидратов огромны. Они распространены как в океанах, так и определенных слоях материков. Особенностью газовых гидратов является нестабильность при повышении температуры и понижении давления.

В 1969 г. началась разработка Мессояхского месторождения в Сибири, где, как считается, впервые удалось извлечь природный газ непосредственно из гидратов. Сейчас природные газовые гидраты привлекают особое внимание как возможный источник ископаемого топлива, а также участник из-

менений климата. Перечислим основные причины, вызывающие интерес к изучению гидратов:

- гидраты представляют интерес для стран, у которых нет собственных углеводородных ресурсов;
- оценка роли газовых гидратов в приповерхностных слоях геосферы, в связи с их возможным влиянием на глобальные климатические изменения;
- природные гидраты могут быть маркерами более глубокозалегающих обычных месторождений нефти и газа;
- происходит освоение месторождений углеводородов, расположенных в глубоководных шельфах, полярных регионах, т.е. областях, в которых возможно образование гидратов;
- рассмотрение возможности использования газогидратных технологий при разработке, хранении и транспорте природного газа.

В 40-х годах XX в. появились разработки по хранению и транспорту природного газа в виде гидратов. Движение научной мысли в этом направлении связано с таким свойством газовых гидратов, как концентрация при относительно небольших давлениях значительные объёмы газа. Эффективной может быть морская транспортировка природного газа в гидратном состоянии. Также интерес представляет чистая вода, которая остается после разложения гидрата (при образовании газогидратов вода очищается от примесей).

Газогидратные технологии также пытаются использовать для организации газогидратных хранилищ газа под давлением вблизи крупных потребителей газа. Это связано со способностью гидратов концентрировать газ при относительно низком давлении.

Хранилище такого рода представляет собой батарею газгольдеров, размещенных в котловане или ангаре, и соединённую с газовой трубой. В весенне-летний период хранилище заполняется газом, формирующим гидраты, в осенне-зимний – отдает газ при разложении гидратов. Строительство подобных хранилищ вблизи теплоэнергоцентралей может существенно сгладить сезонную неравномерность в производстве газа.

ТЕМА №4. ПРОИСХОЖДЕНИЕ НЕФТИ И ГАЗА

Откуда же возникли нефть и газ в недрах земли? Как они образовались? И сегодня этот вопрос еще не имеет однозначного ответа.

Вместе с тем правильный ответ поможет найти ответ на другой очень важный вопрос: где образуются месторождения нефти и природного газа, в каких конкретных точках земной коры расположены их крупные скопления? А эти вопросы имеют актуальность и практическую значимость в связи с широким развитием работ по поиску нефтяных и газовых месторождений.

Основоположник российской нефтяной геологии академик И.М. Губкин в 1932 г. писал: *«Только тогда, когда мы будем иметь правильное представление о процессах, в результате которых возникла нефть, мы будем знать, каким образом в земной коре образуются ее залежи, ... и получим... надежные указания, в каких местах надо искать нефть и как надлежит наиболее целесообразно организовать ее разведку».*

В объяснении происхождения нефти и горючих газов уже более ста лет противостоят две основные гипотезы: органического и минерального (неорганического) происхождения.

Органики считают, что нефть и природный газ возникли в осадочном чехле земной коры в результате глубокого преобразования останков животных и растительных организмов, населявших древние моря и озера.

Все гипотезы минерального происхождения нефти объединяет идея синтеза компонентов нефти из простых исходных веществ и радикалов при высоких температурах и давлении в мантии Земли неорганическим путем. Сторонники неорганического происхождения нефти и газа показывают, что образование нефти - процесс постоянный, пока в недрах земли есть вода, углекислый газ и восстановители.

Кроме основных гипотез существуют гипотезы: космического происхождения, круговоротного происхождения и ряд других.

1. Суть и доказательства гипотезы органического происхождения

Основы гипотезы органического происхождения нефти заложил М.В. Ломоносов (1763 г. труд «О слоях земных»). Он объяснил её образование воздействием «подземного огня» на «окаменелые уголья», в результате чего, по его мнению, возникли асфальты, нефти и «каменные масла».

Так как считалось, что угли произошли из растительных остатков, то и нефти приписывалось растительное происхождение. Фактически с этой работы М.В. Ломоносова начинается концепция органического происхождения нефти и горючих газов. В своем развитии концепция органического происхождения нефти и природных газов опирается на достижения различных наук.

Для доказательства образования нефти органическим путем химики ставили специальные эксперименты.

В 1888 г. немецкий химик Карл Энглер перегнал китовый жир и получил нафтеновые и ароматические углеводороды и твердый парафин. Продукт перегонки Энглер назвал «протопетролеум» (греч. «протос» – первый, англ. «петролеум» – нефть). В тот же период самим К. Энглером и другими исследователями были получены углеводороды и из растительных масел: репейного, оливкового и других.

В 1912 г. Энглер предположил, что в процессах образования нефти участвуют природные алюмосиликаты (глины).

В 1921 г. японский ученый Макото Кобаяси получил искусственную нефть при перегонке жира рыб в присутствии катализатора – гидросиликата алюминия. Подобные опыты были проведены и другими исследователями. Следовательно, в глинах содержится природное вещество, которое может быть катализатором образования нефти в природных условиях.

Вследствие этого глинистые породы были названы *нефтепроизводящими*, или *нефтематеринскими*.

В 1934 г. немецкий ученый Генри Потонье выдвинул гипотезу о происхождении нефти из смешанного растительно-животного материала – сапропеля.

Но еще в 1919 г. академик Н.Д. Зелинский произвел перегонку сапропеля озера Балхаш. И выделил из него сырую смолу (63,2%), кокс (16,0%) и газ (20,8%). Газ состоял из CH_4 , CO_2 , H_2 и H_2S . После вторичной перегонки безводной смолы были им получены бензин, керосин и тяжелые масла. В состав бензина входили метановые, нафтеновые и ароматические углеводороды. Полученная смесь углеводородов во многом была сходна с природной нефтью, а тяжелые фракции обладали *оптической активностью*.

Вопрос оптической активности заслуживает отдельного рассмотрения потому, что оптическая активность – одно из фундаментальных свойств живого вещества и продуктов его преобразования. Если какие-то соединения, содержащиеся в нефти, обладают оптической активностью, то, значит, они получены в результате преобразования органического вещества.

Интерес к сапропелю был не случайным. Уже в XIX в. в процессе поиска и при разведке нефтяных месторождений геологи стали отмечать частую приуроченность нефтяных залежей к древним морским отложениям, обогащенным сапропелевым органическим веществом.

Геологи установили, что свыше 99,9% известных скоплений нефти и природного газа находятся в осадочных породах. Из этого ученые сделали вывод: нефть является продуктом процесса осадконакопления. А во всех осадочных образованиях от самых древних до современных осадков – почти всегда содержатся рассеянное органическое вещество и продукты его преобразования. Общее количество органического вещества в породах находится в пределах 0,2–0,9% от массы осадочных пород. Но среди мощных толщ осадочных пород имеются отдельные пачки пород, в которых органического вещества больше, например, в глинах в 2–4 раза больше органического вещества, чем в песках и карбонатах.

Работы по исследованию органического вещества современных осадков и древних осадочных пород проводил в 1927 г. выдающийся ученый-геолог академик А. Д. Архангельский.

Значительное влияние на направление геологических исследований оказал И.М. Губкин. Он подчеркивал, что широкое региональное распространение месторождений нефти в осадочных толщах заставляет отбросить любые возможные экзотические источники для образования нефти и считать, что источником нефти может быть только широко распространенное в осадочных породах рассеянное органическое вещество смешанного растительно-животного происхождения. Детальные исследования выявили все большие черты сходства между углеводородами рассеянного органического вещества осадочных пород, названных Н.Б. Вассоевичем (русский геолог, член-корр. АН) *микронептью*, и нефти из ее месторождений.

2. Предполагаемый механизм органического происхождения нефти и природного газа

Верхние слои воды в морях и озерах населены планктоном (водорослями и ракообразными). После отмирания планктона остатки растительных и животных организмов в огромном количестве выпадают на дно бассейнов и накапливаются в илах, рассеиваясь среди минеральных частиц.

С этого момента начинается биохимическая стадия преобразования остатков этих организмов. Органические останки разлагаются и преобразовываются бактериями в условиях недостатка кислорода. Бактерии в первую очередь перерабатывают органические соединения белки, углеводы и другие соединения. Из них могут образоваться углеводороды. В процессе разложения органического вещества образуется много метана, углекислого газа, воды и незначительное количество жидких и твердых углеводородов.

Во времени морское дно погружается. Илистые осадки накапливаются слой за слоем, перекрывая друг друга. Многослойные осадки уплотняются и превращаются в осадочную породу. Этот процесс называется *диагенез* (греч. «диагенесис» – перерождение). Затем молодая осадочная порода попадает при погружении в зону *катагенеза* (греч. «ката» – движение вниз, «генесис» – происхождение). В этой зоне происходят процессы взаимодействия ве-

ществ под действием температуры и давления, которые возрастают по мере погружения затвердевших осадков и накопления сверху новых отложений.

В захороняющихся илах постепенно прекращается обмен веществами с придонным слоем воды. Это приводит к гибели микроорганизмов (бактерий) вследствие их отравления продуктами своей жизнедеятельности. В связи с этим биохимические процессы затухают.

Если вначале в реакциях участвует кислород среды, то затем они идут лишь за счет внутренних ресурсов кислорода самого органического вещества. Под влиянием высокой температуры начинается разложение более сложных соединений рассеянного органического вещества на менее сложные, в том числе и углеводороды.

Таким образом, с увеличением глубины залегания осадочных пород в разлагающемся органическом веществе растет содержание газообразных углеводородов и рассеянной нефти, которую еще называют микронефтью, или протонефтью.

Как показывают лабораторные опыты, химические превращения органического вещества с образованием микронефти наиболее быстро протекают при температуре 100–200°C, которая существует на глубине 4–6 км. Однако сторонники органической концепции допускают, что такие же химические реакции могут происходить и на глубине в 2–3 раза меньшей, где температура составляет всего 40–60°C. По их мнению, длительное, в течение многих миллионов лет, воздействие на органическое вещество столь низких температур приводит к такому же результату.

К важнейшим вопросам относится вопрос о механизме концентрации рассеянной нефти – микронефти – в различные по масштабам скопления углеводородов. Согласно рассматриваемой концепции глинистые и известковые илы являются нефтематеринскими породами. По мере их погружения и уплотнения микронефть вместе с газообразными углеводородами и водой начинает выжиматься из илов в залегающие выше пористые породы (песчаники и др.). Этот процесс получил название первичной миграции. Попавшая

в пористые породы микронепть, по химическому составу еще не соответствует настоящей нефти. В ней отсутствуют легкие компоненты. А более тяжелая часть имеет далеко не все углеводородные группы. Свойства настоящей нефти микронепть приобретает уже в пористой среде.

В моменты последующих тектонических перестроек микронепть под влиянием гравитационных и других сил начинает медленное перемещение вверх по наклону пластов. Так начинается вторичная миграция нефти и природных газов. Этот момент нужно считать уже началом формирования самого нефтяного месторождения.

Доказательством того, что описанный процесс мог иметь место в прошлом, послужило обнаружение нефтяных углеводородов в современных осадках всех водных бассейнов.

Главное доказательство органической концепции состоит в большом сходстве химических и геохимических показателей соединений нефти с аналогичными компонентами органического вещества современных осадков и древних осадочных пород.

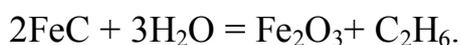
3. Гипотезы минерального происхождения нефти и газа

Идея о минеральном происхождении нефти впервые была высказана в 1805 г. знаменитым немецким естествоиспытателем Александром Гумбольдом. Основанием его идеи было знание о том, что в продуктах жизнедеятельности вулканов присутствуют углеводороды.

Для доказательства этой гипотезы также были поставлены эксперименты. В 1866 г. французский химик М. Бертло обнаружил, что ацетилен при сравнительно низких температурах может переходить в более тяжелые углеводороды.

Сторонники гипотезы минерального происхождения считали, что компоненты нефти и газа образуются в результате синтеза из простых исходных веществ – С, Н₂, СО, СО₂, СН₄, Н₂О и радикалов при высоких температурах и взаимодействии продуктов синтеза с минеральной частью глубинных пород.

Д.И. Менделеев до 1867 г. придерживался представлений об органическом происхождении нефти. Но в 1877 г. сформулировал гипотезу минерального происхождения нефти. Согласно этой гипотезе нефть образуется на больших глубинах при высокой температуре вследствие взаимодействия воды с карбидами металлов. Схема процесса:



Далее возникавшие в газообразном состоянии углеводороды поднимались в верхнюю холодную часть земной коры, конденсировались и накапливались в пористых осадочных породах.

В настоящее время предположение Д.И. Менделеева подтвердилось, в глубинных породах найдены карбиды ряда элементов (Fe_3C , TiC , Cr_2C_3 , WC , SiC). Но крупных скоплений они не образуют. Поэтому процесс образования углеводородов в огромных количествах, которые известны в природе, с этих позиций объяснить очень трудно.

С середины прошлого века интерес к минеральной гипотезе снова начал возрастать. Наибольшую известность получила *магматическая гипотеза образования нефти*. На больших глубинах – в мантии Земли – в условиях очень высокой температуры углерод и водород образуют углеводородные радикалы $-\text{CH}$, $-\text{CH}_2$ и $-\text{CH}_3$. Вследствие перепада давления они перемещаются по веществу мантии в зоны глубинных разломов и вдоль этих разломов поднимаются вверх, ближе к земной поверхности. По мере понижения температуры в верхних слоях эти радикалы соединяются друг с другом и с водородом. В результате возникают различные более сложные нефтяные углеводороды. К ним присоединяются другие углеводороды, образующиеся из CO_2 и H_2 , а также из карбидов различных металлов и воды. Разнообразие реакций обеспечивает и чрезвычайное разнообразие возникающих углеводородов, смесь которых в основном и составляет природную нефть.

Дальнейшее движение углеводородных газов и нефти приводит их или на поверхность Земли, или в ловушки. Ловушки образуются в проницаемых породах осадочного покрова. Передвижение (миграция) углеводородов происходит по заполненным водой трещинам.

В поисках доказательств неорганического синтеза нефти некоторые исследователи обращались к промышленным процессам получения синтетического топлива. Однако по мере углубления знаний о составе нефти отчетливо выявились глубокие различия в составе природных и синтетических углеводородных смесей.

Сторонники минерального происхождения нефти пытались обосновать свои доводы с помощью термодинамических расчетов, но и в этом случае они потерпели поражение.

Геологические доказательства минеральной гипотезы (наличие следов метана и некоторых нефтяных углеводородов в глубинных кристаллических породах, в газах и магмах, извергающихся из вулканов, проявления нефти и газа по некоторым глубинным разломам и т.п.) являются косвенными и всегда допускают двойную трактовку.

Многолетние исследования месторождений природных газов, в том числе изотопного состава углерода, который различен у метана органического и неорганического происхождения, не дают решающего перевеса ни одной из этих теорий. Видимо, обе гипотезы происхождения природного газа справедливы, и различные месторождения имеют разное происхождение.

Подводя итоги вышесказанному можно отметить, что до сих пор нет единого мнения о происхождении нефти и газа. Обе гипотезы (органического и неорганического происхождения) имеют свои «за» и «против». Во многом подтвердилась гипотеза органического происхождения. К настоящему времени большинство нефтяных месторождений в мире находятся в осадочных породах, содержащих окаменелые останки животных и растений. В то же время сторонники органического происхождения не могут обосновать огромные скопления останков животных и растений в местах, где органического вещества в осадочных породах сравнительно мало. Вместе с тем, имеются большие скопления нефти в Марокко, Венесуэле, и других странах в метаморфических и изверженных породах, в которых органического вещества не должна быть. В вопросе о происхождении нефти есть приверженцы и комплексного подхода. Они считают, что могли существовать оба механизма

образования нефти (органический и неорганический), определенной мерой дополняя друг друга или действуя на разных стадиях процесса.

4. Гипотеза космического происхождения нефти и газа

Космическое происхождение нефти раскрывается в 1892 г. в работах русского геолога Владимира Дмитриевича Соколова (1855-1917), который полагал, что углеводороды нефти образовались из рассеянных неорганических компонентов в космическом пространстве и попали в состав земного вещества на стадии формирования нашей планеты. Эта точка зрения отвечает «холодному» начальному состоянию земли.

С помощью этой гипотезы можно также объяснить образование природного газа. Известно, что основным компонентом природного газа является метан. Но, именно метан присутствует в больших количествах в космическом пространстве. Т.о, можно предположить, что в процессе формирования Земли в ее мантии оказалось огромное количество метана, и в течение 4,5 млрд. лет существования Земли углеводородные газы с помощью различных тектонических механизмов пробивают себе путь к верхним слоям земной коры. Сторонники этой гипотезы приводят доказательства того, что метан в земной коре абсолютно устойчив до глубин в 30 км, а практически может существовать на глубинах до 300 км и даже 600 км. Если этот взгляд на геологию Земли верен, то глубинные резервы природного газа могут в огромное число раз превышать запасы газов биогенного происхождения, а природный газ можно рассматривать как частично возобновляемый ресурс.

