

Транспортная инфраструктура нефтегазовой отрасли России



М. И. Шмулевич,
д.т.н., профессор,
заместитель
директора
ЗАО «Промтрансши-
проект»

Топливо-энергетический комплекс является важнейшей составляющей российской экономики и одной из наиболее приоритетных грузообразующих отраслей транспортной системы Российской Федерации.

Топливо-энергетический и нефтегазовый комплексы

Общий объем топливо-энергетического баланса в мире — до 15 млрд т условного топлива в год (около 9–11 млрд т в нефтяном эквиваленте), из них порядка 40 % — природная нефть, до 25 % — уголь, 24 % — газ, 7 % — ядерная энергия, 3 % — гидроэнергия. Удельный вес нетрадиционных источников энергии — геотермальной, ветровой — в балансе топливо-энергетического комплекса (ТЭК) незначителен.

Топливо-энергетический баланс России отличается от мирового: в нем доля природного газа превышает 50 %, нефти — 21–22 %, угля —

16–17 %, гидроэнергии — до 5 %, ядерной энергии — 4–5 %. Так, в 2016 г. добыча нефти и сопутствующего ей газового конденсата составила 547,5 млн т, газа — 640 млрд м³, угля — 385 млн т, выработка электроэнергии составила более 1020 млрд кВт-ч [1]. Нефтегазовый комплекс России обеспечивает более 70 % первичных энергоресурсов, формирует 20 % ВВП, 40 % бюджета страны, 50 % экспортной выручки.

Нефть используется не только для получения моторного топлива и масла, но и как источник сырья для производства синтетических каучуков и волокон, пластмасс, моющих средств, пластификаторов, присадок, красителей и необходимых для производства этих веществ парафиновых углеводородов (метана, этана, пропана, бутана, пентана, гексана), ароматических углеводородов (бензола, толуола, ксилола, этилбензола), олефиновых (этилена, пропилена, бутадиена, ацетилена) и других продуктов.

Разведанные и доказанные к началу XXI в. мировые запасы нефти составляют 140,7 млрд т, газа — 145,7 трлн м³. Доказанные запасы нефти, по оценкам British Petroleum (BP), опубликованным в [2] по состоянию на 2016 г. для 10 крупнейших по запасам нефти стран [3], представлены в *табл. 1*.

Все большую роль играют поисковые работы на морском шельфе на глубине более 1500 м. Именно здесь за последние 2–3 года сделаны основные открытия (в России — на шельфе Карского моря в 2014 г.).

Промышленная добыча нефти в мире составляет около 4,5 млрд т в год. Доля стран в добыче нефти в 2016 г. приведена на *рис. 1* [2]. Россия ежегодно добывает 500–505 млн т нефти, а с учетом газового конденсата — 547,5 млн т в 2016 г., или 11 млн баррелей в сутки (нефтяной баррель равен 159 л) [4].

Основная нефтедобывающая база

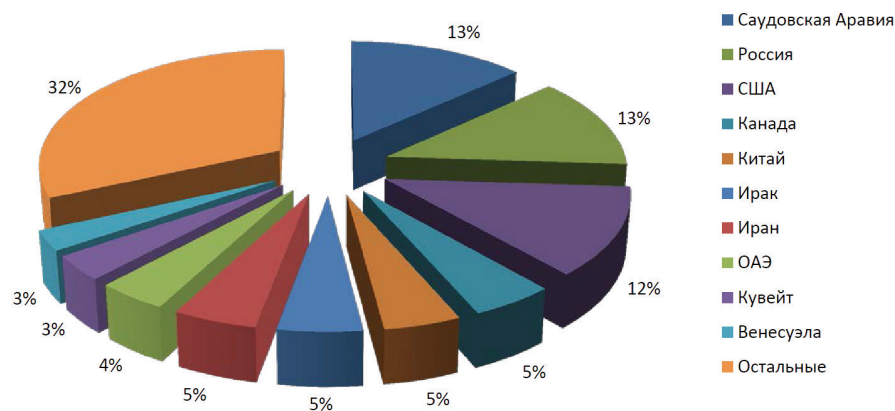


Рис. 1. Доля стран в добыче нефти в 2016 году, %

Таблица 1. Доказанные запасы нефти на 2016 г.

