

Министерство науки и высшего образования

Российской Федерации

Казанский Федеральный Университет

Kazan Federal University

Кафедра технологии нефти, газа и углеродных материалов

Department of oil & gas technology and carbon materials

Химическая переработка углеводородного сырья

Chemical processing of hydrocarbon raw materials

Аббас Халил Билал, Abbas Khalil Bilal ¹

Кемалов Руслан Алимович, Kemalov Ruslan Alimovich ²

магистрант кафедры технологии нефти, газа и углеродных материалов
кандидат технических наук, доцент кафедры технологии нефти, газа и углеродных
материалов, Член Экспертного совета Российского газового общества (РГО), и.о.
руководителя группы «Водородная и альтернативная РГО, профессор РАЕ²

E-mail: abbas-bilal@mail.ru , kemalov@mail.ru

Аннотация: Актуальность данной темы заключается в том, что химическая переработка углеводородного сырья осуществляется на предприятиях нефтехимического и газохимического комплекса, которые принадлежат к числу базовых отраслей российской индустрии.

Цель данной статьи состоит в анализе химических процессов, технологий, структуры химической переработки углеводородного сырья, состояния отрасли.

При исследовании ставились следующие задачи:

1. Изучить химизм превращений углеводородов нефти и природного газа в полезные продукты и сырьевые материалы.

2. Описать основные технологические процессы, применяемые на производствах, общей чертой которых является глубокая химическая переработка углеводородного сырья (фракций нефти, природного и попутного газа).

3. Рассмотреть на примерах основные продукты, выпускаемые данной отраслью их применение в быту и общественном хозяйстве.

4. Дать оценку современного состояния отрасли, выделить ее основные проблемы.

5. Указать возможные пути выхода из сложившейся ситуации.

Ключевые слова: химизм превращений углеводородов нефти и природного газа, современное состояние отрасли, основные продукты, химическая переработка углеводородного сырья.

Annotation: In this article, it is necessary to consider the topic " Chemical processing of hydrocarbon raw materials in as much detail as possible. The relevance of the topic is resolved in the fact that the chemical processing of hydrocarbonraw materials at the enterprise of the petrochemical and gas chemical complexes, which are the basis of a particular Russian industry. The purpose of this article, based on the subject and object, is to analyze chemical processes, technologies, the structure of the chemical processing of hydrocarbon raw materials, and the state of the industry.

The following tasks were set during the study:

1. To study the chemistry of the transformation of oil and natural gas hydrocarbons into useful products and raw materials.

2. Describe the main technological processes used in industries, a common feature of which is the deep chemical processing of hydrocarbon raw materials (fractions of oil, natural and associated gas).Consider the examples of the main products manufactured by thisindustry, their use in everyday life and the public economy.

3. Assess the current state of the industry, highlight its main problems.

4. Indicate possible ways out of the current situation.

Keywords: chemistry of transformations of hydrocarbons of oil and natural gas, the current state of the industry, basic products, chemical processing of hydrocarbon raw materials.

Введение

В данной статье предстоит по возможности наиболее подробно рассмотреть тему "Химическая переработка углеводородного сырья".

Актуальность данной темы заключается в том, что химическая переработка углеводородного сырья осуществляется на предприятиях нефтехимического и газохимического комплекса, которые принадлежат к числу базовых отраслей российской индустрии. Они обеспечивают многие отрасли промышленности и сельского хозяйства сырьем, способствуют ускоренному развитию отраслей, определяющих научно-технический прогресс, формированию социально ориентированной структуры производства и потребления. Стабильное функционирование нефтехимического комплекса имеет принципиальное значение для развития всех сегментов отечественной экономики. Отрасль располагает значительным экспортным потенциалом и играет существенную роль в российской внешней торговле, что очень важно для устойчивого развития страны.

Актуально выявление тенденций мировой и российской нефтехимии в связи с расширением спроса на внутреннем рынке и проблемами сбыта продукции глубокой нефтехимической переработки на внешних. Отставание отечественного производства и невысокое качество выпускаемых продуктов заставляет обращать внимание на положение в отрасли. Особенно на фоне агрессивной протекционистской политики отдельных государств (США, ЕС, Китая, Индии) относительно российской нефтехимической продукции (минеральных удобрений, синтетических каучуков, капролактама, спиртов и др.), интенсивного наращивания экспорта в странах с дешевым углеводородным сырьем (особенно Ближневосточного региона).

Объектом исследования в представленной работе является нефте- и газохимический комплекс России. А предмет, методы получения исходного сырья, основные нефтехимические процессы, получаемые конечные продукты, современное состояние, структура и положение дел в отрасли.

Цель данной статье, исходя из предмета и объекта, состоит в анализе химических процессов, технологий, структуры химической переработки углеводородного сырья, состояния отрасли.

При исследовании ставились следующие задачи:

1. Изучить химизм превращений углеводородов нефти и природного газа в полезные продукты и сырьевые материалы.
2. Описать основные технологические процессы, применяемые на производствах, общей чертой которых является глубокая химическая переработка углеводородного сырья (фракций нефти, природного и попутного газа).
3. Рассмотреть на примерах основные продукты, выпускаемые данной отраслью их применение в быту и общественном хозяйстве.
4. Дать оценку современного состояния отрасли, выделить ее основные проблемы.
5. Указать возможные пути выхода из сложившейся ситуации.

1. Химическая переработка углеводородного сырья

1.1. Роль углеводородов, как химического сырья

Искать новые процессы переработки нефти заставляла не только необходимость улучшения качества бензина. Конечно, нефть - источник энергии, но она также и кладезь химического сырья для получения органических соединений. И если превращением нефти в бензин, керосин, мазут занималась нефтеперерабатывающая промышленность то выделение из нефтяных продуктов самых разных веществ стало главной задачей огромной отрасли химической науки и технологии - нефтехимии.

Долгое время органические соединения производили, перерабатывая животные и растительные материалы. Ароматические органические вещества получали из угля; уксусную кислоту, бутadiен, бензол вырабатывали из ацетилена, сам ацетилен - из карбида кальция, а карбид кальция - из природного карбоната кальция. Однако источников сырья было совсем немного, а сами методы не

отличались простотой и эффективностью. Между тем для производства красителей, растворителей, лекарств, резины, мыла требовалось всё больше сырья, и дать его могла только нефть.

Любопытна история возникновения первых нефтехимических производств. Необходимо было найти применение побочным продуктам термического крекинга - пропилену и этилену, которые попросту выбрасывались в атмосферу или сжигались. Вот из такого пропилена американская компания "Стэндрт Ойл" в 1920 г. стала производить изопропиловый спирт $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_3$, используемый как органический растворитель. Он и оказался первым нефтехимическим продуктом.

А первое производство основанное на этилене, появилось в 1923 г. Тогда другая американская компания "Юнион Карбайд", начала выпускать такие растворители как этиленгликоль $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ и дихлорэтан $\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{Cl}$, а несколько лет спустя - этиленхлоргидрин $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$ и из него оксид этилена $\text{CH}_2(\text{O})\text{CH}_2$, исходный продукт в синтезе полиэтиленоксида ($-\text{OCH}_2\text{CH}_2-$).

Углеводороды, служащие сырьем для нефтехимической промышленности, принадлежат к алифатическому, циклоалифатическому и ароматическому рядам. Алифатические углеводороды включают насыщенные или парафиновые углеводороды, олефины, диолефины и ацетилен. Из циклоалифатических углеводородов в нефтях содержатся только производные циклопентанов и циклогексанов; важнейшую роль играет циклогексан как сырье для получения чистой адипиновой кислоты. Кроме того, он имеет особое значение как промежуточный продукт в производстве ароматических углеводородов методом каталитического риформинга.

К ароматическим углеводородам, получаемым и перерабатываемым на нефтехимических заводах, относятся бензол, толуол и ксилол. Их получают каталитическим риформингом определенного нефтяного сырья. В меньшем масштабе при помощи специальных процессов получают и другие ароматические углеводороды - нафталин, его гомологи, а также ряд других конденсированных

ароматических углеводов.

Продукты различных процессов нефтепереработки стали отличным сырьём для современного промышленного органического синтеза. Ассортимент продукции на основе углеводов огромен: мономеры для производства синтетических волокон, каучука, пластмасс, Синтетические моющие средства (СМС), растворители, взрывчатые вещества, средства защиты растений от вредителей, лекарственные препараты и многое, многое другое, без чего просто немислима жизнь современного человека.

Основная масса нефти (более 90%) расходуется в виде топлива и только около 10% идет на химическую переработку. А ведь запасы её не столь уж велики. В общем объёме углеродсодержащего промышленного сырья, включая природный и каменный уголь, «чёрноезолото» занимает всего лишь 3%. Количество отраслей промышленности, которым нефтехимические заводы поставляют свою продукцию, постоянно возрастает. В настоящее время производство ряда определенных химических продуктов базируется почти исключительно на основе нефтяных газов или нефти. Поэтому в XXI веке перед химиками - технологами стоит задача расширить применение нефти как источника химического сырья, а не топлива. Замена там, где это возможно, горючего, производимого из нефти, газом или углём - один из способов отказаться от неразумного использования драгоценной жидкости. Как тут не вспомнить слова Д. И. Менделеева: “Нефть - не топливо. Топить можно и ассигнациями!”.