Возможными аргументами в пользу космического прошлого нефти могут быть данные астрофизики о наличии углеводородсодержащих радикалов на звездах и данные геохимических исследований органических соединений в метеоритах. Присутствие углеводородсодержащих веществ в не земном пространстве установлено спектроскопическими наблюдениями. По интенсивности полос поглощения удалось не только качественно, но и количественно оценить наличие тех или иных веществ и в околоземном пространстве, и за пределами Солнечной системы.

Спектроскопические наблюдения показали, что в атмосфере Юпитера, Сатурна, Урана, Нептуна имеются метан и аммиак. Косвенные данные говорят, что планеты Уран и Нептун целиком состоят из метана, аммиака, углекислого газа. Не исключено и присутствие более сложных молекул, в составе которых находятся углерод, водород, азот и кислород.

В головах и хвостах комет обнаружили радикалы, куда входят те же элементы (С, Н, О). Космическое пространство содержит в достаточном количестве эти элементы, которые либо под воздействием высоких температур, либо под действием радиоактивного излучения образуют радикалы. При снижении температуры радикалы соединяются в молекулы, что, вероятно, и происходит в космосе.

Исследования метеоритов, т.е. обломков тел, находящихся на границе планет земной группы с зоной планет-гигантов, показали присутствие в них органических соединений: углеводов, аминокислот, гетероциклических соединений. Следует отметить одну особенность выделенных из метеоритного вещества парафиновых углеводов: они состоят в основном из нормальных углеводов. Своего рода сенсацией явилось открытие у углеводов метеоритного происхождения оптической активности.

Приведенные данные, казалось бы, говорили в пользу возможного образования углеводов Земли из соединений, содержащихся в составе обломков родительских космических тел. Это органическое вещество в недрах Земли могло претерпеть изменения, превратившие его в нефть. Но все же, трудно представить, что фактами образования множества сложных органических соединений в космических объектах можно объяснить поступление минеральной нефти из больших глубин Земли.

5. Гипотеза Азария Баренбаума

Группой ученых из Института проблем нефти и газа РАН (ИПНГ РАН) под руководством доктора геолого-минералогических наук Азария Баренбаума была разработана еще одна гипотеза происхождения нефти и газа. Со-

гласно их концепции, залежи углеводородов могут возникать не за миллионы лет, а за десятилетия. Гипотеза российских ученых предполагает, что нефтегазообразование – это процесс не столько геологический, сколько климатический. Он связан с круговоротом воды и углерода на Земле. Поступающий с дождевыми водами углерод, захваченный из атмосферы в форме гидрокарбоната, в условиях земной коры восстанавливается до углеводородов, из которых уже в геологических структурах-ловушках формируются нефтегазовые скопления. По оценкам ученых до 90% нефтегазовых скоплений на глубинах от 1 до 10 километров появляются благодаря описанной ими гипотезы, и только 10% запасов формируются из органических остатков, как это предполагалось классической теорией.

И еще один важный вывод российских ученых-геологов заключается в том, что благодаря активному участию в образовании нефти и газа климатического круговорота, пополнение залежей ископаемых углеводородов происходит не за многие сотни тысяч и миллионы лет, а всего лишь за несколько десятилетий.

Таким образом, понимая ценность горючих углеводородов, человечество уже несколько сотен лет пытается объяснить себе же их происхождение. И на сегодняшний день важно знать воспроизводимы они или нет, на сколько десятилетий их хватит и т.п. В основном «спорят» между собой две гипотезы: органического и неорганического происхождения углеводородов. Но, так как, ни одна из этих гипотез не может перерасти в теорию (не достаточно доказательств), то на помощь приходят другие, например, «космическая» и «круговоротная» и ряд других.

ТЕМА № 5. СОСТАВ НЕФТИ И ГАЗА

Нефть – это природная горючая маслянистая жидкость, распространенная в осадочной оболочке Земли; важнейшее полезное ископаемое. В состав нефти входит смесь углеводородов самого разнообразного строения. Их молекулы представляют собой цепи атомов углерода короткие и длинные; нормальные, и разветвленные; замкнутые в кольца, и многокольчатые. Путем перегонки из нефти получают различные продукты: бензин, реактивное топливо, керосин, дизельное топливо, мазут.

1. Состав нефти

В составе нефти уже установлено более 500 индивидуальных и около 350 серо-, азот- и кислородсодержащих углеводородов, в ней обнаружено более 50 химических элементов. Содержание указанных соединений и примесей в нефти разных месторождений колеблется в широких пределах. Поэтому говорить о среднем химическом составе нефти можно только условно.

Расшифровать, т. е. идентифицировать, «полный» химический состав нефти современными средствами пока не представляется возможным. Поэтому химический состав нефти выражают несколькими способами: фракционный состав, элементный химический составом и групповой химический состав.

Фракционный состав нефти

Нефтяная фракция – составная часть нефти. Основанием для классификации нефти на фракции при перегонке служит температура кипения.

Нефть является смесью, состоящей из огромного количества химических соединений. Каждое из этих соединений характеризуется своей *температурой кипения*. Это физическое свойство нефти широко используется в нефтеперерабатывающей промышленности.

Важнейшим процессом в нефтепереработке является перегонка нефти. Перегонкой нефть разделяют на отдельные фракции, каждая из которых кипит в определенном температурном интервале. Фракции, выкипающие до

350°С, называют светлыми дистиллятами. Фракции, выкипающие выше 350°С, является остатком после отбора светлых дистиллятов и называется мазутом. Мазут и полученные из него фракции – темные.

Фракционирование мазута проводят при пониженном давлении, так как при атмосферном давлении углеводороды, входящие в состав этой фракции при температуре выше 350°С разлагаются. Затем полученные температуры пересчитываются на нормальное атмосферное давление

Названия фракциям присваиваются в зависимости от направления их дальнейшего использования. Как правило, сырая нефть содержит следующие фракции, из которых затем потом получают основные продукты нефти (табл.).

Таблица

Фракции нефти

Название фракции	Содержание атомов С	Температура кипения, °С	Применение
С1-С4 – углеводородные газы			
Светлые нефтепродукты			
Бензин	С5 – С11	35–180	Горючее для двигателей внутреннего сгорания, растворитель
Лигроин (нафта)	С8 – С14	150–350	Горючее для тракторов
Керосин	С12 – С18	180–300	Реактивное топливо
газойль	С13 – С19	200–350	Дизельное топливо
Темные нефтепродукты			
Мазут	С18–С50	> 430 Перегонка под вакуумом	Получение смазочных масел. Жидкое топливо в котельных установках. Дальнейшая химическая переработка

Фракционный состав нефти является важнейшим показателем ее качества. Фракционный состав определяется при лабораторной перегонке с использованием метода постепенного испарения, в процессе которой при постепенно повышающейся температуре из нефти отгоняют части – фракции

Таким образом, фракционирование – это разделение сложной смеси компонентов на более простые смеси или отдельные составляющие.

Нефти различных месторождений заметно отличаются по фракционному составу, содержанию светлых и темных фракций. В технических условиях на нефть и нефтепродукты нормируются: температура начала кипения; температура, при которой отгоняется 10, 50, 90 и 97,5% от загрузки, а также остаток в процентах; иногда лимитируется температура конца кипения.

Элементный химический состав

Элементный химический состав – это количественный состав химических элементов, входящих в нефть, выраженный в массовых долях или в массовых процентах. Число химических элементов в составе нефти очень велико, но основными из них являются нижеперечисленные.

Углерод содержится в нефти различного состава в количестве от 83 до 87% (масс.), причем, чем тяжелее нефть по плотности и фракционному составу, тем выше содержание углерода. Углерод входит в состав всех химических соединений нефти.

Водород составляет 11–14% (масс.) нефти, в более тяжелых нефтях водорода меньше.

Сера присутствует в составе нефти либо в свободном состоянии, либо в виде соединений сероводородов и меркаптанов. Сера является наиболее широко распространённой коррозионной примесью, которую нужно удалять на нефтеперерабатывающем заводе. *По содержанию серы сырую нефть в Европе и России подразделяют на малосернистую (до 0,5%), сернистую (0,51-2%) и высокосернистую (более 2%).*

Азот. Содержание азота в нефти лишь в отдельных случаях достигает до 1,5% (масс.). Азот является нежелательной примесью нефти.

Кислород представлен в виде карбоновых и нафтеновых кислот, содержание его не больше 3% (масс.).

Металлы образуют с углеводородами сложные соединения. Наиболее распространены ванадий, никель, железо, цинк, медь, магний и алюминий. Их присутствие обычно нежелательно для катализаторов, они ухудшают эксплуатационные свойства нефтепродуктов.

Групповой химический состав

Химический состав нефти и нефтепродуктов принято характеризовать содержанием основных групп углеводородов и других соединений.

Углеводороды нефти представлены тремя основными группами: парафиновые (алканы), нафтеновые (циклоалканы) и ароматические (арены).

Парафиновые углеводороды (алканы) – это основная часть углеводородов нефти. Они имеют химическую формулу C_nH_{2n+2} .

Алканы с числом атомов углерода от 1 до 4 газообразные. Они выделяются дегазацией из нефти при ее добыче в виде попутного нефтяного газа.

Алканы с числом атомов углерода от 5 до 18 жидкие.

По своему строению алканы с числом атомов углерода 4 и более делятся на алканы нормального строения и разветвленные (изоалканы).

Парафиновые углеводороды с числом атомов углерода 19-20 и до максимально возможных являются твердыми. Их содержание в нефтях колеблется от 0,5 до 20 мас. % и является классификационным признаком, по которому нефти относят к трем видам: до 1,5 % – малопарафинистые, 1,5-6 % – парафинистые и более 6 % – высокопарафинистые.

Нафтеновые углеводороды – это циклоалканы (C_nH_{2n}) моноциклические и полициклические. В среднем в нефтях различных типов их содержание от 25 до 80% по массе. Нафтеновые углеводороды являются наиболее высококачественной составной частью моторных топлив и смазочных масел.

Ароматические углеводороды (арены) являются ненасыщенными циклическими углеводородами. Содержание аренов в нефтях различно. В бензиновых фракциях их присутствие желательно и необходимо для повышения детанационной стойкости. К аренам относятся бензол, толуол, ксилол.

Гетероатомные соединения – это химические соединения углеводородов с одним или несколькими атомами различных химических элементов: серы, азота, кислорода, хлора и металлов.

Серосодержащие соединения. Примером серосодержащих соединений являются **меркаптаны**. Они вместе с сероводородом аккумулируются в легких бензиновых фракциях, очень коррозионны и токсичны.

Азотсодержащие соединения. В нефти встречаются в количестве 0,6 % (масс.). Они концентрируются в высококипящих фракциях. Эти соединения чрезвычайно нежелательны, так как отравляют многие катализаторы и осмоляют дизельное топливо. Их удаляют в процессе гидроочистки одновременно с соединениями серы.

Кислородсодержащие соединения (карбоновые и нафтенновые кислоты, фенолы и др.) коррозионны, заметно ухудшают эксплуатационные свойства нефтяного топлива и масел. Поэтому требуется гидроочистка нефтепродуктов от этих соединений.

Смолы и асфальтены – сложная смесь наиболее высокомолекулярных углеводородов и гетероатомных соединений с числом атомов углерода от 50 до 100. Смолы – очень вязкие жидкости темно-коричневого или бурого цвета, удаляются при гидроочистке. Асфальтены – концентрат наиболее высокомолекулярных соединений нефти с молекулярной массой от 1500 до 4000. В нефти они присутствуют в виде подвижных коллоидных микрочастиц, представляют собой твердые аморфные частицы черного цвета.

2. Химический состав природных углеводородных газов

Природные газы добывают непосредственно из земных недр.

К природным газам относятся:

А) газы, добываемые на чисто газовых месторождениях. Их называют сухими газами. Этот газ состоит в основном из метана. Но содержит и более тяжелые углеводороды – этан, пропан, бутан, а также меркаптаны и сероводород (обычно эти примеси вредны), азот и углекислый газ (они в принципе бесполезны, но и не вредны), пары воды, полезные примеси гелия и других инертных газов.

Примерный состав природного газа из газоносных пластов (по объему): 80-98% метана, 2-3% его ближайших гомологов – этана, пропана, бутана и небольшое количество примесей – сероводорода, азота, благородных газов, оксида углерода (IV) и водяного пара.

Б) Попутные газы – это газообразные углеводороды, сопровождающие сырую нефть. Эти газы содержат: метан (30-80%), этан (10-26%), пропан (7-12%), бутан и изо-бутан (4-7%), н-пентан (1-3%) и другие высшие алканы. Большая часть нефтяных попутных газов относится к так называемым «жирным» газам, содержащим, кроме метана, тяжелые углеводороды в количестве 50 г/м³ и выше. При переработке «жирные» газы, прежде всего, подвергаются так называемому «отбензиниванию» (удалению бензина), в результате которого из них выделяются углеводороды, входящие в состав бензина. Полученный при данном процессе бензин называется газовым. После отбензинивания нефтяные попутные газы состоят преимущественно из метана, а также небольших количеств этана, пропана и бутана.

Также в попутных газах содержатся сероводород, углекислый газ и инертные газы – гелий, аргон. Последние содержатся в количествах, редко представляющих промышленный интерес. В газах месторождений Апшеронского полуострова, грозненских, сахалинских, Небит-дага их около 3 %. Значительные количества гелия находятся в нефтяных попутных газах некоторых месторождений США: Харлей (штат Юта) – 7,16%; Клитсайд (штат Техас) – до 2%.

В) Газы конденсатных месторождений. Они близки по составу к попутному газу, но могут содержать более тяжелые углеводороды.

Почти все природные горючие газы совсем не имеют запаха или имеют весьма слабый запах, по которому их сложно распознать. Вследствие этого трудно своевременно обнаружить присутствие газа в помещениях и принять меры по предотвращению накопления газа, избежав пожаров, взрывов и отравлений.

Для того чтобы можно было своевременно обнаружить газ, не имеющий собственного специфического запаха, ему искусственно придают запах, т.е. одоризируют. Вещества, применяемые для искусственной одоризации газа, называются одорантами.

Тема №6. МЕСТОРОЖДЕНИЯ НЕФТИ И ПРИРОДНОГО ГАЗА

1. Условия залегания нефти и природного газа

Вопрос о том, каким образом нефть и природные газы образуют различные по размерам скопления в земной коре, имеет большое теоретическое и практическое значение, ибо правильный ответ на него дает возможность значительно повысить эффективность поисково-разведочных работ на нефть и газ.

В геологии Земли особое место занимает условно выделяемая верхняя оболочка земного шара, называемая земной корой. Ее толщина в разных местах составляет от 15 до 70 км. Эта оболочка сложена из различных горных пород и в ней залегают вместе с другими породами нефть и горючие газы. Геологами установлено, что образование нефти и природного газа происходило во все геологические периоды, за исключением самого древнего – архейского, когда еще не было на Земле животных и растений. Поэтому в недрах земли нефть находится во всех геологических формациях.

Горные породы в зависимости от их происхождения подразделяются на магматические, осадочные и метаморфические.

Магматические, или изверженные, породы образуются в результате остывания и затвердевания расплавленной магмы как на глубине, так и на земной поверхности. *Осадочные породы* являются продуктами разрушения и преобразования различных коренных пород. *Метаморфические горные породы* образуются в результате воздействия на погружившиеся на значительные глубины осадочные и магматические породы больших температур и давлений.

Все нефтяные месторождения приурочены к осадочным породам, образовавшимся в морских бассейнах. Нефть и природные газы залегают обычно под большим давлением в пористых горных породах. Горные породы, способные содержать в себе нефть и газ и отдавать их при разработке, называ-

ются *коллекторами*. Коллекторами нефти и газа могут быть пески, песчаники, известняки, находящиеся между плохо проницаемыми породами, например, глиной, глинистыми сланцами, мергелем. Коллекторы образуют природные резервуары нефти и газа.

Согласно органической концепции происхождения нефти и природных газов, образовавшаяся из рассеянного органического вещества *микронефть*, выжимается вместе с водой по мере уплотнения нефтематеринских пород в прилегающие сверху толщи коллекторов. Это перемещение углеводородов называется *первичной миграцией*. В коллекторах начинается *вторичная миграция* углеводородов. Здесь они циркулируют по порам, трещинам и другим пустотам пород-коллекторов. Вторичная миграция может завершиться образованием скоплений нефти и газа.

Ряд ученых считает, что миграция нефти и газа может происходить за счет увлечения водой нефти и газа в растворенном виде. Растворимость нефти в воде невелика, но с повышением давления и температуры она возрастает. Поэтому в одних условиях вода растворяет углеводороды, а попав в другие условия, вновь выделяет их в свободную фазу.