№ п/п	Страна	Запасы		Доля от мировых запасов, %
		млрд т	млрд бар.	
1	Венесуэла	47,0	300,9	17,6
2	Саудовская Аравия	36,6	266,5	15,6
3	Канада	27,7	171,5	10
4	Иран	21,8	158,4	9,3
5	Ирак	20,6	153,0	9,0
6	Россия	15,0	109,5	6,4
7	Кувейт	14,0	101,5	5,9
8	ОАЭ	13,0	97,8	5,7
9	Ливия	5,9	48,4	2,8
10	США	5,9	48,0	2,8

России — Западная Сибирь (Самотлор, Сургут, Мегион, Уренгой). Эти месторождения дают 70 % добычи нефти. Вторая база — Волго-Уральская (Альметьевское и Ромашкинское месторождения в Татарстане, Туймазинское и Ишимбайское в Башкирии). Здесь нефть добывается с 1960-х годов, в настоящее время — около 25 % российской нефти. Третий по запасам и добыче район страны — Тимано-Печорский, включая шельф Баренцева моря (3 % в общем объеме добычи). Еще около 2 % российской нефти добывают на Северном Кавказе, включая шельф Каспийского моря, добывают нефть и на севере Сахалина и на шельфе Охотского моря. Размещение месторождений нефти в России приведено на рис. 2.

Уровень развития страны в значительной мере определяется удельным энергопотреблением на душу населения, которое в среднем в мире составляет около 2–2,5 т условного топлива в год, но в экономически развитых странах — в несколько раз выше.

Объем потребления нефти разными странами в 2016 г. приведен на рис. 3 [4]. В целом в мире за 10 лет (2006–2016 гг.) потребление нефти увеличилось с 3984 до 4418 млн т/год, т. е. на 10,9 %.

Избыток производимых энергоносителей в одних странах и их недостаточное количество в других определяют транспортные потоки нефти и нефтепродуктов. Добываемая нефть транспортируется на нефтеперерабатывающие заводы (НПЗ), расположенные либо внутри страны, либо за ее пределами, т. е. в последнем случае экспортируется.

В России в течение длительного времени около 50 % добываемой нефти экспортируется в сыром виде, что объясняется недостаточным развитием нефтеперерабатывающих мощностей. При этом мощности НПЗ растут, и объем экспортируемой из России сырой нефти, как правило, снижается: с 250 млн т при добыче 480 млн т нефти и газового конденсата в 2006 г. до 223 млн т при добыче 527 млн т в 2014 г. В последние два года из-за изменений в налоговой системе экспорт нефти несколько возрос, но это — отклонение от основного тренда, поскольку экспорт продуктов нефтепереработки с высокой добавочной стоимостью экономически намного выгоднее.

Крупнейшими экспортёрами нефти являются страны — члены ОПЕК (Ирак,



Рис. 2. Размещение основных месторождений нефти в России

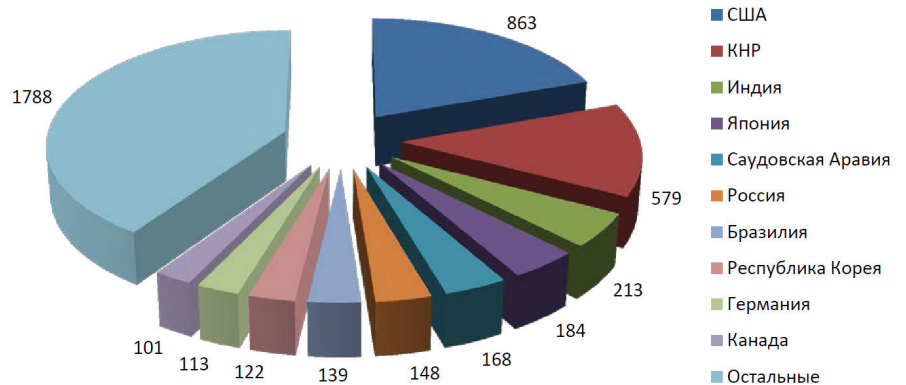


Рис. 3. Потребление нефти в 2016 г., млн т в год

Кувейт, Саудовская Аравия, ОАЭ, Катар, Алжир, Ливия, Нигерия, Габон, Индонезия, Венесуэла), на долю которых приходится 65 % мирового экспорта нефти и 43 % ее добычи. Кроме стран ОПЕК и России значительные объемы нефти экспортирует Мексика.

Объем переработки нефти по ведущим странам приведен на рис. 4 [2]. Лидером в области потребления и переработки нефти являются США, где при добыче в 2016 г. 543 млн т переработано более 828 млн т (дополнительно к собственной добыче США импортируют нефть). Значительное превышение переработки над добычей характерно и для Западной Европы: соответственно, 700 и 300 млн т/год.

Переработка нефти и ее влияние на транспортные потоки

Нефтеперерабатывающая промышленность в мире рассредоточена неравномерно: большей частью — в развитых странах — потребителях нефти и нефтепродуктов. В США сосредоточен 21 % мощностей НПЗ мира, в Западной Европе — 20 %. Общая мощ-

ность НПЗ, действующих в 20 странах, перерабатывающих наибольшее количество нефти, приведена в табл. 2 (данные 2016 г.). Крупнейшие НПЗ мира представлены в табл. 3.