Чтобы разобраться в «бурном море» углеводов придется уделить внимание их химической классификации. Классификацию углеводов проводят по следующим структурным признакам, определяющим свойства этих соединений: строение углеродной цепи (углеродного скелета; наличие в цепи кратных связей $C=C$ и $C\equiv C$ (степень насыщенности).

В зависимости от строения углеродной цепи углеводороды подразделяют на

две группы: ациклические или алифатические, т.е. "жирные" (от греческого слова "алеифар" - "жир", т.к. впервые структуры с длинными углеродными цепями были обнаружены в составе жиров); циклические.

Открытая (незамкнутая) цепь алифатических углеводородов может быть неразветвленной или разветвленной. Углеводороды с неразветвленной углеродной цепью называют нормальными (н-) углеводородами.

Среди циклических углеводородов выделяют: алициклические т.е. алифатические циклические; ароматические арены.

В этом случае классификационным признаком служит строение цикла.

К ароматическим углеводородам относят соединения, содержащие один или несколько бензольных циклов (формула бензола C_6H_6). Следует заметить, что хотя по составу бензол формально соответствует ненасыщенным циклическим углеводородам (его молекулу часто изображают как шестичленный цикл с тремя двойными связями). По свойствам это соединение резко отличается от ненасыщенных веществ из-за делокализации кратных связей. Поэтому соединения ряда бензола относят к самостоятельной группе ароматических углеводородов аренов.

По степени насыщенности различают:

насыщенные ;предельные; углеводороды ;алканы и циклоалканы;, в которых имеются только простые связи С-С и отсутствуют кратные связи; ненасыщенные (непредельные), содержащие наряду с одинарными связями С-С двойные и/или тройные связи (алкены, алкадиены, алкины, циклоалкены, циклоалкины).

1.2. Получение исходного сырья и основные нефтехимические производства

Нефтехимической промышленностью принято называть производство химических продуктов на основе нефти и газа. К нефтехимическим производствам относятся:

1. производство сырья - олефинов, диенов, ароматических и нафтеновых

углеводородов;

2. производство полупродуктов - спиртов, альдегидов, кетонов, ангидридов, кислот и др.;

3. производство поверхностно-активных веществ; производство высокомолекулярных соединений - полимеров.

В производстве продуктов нефтехимического синтеза большое место занимает подготовка углеводородного сырья и получение первичных исходных углеводородов: предельных (парафиновых), непредельных (олефиновых, диеновых, ацетилена), ароматических и нафтеновых. Основная их часть превращается в функциональные производные с активными группами, содержащими кислород, азот, хлор, фтор, серу и др. элементы. Нефтяные фракции и газы не могут быть прямо переработаны в товарные химические продукты. Для такой переработки нужно предварительно получить химически активные углеводороды, к которым относятся в первую очередь непредельные углеводороды (олефины): этилен C_2H_4 , пропилен C_3H_6 , бутилен C_4H_8 , и др. Основным промышленным методом получения олефинов является пиролиз различного газообразного и жидкого нефтяного сырья, что можно разобрать на примере этилена.

Этилен или этен $CH_2 = CH_2$ По химическим свойствам - типичный представитель олефинов, обладает высокой реакционной способностью. Основной метод получения этилена пиролиз жидких дистиллятов нефти или низших парафиновых углеводородов. Реакцию обычно проводят в трубчатых печах при $750-900\text{ }^\circ\text{C}$ и давлении $0,3\text{ МПа}$. В России, Западной Европе и Японии сырьем служит прямогонный бензин; выход этилен около 30% с одновременным образованием значительного количества жидких продуктов, в том числе ароматических углеводородов. При пиролизе газойля выход этилена составляет 15-25%. Разработан метод получения этилена из метана: $2CH_4 \longrightarrow$

$C_2H_4 + H_2$; реакцию проводят на оксидах Mn, Tl, Cd или Pb при $500-900\text{ }^\circ\text{C}$ в

присутствии кислорода. Газы пиролиза разделяют дробной абсорбцией, глубоким охлаждением и ректификацией под давлением.

Еще одним видом сырья для нефтехимического производства является ацетилен C_2H_2 , получаемый при высокой температуре путем электрокрекинга (в условиях вольтовой дуги) метана или смеси пропан-бутана при температурах $\sim 1500^\circ C$ и термоокислительного пиролиза метана по реакции (вместе с этиленом). Для получения ацетилена используют также электродуговые и плазмохимические методы. Особенно эффективен электрокрекинг жидких углеводородов (метод Н.С. Печуро), позволяющий использовать любые СН-содержащие соединения (даже отходы хим. производств) для получения ацетилена, этилена, водорода и сажи. Серьезное внимание привлекают и гомологи ацетилена: $CH_2=C=CH_2$ (аллен), винилацетилен, диацетилен, которые образуются в процессах окислительного пиролиза метана, электрокрекинга углеводородов и пиролиза нефтяных фракций в производстве этилена и пропилена.

Следует подчеркнуть, что выход конечной продукции зависит не только от научно-технического уровня производства, но и в значительной степени от качественных характеристик используемого химического сырья.

Производство поверхностно-активных веществ. Для производства синтетических материалов необходимы ароматические углеводороды - бензол, толуол, ксилол, нафталин и др. Бензол применяется главным образом для производства стирола и фенола. Рассмотрим синтез бензола, так как он широко применяется в промышленности, является исходным сырьём для производства лекарств, различных пластмасс, синтетической резины, красителей. Бензол - один из наиболее распространенных химических продуктов и самое распространенное ароматическое соединение. В физическом весе пластмасс около 30%, в каучуках и резинах - 66%, в синтетических волокнах - до 80% приходится на ароматические углеводороды, родоначальником которых является бензол.

Бензол входит в состав сырой нефти, но в промышленных масштабах

по большей части синтезируется из других её компонентов. В зависимости от технологии производства получают различные марки бензола. Бензол нефтяной получают в процессе каталитического риформинга бензиновых фракций,

каталитического гидродеалкилирования толуола и ксилола, а также при пиролизе нефтяного сырья. Бензол подразделяют на бензол нефтяной и каменноугольный «высшей очистки», «для синтеза», «высшего сорта», «первого сорта», «для нитрации», «технический», «сырой».

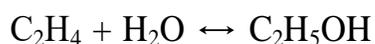
Основное количество бензола получают каталитическим риформингом (470-550°C) нефтяной фракции, выкипающей при 62-85°C. Бензол выделяют и из жидких продуктов пиролиза нефтепродуктов, образующихся в производствах этилена и пропилена. Этот способ является более выгодным экономически, поскольку в образующейся смеси продуктов на долю бензола приходится около 40% против 3% при риформинге. Однако сырьевые ресурсы для этого способа весьма ограничены, поэтому большую часть бензола производят риформингом.

Каталитический риформинг предназначен для повышения октанового числа прямогонных бензиновых фракций путём химического превращения углеводородов, входящих в их состав, до 92-100 пунктов. Процесс ведётся в присутствии алюмо-платино-рениевого катализатора. Повышение октанового числа происходит за счёт увеличения доли ароматических углеводородов. Продукты, полученные в результате риформинга узких бензиновых фракций, подвергаются разгонке с получением бензола, толуола и смеси ксилолов. Сырьем для каталитического риформинга служит тяжелая бензиновая фракция (нафта, или лигроин) - смесь парафинов, нафтенов и ароматических углеводородов.

В течение последних 15 лет спрос на бензол и ксилолы начал значительно опережать спрос на толуол. В результате был разработан технологический процесс диспропорционирования толуола, позволяющий повысить объем производства этих продуктов. При диспропорционировании толуола происходит восстановление до бензола с потерей метильной группы и окисление до ксилола, так как метильная

группа присоединяется к другой молекуле толуола. Катализаторами процесса служат платина и палладий, редкоземельные металлы и неодим, нанесенные на оксид алюминия, а также хром, нанесенный на алюмосиликат. Наглядно ознакомиться со схемой основных синтезов на основе бензола можно на рис. 1 (см. приложение).

При взаимодействии с низкомолекулярными олефинами (этилен, пропилен, бутилен) из фенола получают промежуточные продукты, необходимые для производства моющих веществ, смол и присадок к маслам. Толуол в основном используется как высокооктановая добавка к моторным топливам и как растворитель. Ксилол применяется при производстве синтетических волокон («лавсан»). π -Ксилол представляет собой главное сырье для производства терефталевой кислоты, используемой для производства полиэтилентерефталата (PET). Благодаря постоянному увеличению объемов производства PET промышленность требует все больших количеств π -ксилола. Главный источник π -ксилола - ректификация нефти, однако он уже не может покрыть все необходимые потребности промышленности в этом веществе, из-за чего возникает необходимость поиск новых источников π -ксилола. Рассмотрим данную группу на примере производства спиртов. Спирты применяют в производстве синтетических полимеров, каучуков, моющих веществ, в качестве растворителей, экстрагентов и для других целей. Одним из важнейших методов производства спиртов является гидратация олефинов, в ходе которой вырабатывают этиловый, изопропиловый, изобутиловый и другие спирты. В промышленности методом прямой гидратации получают этиловый и изопропиловый спирты. Прямая гидратация олефинов заключается в непосредственном присоединении воды к олефину:



Синтез этилового спирта удалось осуществить лишь после того, как были изысканы достаточно активные катализаторы процесса.

При газофазной гидратации в качестве катализаторов применяются

фосфорная кислота или окись вольфрама на носителях. На последнем катализаторе процесс проводят и в жидкой фазе. Даже для такого простого синтеза требуются сложные установки рис. 2 (см. приложение).