При движении подземных вод в коллекторах содержащиеся в них углеводороды могут при определенных условиях попасть в ловушку. *Ловушкой* называется область, ограниченная непроницаемой породой, например, солью или сланцами.

В геологии различают несколько типов углеводородных ловушек.

1. *Сводная ловушка*, возникает в областях, где пласты геологических пород вспучиваются под действием внутреннего давления. Углеводороды постепенно мигрируют в верхнюю часть купола, а вода опускается вниз.

2. *Тектоническая экранированная ловушка* создается в результате поднятия части земной коры и образования тектонических разломов. В результате избыточного давления происходит отрыв и смещение пластов с перекрытием одного пласта другим.

3. *Литологическая ловушка* формируется при волнообразной деформации поверхности земной коры. При этом возникает длинная, узкая складка породы-коллектора, выпуклостью направленная вверх (антиклиналь). Такое месторождение имеет вытянутую форму.

4. *Стратиграфическая ловушка*, образована смещением горных пород и перекрыванием породы-коллектора слоем непроницаемой породы. Первоначально такие пласты были горизонтальными. Типы ловушек с углеводородами изображены на рис. 7.

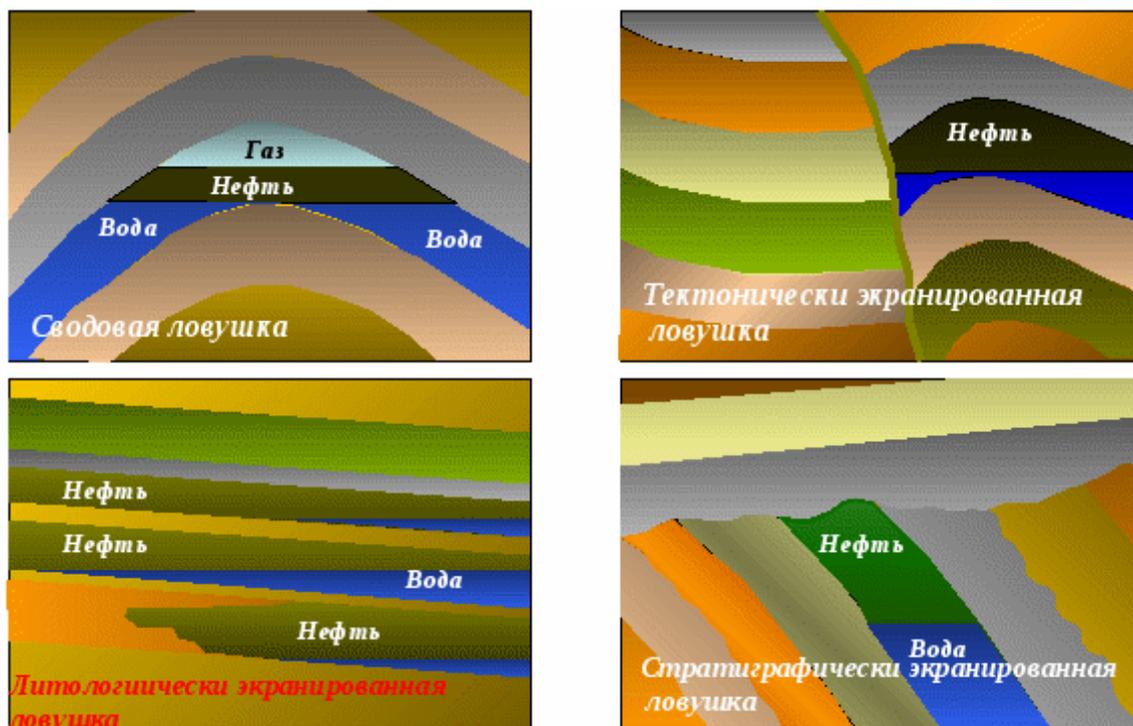


Рис. 7. Типы ловушек с углеводородами.

2. Залежь и месторождение нефти и газа

Если ловушка расположена на пути миграции потока углеводородов, то при благоприятных условиях в ней может образоваться естественное скопление нефти и газа. Такое единичное скопление углеводородов в недрах геологии называют *залежью*.

Если количество нефти (или газа) в залежи достаточно велико или в данной структуре пластов горных пород имеются несколько залежей, то говорят о *месторождении*.

Месторождение называют *газовым*, если оно содержит только газовые залежи, состоящие в основном из метана.

Месторождение называется *газоконденсатным*, если из добываемого на нем газа в атмосферных условиях при снижении давления выделяется жидкая фаза – конденсат.

Месторождение называется *нефтяным*, если оно состоит из нефтяных залежей.

Месторождение называется *газонефтяным* в случае наличия над нефтью газовой шапки (рис. 8).

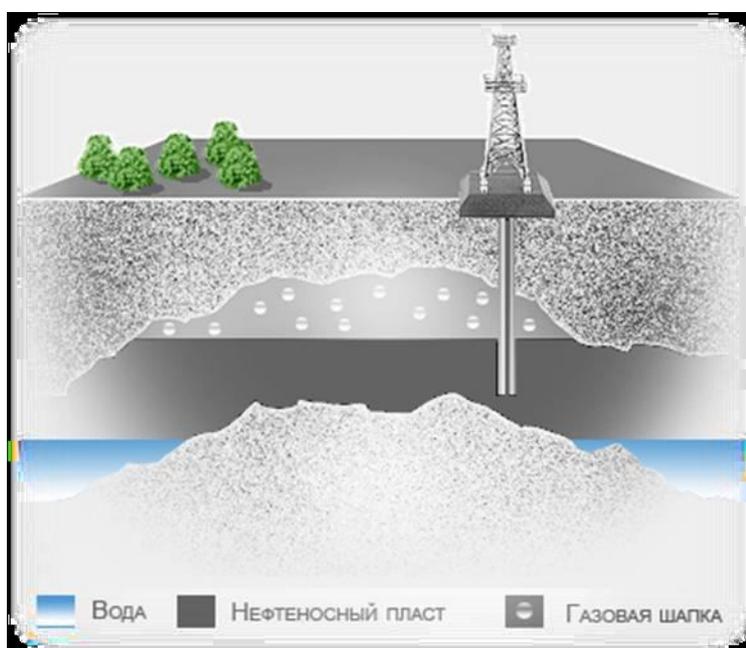


Рис.8. Газонефтяное месторождение.

Месторождения объединяются в *нефтегазоносные области*, нефтегазоносные области объединяются в *нефтегазоносные провинции*.

Главное, чтобы все залежи месторождений или областей были связаны территориально, общностью геологического строения и нефтегазоносности.

Площадь, на которой непрерывно распространены газовые, нефтяные, газоконденсатные месторождения называется *нефтегазоносным бассейном*.

Запасы любых категорий, подсчитанные непосредственно в залежи, называются геологическими. *Геологические запасы* – это количество нефти,

горючих газов и содержащихся в них попутных компонентов, которое находится в недрах в изученных бурением залежах.

Они не могут быть полностью извлечены на поверхность при современных способах добычи нефти и газа. Поэтому извлекаемые запасы нефти и газа составляют лишь часть геологических запасов, которые находятся в залежи. Экономическая целесообразность разработки залежей определяется их *извлекаемыми запасами*.

В зависимости от количества запасов углеводородов месторождения подразделяются на:

- мелкие (менее 10 млн. т нефти или 10 млрд. м³ газа);
- средние (10–30 млн. т или 10–30 млрд. м³);
- крупные (30–300 млн. т или 30–500 млрд. м³);
- уникальные (более 300 млн. т или более 500 млрд. м³).

3. Крупнейшие месторождения природного газа РФ

Считается, что на территории России располагается примерно 1/3 от всех известных мировых запасов природного газа, которые оцениваются более чем в 150 триллионов метров кубических. Причем, в европейской части сосредоточено 11,5% запасов, в восточной – почти 85%, все остальное приходится на шельф внутренних морей.

Более 90% газа добывается в Западной Сибири, из них на Ямало-Ненецкий Автономный Округ приходится 85%. Именно в этих регионах расположены крупнейшие месторождения:

Уренгойское - второе по величине месторождение в мире. Впервые месторождение было открыто в 1966 г., но добыча началась только в 1978 г. Объемы газа в этом месторождении превышают 10 триллионов кубических метров.

Заполярное – уникальное месторождение, находящееся в 220 км от Нового Уренгоя. Уникально оно по объему запасов – более 3 триллионов кубических метров. Главным отличием от остальных месторождений является то, что Заполярное расположено очень компактно.

Медвежье является типичным для Западной Сибири месторождением, представляющее собой сеноманскую (сухой газ, метан) газовую залежь, правда, вытянутую по размеру. Проблемой данного месторождения является подошвенная вода по всей площади. Проще говоря, вода, залегающая глубоко в пластах земли, вторгается в газовую залежь, что значительно увеличивает стоимость добычи.

Ямбургское. Примечательно, что открытие данного месторождения было подготовлено геологами на пике Великой Отечественной Войны, но только в 1961 г. началась работа по бурению скважины №1. В Ямбургском месторождении находится 8,2 триллиона кубометров природного газа.

Кроме того, добыча газа осуществляется на Урале, в Северных районах страны, в Нижнем Поволжье, но наиболее перспективными считаются шельфы Арктики и Охотского моря, а в Баренцевом и Карском морях были открыты огромнейшие залежи газа: *Ленинградское и Русановское (в Карском море), Штокмановское (в Баренцевом море)*.

4. Крупнейшие месторождения нефти РФ

По доказанным запасам нефти Россия занимает 8 место в мире. Больше всего нефтяных запасов располагается в Западной Сибири. Вот некоторые из них:

Самотлорское нефтяное месторождение (Самотлор) – крупнейшее в России и 6-е по размеру в мире нефтяное месторождение. Расположено в Ханты-Мансийском автономном округе Тюменской области, вблизи Нижневартовска, в районе озера Самотлор. Геологические запасы оцениваются в 7,1 млрд. т. Доказанные извлекаемые запасы оцениваются в 2,7 млрд. т. Месторождение относится к Западно-Сибирской провинции. Открыто в 1965 г. Залежи на глубине 1,6-2,6 км. На сегодняшний день степень выработанности запасов составляет более 70%.

Федоровское месторождение. Находится в центральной части Сургутского нефтегазоносного района Среднеобской нефтегазоносной области. От-

крыто в 1971 г., введено в эксплуатацию в 1973 г. Площадь месторождения составляет около 1900 км². После Самотлорского это месторождение является вторым по объему залежей и находится в списке десяти крупнейших в мире, поскольку относится к гигантским разрабатываемым.

Малоюганское нефтяное месторождение. Расположено в Сургутском и частично в Нижневартовском районах Ханты-Мансийского автономного округа Тюменской области Российской Федерации. Его площадь составляет 119,9 км². Доля нефти добываемой на этом участке составляет 7% от объема добычи нефти в целом по стране.

Холмогорское месторождение. Расположено в Ханты-Мансийском автономном округе. Открыто в 1973 г. В пределах этого месторождения найдены шесть нефтяных залежей, примерные запасы составляют 70 млн. т.

Варьегонское месторождение. Открыто в 1968 году. Газонефтеносное. Расположено на севере Тюменской области (Западно-Сибирская нефтегазоносная провинция). Одно из крупнейших месторождений. Выявлено 13 залежей на глубине 0,8–2,5 км, в том числе 4 газоконденсатных, 6 нефтяных, 3 газовых. Кроме этих месторождений крупнейшими являются:

Ромашкинское. Открыто в 1948 г. Расположено в Волго-Уральской провинции. Запасы нефти – 5 млрд. т;

Приобское. Открыто в 1982 г. Расположено в Западной Сибири. Запасы нефти 2 млрд. т. *Лянторское.* Открыто в 1966 г. в Западной Сибири. Запасы нефти 2 млрд. т.

На территории РФ выделяют следующие нефтегазоносные провинции: Западно-Сибирскую, Тимано-Печорскую, Волго-Уральскую, Прикаспийскую, Северо-Кавказско-Мангышлакскую, Енисейско-Анабарскую, Лено-Тунгусскую, Лено-Вилуйскую, Охотскую и нефтегазоносные области: Балтийскую, Анадырскую, Восточно-Камчатскую. Первые три (в перечне) нефтеносных провинции, совместно дают более 9/10 всей нефти России (См. приложение 1).

ТЕМА №7. ПОИСК И РАЗВЕДКА, ДОБЫЧА НЕФТИ И ПРИРОДНОГО ГАЗА

1. История и современное состояние поиска и разведки нефтяных и газовых месторождений

С древнейших времен люди использовали нефть и газ там, где наблюдались их естественные выходы на поверхность земли. Такие выходы встречаются и сейчас. В нашей стране – на Кавказе, в Поволжье, Приуралье, на острове Сахалин. Все поверхностные проявления нефти и газа приурочены к горным районам и межгорным впадинам. Наиболее часто встречаются выходы природного газа – от едва заметных пузырьков до мощных фонтанов. В течение длительного времени естественные выходы нефти и газа полностью удовлетворяли потребности человечества. Однако развитие хозяйственной деятельности человека требовало все больше источников энергии. Стремясь увеличить количество потребляемой нефти, люди стали рыть колодцы в местах поверхностных нефтепроявлений, а затем бурить скважины. Сначала их закладывали там, где нефть выходила на поверхность земли. Однако количество таких мест ограничено. На определенном этапе нефтедобычи бурение стали вести на прямой, соединяющей две скважины, уже дающие нефть. Но это было не всегда успешно. А в новых районах поиск месторождений нефти и газа велся практически вслепую. Естественно, что так не могло долго продолжаться, ведь бурение каждой скважины стоит очень дорого. Поэтому остро встал вопрос о том, где бурить скважины; потребовалось объяснить происхождение нефти и газа; все это дало мощный толчок развитию геологии, методов поиска и разведки нефтяных и газовых месторождений.

Нефть и природный газ залегают в недрах Земли на разной глубине (1–3 км) и все чаще обнаруживаются на расстоянии 4–5 км и более от дневной поверхности. Выявление, оценка запасов и подготовка к промышленной разработке залежей нефти и газа проводятся с помощью *нефтеразведки*. Процесс нефтеразведки состоит из двух этапов: поискового и разведочного. Ре-

результатом поискового этапа является предварительная оценка запасов новых месторождений. Главные цели разведочного этапа – обозначить (оконтурить) залежи, определить мощность и нефтегазонасыщенность пластов и горизонтов. После завершения разведочного этапа подсчитываются промышленные запасы нефти и разрабатываются рекомендации о вводе месторождения в эксплуатацию.

В основе поисков нефтяных и газовых месторождений лежит знание глубинного строения недр. Однако непосредственное проникновение на большие глубины с помощью бурения обходится очень дорого. Ученые обосновали теоретически возможность определения строения и условий залегания горных пород в недрах по косвенным признакам. Это стало возможным, в частности, благодаря использованию различных физических свойств горных пород. К таким «полезным» свойствам относятся, например, скорость распространения в горных породах упругих колебаний – сейсмических волн, плотность горных пород, их магнитные свойства, электропроводность, радиоактивность и некоторые другие. На этом основано широкое применение при поисках и разведке *геофизических методов*.

Геофизические исследования позволяют установить тектоническое строение исследуемого региона. С их помощью определяют глубину залегания кристаллического фундамента, наличие разломов и ловушек и т. п.

Наибольшее распространение в нефтегазовой геологии получили *сейсмические методы разведки (сейсморазведка)*. Они основаны на изучении характера распространения упругих волн, которые возбуждаются с помощью взрывов, а также невзрывных источников – диносейсов и вибротейсов.

Для осуществления искусственных взрывов на исследуемой площади бурят неглубокие (20–30 м) скважины. В них закладывают взрывчатое вещество и последовательно производят взрывы. Под их воздействием происходит сотрясение почвы. Частицы горных пород испытывают упругие колебания и последовательно передают их друг другу. В результате возникают упругие, или сейсмические, волны. Они распространяются в разные стороны

от пункта взрыва. Скорость и характер распространения сейсмических волн зависят от свойств горных пород.

Возвратившиеся на поверхность волны записываются специальными приборами – сейсмографами – в виде графиков – сейсмограмм. В основе интерпретации сейсморазведочных данных лежит использование различия в скорости распространения упругих волн в разных породах.

Гравиметрический метод разведки основан на измерении ускорения свободного падения на земной поверхности с помощью высокочувствительных приборов – гравиметров. Основной предпосылкой применения гравиразведочных работ являются различия плотности горных пород.

С помощью гравиметров выявляются аномалии гравитационного поля, обусловленные изменением плотности горных пород. Гравитационные аномалии обычно отражают глубинную тектонику. Если массивы более плотных пород, например, складчатые структуры, приближены к земной поверхности, то в этих местах сила притяжения оказывается повышенной. На гравиметрической карте над участками более плотных пород вырисовываются аномалии ускорения свободного падения.