В России 32 НПЗ, производительность каждого из которых превышает 1 млн т/год, переработали в 2016 г. 280 млн т нефти. Их размещение приведено на рис. 5. Крупнейшие из российских НПЗ — Омский («Газпромнефть»), Киришский («Сургутнефтегаз»), Рязанский («Роснефть»), «ЛУКОЙЛ-Нижегороднефтеоргсинтез», переработавшие в 2016 г. соответственно, 20,5; 18,5; 16,2 и 15,5 млн т сырой нефти [5].

Развитие существующих и строительство новых современных нефтеперерабатывающих и нефтехимических комплексов является приоритетным направлением развития российской нефтепереработки [6]. За период с 2011 по 2016 гг. переработка нефти на НПЗ России возросла на 19 % — с 234,9 до 279,7 млн т в год [7]. Планируется существенное увеличение производства светлых нефтепродуктов на российских НПЗ.

Таблица 2. Общая мощность НПЗ по странам

№ п/п	Страна	Общая мощность, млн т/ год	№ п/п	Страна	Общая мощность, млн т/ год
1	США	952	11	Канада	101
2	Китай	724	12	Италия	98
3	Россия	328	13	Испания	80
4	Индия	236	14	Мексика	78
5	Япония	184	15	Сингапур	77
6	Южная Корея	165	16	Венесуэла	67
7	Саудовская Аравия	148	17	Нидерланды	66
8	Бразилия	117	18	Таиланд	63
9	Германия	103	19	Великобритания	63
10	Иран	101	20	Франция	63

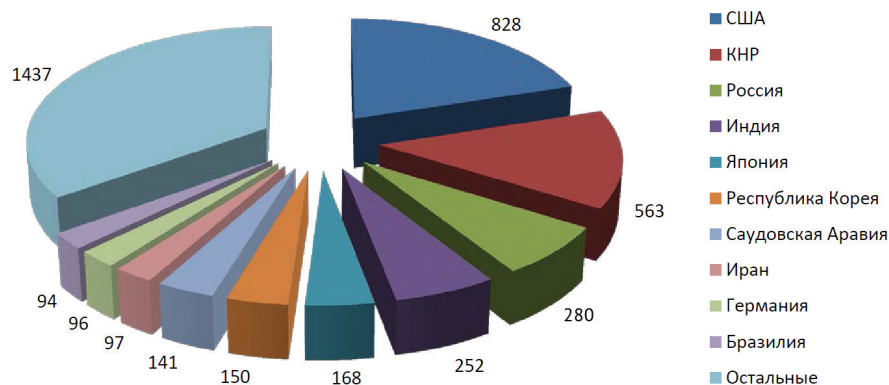


Рис. 4. Переработка нефти в 2016 г., млн т в год

Первые нефтеперерабатывающие заводы строились вблизи мест добычи нефти (в Уфе, Грозном), но позже стала очевидной целесообразность размеще-

ния нефтепереработки вблизи от потребителей нефтепродуктов, что увеличивает дальность перевозки сырой нефти, но сокращает транспортировку продук-

Таблица 3. Крупнейшие НПЗ мира

№ п/п	Компания	Расположение	Производительность по сырой нефти	
			млн т/год	тыс. барр/сут
1	Paraguana Refining Center	Кардон/Джудибана, штат Фалькон, Венесуэла	47,0	940
2	SK Innovation	Ульсан, Южная Корея	42,0	840
3	GS-Caltex	Йосу, Южная Корея	38,8	775
4	S-Oil	Онсан, Южная Корея	33,4	669
5	Reliance Industries	Джамнагар, Индия	33,0	660
6	ExxonMobil Refining & Supply	Джуронг/Пулау Айер Чаван, Сингапур	29,6	592,5
7	Reliance Industries	Джамнагар, Индия	29,0	580
8	ExxonMobil Refining & Supply	Бейтаун, Техас, США	28,0	560,5
9	Saudi Arabian Oil Co (Saudi Aramco)	Рас-Таннура, Саудовская Аравия	27,5	550
10	Formosa Petrochemical	Майляо, Тайвань	27,0	540
11	Marathon Petroleum	Гаривилль, Луизиана, США	26,1	522
12	ExxonMobil Refining & Supply	Батон-Руж, Луизиана, США	25,2	502,5
13	Hovensa	Санта-Крус, Виргинские о-ва	25,0	500
14	Kuwait National Petroleum	Мена-эль-Ахмади, Кувейт	23,3	466

тов нефтепереработки, поэтому большая часть нефтеперерабатывающих заводов размещена в европейской части России (в Волгограде, Киришах, Кстово, Москве, Перми, Рязани, Саратове, Сызрани, Тольятти, Уфе, Ярославле и др.). Здесь перерабатывается около 75 % добываемой нефти. На НПЗ, расположенных в восточной части страны (в Омске, Томске, Ангарске, Комсомольске-на-Амуре, Хабаровске и др.), перерабатывается около 25 % нефти. Мощность этих НПЗ в настоящее время растет, развиваются, в частности, Омский и Хабаровский НПЗ, крупный комплекс по производству сжиженных газов построен в Тобольске.