Технология получения спиртов методом сернокислотной гидратации. Исходным сырьём служит газообразная этан этиленовая фракция, содержащая 30 - 50 % этилена, и 95 - 97% серная кислота.

Получаемый спирт - сырец содержит 25 - 35% этанола, 3 - 5% диэтилового эфира, 60 - 65% воды и 0,05% полимеров. Его направляют на ректификацию для получения 95 - 96% концентрации спирта. Сернокислотная гидратация олефинов - самый распространённый метод получения спиртов. Однако недостатком метода является участие больших количеств серной кислоты и её разбавление, а отсюда необходимость её упаривания, перекачки больших объёмов и так далее. Всё это связано с коррозией аппаратуры и большими капитальными затратами на сооружение заводов.

Производство полимеров. К высокомолекулярным соединениям (полимерам) относят вещества с молекулярной массой 5000 и более. Полимеры состоят из многократно повторяющихся элементов - остатков мономеров.

Основными методами синтеза полимеров являются полимеризация и поликонденсация. Полимеризацией называется реакция образования высокомолекулярных веществ путем соединения нескольких молекул мономера, которая не сопровождается изменением их состава. При поликонденсации образование полимеров сопровождается выделением какого-либо низкомолекулярного вещества (воды, спирта, аммиака и др.). Поэтому состав элементарного звена полимера в данном случае не соответствует элементарному составу исходного мономера.

Многообразие вырабатываемых полимеров обуславливает различные технологии их производства.

Простейший технологический процесс производства синтетического каучука

выглядит следующим образом. Из этилена путем гидратации получают этиловый спирт. Испаряя его в герметически закрытых сосудах и нагревая пары до нескольких сот градусов в реакторе в присутствии специального катализатора, получают бутадиен. После очистки бутадиен подвергают каталитической полимеризации, вырабатывая каучук-сырец. Перемешивая его при пониженном давлении, из каучука-сырца удаляют газы. Из полученного продукта, получают полотна каучука, которые в рулонах доставляют на заводы по производству резины для последующего изготовления различных изделий. Теперь разработано получение бутадиена из бутана через каталитическое дегидрирование последнего. Мономерами для синтетического каучука служат преимущественно сопряженные диеновые углеводороды: дивинил, изопрен, хлоропрен. Для улучшения технических свойств каучука диены часто полимеризуют совместно с мономерами, содержащими активный винильный остаток (например, с акрилонитратом, со стиролом). Сополимерные каучуки имеют наибольшее техническое применение. К ним относятся бутадиен-стирольный каучук, получаемый сополимеризацией 1,3-бутадиена и стирола, он является лучшей маркой синтетического каучука для автомобильных покрышек.

Бутадиен-нитрильный каучук - сополимер 1,3-бутадиена и акрилонитрила - обладает вязкостью натурального каучука, однако превышает его по всем устойчивостям. Бутилкаучук - сополимер изобутилена и 1,3-бутадиена, вводимого для придания каучуку способности к вулканизации, получается низкотемпературной ионной полимеризацией в присутствии фторида бора (III). Он обладает высокой химической стойкостью и газонепроницаемостью, является хорошим изолятором для проводов и кабелей.

Один из видов синтетического каучука получают из ацетилена. При полимеризации ацетилена образуется винилацетилен.

Винилацетилен присоединяет молекулу хлористого водорода, при этом

получается 2-хлорбутадиен-1,3 (хлоропрен). Он самопроизвольно весьма легко полимеризуется, образуя сначала пластическую массу, сходную с невулканизированным каучуком, а в дальнейшем – твердый продукт (вулканизация без серы).

К группе пластмасс относятся винипласт, пенопласт, полиэтилен, тефлон и другие материалы. Винипласт получают в результате химической переработки поливинилхлоридной смолы, образуемой при реакции этилена с хлором. Кроме того, добавляя к винипласту специальное вещество, выделяющее большое количество газов при нагревании (порофор), получают пенопласт. Промышленный пенопласт 7-10 раз легче воды.

Широкое распространение получил полиэтилен - высокомолекулярный продукт полимеризации этилена. Различают полиэтилен высокого давления и полиэтилен низкого давления. Первый получают при давлении 100...300 МПа и температуре 100...300 °С в присутствии кислорода. Для этого процесса требуется этилен высокой частоты. Полиэтилен низкого давления получают путем полимеризации этилена при давлении до 1 МПа и температуре 60...80 °С в присутствии специального катализатора. Имеются также сообщения о получении полиэтилена принципиально новыми способами полимеризации - под действием проникающих излучений или электрических разрядов и т. д. Но в настоящее время промышленное производство полиэтилена осуществляется тремя методами: 1) полимеризацией этилена при давлении 120- 250 МПа в присутствии небольших количеств кислорода в качестве катализатора. 2) Полимеризацией этилена при низком давлении (0,05--0,6 МПа) с использованием комплексных металлоорганических катализаторов. Следует иметь в виду, что названия "полиэтилен низкого давления", "среднего давления", "высокой плотности" и т. д. имеют чисто историческое значение. Так, полиэтилен, получаемый по 2- и 3-му методам, имеет одинаковую плотность и молекулярный вес.

Давление в процессе полимеризации при так называемых низком и среднем давлениях в ряде случаев одно и то же. Тефлон (полифторэтилен) получают путем

полимеризации мономера - тетрафторэтилена. Такие мономеры обычно получают из этилена, заменяя в его молекулах атомы водорода атомами фтора.

Из синтетических волокон в настоящее время наиболее широкое распространение получили капрон, лавсан, нитрон и др.

Исходным материалом для выработки капрона является капролактam. Его получают в результате сложной химической переработки фенола или бензола. Подвергая капролактam полимеризации при температуре 250 °С в присутствии азота, получают капроновую смолу, из которой впоследствии вырабатывают капроновое волокно.

Лавсан вырабатывают из пара-ксилола, который, в свою очередь, получают путем каталитической переработки бензиновых фракций на установках каталитического риформинга.

1.3 Основные продукты нефтехимии

Продукция нефтехимии находит применение практически во всех отраслях промышленности, транспорта, сельского хозяйства, в оборонном и топливно-энергетическом комплексе, в сфере услуг, торговле, науке и образовании. В машиностроении растет спрос на конструкционные полимерные материалы, специальные лакокрасочные покрытия, изолирующие, шумопоглощающие и другие, во многих случаях незаменимые материалы. Оборонная безопасность и экономическая независимость невозможны без развития отечественной нефтехимии, так как альтернативы многим материалам для изделий военного назначения не существует. Без современных материалов нефтехимии невозможны дальнейшее развитие электроники и информатики, выпуск лекарственных и парфюмерно-косметических средств, химических бытовых товаров.

Продукция нефтехимии используется в основном органическом синтезе - 9,6%; при производстве пластмассовых изделий - 12,1%; резинотехнических

изделий - 7,7%; химических средств защиты растений и других агрохимических продуктов - 0,2%; производствесинтетических и искусственных волокон - 1,3%; лаков и красок - 2,3%; синтетического каучука - 9,0%; пластмасс и синтетических смол - 8,5% и др. В настоящее время Россия производит около 1% мирового объема нефтехимической продукции и занимает 20-е место в мире (лидирующие позиции здесь твердо занимают США, Китай и Евросоюз). Вклад нефтехимии в ВВП РФ незначителен и составлял в 2006 году 1,7% (в 2005 году - 1,9%).

Теперь можно назвать только лишь некоторые основные продукты нефтехимии, указать их уникальные свойства и области применения в хозяйственной деятельности человека. Огромная гамма веществ, получаемых в нефтехимическом синтезе, остаётся за рамками данной работы в виду их чрезвычайно большого количества.

1) Поверхностно-активные вещества (ПАВ). ПАВ широко применяются в различных отраслях промышленности, в сельском хозяйстве и в быту.

В нефтедобыче ПАВ применяют для разрушения водонефтяных эмульсий, образующихся в ходе извлечения нефти на поверхность земли и ее движения по промысловым трубопроводам. ПАВ добавляют в воду при мойке резервуаров и отсеков танкеров, чтобы ускорить процесс. Одним из способов перекачки высоковязких нефтей является их совместный транспорт с водой, обработанной раствором ПАВ: в этом случае вода хорошо смачивает металл и нефть движется как бы внутри водяного кольца.

Кроме того, ПАВ используют при изготовлении синтетических моющих веществ, косметических препаратов, лосьонов, зубных паст, туалетного мыла, при дублении кожи, крашении меха, при хлебопечении, получении противопожарных пен, при изготовлении кондитерских изделий и мороженого, в качестве пенообразователя при производстве бродящих напитков (квас, пиво) и др.

Несмотря на большое многообразие ПАВ, все они могут быть разделены на две группы: ионогенные ПАВ, которые при растворении в воде диссоциируют на

ионы) и неионогенные ПАВ, которые на ионы недиссоциируют.

В зависимости от того, какими ионами обусловлена поверхностная активность ионогенных веществ, - анионами или катионами, ионогенные вещества подразделяются на анионоактивные, катионоактивные и амфолитные. Последние отличаются тем, что в кислом растворе ведут себя как катионоактивные ПАВ, а в щелочном растворе - как анионоактивные.

По растворимости в тех или иных средах ПАВ бывают водорастворимые, водомаслорастворимые и маслорастворимые.