Электроразведка основана на изучении в земной коре естественных и искусственно созданных электрических полей. Метод электроразведки использует различную способность пород проводить электрический ток, различное их удельное сопротивление.

В основе *магниторазведки* лежит изучение аномалий магнитного поля, связанных с различием магнитных свойств горных пород. Магнитные аномалии на поверхности Земли могут отражать существование в ее недрах складчатых структур или массивов плотных кристаллических пород. Напряженность магнитного поля измеряется с помощью специального прибора – магнитометра. Замеры производят непрерывно по строго ориентированным маршрутам полета самолетов. Магниторазведка применяется для определения глубин залегания и рельефа поверхности.

Существуют также геохимические методы. Это *газовая съемка, газовый каротаж, битумно-люминесцентный анализ и микробиологическая съемка.*

Газовая съемка заключается в определении микроконцентраций углеводородных газов, содержащихся в почвенном воздухе. Газовый каротаж производится в процессе бурения скважин для выявления продуктивных нефтегазоносных пластов. При помощи *битумно-люминесцентного анализа* изучаются ареалы рассеивания битумов в горных породах над нефтегазовыми залежами. В основе *микробиологической съемки* лежит выявление в горных породах микроорганизмов, питающихся различными углеводородами.

2. Бурение скважин

Присутствие в недрах Земли скоплений нефти и газа можно однозначно установить только путем бурения скважин. Бурение сыграло решающую роль в развитии нефтяной и газовой промышленности. Бурение на нефть и газ осуществляют как на суше, так и на море.

В зависимости от того, как действует буровой инструмент, раздробляющий и разрыхляющий породу, различают ударное и вращательное бурение. При ударном бурении породу разрушают ударами специального долота, которое поднимают и опускают механической лебедкой. Разрыхленную породу удаляют периодически посредством желонки – полого стального цилиндра, имеющего сверху дужку для присоединения к канату или штанге, а внизу клапан. При вращательном бурении породу высверливают вращающимся долотом. Различают долота скалывающего или режущего действия и шарошечные долота дробящего действия. Для бурения в твердых породах большей частью применяют трехшарошечные долота.

Бурение промышленных нефтяных скважин проводят при помощи стационарных установок с тяжелыми буровыми станками. Первоначально в скважину вводят одну бурильную трубу, по мере углубления скважины привинчивают новые трубы. Длина каждой бурильной трубы 9–12 м. Для удале-

ния разбуренной породы скважину промывают циркулирующим буровым раствором. Недостаток этого вида бурения – необходимость вращать всю колонну буровых труб вместе с долотом. Когда глубина скважины достигает 2500–3000 м, лишь небольшая доля затрачиваемой энергии используется на бурение и углубление скважины. Основная же энергия тратится непроизводительно.

Более эффективен способ, основанный на применении забойных двигателей. Колонна буровых труб остается неподвижной, а вращается только долото при помощи электродвигателя или специальной турбины (турбобура), приводимой в действие потоком промывочной жидкости, нагнетаемой в буровые трубы. Электродвигатель или турбобур размещают в нижней части буровой колонны, непосредственно над долотом.

3. Методы добычи нефти и газа

Извлечение нефти из недр Земли осуществляется за счет энергии двух видов – естественной энергии пласта и энергии, подаваемой в скважину тем или иным способом. Способ эксплуатации нефтяной скважины, при котором используется энергия пласта, называется *фонтанным*. Фонтанный способ, применяющийся в начальный период эксплуатации, когда пластовое давление залежи достаточно велико, наиболее экономичен. Скважины, эксплуатирующиеся фонтанным способом, оборудуют специальной арматурой, которая позволяет герметизировать их устье, регулировать и контролировать режим работы скважины, обеспечивать ее полное закрытие под давлением.

Способы добычи, при которых нефть поднимается на земную поверхность за счет подводимой извне энергии, называют *механизированными*. Существуют две их разновидности – *компрессорный и насосный способы*.

При компрессорном способе в скважину компрессором закачивают газ, который смешивается с нефтью. Плотность нефти снижается, забойное давление становится ниже пластового, что вызывает движение жидкости к по-

верхности Земли. Иногда в скважину подают газ под давлением из близко расположенных газовых пластов.

При насосном способе эксплуатации на определенную глубину спускают насосы, которые приводятся в действие за счет передаваемой энергии. На большинстве нефтедобывающих месторождений мира получили распространение штанговые насосы.

Газ, как и нефть, извлекают из Земли через сеть скважин. Поскольку он находится в земных недрах под высоким давлением, для его добычи применяют, как правило, фонтанный способ. Чтобы газ начал поступать на поверхность, достаточно открыть скважину, пробуренную в газоносном пласте. При свободном истечении газа нерационально расходуется энергия пласта, возможно разрушение скважины. Поэтому на головке скважины устанавливают штуцер (местное сужение трубы), ограничивая поступление газа. Разработка газовой залежи продолжается 15–20 лет, за это время извлекается 80–90% запасов.

4. Подготовка нефти и газа к транспортировке

Нефть, поступающая из недр на поверхность Земли, содержит попутный газ (50–100 м³/т), воду (200–300 кг/т), минеральные соли (до 10–15 кг/т), механические примеси. Перед транспортировкой и подачей на переработку газы, механические примеси, основная часть воды и солей должны быть удалены из нефти.

Наличие в нефти механических примесей вызывает абразивный износ трубопроводов, нефтеперекачивающего оборудования, затрудняет переработку нефти, образует отложения в холодильниках, печах и теплообменниках, что приводит к уменьшению коэффициента теплопередачи и быстрому выходу их из строя. Механические примеси способствуют образованию трудноразделимых эмульсий.

Присутствие минеральных солей в виде кристаллов в нефти и раствора в воде приводит к усиленной коррозии металла оборудования и трубопрово-

дов, увеличивает устойчивость эмульсии, затрудняет переработку нефти. Количество минеральных солей, растворенных в воде, отнесенное к единице ее объема, называется общей минерализацией.

При соответствующих условиях часть хлористого магния ($MgCl_2$) и хлористого кальция ($CaCl_2$), находящихся в пластовой воде, гидролизуются с образованием соляной кислоты, которая разъедает металл.

В результате разложения сернистых соединений при переработке нефти образуется сероводород, который в присутствии воды вызывает усиленную коррозию металла. Особенно интенсивно идет коррозия при наличии в воде сероводорода и соляной кислоты.

Эти и другие причины указывают на необходимость подготовки нефти к транспорту. Собственно подготовка нефти включает: обезвоживание и обессоливание нефти и полное или частичное ее разгазирование.

Нефть от группы скважин по нефтепроводам поступает на автоматизированную групповую замерную установку (АГЗУ), где производят учет точного количества поступающей от каждой скважины нефти. От АГЗУ нефть поступает в блочные установки отстоя обводненной нефти и сброса пластовой воды. Из блока отстоя нефть попадает в вертикальный сепаратор, где она проходит через систему тарелок, частично освобождаясь от попутного газа. Попутный газ направляется на нефтепромысловые нужды, а нефть направляется в колонну предварительной сепарации, где отделяется от воды, солей и газа. Далее нефть идет на автоматизированную блочную установку подготовки нефти для разрушения стойких нефтяных эмульсий термохимическим методом. Обезвоженная и обессоленная нефть попадает в сборные резервуары, из которых нефть отбирают для отправки потребителям трубопроводным, железнодорожным или иным транспортом.

Газ подготавливают по различным схемам. Согласно одной из них, в непосредственной близости от месторождения сооружается установка комплексной подготовки газа, на которой производится очистка и осушка газа. Такая схема реализована на Уренгойском месторождении.

Если газ содержит в большом количестве гелий либо сероводород, то газ обрабатывают на газоперерабатывающем заводе, где выделяют гелий и серу. Эта схема реализована, например, на Оренбургском месторождении.

Перед поступлением в магистральный газопровод газ должен быть осушен и очищен от вредных примесей. К примесям относятся влага, содержащаяся в виде воды или водяного пара, частицы рыхлых пород в виде песка и пыли. Влага представляет большую опасность в отношении закупорки трубопровода ледяными и гидратными пробками или сужением живого сечения трубопровода из-за намерзания на его стенках льда.

Ядовитой примесью является сероводород, который вызывает отравление человека и является коррозионным агентом для труб особенно в присутствии кислорода.

Для очистки УВ-газов от жидких и твердых веществ применяют сепараторы. Полностью освободить газ от влаги при помощи сепараторов нельзя. Поэтому газ подвергают специальной осушке путем конденсации водяных паров, содержащихся в газе, или путем поглощения их специальным поглотителем – сорбентом, например, хлористым кальцием, цеолитами.

От сероводорода газ очищают, пропуская его через различные поглотители. Одновременно с очисткой от сероводорода газ очищают от углекислого газа.

Природный газ, очищенный от сероводорода не имеет ни цвета ни запаха. Поэтому обнаружить его утечку довольно трудно. Чтобы обеспечить безопасность транспортировки и использования газа его одорируют, т.е. придают ему неприятный запах. Для этого вводят специальные компоненты - одоранты, например, меркаптаны.

ТЕМА № 8. ТРАНСПОРТИРОВКА И ХРАНЕНИЕ НЕФТИ И ПРИРОДНОГО ГАЗА

1. История транспортировки нефти

Транспортировка нефти и газа также имеет свою историю. Как известно первой к промышленной разработке и применению привлекла к себе внимание нефть. Нефть не только добывали, но и перевозили, иногда на достаточно большие расстояния. Долгое время это делалось весьма примитивно: деревянные бочонки и бурдюки наполнялись нефтью или керосином, грузились на повозки и таким образом доставлялись до места. По воде нефть и керосин перевозили в дубовых, а позже стальных бочках. Такой способ транспортировки был очень дорог, стоимость нефтепродуктов была слишком высока. В итоге, первой начав производство керосина, Россия оказалась не в состоянии поставлять его по приемлемым ценам даже на внутренний рынок: керосин закупался в Америке. В 1863 г. этой проблемой заинтересовался Д.И. Менделеев. Он предложил перевозить нефтепродукты не в бочках, а в специально оборудованных трюмах судов методом налива. Этот метод перевозки получил название «русский способ». Идея была реализована братьями Артемьевыми и полностью себя оправдала, способ, предложенный великим русским ученым, стал применяться повсеместно.

В конце XIX в. нефть стали перевозить с помощью железнодорожного транспорта в специальных цистернах. В 1880 г. была построена специально для этих целей железнодорожная ветка Баку – Сураханы – Сабунчи длиной 20 км. Железнодорожные перевозки привязаны к местам добычи нефти. Поэтому некоторые железнодорожные направления – такие как Уральское, Нефте-Камское, Восточно-Сибирское, Бакинское, практически полностью были загружены составами с грузами нефти и нефтепродуктов. Поэтому для «разгрузки» железных дорог в настоящее время используются, например, автотранспорт. Такие нефтепродукты как бензин, дизельное топливо, сжиженный газ на небольшие расстояния до места реализации удобно доставлять ав-

тоцистернами. Перевозка топлива таким способом заметно повышает его потребительскую стоимость. Рентабельность автоперевозок ограничивается расстоянием в 300-400 километров, что определяет их локальный характер - от нефтебазы до заправочной станции и обратно.

Но самым дешевым и экологически безопасным способом транспортировки нефти являются нефтепроводы.

Основы строительства нефтепроводов разработал знаменитый инженер В.Г. Шухов. По его проектам и под его руководством строили первые нефтепроводы и продуктопроводы: в 1879 г – промысловый нефтепровод для доставки нефти с Балаханского месторождения на нефтеперерабатывающие заводы Баку длиной 12 км; в 1907 г. – магистральный керосинопровод длиной 813 километров, соединивший Баку и Батуми.

Современная сеть нефтепроводов России, по которым нефть различных месторождений поступает на российские нефтеперерабатывающие заводы и на экспорт, составлена из трубопроводов следующих направлений: северо-западное направление, нефтепровод «Дружба», западное направление, восточное направление, южное направление, юго-западное направление.

Управление российскими нефтепроводами осуществляет акционерная компания «Транснефть», образованная по указу Президента РФ в 1992 г.

Общая протяженность системы магистральных нефтепроводов России составляет 47,8 тыс. км. диаметром от 400 до 1220 мм.

Применение трубопроводов экономически выгодно, а работают они в любую погоду и в любое время года.

Удобным транспортом для перевозки нефти и топлива также являются морские и речные танкеры. Это достаточно экономичный вид транспорта по сравнению с железнодорожным и автомобильным.

Первый в мире танкер, «наливной пароход» под именем «Зороастр», был построен в 1877 г. по заказу «Товарищества братьев Нобель» на верфях шведского города Мотала. Пароход грузоподъемностью 15 тыс. пудов (около 250 т) использовался для доставки керосина наливом из Баку в Царицын

(ныне Волгоград) и Астрахань. Современные танкеры – это гигантские суда. Впечатляющие размеры объясняются экономическим «эффектом масштаба». Стоимость перевозки одного барреля нефти на морских судах обратно пропорциональна их размерам. Кроме того, число членов экипажа большого и среднего танкера примерно одинаково. Поэтому корабли-гиганты значительно сокращают расходы компаний на транспортировку. Однако не все морские порты в состоянии принять у себя супертанкер.

2. Представление о магистральном трубопроводе

Трубопроводный транспорт является основным видом транспорта нефти и газа. Различают три вида трубопроводов: 1) промысловые. Они соединяют скважины с различными объектами на промыслах; 2) межпромысловые ведут от одного месторождения к другому; 3) магистральные. Они связывают месторождения с объектами потребления нефти и газа.

Магистральный трубопровод (МТ) – это транспортное сооружение, предназначенное для транспортировки больших объемов жидких и газообразных продуктов на большие расстояния.

Магистральный трубопровод обычно имеет протяженность от нескольких сотен до нескольких тысяч километров. МТ, предназначенные для транспорта нефтепродуктов, называются продуктоводами.

Продукты транспортируются по трубопроводам под высоким давлением и с высокой скоростью. Давление достигает 4–10 МПа, а скорость для жидкостей – 1–3 м/с, для газа – до 10–14 м/с. В настоящее время диаметр МТ достигает 1420 мм. Трубопроводы выполняют из прочных сталей, толщина стенок – от 9 до 25 мм.

Для того чтобы увеличить пропускную способность трубопровода и повысить его надежность, прокладывают параллельно несколько труб (ниток). Нитки разбиты на участки длиной 10–20 км. Каждый из таких участков в случае необходимости может быть выведен из рабочего режима, отсечен от

остальной части трубопровода. Кроме того, каждый из участков может быть подключен через отводы с кранами к параллельно идущим трубам.

Магистральный трубопровод – сложное техническое сооружение, которое подвергается агрессивному воздействию со стороны окружающей среды. Зачастую МТ проходят по нескольким климатическим зонам, пересекают болотистую местность и реки. Сезонные колебания температур, уровней рек и болот создают изгибные механические напряжения в стенках труб. Результатом этого являются изменения температуры стенок трубы, что ведет к изменению механических напряжений в стенках трубы. Периодические изменения механических напряжений вызывают ускоренное старение и растрескивание материала стенок труб. Все это необходимо учитывать при проектировании магистральных трубопроводов.

3. Резервуары для хранения нефти и нефтепродуктов (рис. 9)

Резервуарами называются стационарные или передвижные сосуды разнообразной формы и размеров. В зависимости от материала резервуары делятся на металлические и неметаллические. Металлические сооружают преимущественно из стали, иногда из алюминия. К неметаллическим относятся железобетонные и пластмассовые резервуары.

Резервуары бывают по форме: вертикальные цилиндрические, горизонтальные цилиндрические, прямоугольные, каплевидные и другие.

По схеме установки резервуары делятся на: наземные, подземные, полуподземные, подводные.

Подземные хранилища предназначены главным образом для больших запасов нефти и нефтепродуктов. Подземные хранилища сооружают в заброшенных шахтах, в толще каменной соли способом выщелачивания.

Подводные резервуары представляют собой емкости, погруженные в воду. Принцип подводного хранения нефтепродуктов основан на том, что плотность нефтепродуктов меньше плотности воды, и они практически не смешиваются. Поэтому многие конструкции резервуаров запроектированы

без днища в виде колокола. Продукт здесь хранится на водяной подушке. По мере откачивания продукта резервуар заполняется водой.

Резервуары сооружают различных объемов - от 5 до 120 000 м³.

Для хранения светлых нефтепродуктов применяют преимущественно стальные резервуары, а также железобетонные с листовой стальной облицовкой и др. Для нефти и темных нефтепродуктов применяют в основном железобетонные резервуары. Хранение смазочных масел осуществляется в стальных резервуарах.

Расстояния между резервуарами принимают: для резервуаров с плавающими крышами не менее 0,5 диаметра; для резервуаров со стационарными крышами и понтонами 0,65 диаметра; для резервуаров со стационарными крышами, но без понтонов - 0,75 диаметра.