Специалисты отмечают необходимость строительства НПЗ на концах нефтепроводов и в приморских зонах: на Дальнем Востоке — в районе Находки, на Западе — у побережья Балтики, на Севере — в районе Мурманска, на юге — в Краснодарском крае.

На нефтеперерабатывающих заводах задействуются различные схемы переработки нефти с получением широкого ассортимента продуктов. На заводах топливного типа основным товаром является моторное топливо — бензин, авиационный керосин, дизельное топливо и другие виды светлых нефтепродуктов, после получения которых остаются темные остатки — мазут (котельное топливо) и битум, используемый в дорожном строительстве.

Нефтеперерабатывающие заводы

разделяются по глубине переработки нефти [8]. При неглубокой переработке светлые нефтепродукты составляют 40–45 % продукции предприятия, темные — 50–55 %, при глубокой переработке получают более 90 % светлых нефтепродуктов. В настоящее время в России показатели глубины переработки нефти на 32 основных НПЗ составляют от 53 до 91 %, в среднем 78,8 %, что значительно ниже средней величины в развитых странах: в Европе — 85 %, в США — 95 %. Вместе с тем на лучших российских НПЗ достигнуты высокие показатели глубины переработки: на Омском НПЗ в 2016 г. эта величина составила 90,6 %, поставлена задача к 2020 г. довести ее до 97 %.

Наряду с моторным топливом нефть и отделяемый при ее добыче попутный газ являются основным сырьем для нефтехимического производства: 80 % всей продукции химической, нефтехимической и агрохимической отраслей производится из продуктов переработки нефти и газа (остальные 20 % составляет минеральное сырье — апатиты, хлористый калий и поваренная соль). Высокая стоимость продуктов нефтехимии делает их производство высокоэффективным. В США нефтехимия, потребляя 6 % углеводородного сырья, дает такой же доход, как переработка остальных 94 %.

Поскольку основным сырьем для нефтехимии является продукция нефтепереработки, целесообразна кооперация нефтеперерабатывающего и нефтехимического (НХЗ) предприятий в рамках одного комплекса [9]. Так, при комплексном проектировании формируется промышленный узел, в который могут входить НПЗ и НХЗ, заводы СК, технического углерода, шинные, по производству полимеров, выпуску нефтяного кокса. Важную роль в промузле играет его транспортная система. Примеры таких узлов приведены на рис. 6, 7.

Перевозки нефти и нефтепродуктов

Сырая нефть перевозится от мест добычи к местам ее переработки внутри страны, в другие страны и на другие континенты. Для доставки нефти используются нефтепроводы (при наземной транспортировке), морской и речной транспорт, а при близком расположении НПЗ от месторождений нефти либо при удаленности НПЗ от магистральных трубопроводов — и железнодорожный транспорт.