2) Синтетические каучуки. Термин «каучук» происходит от слова «каучук», которым жители Бразилии обозначали продукт, получаемый из млечного сока (латекса) гевеи, растущей на берегах р. Амазонки. Натуральный каучук выделяли из латекса коагуляцией с помощью муравьиной, щавелевой или уксусной кислоты. Образующийся рыхлый сгусток промывали водой и прокатывали на вальцах для получения листов. Затем их сушили и коптили в камерах, наполненных дымом, с целью придания натуральному каучуку устойчивости против окисления микроорганизмов.

В Европе каучук известен с 1738 г., когда французский исследователь Ш. Кондамин представил в парижской Академии Наук образцы натурального каучука и изделия из него. В 1811 г. в Вене открылась первая резиновая фабрика. Американский изобретатель Чарльз Гудьир. В 1838 г. он изобрел вулканизацию - обработку каучука теплом с добавлением небольшого количества серы. После такой обработки каучук становился совершенно не липким и прочным. Позднее в каучук стали добавлять сажу, краску, окись цинка, различные «мягчители» и «антистарители». Такой «обработанный» каучук называется резиной.

В конце XIX века использование резины в промышленности было сравнительно невелико. Однако в дальнейшем оно резко возросло. В первую

очередь это было связано с развитием автомобильного транспорта, а затем и авиации. Наступил момент, когда объемы производства натурального каучука уже не могли удовлетворить спрос на него.

В 1914 г. в Европе началась первая мировая война. В отрезанной от импорта каучука Германии химики немедленно взялись за разработку его промышленного синтеза. Им удалось получить синтетический каучук термической полимеризацией диметилбутадиена. Полученный продукт получил название «метил-каучук». Однако он стоил в 20 раз дороже натурального, а шины из него выходили из строя при минус 5

°С, а также после пробега 2000 км (шины из натурального каучука успешно «пробегали» десятки тысяч километров).

Синтез каучука в крупных промышленных масштабах впервые в мире был осуществлен в 1932 г. в СССР по способу, разработанному С.В. Лебедевым и основанному на полимеризации бутадиена. Начиная с 1937 г. производство синтетического каучука начало развиваться в Германии, а с 1940 г. - в США. Это было обусловлено, с одной стороны, стремительным развитием автомобильной промышленности в указанных странах, а с другой - меньшей стоимостью синтетического каучука по сравнению с натуральным.

В качестве исходных материалов для производства синтетического каучука в настоящее время используются, в основном, бутадиен, стирол, изопрен и другие мономеры, получаемые из углеводородных газов природного и промышленного происхождения.

Производятся различные виды синтетического каучука, подразделяемые на две группы: каучуки общего назначения (-80 % от общемирового производства) и специальные. Первые применяют там, где необходима только характерная для каучуков эластичность при обычных температурах. Специальные каучуки используются в производстве изделий, которые должны обладать стойкостью к действию растворителей, масел, тепло- и морозостойкостью.

3) Пластические массы. Пластическими массами называют конструкционные материалы, полученные на основе полимера и обладающие способностью формироваться и в обычных условиях сохранять приданную им форму в виде готовых изделий. Кроме полимеров в состав пластмасс входят пластификаторы, стабилизаторы, красители и другие добавки.

Пластификаторы (от греч. *plaslós* - лепной, пластичный и лат. *facio* - делаю), вещества, повышающие пластичность и (или) эластичность полимеров при их переработке и (или) эксплуатации. Благодаря применению П. (иногда их называют также мягчителями) облегчается диспергирование в полимерах наполнителей и др. сыпучих ингредиентов, снижаются температуры переработки композиций на технологическом оборудовании. Придают пластмассам гибкость и эластичность, уменьшают жесткость и хрупкость. В качестве пластификаторов используют дибутилфталат, стеарин, камфару, глицерин и др. Стабилизаторы (противостарители, антиокислители, термо-стабилизаторы и др.) способствуют длительному сохранению пластмассами своих свойств в условиях эксплуатации. Красители вводят в пластмассу с целью придания ей нужного цвета.

В зависимости от поведения при нагревании пластмассы делятся на термопластичные и термореактивные. Термопластичные пластмассы (термопласты) при нагревании размягчаются и становятся пластичными, а при охлаждении снова затвердевают. Размягчение и отверждение можно производить многократно. К термопластам относятся полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид, полистирол, фторопласты и др. Термореактивные пластмассы (реактопласты) в начале термообработки размягчаются, становятся пластичными и принимают заданную форму. Однако при дальнейшем нагревании они теряют пластичность и переходят в неплавкое и нерастворимое состояние. К реактопластам относятся фенопласты, аминопласты и др.

Пластические массы известны человечеству с древних времен. Изготавливали их на основе природных смол - канифоли, битумов и др. Старейшим пластическим

материалом, приготовленным из искусственного полимера - нитрата целлюлозы, является целлулоид, производство которого было начато в США в 1872 г. В 1906-1910 гг. в России и Германии были изготовлены первые реактопласты на основе феноло-формальдегидной смолы. В 30-х гг. в СССР, Германии и других промышленно развитых странах было организовано производство термопластов - поливинилхлорида, полистирола и др. Однако бурное развитие промышленности пластмасс началось только после 2-й мировой войны. В 50-х гг. во многих странах был начат выпуск «пластика номер один» - полиэтилена.

Сегодня представить нашу жизнь без пластмасс невозможно. В строительстве их используют при отделочных работах, в виде стеновых панелей, оконных переплетов, дверей и т.п. В машиностроении из пластмасс изготавливают зубчатые и червячные колеса, шкивы, подшипники, ролики, трубы и т.д. В авиастроении с использованием реактопластов изготавливают реактивные двигатели, крылья, фюзеляжи самолетов, несущие винты вертолетов, топливные баки и др. В автомобилестроении из пластмасс изготавливают детали двигателя, трансмиссии, шасси, кузова, элементы отделки салона. В медицине используют пластмассовый инструмент, сердечные клапаны, протезы конечностей, хрусталики глаза и др. Этот перечень можно было бы продолжить. Синтетические волокна. Синтетические волокна (нити) - формируют из полимеров, не существующих в природе, а полученных путем синтеза из природных низкомолекулярных соединений. Сырье для синтетических волокон получают путем реакций синтеза (полимеризации и поликонденсации) полимеров из простых веществ (мономеров) на предприятиях химической промышленности. Предварительной обработки это сырье не требует. Простейшая классификация дана в рис.3 (см. приложение).

Возможность получения химических волокон из различных веществ (клей, смолы) предсказывалась еще в XVII...XVIII вв.

Однако их производство впервые в промышленных масштабах было организовано во Франции в 1891 г.

Производство синтетических волокон началось с выпуска в 1932 г. поливинилхлоридного волокна (Германия). В 1942 г. в промышленном масштабе было выпущено наиболее известное полиамидное волокно - капрон (США).

В настоящее время кроме полиамидного волокна производят также полиэфирное (лавсан), полиакрилонитрильное (нитрон) поливинилхлоридное и полипропиленовое волокна. Их выпускают в виде текстильных и кордных нитей, а также в виде штапельного волокна.

Синтетические волокна обладают высокой разрывной прочностью, хорошей формоустойчивостью, несминаемостью, стойкостью к воздействию света, влаги, плесени, температуры. Разнообразие свойств исходных синтетических полимеров, а также возможность модификации как исходного сырья (мономера), так и самого волокна позволяет получать продукцию с заданными свойствами и высокого качества. В связи с этим синтетические волокна во многих случаях вытесняют натуральные и искусственные.

Ткани из синтетических волокон применяются не только в быту. Они используются как электрооблицовочные и изоляционные материалы в автомобилях, железнодорожных вагонах, морских и речных судах. Синтетическим волокнам отдают предпочтение при изготовлении канатов, рыболовных сетей, парашютов и других изделий, где требуются материалы, отличающиеся высокой прочностью на разрыв.

2. Структура, современное состояние, развитие нефте- и газохимической промышленности России

2.1 Структура нефтехимического и газоперерабатывающего комплекса России

Предприятия нефтехимического комплекса сконцентрированы в основном в четырех федеральных округах: Центральном (24,4%), Южном (10,4%), Приволжском (43,5%) и Сибирском (11,2%). Крупнейшие нефтехимические производства сформировались в республиках Татарстан и Башкортостан, в Алтайском, Пермском и Красноярском краях, Тульской, Тюменской, Ярославской, Нижегородской, Волгоградской, Самарской, Кемеровской и Иркутской областях, что в значительной степени способствовало развитию этих регионов. В химическом комплексе в частной собственности находятся 79-89% предприятий, в государственной 3-6%, в частно-государственной 3-7%, в совместной российской и иностранной собственности 3-4%, в муниципальной 1-2%, в иностранной 1,3-1,4%. В ряде отраслей нефтехимического комплекса имеются крупные корпорации, такие как «Сибур Холдинг» - лидер российской нефтехимии, выпускающий более 100 наименований продукции.

Производственная цепочка компании охватывает газопереработку, производство мономеров и пластиков, метанола и минеральных удобрений, шин и резинотехнических изделий, а также переработку пластмасс. Холдинг объединяет 34 российских предприятия. В сырьевой блок СИБУРа входит 6 газоперерабатывающих заводов, инфраструктура по транспортировке попутного нефтяного газа и продуктов его переработки в Западной Сибири, а также нефтехимические предприятия в Тобольске и Новокуйбышевске, осуществляющие переработку легких углеводородов. Основная продукция газоперерабатывающих предприятий – это сухой отбензиненный газ (СОГ), широкая фракция легких углеводородов (ШФЛУ), стабильный газовый бензин (СГБ) и сжиженные углеводородные газы (СУГ).