Каждая группа наземных резервуаров ограждается земляным валом или стенкой, высота которых принимается на 0,2 м выше расчетного уровня разлившейся жидкости.

4. Хранение добытого природного газа

Добытый природный газ хранят в специальных газонепроницаемых, герметичных резервуарах. Сжиженный газ хранится в емкостях из специальной стали и прочных алюминиевых сплавов. Стенки делают двойными, а между стенками устанавливают материал, который плохо проводит тепло, для того чтобы газ не нагревался.

В качестве хранилищ природного газа используют подземные природные полости, например, туннели заброшенных шахт, пещеры, горные выработки. Но эти полости должны быть образованы в плотных горных породах (гранитах, известняках, каменной соли, глине). В таких подземных емкостях хранят как сжиженные газы, так и обычный газ.

Правильная и безопасная эксплуатация резервуаров и хранилищ обеспечивается специальным оборудованием, монтируемым на них, и поддержанием его, в рабочем состоянии в соответствии с правилами технической экс-

плуатации. Для охраны окружающей среды вокруг хранилищ газа, нефти и нефтепродуктов организуют санитарно-защитные зоны.



Рис. 9. Резервуар для хранения нефти и нефтепродуктов



Рис. 10. Резервуар наземный одностенный горизонтальный для хранения газа



Рис. 11. Шаровой резервуар для хранения сжиженного газа

ТЕМА №9. ПЕРЕРАБОТКА НЕФТИ И УГЛЕВОДОРОДНОГО ГАЗА

1. История нефтепереработки

Нефтепереработка – это переработка нефти с целью получения *нефтепродуктов*, к которым относятся различные виды топлива (автомобильного, авиационного, котельного и т. д.) и *сырья* для последующей химической переработки, т.е. для нефтехимии.

История нефтеперерабатывающих заводов нашей страны (НПЗ) берет свое начало в 1745 г. когда братья Чумеловы основали на реке Ухта первый отечественный примитивный нефтеперерабатывающий завод. Основу продукции предприятия составлял керосин, а кроме этого производились различные смазочные масла.

В 1821 г. братья Василий, Герасим и Макар Дубинины в Моздоке сконструировали нефтеперегонный куб и начали получать керосин. В 1823 г. ими был построен нефтеперегонный заводик. Правда братья вскоре разорились и вынуждены были закрыть свое предприятие.

Нефтепереработка в промышленном масштабе в России и в США начинается в середине XIX в. Вначале из нефти извлекали только керосин, его использовали для освещения, остальное считалось отходами.

Для того, чтобы выделять из нефти не только керосин, надо было усложнить схему перегонки нефти. Одним из первых это сделал Д.И. Менделеев (1863). Он разработал схему кубовой батареи для непрерывной переработки нефти. Батарея состояла из нескольких секций, на которых отгонялись фракции нефти: бензин, керосин, мазут.

Аналогичное устройство было разработано и запатентовано нефтепромышленником А.А. Тавризовым (1873).

В 1876 г. под руководством Д.И. Менделеева было организовано производство смазочных масел из мазута.

В 1876 г. инженер В.Г. Шухов изобрел форсунку, в которой можно было сжигать мазут и таким образом использовать его в качестве топлива для паровых котлов.

В. Г. Шухов и инженер Ф. А. Инчик (1886 - 1888) разработали и запатентовали установку для дробной перегонки нефти, обладающую высокой производительностью, экономичным расходом топлива и возможностью получать большое количество фракций.

Способ переработки нефти пиролизом предложил русский ученый А. А. Летний (1875).

Термический крекинг разработал В.Г. Шухов (1891), а каталитический крекинг – ак. Зелинский (1918). В 40-х годах XX в. Н.Д. Зелинский с сотрудниками разработали каталитический риформинг. После второй Мировой войны были внедрены различные процессы реформинга, которые улучшили качество выпускаемых бензинов.

В настоящее время нефтепереработкой получают более 600 различных нефтепродуктов: топлива, масла, смазки, битумы, присадки к топливам, технический углерод и т.п. К числу важнейших задач современной нефтепереработки относится обеспечение сырьем нефтехимических производств.

Нефтеперерабатывающая промышленность России XX-XXI вв.

Большинство нефтеперерабатывающих заводов России появились в два десятилетия после Великой Отечественной войны. С 1945 по 1965 гг. было введено в эксплуатацию 16 НПЗ.

При выборе площадок для размещения НПЗ руководствовались, прежде всего, принципом близости к районам потребления нефтепродуктов. Шло наращивание производства нефтепродуктов и в местах добычи нефти. До конца 1960-х гг. главным нефтедобывающим районом страны было Урало-Поволжье, и новые НПЗ были построены в Башкирии, Куйбышевской и Пермской областях.

За 1966–1991 гг. в СССР было построено 7 новых НПЗ. Кроме того, в 1979 г. была организована переработка нефти в Нижнекамске («Нижнекамскнефтехим») для обеспечения потребности в сырье нефтехимического производства.

В 1990-х гг. произошло резкое сокращение объема производства в нефтепереработке, загрузка нефтеперерабатывающих заводов упала до

49,8%. На большинстве НПЗ продолжала сохраняться отсталая структура нефтепереработки с низкой долей деструктивных углубляющих процессов, а также вторичных процессов, направленных на повышение качества продукции. Всё это обусловило низкую глубину переработки нефти¹ и низкое качество выпускаемых нефтепродуктов. Глубина переработки нефти в 1999 г. составила в среднем по России 67,4%, и только на Омском НПЗ она достигла 81,5%, приблизившись к западноевропейским стандартам.

В последующие годы в нефтепереработке наметилась обнадеживающая тенденция. За период 2002–2007 гг. наблюдался устойчивый рост объёмов переработки, существенно увеличились инвестиции в нефтепереработку. На ряде НПЗ было проведено строительство комплексов глубокой переработки нефти.

В конце октября 2010 г. Группа «Татнефть» ввела в строй установку первичной переработки нефти мощностью 7 млн. т в год – часть строящегося в Нижнекамске комплекса нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов «ТАНЕКО»². Комплекс ориентирован на глубокую переработку тяжелой высокосернистой нефти, из которой планируется производить высококачественные нефтепродукты, в том числе бензин и дизельное топливо стандарта Евро-5. Глубина переработки составит 97%. В конце 2010 г. Нижего-

¹ Глубина переработки нефти – важнейший показатель в нефтеперерабатывающем процессе. Он измеряется в процентах: чем выше показатель, тем полнее использовано сырье, тем выше доля легких выработанных нефтепродуктов. Низкие показатели свидетельствуют о недостаточной глубине переработки, о высокой доле выпускаемых тяжелых фракций (мазута). В индустриальных странах нормой считается глубина переработки не менее 85%, часто она достигает 95% и более.

Глубина российской нефтепереработки ниже по сравнению с ведущими странами мира, соответственно, структура и качество выпускаемой продукции не удовлетворяют современным требованиям конкурентоспособной экономики. Поэтому правительство стимулирует компании экономическими мерами на повышение этого показателя. Предполагается в результате модернизации нефтехимических производств повысить глубину переработки нефти на российских НПЗ к 2020 г. до 92%.

² АО «ТАНЕКО» – социально ориентированное динамично развивающееся предприятие, нацеленное на усиление долгосрочных конкурентных позиций Группы компаний «Татнефть» и повышение прибыльности бизнеса на основе безопасного производства.

Миссия: обеспечение высокотехнологичной, эффективной и экологичной переработки нефти и выпуск конкурентоспособной продукции в рамках укрепления вертикальной интеграции Группы компаний «Татнефть».

Стратегические цели: выпуск продукции, отвечающей высоким экологическим стандартам при минимальном влиянии процессов производства на окружающую среду.

родский НПЗ начал выпуск автомобильного бензина стандарта Евро-4. В январе 2011 г. Саратовский НПЗ начал производство дизтоплива стандарта Евро-4.

Всего в 2008–2010 гг. в модернизацию НПЗ нефтяными компаниями было инвестировано 177 млрд. рублей. За этот период было построено шесть новых и реконструировано десять действующих установок по производству качественных моторных топлив на нефтеперерабатывающих заводах вертикально-интегрированных нефтяных компаний.

В настоящее время в нефтеперерабатывающей промышленности продолжается как модернизация действующих НПЗ, так и строительство новых НПЗ. Для стимуляции нефтеперерабатывающей отрасли правительством был разработан ряд экономических мер, а процесс модернизации нефтепереработки взят под тщательный контроль и самими компаниям, и государством.

Программа модернизации нефтеперерабатывающих заводов успешно выполняется нефтяными компаниями. Так в период 2013-2015 гг. было реконструировано 40 установок; ввод в действие ряда установок вторичных процессов запланировано на 2016–2020 гг.

Сегодня отрасль нефтепереработки считается одной из самых успешных в промышленности страны. Количество нефтеперерабатывающих заводов постоянно увеличивается благодаря большим доходам от переработки нефти. Как правило, все заводы находятся рядом с нефтяными скважинами, что упрощает процесс логистики. Наиболее хорошо эта отрасль промышленности развита в центральной части страны, а также в Челябинской и Тюменской областях. Продукцией нефтеперерабатывающих заводов являются керосин, бензин, авиационное и дизельное топливо, моторные и смазочные масла, а также мазут и битум. Практически все заводы доводят процесс обработки нефти до получения конечного продукта.

Рассмотрим среднестатистический вариант распределения добытой в России нефти. Примем всю добытую за год нефть за 100%. Обычно 48-49% нефти идет на экспорт. 51-52% нефти остается в стране. Из нее на нефтепе-

перерабатывающих (НПЗ) и нефтехимических (НХЗ) заводах получают различные вещества.

На НПЗ перерабатывается около 90% остающейся в стране нефти. Варианты переработки: топливный, топливно-масляный и нефтехимический.

Топливный способ переработки применяется для получения высококачественных автомобильных бензинов, зимних и летних дизельных топлив, топлив для реактивных двигателей, котельных топлив.

При топливно-масляной переработке наряду с топливами получают смазочные масла и асфальт.

Около 10% оставшейся в стране нефти перерабатывается в сырье для нефтехимических заводов (НХЗ). Из этого сырья уже на НХЗ получают полимеры, моющие средства, лаки, краски, косметические средства, синтетические ткани, удобрения, ядохимикаты.

Независимо от варианта переработки, нефть, прежде всего, разделяют на фракции. Разделение проводят методом перегонки. В условиях промышленной перегонки нефтяные фракции отгоняются при постепенно повышающейся температуре кипения. Фракции нефти сами являются многокомпонентными соединениями, поэтому каждая фракция характеризуется не температурой кипения, а интервалом температур кипения. При необходимости разгоняют выделенные фракции на индивидуальные соединения. Различают атмосферную и вакуумную перегонку сырой нефти. В результате атмосферной перегонки обычно получают: бензин, керосин, легкий газойль, тяжелый газойль, мазут. Соединения, входящие в состав мазута, при температурах выше 350°С при атмосферном давлении разлагаются. Поэтому мазут разделяют под вакуумом на соляровые и масляные фракции. Остатком такой перегонки является гудрон.

Для того, чтобы получить из нефтяных фракций топлива и масла, фракции подвергают последующей переработке с помощью таких процессов как *каталитический крекинг, каталитический риформинг, гидрокрекинг,*

изомеризация и т.п. Переработка нефти по вышеописанной схеме на НПЗ приведена на рис. 12.

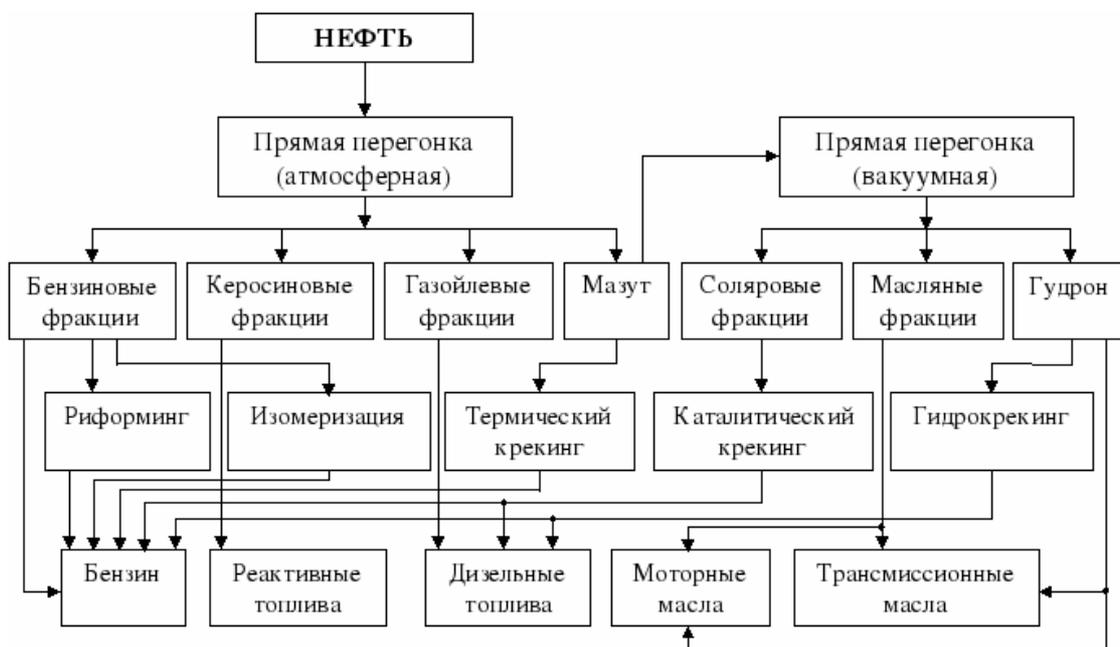


Рис. 12. Схема переработка нефти на НПЗ.

В результате этих процессов получают высокооктановый бензин, реактивные топлива, дизельные топлива, моторные и трансмиссионные масла.

2. История газопереработки

Первые в России газоперерабатывающие заводы (ГПЗ) были построены в 20-е годы XX в. Так что газопереработка достаточно молодая отрасль промышленности. На ГПЗ перерабатывают углеводородные (УВ) газы и получают из них множество ценных продуктов: сухой газ (метан), сжиженные газы, чистые индивидуальные углеводороды, газовый бензин, серу, гелий, сажу. ГПЗ производят сырье для последующей химической переработки.

В переработке природных и нефтяных газов можно выделить три основных этапа.

Первый этап. «Эра бензина» В 20-40-х гг. XX в. строили газобензиновые заводы с целью извлечения из газа только газового бензина путем абсорбции.

Второй этап. «Эра пропана». В 50-60-х гг. XX в. увеличился спрос на сжатые газы в качестве компонента моторного топлива и в качестве сырья для нефтехимии. Для получения сжатых газов использовали пропан. Стали строить новые ГПЗ, на которых можно было из природного углеводородного газа извлекать до 80-85% пропана.

Третий этап. «Эра этана». Начался в конце 1960-х гг. Разработали технологии, которые позволяли извлекать этан до 50-60% от возможного его содержания в газе. Получаемый этан используется в качестве пиролизного сырья для производства этилена.

К технологическим процессам переработки углеводородных газов относятся: компримирование (сжатие), очистка газа от механических примесей, удаление кислых газов (H_2S , CO_2), осушка газа, разделение УВ газов (отбензинивание), извлечение гелия, сжижение.

Выбор технологических процессов при переработке УВ газов зависит от состава газа, а состав различен в зависимости от месторождения. Поэтому технологические схемы ГПЗ различаются.

3. Нефтехимия и ее история

Нефтехимия – область химии, изучающая научные основы получения полезных химических продуктов из нефти и природного газа. К этим продуктам не относятся производимые из нефти и газа в громадных количествах моторные топлива и смазочные масла. Они относятся к продуктам нефтеперерабатывающей промышленности.

Достижения нефтехимии на практике реализуются в нефтехимической промышленности. В настоящее время продукция нефтехимической промышленности во многих промышленно развитых странах составляет значительную часть общего химического производства, из углеводородов нефти про-

изводят более 5 тысяч органических продуктов. Несмотря на большие масштабы развития нефтехимической промышленности в нефтехимии используется всего около 8-10% суммарной добычи нефти.

Использование нефти в качестве сырья для химического производства началось в 1920-е гг. К концу XX в. более трети всей продукции химической промышленности делалось из нефтепродуктов.

Промышленность химической переработки нефти зародилась в США. Там были разработаны промышленные методы производства и использования простейших олефинов – этилена, пропилена и бутиленов, которые получали крекингом жидких нефтяных фракций.

Основными из разработанных промышленных процессов химической переработки олефинов в этот период были сернокислотная гидратация, приводившая к получению спиртов (которые затем дегидрировали в альдегиды и кетоны) и получение из олефинов их оксидов. Из оксидов этилена и пропилена получали гликоли, сложные и простые эфиры гликолей и алканоламинов. Все эти соединения нашли широкое применение в автомобильной промышленности в качестве антифризов и лаков.