Дальние океанские и морские пере-

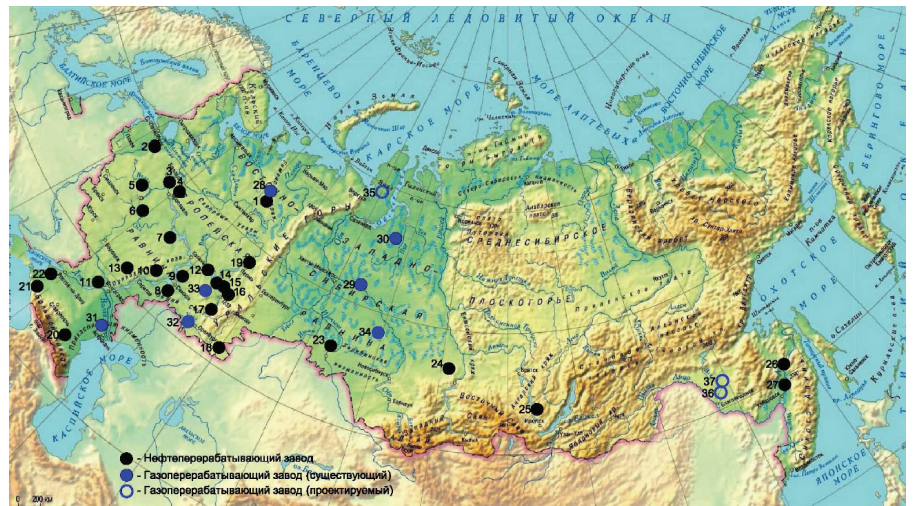


Рис. 5. Размещение основных нефтеперерабатывающих и газоперерабатывающих заводов в России: 1 – НПЗ «Ухтанефтепереработка»; 2 – НПЗ «Киришинефтеоргсинтез»; 3 – НПЗ «Ярославнефтеоргсинтез»; 4 – Ярославский НПЗ; 5 – Московский НПЗ; 6 – Рязанский НПЗ; 7 – НПЗ «Нижегороднефтеоргсинтез»; 8 – Новокуйбышевский НПЗ; 9 – Куйбышевский НПЗ; 10 – Сызранский НПЗ; 11 – НПЗ «Волгограднефтепереработка»; 12 – ОАО «Нижнекамский НПЗ»; 13 – Саратовский НПЗ; 14 – Уфимский НПЗ; 15 – Ново-Уфимский НПЗ; 16 – НПЗ «Уфанефтехим»; 17 – НПЗ «Салаватнефтеоргсинтез»; 18 – НПЗ «Орскнефтеоргсинтез»; 19 – НПЗ «Пермнефтеоргсинтез»; 20 – Грозненский НПЗ; 21 – Туапсинский НПЗ; 22 – НПЗ «Краснодарэконефть»; 23 – Омский НПЗ; 24 – Ачинский НПЗ; 25 – Ангарский НХК; 26 – Комсомольский НПЗ; 27 – Хабаровский НПЗ; 28 – Сосногорский ГПЗ; 29 – Сургутский завод по стабилизации конденсата; 30 – Завод по подготовке конденсата к транспорту (Новый Уренгой); 31 – Астраханский ГПЗ; 32 – Оренбургский ГПЗ; 33 – Салаватский газохимический завод; 34 – Томский завод по производству метанола; 35 – Ямальский ГПЗ (Новатэк); 36 – Амурский ГПЗ (Сибур); 37 – Амурский ГПЗ (Газпром)

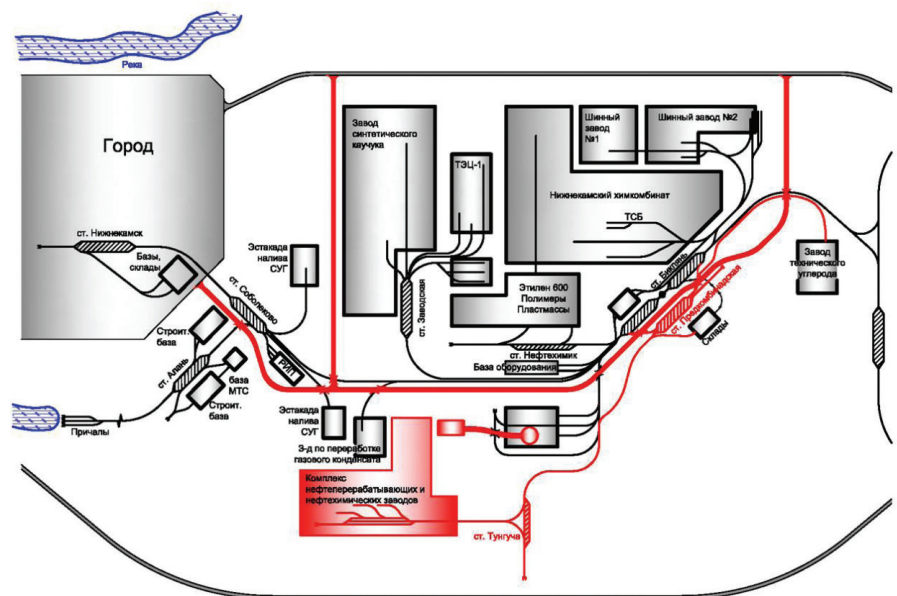


Рис. 6. Нижнекамский промышленный узел

возки нефти выполняются с помощью крупных танкеров большой грузоподъемности. В настоящее время дедейт супертанкеров достигает 250 тыс. т (дедейт крупнейшего в мире танкера «Knock Nevis» — 565 тыс. т, его размеры 458×69 м), но 200–250-тысячные танкеры, как правило, не могут зайти в порт при полной загрузке. Их заполняют с морских платформ и выносных прича-

лов и разгружают перекачкой в меньшие суда. Большинство российских портов из-за ограничений по фарватеру могут принимать танкеры с дедейтом до 130–150 тыс. т. Новый нефтеперевалочный терминал Усть-Луга построен с учетом обработки танкеров с большим дедейтом и перегрузки в них до 38 млн т/год сырой нефти, поступающей по трубопроводу и железнодорожным транспор-