Блок производства синтетических каучуков охватывает всю технологическую цепочку производства данного вида сырья, включая выделение индивидуальных углеводов, производство мономеров и получение синтетических каучуков.

В сегменте производства пластиков СИБУР стремится занять лидирующие позиции на российском рынке за счет значительного увеличения выпуска основных видов продукции и строительства новых мощностей. Значительная часть инвестиционных проектов компании связана с увеличением выпуска полиэтилена, полипропилена, полистирола и ПВХ. Кроме того, активно развивается новое направление бизнеса по переработке пластмасс. В настоящее время в российском производстве полимеров доля СИБУРа по пропилену составляет 23%, полипропилену - 23%, полиэтилену - 17%. «Еврохим»-Производство минеральных удобрений (6 предприятий).

«РосАгро» - Производство фосфорсодержащих минеральных удобрений (4 предприятия), 1-е место в Европе, 2-е место в мире.

«Лукойл-Нефтехим»- Полимерные материалы, продукты органического синтеза (4 предприятия, в т.ч. на Украине и в Болгарии).

«Нижекамскнефтехим»- Производство нефтехимической продукции, полимеры, синтетические каучуки (10 заводов). «Татнефть», «Акрон»,

«Амтел» и другие, на которых выпускается около 40% полимерных материалов, от 50 до 70% отдельных видов синтетических каучуков, 82 легковых и 95% грузовых автомобильных шин.

Химический комплекс Приволжского Федерального Округа насчитывает более 200 крупных и средних предприятий (свыше 26% предприятий химического комплекса России) с численностью работающих около 37% от промышленно-производственного персонала химической индустрии страны, где сосредоточено почти 40% стоимости основных промышленно-производственных фондов. На химических и нефтехимических предприятиях ПФО сосредоточено от 40 до 60% российского производства синтетических смол и пластических масс, продукции

пластпереработки, соды каустической, минеральных удобрений, аммиака, метанола, капролактама, пропилена, бутадиена, бензола, шин для грузовых и легковых автомобилей, формовых и неформовых резинотехнических изделий; свыше 60% соды кальцинированной, синтетических каучуков, фенола, этилена и др. Поряду важных химикатов (бутилкаучуки, каучуки этиленпропиленовые, сэвилен, поликарбонат, волокна нитроновые, окись этилена и пропилена, нитрил акриловой кислоты, этилен- и диэтиленгликоли, изопрен, изопреновые каучуки и др.) в ПФО сосредоточены все российские производители. Химическая и нефтехимическая промышленность размещена практически во всех субъектах ПФО (см. приложение рис.4).

Следует отметить, что в структуре российского нефтехимического комплекса существенную долю занимают компании с одним - двумя заводами. Этот факт ставит проблему обеспечения гарантированных поставок УВС - одна из основных задач, стоящих перед российскими нефтехимическими предприятиями, не входящими в крупные вертикально-интегрированные холдинги.

В общем объеме продукции среди обрабатывающих производств удельный вес предприятий нефтехимического комплекса по данным за 2006 г. составляет 10,2%. В нефтехимической отрасли занято более 791 тыс. человек, в том числе в производстве резиновых и пластмассовых изделий - свыше 255 тыс. человек.

Общее количество газоперерабатывающих заводов (ГПЗ) в стране за последнее десятилетие не претерпело каких-либо изменений. В период экономических реформ не было построено ни одного газоперерабатывающего завода. Из 24 ГПЗ, построенных в дореформенный период, в ведении «Газпрома» находится 6 и 18 - в составе нефтяных компаний. При меньших объемах добычи нефти и газа в США и Канаде количество ГПЗ на 1 января 2007 года составило соответственно 571 и 962.

Занимая первое место в мире по объему добычи газа, за последние десятилетия

в нашей стране не получили какого-либо развития ни наращивание мощностей по его переработке, ни увеличение производства сжиженных газов, включая этан, пропан, бутаны, пентаны и другие. В настоящее время только 6% добываемого в России природного газа поступает на переработку; доля газопереработки в мире значительно выше, например в США перерабатывается 77% добываемого газа с получением значительного объема сырья для нефтехимии и химии. Что, наглядно демонстрирует следующий рисунок (рис. 2.1). На нужды нефте- и газохимии в России в последние годы поступает свыше 4 млн т сжиженных углеводородных газов и около 20 млрд м³ природного газа.

2.2. Рынок и конкурентоспособность российской нефтехимии

За период 2000-2006 гг. экспорт нефтехимической продукции в России в денежной массе возрос более чем в 2,5 раза, что связано в значительной степени с ростом мировых цен на химикаты. В 2000-2004 гг. темпы роста экспорта опережали темпы роста импорта. Однако, начиная с 2005 г. темпы роста импорта стали почти вдвое превышать соответствующий показатель по экспорту вследствие роста внутреннего спроса и недостаточного ассортимента отечественной нефтехимической продукции (особенно в области малотоннажной химии). Несмотря на это, баланс внешнеторгового оборота продукции нефтехимического комплекса на протяжении более 15 лет остается положительным. До 40% российской нефтехимической продукции экспортируется, из страны вывозится преимущественно продукция низких переделов и ввозится продукция высоких переделов: химические волокна и нити, синтетические смолы и пластмассы и изделия из них. Товарная номенклатура экспорта практически не претерпевает изменений: минеральные удобрения - 34,3; синтетический каучук - 9,2; пластмассы и синтетические смолы - 5,3; аммиак - 5,3; шины - 3,7; капролактамы - 3,1; стирол - 2,8; метанол - 2,2% валютных поступлений.

В отличие от экспорта номенклатура российского импорта многообразна,

традиционно в ней преобладают товары с высокой добавленной стоимостью: изделия из пластмасс (23,4%), пластмассы и синтетические смолы (18,6%), автомобильные шины (6,8%), лакокрасочные материалы (4,9%), химические волокна и нити (4,1%), химические средства защиты растений (2,2%), резинотехнические и резиновые изделия (3,4%), моющие средства (1,3%), катализаторы, пластификаторы и др.

Основными потребителями российской нефтехимической продукции являются рынки стран ЕС (32,5%), СНГ (24,2%) и Азиатско-Тихоокеанского региона (20,4%). Существенное влияние на

российский экспорт оказывает введение в ряде стран (США, ЕС, Китай, Индия, Мексика, Бразилия, Филиппины, Австралия, Индонезия) протекционистских и антидемпинговых мер. Заградительные меры применяются к экспорту синтетических каучуков, эпихлоргидрина, бисфенола-А, политетрафторэтилена (фторопласт), спиртов (бутанол, изобутанол), трихлорэтилена, поливинилхлорида, капролактама. Учет этих запретительных мер особенно важен при проектировании новых нефтехимических предприятий и развитии уже существующих мощностей. В годы экономического кризиса резко сократился внутренний рынок химикатов. Единственным источником дохода многих отечественных производителей стали поставки на внешние рынки. За счет экспорта формируется почти половина совокупной выручки предприятий отрасли, причем в отдельных секторах этот показатель превышает 80% (капролактама, ксилолы и др.). Например, ксилол в основном экспортируется. Высокие же переделы ксилола (например, полиэтилентерефталат) приходится более чем на 90% ввозить по импорту.

Толчок развитию химического комплекса дал резкий рост мировых цен на углеводороды, который повлек за собой рост цен на химическую продукцию.

Это стало главной причиной наметившегося в 2003-2004 гг. оживления нефтехимического производства.

Отечественным производителям высокотехнологичных продуктов, использующих химическое сырье, (шин, СМС, конструкционных полимеров, лакокрасочной продукции) трудно конкурировать с зарубежными. В производстве синтетических волокон, красок и лаков в последние годы выпуск либо сокращался, либо рос незначительно.

В настоящее время в России прекращено производство некоторых видов полимерных материалов (полиимиды, поликарбонаты), каучуков специального назначения, клеев, герметиков и т.д. Под угрозой закрытия находится производство всех углеродных материалов, необходимых для изготовления конструкционных теплостойких и коррозионностойких композиционных материалов для авиации и ракетно-космической техники, атомной промышленности. В критическом положении находятся более 42% малотоннажных производств, выпускающих борные, карбидокремниевые волокна, теплостойкие органические стекла, термостойкие кремнийорганические и элементоорганические олигомеры, наполнители, пигменты и т.д.

Удельное производство и потребление нефтехимической продукции на душу населения в России существенно отстает от развитых стран. Производство на душу населения пластмасс и синтетических смол в 2005 г. составило (кг/чел): в России - 25,9; в США

- 276,4; в среднем по группе стран ЕС - 200; в Японии - 104,5; химических волокон и нитей в России - 1,1; в США - 13,5; в Японии - 10,3 кг/чел. Существует отставание по таким важным показателям, как доля пластмасс в структуре конструкционных материалов и доля синтетических волокон в балансе текстильного сырья. Динамика потребления нефтехимической продукции на российском рынке по 300 важнейшим продуктам показывает рост внутреннего спроса со стороны промышленности, сельского хозяйства и транспорта.