После второй Мировой войны в 40–50-е гг. промышленность химической переработки нефти получила дальнейшее широкое развитие не только в США, но и в странах Европы. Была улучшена технология получения и разделения углеводородов. Появление новых конструкционных материалов привело к тому, что крекинг-процессы стали проводить в более жестких условиях, это вызвало увеличение количества и ассортимента производных олефинов. Наладилось промышленное производство ароматических углеводородов, диолефинов и ацетиленов из нефтяного сырья.

Если первоначально основным исходным сырьем для нефтехимической промышленности были олефины, то в этот период в качестве сырья стали использовать парафины, диолефины, ацетилен и ароматические углеводороды. Была освоена промышленная конверсия метана с водяным паром для полу-

чения синтез-газа, из которого далее стали получать синтетический метиловый спирт.

В сороковые годы XX в. было освоено промышленное производство из нефтяного сырья бензола, толуола и ксилолов.

Одновременно с увеличением ассортимента углеводородов, получаемых из нефти и подвергающихся дальнейшей химической переработке, создавались новые химические производства, для которых нефть служила потенциальным источником большинства исходных продуктов. Среди этих новых производств следует назвать производство синтетических каучуков, синтетических волокон, пластмасс и моющих средств.

Потребность в синтетических каучуках привела к разработке нефтехимических процессов производства дивинила (из н-бутана и н-бутиленов) и стирола (из бензола и этилена).

Спрос на нейлон потребовал выделение из нефти циклогексана. Потребность в ацетатах целлюлозы вызвала организацию производства искусственного ангидрида, исходным сырьем для которого служили синтетический этиловый спирт из этилена и ацетон из пропилена. Для удовлетворения растущего спроса на искусственные смолы были освоены производства стирола, хлористого винила, формальдегида из синтетического метанола нефтехимического происхождения и мочевины из аммиака, в синтезе которого используется водород, получаемый конверсией нефтяных газов с водяным паром.

Синтетические моющие средства, потребность в которых в настоящее время намного превышает потребность в жировом мыле, стали получать из нефти. Для их производства был освоен ряд интересных нефтехимических синтезов.

Важнейшими видами сырья нефтехимической промышленности являются низшие предельные и непредельные углеводороды, ароматические и нафтеновые углеводороды, которые выделяют из нефти и газа. Поэтому

нефтехимическую промышленность вернее назвать нефте-газохимической промышленностью.

В нефтехимической технологии сравнительно немного процессов синтеза с получением целевых продуктов (продуктов потребления), использующих в качестве сырья газовые или нефтяные фракции (смеси углеводородов). В большинстве нефтехимических процессах используют практически чистые соединения - углеводороды сравнительно небольшой молекулярной массы.

Основными жидкими фракциями нефти, которые используют как сырье для нефтехимии, являются низкооктановые бензины, полученные при отбензинивании природных попутных газов или газов крекинга, и легкие бензины первичной перегонки или крекинга.

Нефтехимическая промышленность потребляет четыре основных вида сырья: прямогонный бензин (нафту), ШФЛУ и СУГ, а также этан.

Нафта (также лигроин или нефтяной спирт) – вещество, получаемое при перегонке нефти и представляющее собой прозрачную желтоватую жидкость, которую используют как дизельное топливо или растворитель в лакокрасочной промышленности.

ШФЛУ – широкая фракция легких углеводородов – продукт переработки попутного нефтяного газа и газоконденсата. Представляет собой смесь сжиженных углеводородных газов и более тяжелых углеводородов (C₂-C₆ и выше). ШФЛУ используется в качестве сырья нефтехимическими предприятиями для получения индивидуальных углеводородов при первичной переработке и широкого ряда продукции при дальнейшей переработке индивидуальных углеводородов.

СУГили (СПГ) – сжиженные углеводородные газы получают на газофракционирующих предприятиях. *Этан* получают при переработке природного газа.

В промышленности органического синтеза в качестве основного сырья все шире используют сжиженные углеводородные газы.

На первом этапе нефтехимического производства осуществляются превращения исходного углеводородного сырья – алканов – в смеси олефинов.

Наиболее распространенным технологическим процессом, реализующим это превращение, является пиролиз. В определенных случаях альтернативой ему служат процессы дегидрирования.

В отличие от пиролиза, где важнейшие олефины получаются в смеси в ходе сложного и очень энергоемкого процесса, дегидрирование позволяет получать их индивидуально. В этом случае в качестве сырья выступают индивидуальные алканы, которые получают на установках газодифракционирования.

Поэтому если продукты пиролиза должны проходить многокаскадное, сложное и затратное разделение, то в процессе дегидрирования целевой олефин может быть отделен только от исходного, не вступившего в реакцию алкана и незначительных количеств побочных продуктов.

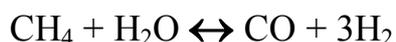
Итак, пройдя несколько ступеней переработки, углеводородное сырье (нефть, попутный и природный газ) превращается в олефины – углеводороды, содержащие двойные связи. Следующие этапы нефтехимических превращений олефинов в основном связаны с реакциями полимеризации.

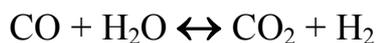
Полимеризация как явление была обнаружена еще в середине XIX в. вместе с открытием первых мономеров. Однако научные основы этого процесса, а значит, и возможность осознанного синтеза полимеров, были разработаны лишь перед второй Мировой войной.

4. Основные направления химической переработки углеводородных газов

1. «Химия метана». Основной компонент природного газа метан. На основе метана создано новое направление в науке «Химия метана».

При взаимодействии метана с водяным паром образуется монооксид углерода и водород. Реакция протекает в 2 стадии в присутствии кислорода на катализаторах на основе никеля. Этот процесс называется «конверсия метана».





Обычно этот процесс разделяют и останавливаются на первой стадии.

Смесь $\text{CO} + \text{H}_2$ называется «синтез-газ».

Далее идут процессы с участием синтез-газа.

Синтез-газ может быть легко переработан в метанол и аммиак. Синтез метанола на основе синтез-газа впервые в промышленном масштабе был проведен в Германии в 1923 г.

Из метана можно получить также ацетилен и галогенпроизводные.

Далее из аммиака, метанола, ацетилена производятся десятки химических продуктов, например, карбамид, формальдегид, карбамидно-формальдегидные смолы, меламин и смолы на его основе, азотные удобрения и др. Метанол может быть использован как моторное топливо или как добавка к нему.

Из синтез-газа получают синтетические жидкие углеводороды (СЖУ), а из них получают моторное топливо. Сейчас в мире действует только 2 крупнотоннажных предприятия по производству СЖУ из природного газа.

На основе синтез газа получают диметиловый эфир (ДМЭ). Он используется для повышения октанового числа автомобильных бензинов и как дизельное топливо и для химических синтезов. Технология получения ДМЭ разработана датской фирмой «Халдор Топсе». В России в Институте нефтехимического синтеза им. А.В.Топчиева РАН также разработана технология производства ДМЭ.

Следующее направление использования синтез-газа – это получение водорода. Водород нашел широкое применение как восстановитель в металлургии.

2. При пиролизе или дегидрировании углеводородов природных газов получают такие непредельные углеводороды как этилен, пропилен, изобутилен. Далее их перерабатывают в полимеры и каучуки. Например, из этана получают полиэтилен; из пропана – полипропилен; из стирола – полистирол; из бутадиена – различные каучуки.

3. *Криогенное сжижение природного газа.* Это востребованное направление, т.к. существует проблема транспортировки природного газа шельфовых месторождений. Предлагается также конвертировать природный газ в жидкие углеводороды, либо метанол, непосредственно в районах добычи.

Анализ потенциальных ресурсов ценных компонентов газового сырья и их использования для развития газохимии, показывает, что Россия располагает мощной сырьевой базой углеводородов в составе природных газов и газоконденсатов.

Газохимические производства должны стать приоритетным направлением развития газовой промышленности в России. Развитие газохимии даст возможность нашей стране не зависеть от изменения ситуации по ценам на природный газ на мировом рынке и получать высокие доходы от конкурентоспособной и высокоэффективной продукции.

Список использованной литературы

1. Агабеков В.Е. Нефть и газ. Технологии и продукты переработки [Электронный ресурс]: монография/ Агабеков В.Е., Косяков В.К.– Электрон. текстовые данные.– Минск: Белорусская наука, 2011.– 459 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/10108>.– ЭБС «IPRbooks», по паролю
2. Арутюнов В.С. Введение в газохимию [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.С. Арутюнов, А.Л. Лapidус.– Электрон. текстовые данные.– РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина, 2004. – 109 с. Режим доступа: <http://cdo.gubkin.ru/files/arutyunov-v-s-i-dr-vvedenie-v-gazohimiyu-.pdf>
3. Воробьев А.Е. История нефтегазового дела в России и за рубежом [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Воробьев А.Е., Синченко А.В.– Электрон. текстовые данные.– М.: Российский университет дружбы народов, 2013.– 140 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/22389>.– ЭБС «IPRbooks», по паролю
4. Дунаев В.Ф. Экономика предприятий нефтяной и газовой промышленности [Электронный ресурс]: Учебник под ред. В.Д. Дунаева / В.Ф. Дунаев, В.Д. Шпаков, Н.П. Епифанова, В.Н. Лындин. – Электрон. текстовые данные. – М.: ФГУЛ Изд-во «Нефть и газ» РГУ Нефти и газа им. Губкина, 2006. – 352 с. – Режим доступа: <http://www.elobook.com/ekonpredpr/4132-dunaev-vf-shpakov-vl-epifanova-ep-lyndin-vn.html>
5. Згонникова В.В. Введение в специальность нефтяника [Электронный ресурс]/ Згонникова В.В.–Электрон. текстовые данные.–М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016.–113 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/39550>.– ЭБС «IPRbooks», по паролю
6. Крюкова Н. Роль Д.И.Менделеева в развитии нефтяной промышленности России. [Электронный ресурс] / Н. Крюкова // электронный журнал Химия. –2007.– №4. – Режим доступа: <http://him.1september.ru/article.php?ID=200700402>

7. Коннова Г.В. Оборудование транспорта и хранения нефти и газа [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г.В. Коннова.– Электрон. текстовые данные.–Ростов на /Д: Феникс, 2006.–128 с. – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/143474/>

8. Лапаева О.Ф. Развитие газовой промышленности в России [Электронный ресурс] / О.Ф. Лапаева, Е.В. Овчаренко // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2009. – №8. – С. 68-74. – Режим доступа:

<http://cyberleninka.ru/article/n/razvitie-gazovoy-promyshlennosti-v-rossii>

9. Нефтяная промышленность России – сценарии сбалансированного развития [Электронный ресурс]: проект // Коллектив авторов. – Электрон. текстовые данные. – М.: ИАЦ Энергия, 2010.– 160 с. Режим доступа: http://lib.ieie.su/docs/2010/Oil%20Industry_Energy%202010.pdf

10. Нефтепереработка и ее история. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://petrodigest.ru/articles/iz-istorii-neftepererabotki> 2015-2016

11. Нефть в космосе - теория космического происхождения нефти. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://news.bcm.ru/science_and_education/2012/9/29/589991/1 29.09.2012

12. Организация стран-экспортеров нефти (ОПЕК). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ereport.ru/articles/ecunions/opec.htm>

13. Панков А.Н. Топливо-энергетический комплекс России. Повышение качества оптимизации проектов через экономическую и экологическую эффективность [Электронный ресурс] / А.Н. Панков // Вопросы экономики и права – 2015. – №6. – С. 79-82 – режим доступа: https://docviewer.yandex.ru/?url=http%3A%2F%2Flaw-journal.ru%2Ffiles%2Fpdf%2F201506%2F201506_79.pdf&name=201506_79.pdf&lang=ru&c=57a695e6b687

14. Путь И. М. Губкина к славе ученого и первооткрывателя земных недр. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biofile.ru/his/28301.html>

15. Суербаев Х.А. Введение в нефтехимию [Электронный ресурс]: учебное пособие / Х.А. Суербаев – Электрон. текстовые данные.– Алматы:

Казак университеті, 2002.–129 с. Режим доступа:
http://www.studmed.ru/suerbaev-ha-vvedenie-v-neftehimiyu_17461e0def9.html

16. Шадрина А.В. Основы нефтегазового дела [Электронный ресурс]/ Шадрина А.В., Крец В.Г.– Электрон. текстовые данные.– М.: Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016.– 213 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/39555>.– ЭБС «IPRbooks», по паролю

17. Чернышова Е.А. Современные аспекты развития нефтепереработки в России [Электронный ресурс] / Е.А. Чернышова // Специализированный журнал Бурение и нефть. – 2015. –май. – Режим доступа: <http://burneft.ru/archive/issues/2015-05/4>

18. Эдер Л.В. Современное состояние нефтяной промышленности России [Электронный ресурс] / Л.В. Эдер, И.В. Филимонова, Ю.В. Немов //Специализированный журнал Бурение и нефть. – 2013. – май. – Режим доступа: <http://burneft.ru/archive/issues/2013-05/2>

19. Эдер Л.В. Газовая промышленность России: современное состояние и долгосрочные тенденции развития [Электронный ресурс] / Л.В. Эдер, И.В. Филимонова, Ю.В. Немов //Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2014. – №4. – С. 36-46.– Режим доступа: <http://www.ipgg.sbras.ru/ru/science/publications/publ-gazovaya-promyshlennost-rossii-sovremennoe-sostoyanie-2014-042030>

20. Добыча сланцевого газа в России. <http://oilgasnews.ru/news/38-dobyicha-slancevogo-gaza-v-rossii>

Нефтегазоносные провинции РФ

Западно-Сибирская НГП территориально расположена на Западно-Сибирской равнине.

Волго-Уральская НГП расположена в пределах Пермской, Свердловской, Кировской, Ульяновской, Куйбышевской, Оренбургской, Саратовской, Волгоградской областях РСФСР, Татарской АССР, Башкирской АССР и Удмурдской АССР.

Тимано-Печорская НГП расположена в пределах Коми АССР и Ненецкого автономного округа Архангельской обл. РСФСР.

Северо-Кавказская НГП расположена в пределах Крыма, Ростовской, Астраханской обл., Краснодарского и Ставропольского кр., Калмыкии, Кабардино-Балкарии, Северной Осетии, Чечни, Ингушетии, Дагестана.

Северо-Кавказская-Мангышлакская НГП расположена в пределах Крымской и Ростовской областей, Краснодарского и Ставропольского краёв, Калмыкии, Кабардино-Балкарии, Северной Осетии, Чечни, Дагестана и Каракалпакии, Мангышлакской области Казахстана

Охотоморская (или Охотская, или Дальневосточная) нефтегазоносная провинция охватывает обширную площадь акватории Охотского моря, Татарского пролива, а также остров Сахалин и западное побережье Камчатки. Административно она располагается в пределах Камчатской, Сахалинской областей и Хабаровского края, занимая площадь около 1,2 млн. км², из которых свыше 1,0 млн. км² приходится на акватории. Первые официальные сведения о наличии нефти на Сахалине появились в 1880 году. Планомерное изучение советскими специалистами геологами возобновлено после 1945 года, когда остров Сахалин полностью освобождён от японцев.

Лено-Тунгусской НГП – расположена в западной части Якутской АССР, в северном и центральном районах Красноярского края, в западном и северном районах Иркутской области. Площадь 2,8 млн. км². Включает Северо-Тунгусскую, Анабарскую, Южно-Тунгусскую, Катангскую, Непско-

Ботуобинскую, Западно-Вилуйскую, Северо-Алданскую, Ангаро-Ленскую, Присяжно-Енисейскую и Байкитскую нефтегазоносные области.

Восточно-Сибирская НГП расположена на территории Якутии, Красноярского края, Иркутской области. На территории Якутии открыты 10 газоконденсатных месторождений.

Енисейско-Анабарская НГП расположена на севере Красноярского края и Якутии.

Лено-Тунгусская НГП расположена в западной части Якутии, в северном и центральном районах Красноярского края, в западном и северном районах Иркутской области.

Лено-Вилуйская НГП расположена в западной части Якутии.

Охотская НГП расположена в пределах Камчатской области, Сахалинской области и Хабаровского края.

Нефтегазоносные области:

Балтийская (Калининградская область. 37 мелких месторождений).

Анадырская (расположена в пределах Камчатской области, Сахалинской области и Хабаровского края).

Восточно-Камчатская (охватывает восточную часть полуострова Камчатка и прилегающие шельфы Берингова моря и Тихого океана). На рис. Представлена карта с главными нефтегазоносными провинциями РФ.