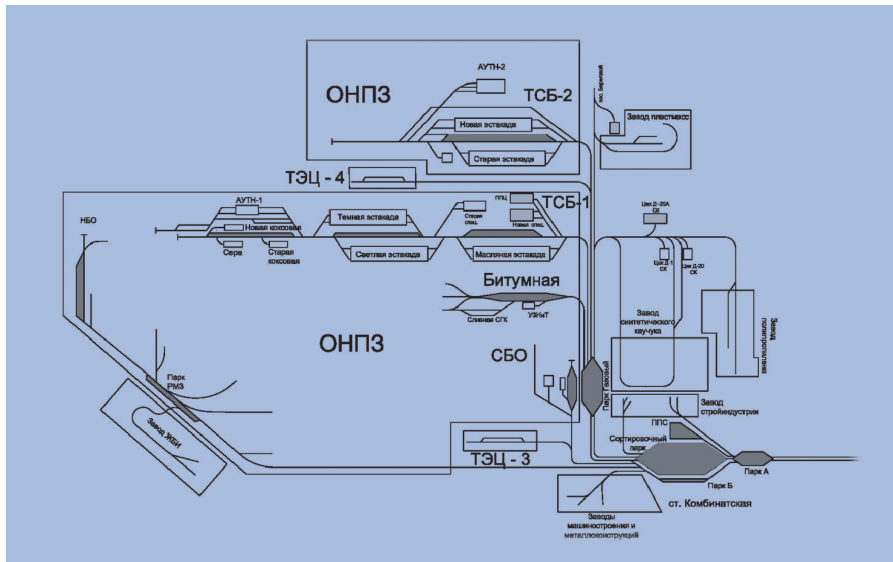


Рис. 7. Омский промышленный узел

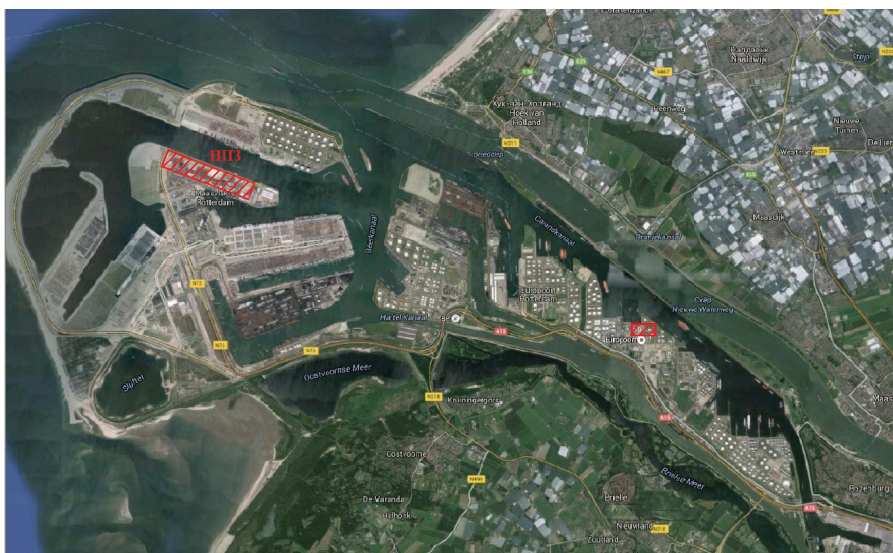


Рис. 8. Порт Роттердама с размещенными на нем НПЗ и складами нефти



Рис. 9. Нефтяной терминал порта Усть-Луга

том [10].

Некоторые из крупнейших нефтеперерабатывающих заводов расположены

на морском берегу и получают сырье только танкерами (например, НПЗ в Хьюстоне, США; Роттердаме, Нидерланды — рис. 8). Нефтяной терминал порта Усть-Луга показан на рис. 9.

Основным видом транспорта при сухопутной перевозке нефти является трубопроводный транспорт. В России с его помощью перекачивается около 90 % добываемой нефти. Около 7 % нефти перевозится внутри России железнодорожным транспортом, менее 3 % — морским и речным.

Трубопроводный транспорт легко поддается автоматизации и во много раз дешевле железнодорожного в эксплуатации. Основные трудности при использовании нефтепроводов связаны с работой промежуточных нефтеперекачивающих станций, коррозией нефтепроводов и очисткой труб от отложений вязкой и высокопарафинистой нефти, особенно при низких температурах. Общая протяженность нефтепроводов России близка к 50 тыс. км, на них установлены 385 перекачивающих станций. Средняя дальность перекачки нефти составляет 1400 км. Нефтепроводы соединяют месторождения нефти в Западной Сибири и в Поволжье с основными НПЗ и с портами отгрузки на экспорт.