По отдельным товарным группам «внутреннее» потребление превышает 90% (полиэтилен, полипропилен, полистирол, полиэтилен-терефталат, синтетические

каучуки).

Быстрыми темпами развивается строительная индустрия и жилищно-коммунальный сектор, где применяются полимерные материалы, стеклопластики, пенопласт, клеи, лакокрасочная продукция и другие химические продукты (табл. 2.1).

Таблица 2.1. Спрос на химическую продукцию на внутреннем рынке (тыс. т).

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---------|---------|---------|-------------------------|
| Наименование продукции | 2006 г. | 2010 г. | 2015 г. | 2015 г. в % к 2006 г |
| Хим. волокна и нити | 274 | 418 | 540 | 197,1 |
| Полиэтилен | 1206 | 1670 | 2470 | 204,8 |
| Полипропилен | 423 | 670 | 960 | 227,0 |
| Полистирол и сополимеры стирола | 325 | 465 | 670 | 206,2 |
| Поливинилхлорид и сополимеры винилхлорида | 742 | 905 | 1470 | 198,1 |
| Полиэтилентерефталат | 449 | 695 | 935 | 208,2 |
| Поликарбонат | 22 | 50 | 60 | 273 |
| Сода каустическая | 1074 | 1365 | 1945 | 181 |
| Сода кальцинированная | 2395 | 2815 | 3615 | 151 |
| Лакокрасочные материалы | 1176 | 1460 | 1860 | 158 |
| СМС | 759 | 1100 | 1220 | 161 |
| Синтетические каучуки и латексы | 551 | 835 | 1350 | 245 |

В машиностроении растет спрос на конструкционные полимерные материалы, специальные лакокрасочные покрытия, изолирующие, шумопоглощающие. Прогноз спроса на основные виды продукции нефтехимии в 2015 г. представлен в (табл. 2.2).

Таблица 2.2. Спрос на основные виды химической продукции на внутреннем и внешнем рынках (тыс. т).

| Показатель | 2006 г. | 2015 г. | 2015 г. в % к 2006 г. |
|----------------------------------|---------|---------|-----------------------|
| Химические волокна и нити | 324 | 690,0 | 213,0 |
| Синтетические смолы и пластмассы | 4829,1 | 9790,0 | 202,7 |
| Лакокрасочные материалы | 1261 | 1980 | 157,0 |
| Красители синтетические | 37,0 | 70,0 | 189,2 |
| Синтетические моющие средства | 900,5 | 1390 | 154,4 |
| Шины, млн. шт. | 54,2 | 92 | 169,7 |

На ситуацию влияют многие факторы, в том числе рост мировых цен на нефть, расширение спроса на внутреннем рынке, инфляция, укрепление курса рубля и удорожание товаров и услуг естественных монополий, либерализация внешнеторгового режима в связи с намерением России вступить в ВТО, протекционистская политика отдельных государств (США, ЕС, Китая, Индии) относительно российской нефтехимической продукции (минеральных удобрений, синтетических каучуков, капролактама, спиртов и др.), интенсивно наращивание экспорта в странах с дешевым углеводородным сырьем (особенно в странах Ближневосточного региона).

2.3. Инновационное развитие и конкурентоспособность российской газохимии

Химическая переработка природного газа может стать для России стратегической задачей. Развитие отечественной газохимии даст импульс для создания принципиально новых отечественных технологий во многих смежных областях и обеспечит условия для действительно инновационного развития отечественной экономики.

Хотя традиционно в качестве инновационных наиболее часто рассматривают аэрокосмические, информационные, биотехнологии, а также создание новых материалов, на самом деле именно нефтегазовая отрасль сейчас является одной из наиболее инновационных и наукоемких.

Еще большее значение инновации имеют для газовой отрасли. Даже несмотря на то, что с конца 80-х годов у нас практически прекратилась разведка, и объем доказанных ресурсов зафиксирован на уровне 20-летней давности, Россия все равно обладает почти 27% доказанных мировых ресурсов газа. Потенциальные же ресурсы газа в нашей стране составляют до 40% мировых. Практически весь добываемый у нас газ или экспортируется за рубеж, в основном в Европу, или сжигается для выработки тепла и электроэнергии. Современные технологии транспортировки и переработки природного газа на порядок более сложны и менее эффективны, чем технологии транспортировки и переработки нефти.

Это приводит к тому, что в мире в качестве химического сырья используется не более 5% добываемого газа (в России ~3%). А из нескольких тысяч газовых месторождений мира лишь около сотни наиболее крупных дают основной объем товарного газа.

Тысячи мелких и средних месторождений по всему миру не вовлечены в промышленную эксплуатацию из-за отсутствия экономически приемлемых технологий транспортировки или переработки их ресурсов. По мере выработки крупнейших месторождений (а их средняя выработанность в России по оценкам достигает 40%) потенциальное значение менее крупных месторождений постоянно возрастает. И это важнейшая мировая тенденция, которую необходимо учитывать.

Но главное, химическая переработка природного газа открывает перспективы постепенного перехода от экспорта сырья к экспорту продуктов более глубокой переработки, что даст мощный старт развитию отечественной инновационной экономики. Достаточно страшная экономическая истина состоит в том, что основной экономический результат достигается при реализации конечного

продукта и поэтому достается не владельцам ресурсов, которые в большинстве случаев остаются беднейшими странами, а странам, обладающим технологиями завершающих стадий их переработки. Например, стоимость полиэтилена низкой плотности и готовых изделий из него в 10-20 раз выше стоимости исходного сырья - этана. На рис. 2.3. показано увеличение темпов роста рентабельности при производстве полиолефинов, обусловленное более высокими темпами роста цен на эту продукцию по сравнению с ростом цен на сырье.

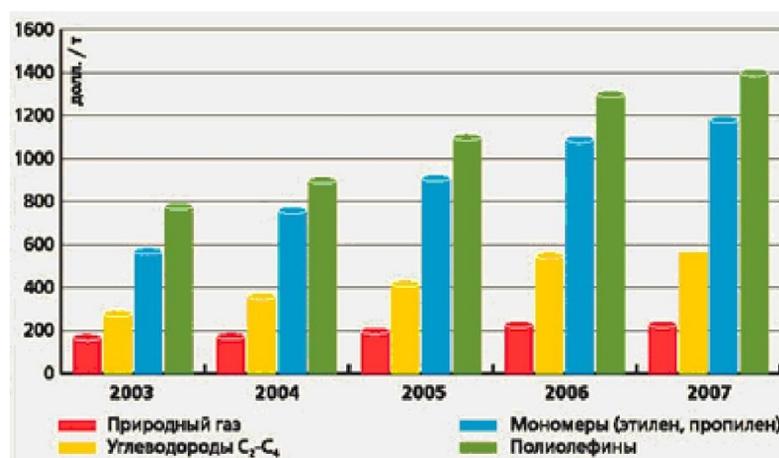


Рисунок 2.3 - Среднегодовой прирост цен за 2003 - 2007 гг. на газ, газохимическое сырьё и газохимическую продукцию

Почти все страны-экспортеры нефти и газа, прекрасно осознавая это, сейчас интенсивно развивают собственную переработку добываемых углеводородов, стремясь уйти от сырьевого экспорта и обеспечить свое будущее в быстро меняющемся мире, максимально используя для своего экономического развития дарованное им природой стратегическое преимущество в виде дешевых ресурсов.

Поэтому даже частичный отказ от экспорта первичного сырья с заменой на экспорт продуктов более глубокой переработки не только отвечает национальным экономическим интересам, но и одновременно стимулирует развитие инноваций в такой молодой и быстро развивающейся газохимической отрасли. По прогнозам природный газ и газохимия сыграют в мировой экономике и энергетике XXI века такую же роль, какую нефть и нефтехимия сыграли в XX веке. Огромные

отечественные запасы природного газа дают России шанс сохранить достойное место среди ведущих держав мира. Повышение доли газа, подвергающегося высокотехнологичной переработке на базе инновационных технологий, и возможность привлечения для этих целей капиталов, получаемых в результате увеличения экспортного потенциала газовой отрасли, позволяют ей стать мощным катализатором инновационных процессов в стране.

Из-за отсутствия соответствующих технологий мы теряем большую часть таких ценнейших компонентов природного газа, как этан, пропан и бутан. Сейчас в России извлекается не более 7-8% этана и ~45% пропан-бутанов от их содержания в добываемом газе. И даже в обозримом будущем не предвидится радикального изменения ситуации(рис. 2.4).