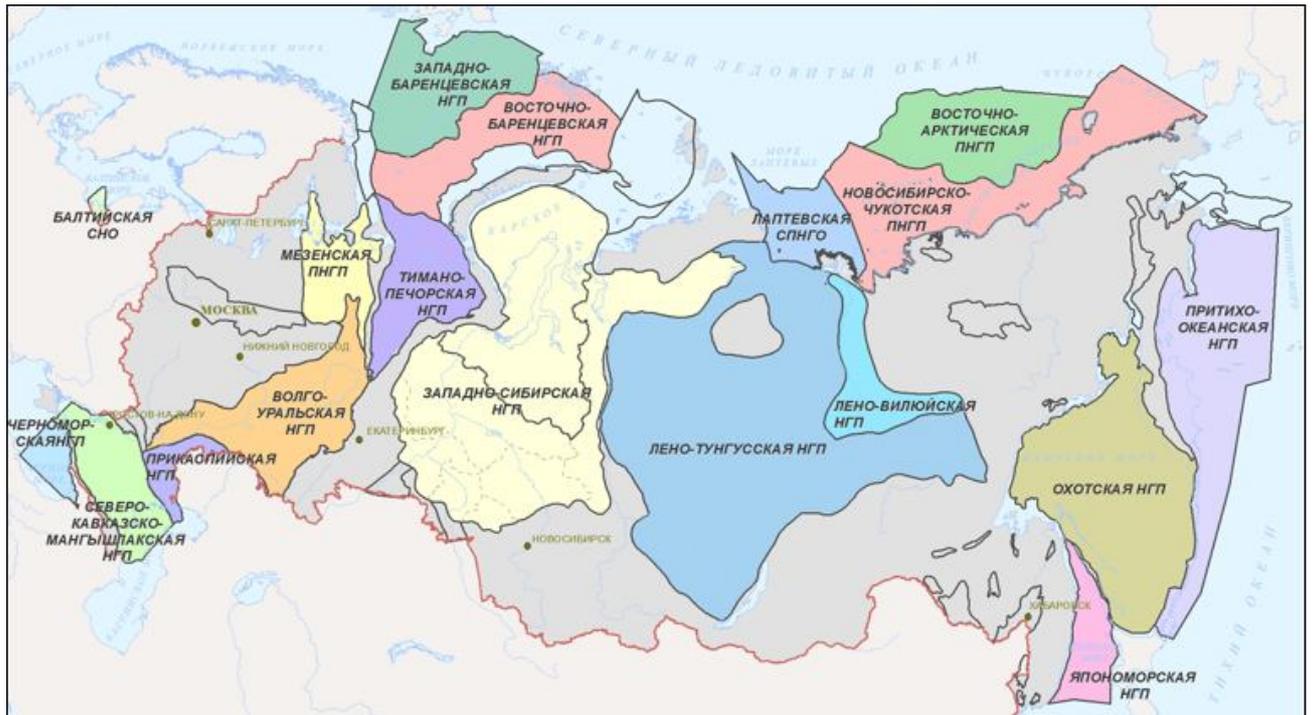


Рис.1. Главные нефтегазоносные провинции Российской Федерации

Промышленники, ученые, изобретатели, внесшие свой вклад в развитие нефтегазовой отрасли

Роль семьи Нобелей в развитии нефтяной отрасли России

Братья Роберт (1829-1896) и Людвиг (1831-1888) Нобели появились на российском нефтяном рынке в 1870-е г. Их занятию нефтяным делом помог случай – в 1873 году Роберт оказался на Кавказе в поисках ореховых деревьев, которые использовались Нобелями для производства прикладов ружей на Ижевском оружейном заводе. Деревьев на Кавказе не оказалось, зато Роберт познакомился с нефтяным делом. Быстро поняв, что оно весьма перспективно, по возвращении домой он убеждает брата открыть нефтяной завод в Баку. Они покупают несколько участков, где начинают бурение, а затем покупают небольшой керосиновый завод.

Будучи сами хорошо образованы, братья привлекают к работе ведущих ученых и инженеров Д.И. Менделеева, К.И. Лисенко, В.Г. Шухова, которые внедряют самые последние научные достижения на предприятиях Нобелей. В 1877 г. на Каспии появляется первый наливной пароход «Зороастр», сконструированный в Швеции, а в 1878 г. – первый в России нефтепровод Балаханы – Чёрный город.

Темпы роста производства Нобелей были весьма впечатляющими - в 1879 г. ими было организовано «Товарищество нефтяного производства Бр. Нобель» («Бранобель»), а к 1880 г. Нобелям уже принадлежало 15% производства отечественной нефтяной продукции.

Заслуги Нобелей в развитии нефтяного дела нельзя недооценивать. В 1881 г. они первыми в мире начали перевозить нефть и нефтепродукты по железной дороге в цистернах. Благодаря им появился большой нефтеналивной флот. Суда этого флота стали оснащаться двигателями Дизеля, поскольку патент на их производство в России приобрели Нобели.

Многие научные заслуги Нобелей были обусловлены желанием усовершенствовать производственный процесс с целью развития бизнеса, но этот мотив не умаляет их значения. Например, известный ученый-химик Л.Г. Гурвич, приглашенный предпринимателями на Бакинский завод, создал первую химическую нефтезаводскую лабораторию.

«Товарищество нефтяного производства братьев Нобель» – крупная (по тем временам) российская нефтяная компания. Вела нефтедобычу и нефтепереработку в Баку и Челекене, создала собственную транспортную и сбытовую сеть, включавшую нефтепроводы, танкеры, вагоны-цистерны и нефтебазы с причалами и железнодорожными ветками. Некоторые построенные компанией сооружения, такие, как нефтяные резервуары, используются и в XXI веке. Товарищество национализировано в 1918 г. Компания известна как пионер во многих инженерных и коммерческих начинаниях:

- первый российский нефтепровод;
- первые в мире цилиндрические резервуары-нефтехранилища;
- первые российские нефтеналивные суда (пароход «Зороастр»);
- первый в мире теплоход (танкер «Вандал»);
- самостоятельная разработка и внедрение в России ранее практически отсутствующих вагонов-цистерн;
- первая в России собственная сбытовая сеть для нефтепродуктов с собственным транспортом, нефтебазами, с собственной фирменной упаковкой;
- первая в России электростанция для силовых, а не только осветительных, нужд.

Важнейшим коммерческим успехом было вытеснение с рынка американского керосина («фотогена»), превращение керосина в недорогой общедоступный продукт. Сильное снижение себестоимости было достигнуто, в числе прочего, за счёт развитого транспорта, перевозившего нефтепродукты наливом (т.е. танкерами, железнодорожными цистернами, керосинопроводами), а не в деревянных бочках, как было общепринято ранее.

Изучение Д.И. Менделеевым русского нефтяного дела

Первым, кто указал на исключительное значение нефти, как важнейшего химического сырья, был величайший русский ученый Дмитрий Иванович Менделеев (1834-1907). Он, один из немногих, еще в XIX в., плодотворно работал в области переработки, транспортировки и использования нефти.

Интерес к нефти возник у Менделеева в 1862-1863 гг., когда он взялся за литературно – издательскую работу. Российское нефтяное производство он стал изучать при составлении и издании выпусков «Технологической энциклопедии».

В 1863 г. промышленник Кокарев в Суруханах, близ Баку построил завод по производству «фотонафтиля» (близкого по свойствам к керосину) из кавказской нефти. В это же время из пенсильванской нефти производили американский керосин (фотоген). Американский керосин оказался значительно более конкурентоспособным фотонафтиля. Завод Кокарева в Суруханах приносил его владельцу огромные убытки. Кокарев обратился за помощью к Менделееву, имевшему к тому времени авторитет в вопросах химии и переработки нефти: *«Либо помогите устранить убытки, либо закройте завод»*.

В августе 1863 г. Менделеев взял отпуск и уехал в Суруханы. Изучив постановку нефтяного дела на заводе, он разработал рекомендации по превращению производства в рентабельное. Рекомендации касались как самого производства, так и усовершенствования системы транспортировки сырой нефти от места добычи к заводу, а затем доставки произведенного керосина потребителю. В своих рекомендациях Менделеев не ограничивался узкими рамками одного завода, он приступил к разработке системы мероприятий для подъема всей русской нефтяной промышленности.

Д.И.Менделеева очень интересовала нефтяная промышленность Пенсильвании, которую он хотел сравнить с нефтяным делом на Кавказе. И в 1876 г. ученый едет в США. Он направляется в Америку как официальный представитель России на всемирной выставке, посвященной столетию независимости США. В окрестностях Филадельфии Менделеев посетил нефтепе-

перерабатывающий завод фирмы Атлантик. Осматривая завод, он обратил внимание на высокую степень механизации производства, отметив, однако, что эта механизация не всегда рентабельна и не способствует избавлению людей от тяжелой работы. Одновременно русский ученый отметил несовершенство технологии перегонки нефти, что вело к нерациональному использованию сырья и топлива. Общий вывод, сделанный Менделеевым после посещения завода, следующий: *«русским и западноевропейским техникам нечему поучиться у американских в отношении переработки нефти, но можно заимствовать ряд механических приспособлений, хотя и они оказываются рентабельными лишь на очень крупных заводах»*, а такие заводы не были характерными тогда для нефтяной промышленности в районе Баку. Кроме того, здесь подтверждалась точка зрения Менделеева о неприменимости технологии переработки пенсильванской нефти, дававшей высокий выход керосина и нефти Бакинской, содержавшей лишь около одной трети керосиновой фракции. *«Где дело идет до насосов, труб, передвижения – пишет русский ученый, - все обдуманно и устроено прекрасно, а химическая сторона дела вовсе оставлена без внимания»*. И еще: *«я обращался ко многим ученым для получения ближайших сведений о научной разработке нефтяного вопроса в Америке и был немало удивлен, узнав, что ни с химической, ни с геологической стороны нет еще у американцев ответов на самые первые научные вопросы, относящиеся к нефти. ...»*.

Что же более всего поразило Менделеева в США? Применения трубопроводов для транспортировки нефти; устройство глубоких нефтяных колодцев.

Интерес Менделеева к американской нефти претерпевает в конце 70-х годов изменения: он внимательно изучает достижения нефтехимии. Сравнивая различные образцы нефти из Пенсильвании и Баку, он пришел к важному заключению об общности состава нефти различных месторождений, в частности, о наличии в пенсильванской – нафтенов, а в кавказкой – парафинов.

Результатом поездки Менделеева в США стала книга «*Нефть в североамериканском штате Пенсильвании и на Кавказе*», вышедшая в 1877 г. В ней ощущалась забота ученого о российском народе, о богатстве Отечества, о лучших условиях для производства нефти в стране.

В 1877 г. на заседании русского физико-химического общества Д.И. Менделеев выступает с гипотезой о происхождении нефти неорганическим путем при взаимодействии карбидов металлов при высоких температурах с водой. Эта идея вызвала много критики, но на протяжении десятилетий служила рабочей гипотезой для всех подобных исследований нефти.

Д.И. Менделеев дал нефтяной промышленности много ценного:

- разработал новые способы переработки нефти, сконструировал специальные аппараты для непрерывной перегонки нефти;
- доказал, что остаток нефти после отгона бензина и керосина содержит превосходные смазочные масла;
- заявил о недопустимости использования нефти только как топлива;
- высказал мысль о целесообразности постройки нефтепроводов, специальных нефтеналивных судов и цистерн, а также идею об организации нефтеперерабатывающих заводов в верхнем и среднем течении Волги;
- исследовал состав и свойства нефти и получаемых в те годы нефтепродуктов;
- пришел к выводу о возможности термической переработки нефти, что затем было осуществлено отечественными инженерами и учеными в виде термического крекинга;
- возмущался уничтожением нефтепромышленниками отдельных, не находящихся сбыта фракций нефти, в частности огромных количеств бензина;
- предложил построить большой нефтепровод Баку – Батуми.

В своих исследованиях, статьях и книгах, посвященных нефти и нефтяной промышленности, Менделеев стоял на передовых позициях ученого-патриота, полного забот о благе России, об улучшении жизни народа.

Путь И. М. Губкина к славе ученого и первооткрывателя земных недр

Первые работы Ивана Михайловича Губкина (1871-1939) были посвящены проблемам геологии нефти. Впервые в этой области И.М. Губкин начал работать в 1908 г, на Кубани, в Нефтяно-Ширванском районе. Губкин разработал оригинальный способ построения структурных карт подземного рельефа нефтяных месторождений. Составленная по этому методу карта подземного рельефа нефтяного пласта Нефтяно-Ширванского района позволила разрешить вопрос о закономерностях залежей нефти этого района. Разгадав генезис нефтяного месторождения, он разработал принципы поисков нефти и определил перспективы дальнейшего развития нефтяных работ в этом районе. Эти работы сразу создали И. М. Губкину мировое имя.

В 1912 г. И.М. Губкин работает на Таманском полуострове. Он обнаружил здесь новый, до сих пор неизвестный в России тип тектоники - складки с ядрами протыкания, который был известен лишь в Румынии.

В 1913 г. И.М. Губкин приступает к работам в западной части Апшеронского полуострова. Он установил точный возраст продуктивной толщи - той стратиграфической единицы в 4000 метров мощности, с которой связаны и по настоящее время колоссальные залежи нефти Азербайджана. В основании продуктивной толщи он обнаружил слои с фауной понтического возраста и тем самым определил возраст продуктивной толщи. И. М. Губкин переработал и уточнил всю стратиграфию этой части полуострова от верхов третичных отложений до нижнего мела.

Губкин вместе со своими учениками в ее основных чертах разработал теорию происхождения грязевых вулканов Азербайджана. К числу выдающихся исследований И. М. Губкина относятся также его работы по генезису нефтяных месторождений Северного Кавказа: Терско-Дагестанского, Майкопского и Кубано-Черноморского, на основе которых он указал пути разведок новых нефтяных месторождений.

Работы по генезису нефтяных месторождений и по грязевому вулканизму снискали И.М. Губкину мировую славу. Исключительно велики заслуги И. М. Губкина по созданию «Второго Баку» Советского Союза.

Уже с первых лет Советской власти Губкин неоднократно ставил вопрос о детальном геологическом изучении Урало-Поволжья, где на огромной территории, расположенной между Волгой и Уралом еще более 150 лет назад были известны многочисленные признаки нефти, но где, однако, нефти в промышленном количестве не находили.

В 1928-1929 гг., став директором Московского отделения Геологического комитета, И.М. Губкин организует систематические геологоразведочные работы на нефть в Приуралье и Заволжье.

Скважина № 1 Верхнечусовских городков (близ г. Перми) в 1929 г. нефтяным фонтаном подкрепляет уверенность ученого в промышленной важности этого района. В 1930 г. в Москве под председательством И.М. Губкина проходит Первый съезд геологов-нефтяников, наметивший широкую программу геологических исследований Урало-Поволжья. Две нефтяные скважины в Башкирии в 1932 г. открывают Ишимбаевское нефтяное месторождение.

Много времени и сил И.М. Губкин отдавал научно-организационной деятельности. В 1918 г., вернувшись из командировки в США, он в своем отчете наметил основные пути рационализации нефтяной промышленности и, получив назначение на пост председателя Совета нефтяной промышленности, проводит в жизнь намеченные мероприятия. В 1920 г. И.М. Губкин избирается профессором Горной академии в Москве, а с 1921 г. становится ее ректором. В этом же году он создает при Горной академии первую нефтяную кафедру, переросшую затем в нефтяной факультет, на базе которого в 1929 г. был создан Московский нефтяной институт имени И. М. Губкина, ныне российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина – главное высшее учебное заведение («кузница кадров») российского нефтяного сообщества.

В.Г. Шухов (1853—1939)

Владимир Григорьевич Шухов – русский ученый, инженер и изобретатель, автор проектов и технический руководитель строительства первых российских нефтепроводов, нефтеперерабатывающего завода с первыми российскими установками крекинга нефти, один из разработчиков технологий нефтяной промышленности и трубопроводного транспорта.

После окончания гимназии в Петербурге молодой человек поступил в Московское высшее техническое училище на инженерно-механическое отделение. Вскоре способности студента были отмечены Н.Е. Жуковским, преподавателем теоретической механики, впоследствии основоположником аэродинамики. После окончания училища в 1876 г. молодой инженер был направлен на годичную стажировку в США.

Следует отметить, что в тот период нефтяная промышленность стояла перед рядом крайне значимых проблем: как эффективнее использовать, хранить, транспортировать нефтепродукты. Основой для решения этих вопросов стали многочисленные разработки В.Г. Шухова.

Он предложил перекачивать нефть по трубам аналогично воде, разработал проект, а затем в качестве главного инженера руководил строительством первого российского нефтепровода Балаханы – Черный Город, который был в 1879 г. выстроен для нефтяной компании «Братья Нобель». Шухов также разработал проект и руководил строительством первого в мире мазутопровода с подогревом.

В ходе работы на Бакинских нефтяных промыслах изобретатель предложил методы подъема и перекачки нефтепродуктов (в частности, метод подъема нефти с помощью сжатого воздуха – эрлифт), создал методику расчета и технологию строительства цилиндрических стальных резервуаров для нефтехранилищ.