Схема магистральных нефтепроводов, проходящих по территории России, состоит из нескольких нефтепроводных систем (рис. 10) [10]:

- нефтепровод «Дружба», построенный в 1960-е годы, является одним из старейших и предназначен для доставки нефти из Волго-Уральского бассейна в страны Восточной Европы. Нефтепровод проходит от Альметьевска (Татарстан) до Мозыря (Беларусь) и расходится на две ветви: северную, идущую по Белорусии, Польше, Германии, Латвии и Литве, и южную, следующую по Украине, Чехии, Словакии и Венгрии. Протяженность нефтепровода — 8900 км (из них 3900 км — на территории России), производительность 70 млн т в год. В сочетании с нефтепроводом «Сургут — Полоцк» нефтепровод «Дружба» перекачивает 40 % экспортируемой из России нефти;

- БТС («Балтийская трубопроводная система») соединяет месторождения Тимано-Печорского, Западно-Сибирского и Урало-Поволжского районов с портом Приморск. Это система экспортных нефтепроводов, цель которой — обеспечить экспорт нефти без транзита через территорию других государств. Протяженность нефтепровода 805 км, пропускная способность системы 74 млн т в год;

• БТС-2 — нефтепровод, проложенный от г. Унеча (Брянская область) до порта Усть-Луга. Этот маршрут поставки российской нефти в Европу — альтернатива нефтепроводу «Дружба», он снижает транзитные риски. Протяженность БТС-2 1300 км, пропускная способность 35 млн т в год.

• ВСТО («Восточная Сибирь — Тихий океан») — трубопроводная система, проходящая от Тайшета (Иркутская область) до нефтеналивного порта Козьмино в заливе Находка и состоящая из двух частей: ВСТО-1 (Тайшет — Сковородино) и ВСТО-2 (Сковородино — Козьмино). Нефтепровод протяженностью 4740 км призван стимулировать развитие нефтеносных месторождений Восточной Сибири и обеспечить поставки российской нефти в страны Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР). Пропускная способность ВСТО-1 30 млн т нефти в год, ВСТО-2 — 50 млн т в год.

Эти базовые системы дополняются локальными системами, протяженность которых также может быть значительной. Так, Западно-Сибирская система транспортирует нефть из Сургута и Нижневартовска к нефтепроводу «Дружба» в Казахстан, Новороссийск, Ангарск; Тимано-Печорская система передает нефть этого региона в Центральную Россию; Северо-Кавказская система объединяет объекты этого региона, Дальневосточная система транспортирует сахалинскую нефть.

Среди вновь проектируемых и построенных нефтепроводов важнейшие (кроме ВСТО-2) — Пурпе — Самотлор (25 млн т/год), Тихорецк — Туапсе 2 (12 млн т/год), Ванкор — Пурпе (25 млн т/год), Харьяга — Индига (12 млн т/год), Харьяга — Варандей (8 млн т/год) и др. Все рассмотренные трубопроводы входят в систему «Транснефть».

Отдельно следует отметить КТК («Каспийский трубопроводный консорциум») — международное нефте-транспортное объединение, нефтепровод которого проходит по территории Казахстана и России и соединяет месторождения Западного Казахстана с Новороссийском, что обеспечивает казахской нефти выход в Черное море. В нефтепровод поступает и российская нефть. Протяженность нефтепровода 1510 км, пропускная способность 28,2 млн т нефти в год с перспективой развития до 67 млн т/год.

Из 547,5 млн т нефти и газового кон-

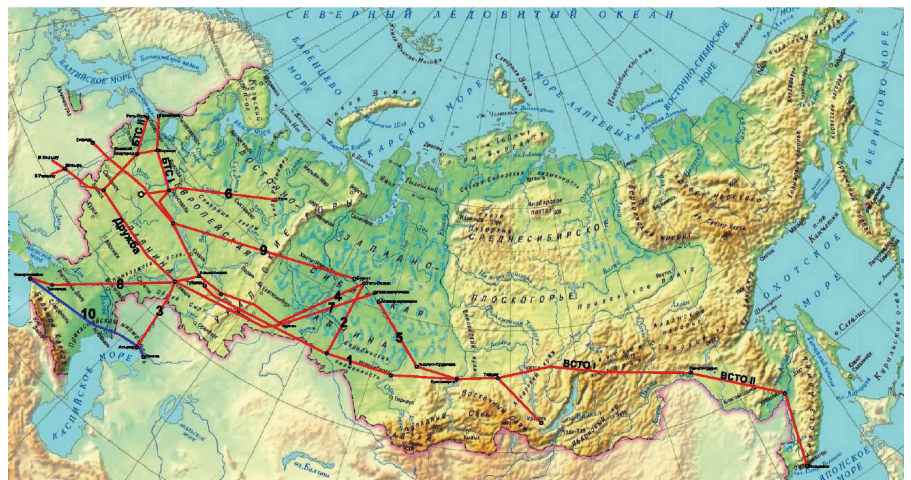


Рис. 10. Схема магистральных нефтепроводов, проходящих по территории России

денсата, добытых в 2016 г., 483,4 млн т (88,3 %) перевезено по трубопроводам, 38,4 млн т (7 %) — железнодорожным транспортом, 25,7 млн т (4,7 %) — автомобильным и речным [11].