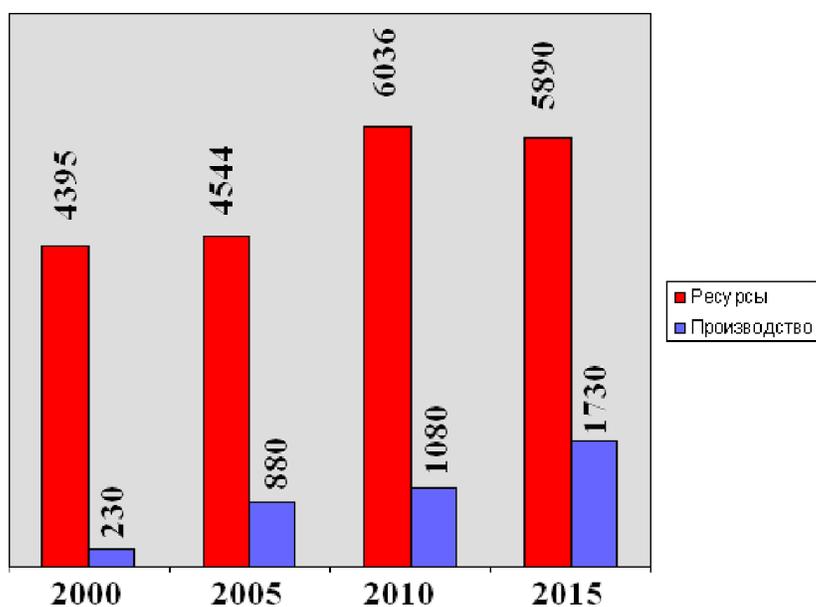


Рисунок 2.4 - Ресурсы этана (тыс. т/год) в добываемых этансодержащих газах и его производство

При заметно большем объеме добычи природного газа объем производства легких углеводородных фракций в России в пять раз меньше, чем в США. Мы экспортируем на Запад природный газ с неоправданно высоким содержанием этана, пропана и бутана, предоставляя другим странам возможность извлекать выгоду из нашей технологической отсталости. Если в США доля этана как нефтехимического

сырья достигает 42%, а в среднем в мире - 26%, то в богатейшей этановыми ресурсами стране мира России - всего 4%. Как показывают технико-экономические оценки, вполне умеренные капиталовложения позволяют обеспечить значительный рост продукции отечественной нефтехимии за счет фактически даром теряемого сырья. Аналогичная ситуация и в нефтедобыче. Нарастив экспорт сырой нефти, мы из-за отсутствия соответствующих технологий сжигаем огромный объем попутного газа, используя менее 40% этого ценнейшего сырья. Пока по уровню своего развития газохимия значительно уступает нефтехимии. Помимо чисто «возрастного» фактора (активное использование термина «газохимия» для выделения ее в качестве самостоятельной технологической области насчитывает немногим более десятилетия, тогда как более привычный термин «нефтехимия» описывает совокупность технологий с почти столетней историей) между газохимией и нефтехимией имеются принципиальные отличия. Хотя уже нет сомнений, что большинство продуктов, традиционно производимых из жидких углеводородов, может быть получено на основе легких алканов в соответствующих газохимических процессах, которые сильно отличаются от нефтехимических.

В основе нефтехимических процессов лежит разрыв относительно слабых C-C и C-H связей в длинных углеводородных цепочках с целью получения более низкомолекулярных соединений. Основное направление газохимических процессов прямо противоположное. Из небольших и очень стабильных молекул метана и его ближайших гомологов необходимо получать более сложные и, как правило, менее стабильные продукты. Таким образом, если переработка нефти в значительной мере основана на равновесных процессах крекинга, изомеризации, гидрирования и дегидрирования, то производство тех же продуктов в газохимии протекает в условиях, часто контролируемых кинетикой процесса.

Если в основе нефтехимических процессов лежит в первую очередь разработка активных и долговечных катализаторов, то в газохимии часто на первом плане стоит достижение необходимой селективности процессов по высокорекционным целевым

продуктам. Это крайне сложная задача, поэтому неудивительно, что до сих пор в области переработки природного газа преобладают процессы, основанные на близком к термодинамически равновесному превращению его в синтез-газ (смесь CO и H₂) в процессах парового, «сухого» (при взаимодействии с CO₂), окислительного или автотермического риформинга. Несмотря на высокую энерго- и капиталоемкость, эти высокотемпературные процессы остаются основой всей современной крупнотоннажной газохимии.

Современные газохимические технологии — это сложные многостадийные энергоемкие процессы, требующие огромных капвложений, что вынуждает производителей для снижения издержек производства стремиться к повышению мощности предприятий. Для сырьевого обеспечения таких гигантов необходимы месторождения с доказанными запасами газа в сотни миллиардов кубометров. Крупнейшие нефтегазовые компании мира уже вложили в их разработку несколько миллиардов долларов и сейчас между ними идет отчаянная конкурентная борьба за возможность их практической реализации. Поэтому в этом секторе газохимии отечественным разработчикам будет трудно противостоять натиску зарубежных конкурентов. Поэтому отечественная газохимия должна опираться на более простые и эффективные отечественные технологии конверсии природного газа, рассчитанные на эксплуатацию в условиях российских промыслов. И такие технологии, несмотря на финансовые, кадровые и прочие трудности, создаются сейчас многими коллективами отечественных разработчиков. Именно на этом поле принципиально новых газохимических процессов, отсутствующих пока у наших зарубежных конкурентов, отечественные разработчики и производители имеют реальные шансы вырваться вперед и захватить изрядную долю этого наукоемкого и перспективного рынка.

2.4. Основные проблемы нефтехимического и газохимического комплекса России

Основная системная проблема нефтехимии в России заключается в разрыве

между производством и рынком нефтехимической продукции. Основной причиной проблемы является изменение структуры спроса и предложения нефтехимической продукции. Товарная (ассортиментная) структура большинства российских нефтехимических предприятий сформировалась еще в 1980-х годах и не соответствует международным стандартам. В частности, в производстве пластмасс преобладают термопластичные пластмассы в первичных формах и недостаточен выпуск передовых эластомеров. При этом даже в секторе базовых крупнотоннажных термопластов в товарной структуре выпуска отсутствуют наиболее востребованные сорта (например, линейный полиэтилен низкой плотности). Другой важной проблемой является техническая отсталость и высокий износ основных фондов. В нефтехимическом комплексе достигнут практически предельный уровень загрузки мощностей (82-100% по отдельным видам продукции).

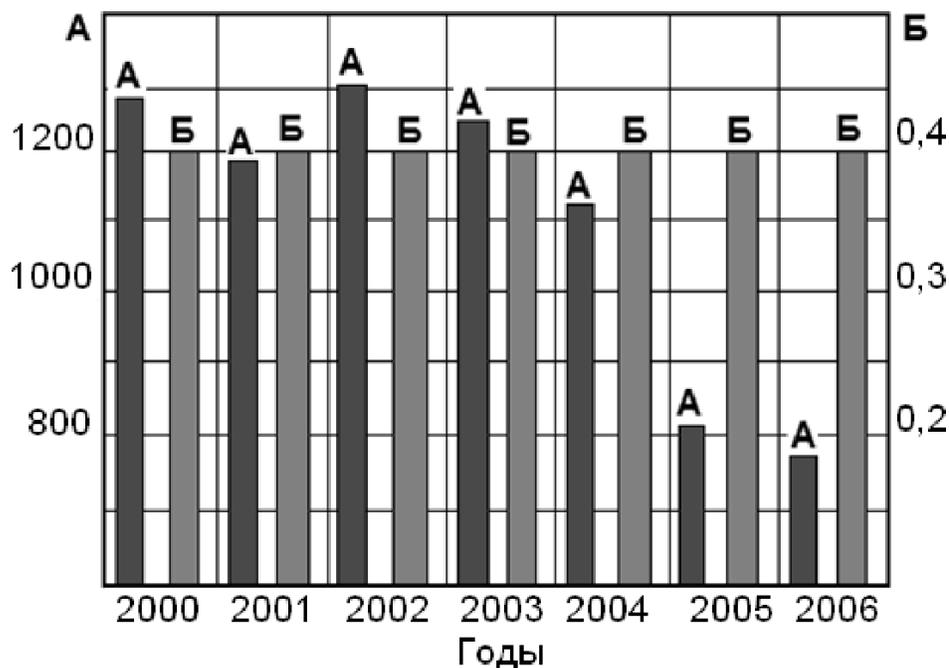
Низкая инновационная активность предприятий нефтехимического сектора. В общем числе крупных и средних предприятий нефтехимии доля инновационно активных предприятий менее 20%; менее 10% продукции отрасли можно отнести к инновационной, а доля затрат на технологические инновации – менее 3%. Российские компании предпочитают импорт технологий, как более быстрый способ модернизации производства.

Большинство предприятий вынуждено направлять значительную часть прибыли на восполнение недостатка оборотных средств и ремонт оборудования. Лишь немногие крупные компании в состоянии обновлять основные фонды.

Нефтехимическая промышленность сильно загрязняет окружающую среду.

По выбросам вредных веществ в атмосферу нефтехимия занимает десятое место среди отраслей промышленности, по сбросам сточных вод в природные водоемы - второе место. Выбросы нефтехимических предприятий в атмосферу

ежегодно составляют около 400 тыс. т (рис.2.5). Объем сточных отходов медленно сокращается, а газовых выбросов остается неизменным.



А — сброс сточных вод в поверхностные водоемы, млн. м³;
 Б — выбросы в атмосферу загрязняющих веществ, млн. т.

Рисунок 2.5 Объемы выбросов на предприятиях нефтехимии

Одними из основных загрязнителей атмосферы являются летучие органические соединения, доля которых в выбросах достигает 20%. В течение длительного времени использовались кадры квалифицированных рабочих, подготовленные до реформы экономики. В настоящее время система подготовки и переподготовки кадров для нефтехимии, особенно среднего звена, разрушена. Сократилось количество и изменился качественный состав научных сотрудников в отраслевых научных и проектно конструкторских организациях. Кадры стареют, условия для привлечения и закрепления молодых специалистов в большинстве научных организаций отсутствуют. При такой ситуации крайне трудно обеспечить воспроизводство кадров.