В 1880 г. Шухов изобрел паровую форсунку для сжигания мазута, которая оказалась одной из лучших среди устройств аналогичного назначения.

Проекты первых российских магистральных трубопроводов Баку – Батуми (883 км, 1907 год) и Грозный – Туапсе (618 км, 1928 год) также принадлежат Шухову.

В середине 80-х годов XIX в. по проектам Шухова на верфях Царицына (ныне Волгоград) и Саратова стали строиться первые русские речные танкеры-баржи, которые монтировались с использованием стандартизированных секций.

В ноябре 1891 г. было запатентовано одно из наиболее значительных изобретений Шухова, разработанное им совместно с С.П. Гавриловым. Это промышленный процесс получения автомобильного бензина с использованием непрерывно действующей установки термического крекинга нефти. Данное устройство представляло собой специальную печь с трубчатыми змеевиковыми нагревателями, испарителем и ректификационными колоннами. Интересно отметить, что в 1923 г., когда в Москву приехала делегация компании «Синклер Ойл», Шухов, сравнив свой патент 1891 г. с аналогичными американскими документами 1912-1916 гг., доказал, что американские крекинг-установки не являются оригинальными, повторяя его разработки.

Впервые в России изобретенные Шуховым установки крекинг- процесса были применены на нефтеперерабатывающем заводе «Советский крекинг» в Баку, построенном в 1931 г. по проекту и при техническом руководстве Шухова.

А. А. Летний (1848-1883)

Александр Александрович Летний – российский инженер-химик. Деятельность Летнего как теоретическая, так и практическая тесно связана с развитием техники нефтяной промышленности.

В 1877 г. он запатентовал процесс пиролиза нефтегазового сырья в целый ряд непредельных и ароматических углеводородов. В том же году он получил пятилетнюю привилегию на способ добывания антрацена и бензола из нефти и нефтяных остатков.

А.А. Летний известен также своими исследованиями месторождения озокерита на острове Челекене в Каспийском море.

В 1874 г. он производил в Сызранском уезде исследования асфальтовых залежей на берегу Волги и в соседних оврагах, причем впервые обстоятельно выяснил вопрос о глубине залегания и распространения асфальта.

На основе изучения сызранских асфальтовых залежей и лабораторных исследований асфальта Летний спроектировал и построил первый асфальтовый завод в России (в Сызрани, на Волге).

После 1879 г. Летний проектировал ряд заводов и руководил их строительством: завод по выработке смазочных масел (в Петербурге), первый в мире завод по производству ароматических углеводородов из нефти по методу Летнего (близ Баку), первый в России завод по переработке челекенского озокерита в церезин (в Баку).

Изучая процесс переработки нефти и нефтепродуктов на газовых заводах, а также проводя эксперименты по воздействию высокой температуры на нефтяные остатки, Летний в 1875 г. впервые указал на то, что при температуре выше 300°C тяжелые нефтяные остатки частично разлагаются на более легкие продукты – бензин, керосин, газы. Это открытие Летнего легло в основу разработки крекинг-процесса.

В 1877 г. (опубл. в 1878 г.) Летний впервые выделил из нефти ароматические углеводороды (бензол, толуол, ксилол, антрацен и др.). Он провел большое число опытов по выяснению влияния различных факторов (давления, катализаторов) на процентные выходы продуктов термического разложения и на их состав, причем установил ряд важных общих закономерностей процесса пиролиза нефти. Итоговая работа Летнего «Влияние высокой температуры на нефть» послужила толчком к дальнейшим исследованиям в этой области. В 1878 г. Летний из продуктов пиролиза нефти выделил тетрабромид дивинила. Дивинил является в настоящее время основным исходным продуктом для синтеза каучука.

А.М. Бутлеров (1828-1886)

Великий русский ученый, химик-органик Александр Михайлович Бутлеров – автор теории химического строения органических соединений создал научную школу в Казанском университете. Он и его ученики проводили исследования в области синтеза углеводородов: изобутана и изобутилена, изопентана и изогексана, процессов полимеризации непредельных углеводородов. Эти исследования легли в основу современных методов промышленного производства высокооктановых компонентов для авиабензинов.

Ученица Бутлерова – К.С. Лермонтова в 1878 г. доказала возможность алкилирования алканов галоидалкенами. Ныне реакция алкилирования алканов алкенами стала самой распространенной в технологии промышленного производства высокооктановых компонентов авиабензинов.

Систематическим изучением химического состава кавказских нефтей занялся в Московском университете один из талантливейших учеников А.М. Бутлерова В.В. Марковников. Он пришел к выводу, что бакинские нефти на 80% состоят из нафтенов (циклоалканов).

В работе *«Нафтены и их производные в общей системе органических соединений»*, вышедшей в свет в 1892 г., В.В. Марковников расширил понятие о нафтенах, высказывая мнение, что, кроме производных гексаметиленов, возможно существование циклов с большим и меньшим числом углеродных атомов в цикле. За выдающиеся исследования в области изучения кавказских нефтей Международный нефтяной конгресс в 1900 г. присудил В.В. Марковникову золотую медаль.

М.И. Коновалов (1858-1906)

Работы по изучению химического состава кавказских нефтей были продолжены Михаилом Ивановичем Коноваловым. Заслуга М.И. Коновалова состоит в изучении им реакций предельных углеводородов, образно названных им же «химическими мертвецами». М.И. Коновалов поставил себе задачу найти способ их «оживления». В 1889 г. он разработал реакцию нитрова-

ния парафиновых (алкановых) углеводородов разбавленной азотной кислотой. Несколько позже М.И. Коновалов, а затем С.С. Наметкин показали способность к нитрованию и нафтеновых (циклановых) углеводородов.

К.В. Харичков (1865-1921)

Константин Васильевич Харичков – русский химик-органик. По окончании Петербургского университета работал в Баку и в Грозном. Занимался изучением бакинских и грозненских нефтей. Предложил способ обработки высокопарафинистых мазутов грозненских нефтей, в результате чего они нашли более широкое применение как котельное топливо. Изучая химическую природу высокомолекулярных углеводородов нефти, Харичев разработал для этой цели специальный метод дробного осаждения, названный им «холодной фракционировкой нефти». Занимался изучением подземных вод нефтяных месторождений Северного Кавказа. Харичев развивал и обосновывал гипотезу минерального происхождения нефти, предложенную Д.И. Менделеевым.

Л.Г. Гурвич (1871-1926)

Гурвич Лев Гаврилович – специалист в области химии нефти. В 1904 - 1909 гг. был химиком центральной нефтяной лаборатории заводов Нобеля в Баку, с 1909 г. руководил нефтяной лабораторией в Петербурге.

В 1920 г. Гурвич организовал и возглавил Центральную химическую лабораторию треста «Азнефть» в Баку. С 1920 г. он профессор Азербайджанского университета и Азербайджанского политехнического института. В 1924 г. возглавлял нефтяную лабораторию в Теплотехническом институте (Москва). Гурвич систематизировал и обобщил обширный опытный материал, полученный в России и за границей, по химии и физико-химии нефти. В 1911-1912 гг., изучая явление адсорбции, Гурвич высказал гипотезу о существовании физико-химической силы притяжения, которая по своему характеру является промежуточной между химической связью и молекулярным притяжением. На основании этих представлений Гурвич объяснил образование

суспензии флорида (отбеливающей земли) и металлов в жидкостях и образование коллоидных растворов, а также процессы адсорбции и десорбции. Работы Гурвича по адсорбции послужили основой для развития процессов очистки нефтепродуктов. Его книга *«Научные основы переработки нефти»* (1-е изд. 1913 г.) относится к числу классических трудов по нефти и сохраняет свое значение до настоящего времени. Исследования по адсорбции и катализу привели Гурвича к созданию в 1916 г. представлений о гетерогенном катализе. Изучая процесс перегонки нефти с водяным паром, Гурвич дал объяснение сущности этого процесса. Исследования Гурвичем поверхностного натяжения на границе нефтепродукт – водные растворы способствовали выяснению сущности явлений образования и разрушения эмульсий, особенно при очистке нефтепродуктов щелочными растворами.

Физико-химические свойства нефти и нефтепродуктов

Показатели, по которым характеризуются технологические свойства нефтей, весьма разнообразны. Основные показатели качества - это фракционный и химический состав, плотность, вязкость, молекулярная масса, температура вспышки, самовоспламенения и застывания. Конкретный набор определяемых показателей зависит от ожидаемого направления переработки нефти. Существуют стандартные методы установления величин таких показателей, а также полуэмпирические зависимости, позволяющие их рассчитывать.

Часть технических характеристик нефтей используется для построения их классификации. В частности, в основу российской классификации положены следующие показатели качества: содержание серы, выход светлых фракций (выкипающих до 350 °С), содержание базовых масел, индекс вязкости базовых масел, суммарное содержание парафина.

Плотность нефти, зависит от содержания тяжелых углеводородов, таких как парафины и смолы. Плотность нефти выражают в виде относительной плотности, которая определяется отношением массы нефти к массе воды, содержащейся в ней, г/см³.

Нефть	Относительная плотность, г/см ³	Нефть	Относительная плотность, г/см ³
Легкая	0,800 – 0,839	Тяжелая	0,880 – 0,920
Средняя	0,840 – 0,879	Очень тяжелая	0,880 – 0,920

По плотности можно ориентировочно судить об углеводородном составе сырой нефти и нефтепродуктов. Более высокая плотность сырой нефти указывает на большее содержание ароматических углеводородов, а более низкая - на большее содержание парафиновых углеводородов. Углеводороды нафтеновой группы занимают промежуточное положение. Таким образом, величина плотности до известной степени будет характеризовать не только химический состав и происхождение продукта, но и его качество. Наиболее качественными и ценными являются легкие сорта сырой нефти.

Молекулярная масса – важнейшая характеристика нефти и нефтепродуктов. Этот показатель дает «среднее» значение молекулярной массы веществ, входящих в состав той или иной фракции нефти, и позволяет сделать заключение о составе нефтепродуктов. Он широко применяется для расчетов аппаратуры нефтеперерабатывающих заводов.

Давление насыщенных паров. Нефть и нефтепродукты характеризуются определенным давлением насыщенных паров, или упругостью нефтяных паров. Давление насыщенных паров является нормируемым показателем для авиационных и автомобильных бензинов, косвенно характеризующим испаряемость топлива, его пусковые качества, склонность к образованию паровых пробок в системе питания двигателя.

Вязкость. При добыче и транспортировке нефти большое значение имеет такое ее свойство, как вязкость. У легких нефтей вязкость меньше, чем у тяжелых. Вязкость уменьшается с повышением температуры, поэтому при добыче и дальнейшей транспортировке по трубопроводам тяжелые нефти требуют подогрева. При 80–100°С вязкость тяжелых нефтей приближается к вязкости легких.

Вязкость нефти зависит от ее химического и фракционного состава, содержания асфальто-смолистых веществ, чем больше асфальто-смолистых веществ, тем она выше.

Поверхностное натяжение. Поверхностным натяжением называется отношение работы, требующейся для увеличения площади поверхности, к величине этого приращения плотности. Наибольшим поверхностным натяжением обладают ароматические углеводороды, наименьшим – метановые, а нафтеновые и олефиновые углеводороды занимают промежуточное положение.

Растворимость и растворяющая способность. С водой нефти и нефтепродукты практически не смешиваются, а их взаимная растворимость очень мала и не превышает сотых долей процента.

Однако следует различать растворимость нефтепродуктов в воде и, наоборот, растворимость воды в нефтепродуктах. Например, растворимость воды в бензинах заметно больше, чем растворимость бензинов в воде.

Взаимная растворимость воды и нефтепродуктов имеет большое практическое значение, например, в связи с возможностью выделения из моторного топлива в виде микрокапель растворенной в нем воды или кристалликов льда, что может осложнять работу двигателей.

Важным является свойство нефтей растворять углеводородные газы. В 1 м³ нефти может раствориться до 400 м³ горючих газов, что примерно в 10 раз больше растворимости природного газа в воде.

При определенных условиях жидкие углеводороды могут растворяться в газе. Такие условия имеют место на глубине, в недрах Земли. При извлечении газа на поверхность температура и давление резко снижаются, и из газовой смеси начинает выпадать конденсат в виде жидких углеводородов. Это явление называется обратной конденсацией. Газовые залежи, в которых нефть находится в парообразном состоянии и насыщает свободный газ, называются газоконденсатными. Содержание конденсата в таких залежах колеблется от 50 до 300–400 см³/м³.

Теплота сгорания – отношение количества теплоты, выделяющейся при горении, к массе сгоревшего до конца (т.е. до образования углекислоты CO₂ и воды H₂O) топлива. Нефть, природный горючий газ и их производные обладают наивысшей среди всех видов топлива теплотой сгорания. Теплота сгорания нефти в 1,3 раза больше теплоты сгорания лучших сортов каменных углей.

Температура помутнения – температура, при которой при охлаждении происходит помутнение нефтепродукта, появляется «облако» мелких кристаллов в массе нефтепродукта. Это эксплуатационная характеристика. Ее определяют визуально, сопоставляя охлаждаемый нефтепродукт с прозрачным эталоном.

Температура застывания – температура, при которой нефть или нефтепродукт теряет свою текучесть. Температура застывания зависит от состава нефти: чем больше в ее составе парафиновых углеводородов, тем выше температура застывания; чем больше смолистых веществ, тем ниже темпера-

тура застывания. Температура застывания нефти находится в пределах от (-60) до (+23°C).

Температура кипения нефти колеблется в широких пределах - от 70 до 250°C. Предел температуры кипения нефти (начало и конец выкипания) характеризует фракционный состав нефти. Легкая нефть с меньшим содержанием смол кипит при температурах до 300 – 350°C, в то время как температура кипения тяжелой нефти достигает 550 – 600°C.

Взрывопожароопасные свойства: температура вспышки, температура воспламенения, температура самовоспламенения.

Температура вспышки – минимальная температура при нагревании в стандартных условиях нефти или нефтепродуктов, при которой смесь паров нефти или нефтепродуктов с воздухом при атмосферном давлении при поднесении к смеси пламени вспыхивает и сразу затухает. Температура вспышки колеблется в широких пределах от 35 до 120°C в зависимости от фракционного состава.

Температура воспламенения – температура, при которой нагреваемый при определенных условиях нефтепродукт загорается и горит не менее 5 секунд.

Температура самовоспламенения – температура, при которой нефть (нефтепродукт) будучи нагретой до высоких температур загорается в воздухе без соприкосновения с пламенем.

Цвет, флуоресценция и люминесценция.

Цвет нефтей в зависимости от их химического состава может быть различным. Чем больше в нефти смол и особенно асфальтенов, тем окраска ее по глубине или оттенку более темная. Легкие нефти плотностью 0,78–0,79 г/см³ имеют желтую окраску, нефти средней плотности (0,79–0,82 г/см³) – янтарного цвета и тяжелые – темно-коричневые и черные.

Большинство нефтей, а также их фракции обладают *флуоресценцией*: они имеют синеватый или зеленоватый цвет в отраженном свете. Это свойство связано с присутствием в нефтях многоядерных углеводородов ароматического ряда.

Большое значение как метод анализа при геологических поисках нефти имеет *люминесценция* т. е. свечение нефтей и нефтяных битумов, возникающее при облучении их ультрафиолетовыми лучами. При поисках нефти даже ничтожные ее следы в горных породах могут быть обнаружены с помощью люминесцентного анализа. При этом, легкие нефти светятся интенсивно голубым цветом, а тяжелые – бурым и желто-бурим.

Оптическая активность. Почти все нефти обладают способностью вращать плоскость поляризации лучей света, причем для большинства их характерно слабое правое вращение. Это свойство определяется с помощью поляриметров. Искусственные нефти в отличие от природных оптической активности не проявляют.

Электрические свойства. Нефть и нефтепродукты не проводят электрический ток, они являются диэлектриками и характеризуются чрезвычайно высоким электрическим сопротивлением. Например, для парафина оно составляет от 2 до $0,3 \cdot 10^8$ Ом·м. Некоторые из них применяются в электротехнической промышленности и радиотехнике в качестве изоляционного материала (парафин) или изолирующей среды (трансформаторные масла) в трансформаторах, масляных реостатах и выключателях.

И нефть, и нефтепродукты при трении (в процессе заполнения хранилищ и перекачки с большой скоростью по трубам, а также фильтрации) легко электризуются и на их поверхности могут образовываться и накапливаться заряды статического электричества, в связи с чем возможны взрывы и пожары. Наиболее опасны в этом отношении светлые нефтепродукты, которые хорошо накапливают статическое электричество. Для предотвращения опасности взрывов аппаратуру, резервуары и трубопроводы заземляют, а также применяют специальные антистатические присадки в нефтепродуктах.

Мая Александровна Мельникова,
доцент кафедры химии и естествознания АмГУ,
канд. техн. наук

История нефтегазового дела. Учебное пособие.

Заказ 79.