Основная часть производимого оборудования устарела, не имеет охранных документов, сертификатов безопасности, систем сервиса и эксплуатационного обслуживания. Без технического перевооружения предприятий нефтехимического

сектора невозможна переориентация отрасли в сторону глубокой переработки сырья. Импортные технологии часто недоступны и дороги (особенно это касается новейшего, высокоэффективного оборудования).

2.5. Возможные пути решения проблем нефтехимического и газоперерабатывающего комплекса

Решением выше указанных проблем может стать продвижение и реализация “Программы создания в Восточной Сибири и на дальнем Востоке единой системы добычи, транспортировки и газоснабжения с учетом возможного экспорта газа на рынки Китая и других стран Азиатско-Тихоокеанского региона”. Утвержденная Минпромэнерго России 03 сентября 2007 г. Одной из ключевых задач, сформулированных в данной программе, является создание крупнотоннажной газоперерабатывающей и нефтехимической промышленности в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке с целью производства конкурентоспособной продукции с высокой добавленной стоимостью. Так, рекомендуемый для реализации сценарий “Восток-50” предусматривает в 2012 г. Ввод мощностей по производству 2,8 млн т этилена и 1 млн т винил- и поливинилхлорида; в 2013г. - 650 тыс. т этиленгликоля и 750 тыс. т полиэтилентерефталата; в 2015г. - 1,7 млн т пропилена. Если в запланированные сроки будут реализованы такие крупные транспортные проекты как “Южный поток”, “Северный поток”, “Алтай”, то к 2010 году может возникнуть дефицит поставок газа, как на внутренний, так и на международный рынки. В этой связи наиболее вероятным может стать сценарий “Восток-50” с поставками природного газа месторождений Восточной Сибири. Вовлечение этих ресурсов УВ позволит не только удовлетворить спрос на газ, но к 2015г. Из 85 млрд м³ газа, добываемого на предусмотренных сценарием месторождениях, извлечь 4,1 млн т этана и 4,2 млн т пропан-бутана товарного (ПБТ), что обеспечит сырьём производство полиэтилена мощностью 5 млн т/год и полипропилена - 550 тыс. т/год. При увеличении объёмов добычи газа к 2030 г. До 162 млрд м³/год объём извлекаемого этана составит более 8,5 млн т/год.

Вместе с тем в рассматриваемых сценариях ввод новых мощностей по производству нефтехимической продукции в Восточной Сибири и на Дальнем Востоке прогнозируется за рамками 2017-2020 гг. До этого времени, как и прежде, в качестве сырья для получения этилена в России в основном предусматриваются продукты нефтепереработки. Так, намечено увеличение поставок прямогонного бензина для пиролиза на 2 млн т/год с доведением объёмов его переработки до 4,9 млн т к 2015г. Против 2,9 млн т в 2006г. ОАО “НК Роснефть” планирует к 2015 г. Построить нефтехимический комплекс на базе Комсомольского НПЗ с переработкой нефти в объёме 1,2 млн т/год.

Складывающаяся ситуация диктует необходимость скорейшего создания на востоке страны мощной газоперерабатывающей и нефтехимической промышленности. Соответствующие комплексы могут быть созданы: в Красноярском крае (район пос. Богучаны) мощностью 12,0 млрд м³/год; в Иркутской области (в Ангарске, Саянске, Усть-Куте) суммарной мощностью 39 млрд м³/год; в Республике Саха (Якутия) (в районе пос. Талакан) или в Амурской области (Сковородино) мощностью 30 млрд м³/год; в Хабаровском крае (Комсомольск-на-Амуре) и Сахалинской области (пос. Ильинское) суммарной мощностью 40 млрд м³/год. Благоприятность связана с одной стороны содержанием в промышленных концентрациях гелия в природном газе, а с другой сжиженный газ Сахалина позволяет выделять из него этан, пропан, и бутан с минимальными затратами. Естественно, что крупнотоннажные нефтехимические комплексы в первую очередь должны создаваться там, где уже существует необходимая инфраструктура, есть подготовленные кадры. Одним из таких регионов является Иркутская область с функционирующим мощным нефтехимическим комплексом, ОАО “Ангарская нефтехимическая компания”, ОАО “Саянскхимпласт” и ОАО “Усольехимпром”.

Заключение (Conclusion)

В современных условиях развитие и углубление химической переработки углеводородного сырья, безусловно, является стратегической задачей на многие

десятилетия вперед. Необходимо расширение гаммы выпускаемой продукции. Поиск новых химических технологий, ведь каждый раз, когда человечество (или отдельное сообщество людей) осваивало новый химический процесс, уровень жизни резко повышался.

Для расширения существующих мощностей российским предприятиям потребуются колоссальные инвестиции. Однако будущее российской нефтехимии зависит не только от притока инвестиций в отрасль, но и от решения целого ряда проблем, связанных с организацией производства. Если Российская нефтехимия успешно их разрешит - это позволит обеспечить широкий ассортимент востребованной на рынке продукции и как результат высокую экономическую эффективность будущего производства.

В первой главе работы были успешно решены первые три задачи:

1) Изучен химизм превращений углеводородов нефти и природного газа в полезные продукты и сырьевые материалы. Рассмотрена роль углеводородов как химического сырья, дана классификация углеводородов по структурным признакам определяющим свойства этих соединений, и степени насыщенности.

Методы получения и подготовка исходного сырья:

- предельных (парафиновых),
- непредельных (олефиновых, диеновых, ацетилена),
- ароматических и нафтеновых.

2) Описаны основные технологические процессы нефтехимических производств. Получение сырья, полупродуктов, поверхностно-активных веществ, высокомолекулярных соединений. В каждом из видов производств представлены основные соединения и разобраны крупнотоннажные методы их синтеза. 3) Перечислены основные продукты, выпускаемые нефтехимическими производствами, их уникальные свойства позволяющие применять в самых обширных сферах деятельности человека.

Решены оставшиеся задачи. Дана оценка современного состояния отрасли,

выделены ее основные проблемы. Описана структура нефтехимического и газоперерабатывающего комплекса России. Рассмотрены основные предприятия. Представлено соотношение количеств производимой продукции на отечественных и зарубежных предприятиях. Статистические данные о количествах выпускаемых продуктов. Оценена конкурентоспособность российской нефтехимии. Подробно изложены проблемы комплекса, установлен их системный характер. Указаны возможные пути выхода из сложившейся ситуации в рамках реализации “Программы создания в Восточной Сибири и на дальнем Востоке единой системы добычи, транспортировки и газоснабжения с учетом возможного экспорта газа на рынки Китая и других стран Азиатско-Тихоокеанского региона”.

Библиография (Bibliography)

1. Артёмов А. В., Брыкин А. В., Иванов М. Н., Шеляков О. В., Шумаев В. А. Анализ стратегии развития нефтехимии до 2015 года // Российский химический журнал (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). - 2008. - т. LI, № 41. - С. 4-8.
2. Арутюнов В.С.. Роль газохимии в инновационном развитии России// Газохимия. - 2008.№1.С. - 12-21.
3. Васильев М. Г. Стратегия развития химической и нефтехимической промышленности ПФО// Волга бизнес. № 1 (127).-2005.
4. Санеев Б.Г., Платонов Л.А., Мйсюк Е.П., Ижбулдин А.К. Газоперерабатывающие и нефтехимические комплексы на востоке России: предпосылки создания // Минеральные ресурсы России.
5. Экономика и управление. - 2009.-№1. - С. 62.
6. Кисленко Н.Н., Мурин В.И., Гриценко А.И., Алексеев С. З. Новые этапы развития газоперерабатывающей подотрасли // Газовая промышленность, 2000. - № 7. - С. 44-46.
7. Арутюнов В.С., Лapidус А.Л. Роль газохимии в мировой энергетике // Вестник РАН, 2005. - Т. 75. - № 8. - С. 683 - 693.
8. Брагинский О.Б. Мировая нефтехимическая промышленность. - М.: Наука, 2003.
9. Калиниченко А.В. Развитие рыночных отношений в нефтехимическом комплексе России. - Саратов: Издательский центр СГСЭУ, 1999. - 106с.
10. Кисленко Н.Н., Федулов Д.М., Афанасьев И.П., Лебедев Ю.В. Выбор критериев создания производств газохимической продукции на базе сырья ОАО «Газпром» // Мат. Международной научно технической конференции «Газохимия 2007» (Москва, 7-8 ноября 2007 г.). - М.:ООО «ВНИИГАЗ», 2008.
11. Коршак А.А., Шаммазов А.М. Основы нефтегазового дела. Учебник для ВУЗов. Издание второе, дополненное и исправленное: -Уфа.: ООО «Дизайн

- Полиграф Сервис», 2002 - 544 с.
12. Новые процессы органического синтеза / Под ред. С.П. Черных. М.: Химия, 1989. 399 с.
 13. Печуро Н.С., Песин О.Ю. // Итоги науки и техники. Технология органических веществ. 1984. Т. 9. С. 60 -102.
 14. Цыркин Е.Б., Олегов С.Н. О нефти и газе без формул.- Л.: Химия, 1989.-160 с.
 15. Kirk-Othmer encyclopedia, 3 ed., v. 9, N. Y., 1980, p. 393-431.
 16. Химическая энциклопедия, т.1, М.: Химия, 1987г - 566с
 17. Энциклопедия полимеров, т. 2, М., 1974.
 18. Энциклопедия полимеров, т. 1, М., 1974.