Из 254 млн т нефти и газового конденсата, экспортированных в 2016 г., 142,9 млн т (56 %) отправлено морем, 111,0 млн т (44 %) — по трубопроводам.

При перевозке продуктов нефтепереработки на первый план выходит железнодорожный транспорт, грузооборот которого при перевозке нефти и нефтепродуктов в 2016 г. составил 398,2 млрд т-км при средней дальности перевозок более 1650 км. В общем объеме перевозок по железным дорогам России нефть и продукты нефтепереработки составляют 19,4 %, уступая лишь углю (27 %). При этом на железную дорогу отгружено 38,4 млн т (7 %) сырой нефти и 235,8 млн т, т. е. 83–84 %, — продуктов нефтепереработки.

Наряду с железнодорожным транспортом в перевозке нефтепродуктов существенную роль играют магистральные нефтепродуктопроводы (МНПП), т. е. трубопроводы, предназначенные для транспортировки нефтепродуктов [12]. Они проложены из районов массового производства светлых нефтепродуктов в районы их интенсивного потребления, распределения и перевалки на другие виды транспорта. Если протяженность МНПП велика, на нем устанавливаются несколько промежуточных насосных станций. В таком МНПП могут одновременно находиться (на разных участках) несколько партий различных нефтепродуктов. В магистральном нефтепродуктопроводе протяженностью 1000 км могут одновременно находиться 4–6 партий бензина и дизельного топлива. Такая технология существенно удешев-

ляет трубопроводную доставку нефтепродуктов. Так, магистральный нефтепродуктопровод, проходящий от НПЗ «Кириши» в Санкт-Петербург и далее в Морской порт и в аэропорт Пулково, обеспечивает последовательную перекачку по одной трубе трех видов нефтепродуктов. Российский оператор магистральных нефтепродуктопроводов АК «Транснефтепродукт» транспортирует дизельное топливо, автобензин и авиационное топливо от 18 НПЗ, из которых 16 расположены на территории России и 2 — в Беларуси.

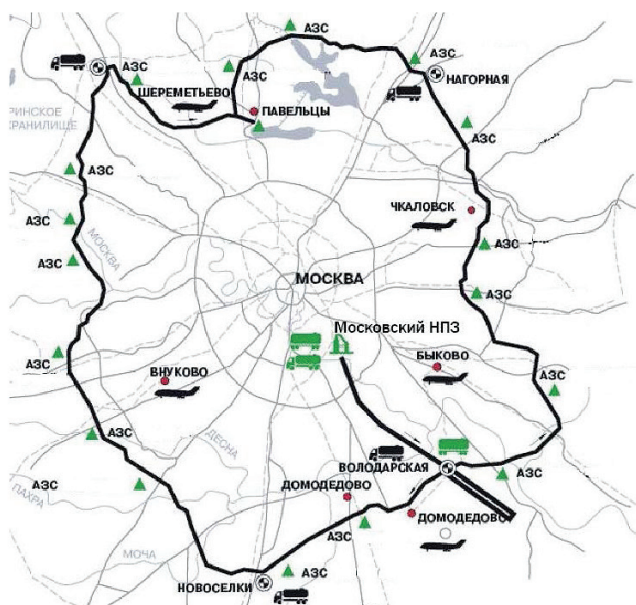
Общая протяженность трасс МНПП в России — около 20 тыс. км (для сравнения отметим, что протяженность магистральных нефтепроводов составляет 50 тыс. км, газопроводов — 150 тыс. км). В систему МНПП входят 28 пунктов налива в автотранспорт, 7 железнодорожных эстакад, морской терминал в Новороссийске, резервуарный парк из 870 резервуаров общим объемом 4,8 млн м³.

Схема трасс российских нефтепродуктопроводов приведена на рис. 11. Наиболее крупные российские МНПП: Набережные Челны — Альметьевск — Нижний Новгород; Омск — Сокур — Плотниково (более 1000 км); Уфа — Брест (с ответвлением на Ужгород за пределами РФ); Уфа — Омск — Новосибирск; Нижнекамск — западная граница; Сургут — Тюмень — Уфа — Нижнекамск и др.

Отдельно следует отметить уникальное сооружение — трубопроводное кольцо вокруг Москвы. Московский кольцевой нефтепродуктопровод позволяет транспортировать нефтепродукты с Московского, Рязанского и Нижегородского НПЗ, а также подавать их в наливные станции. Кольцевой НПЗ (рис. 12) проложен на расстоянии



Рис. 11. Схема магистральных нефтепродуктопроводов, проходящих по территории России



Условные обозначения

- Автомобильные наливные пункты;
- Железнодорожные наливные пункты;
- Аэропорты

Рис. 12. Схема Московского кольцевого нефтепродуктопровода

20–40 км от МКАД, его линейная часть состоит из трех параллельных ниток, по которым раздельно транспортируются автомобильный бензин, дизельное топливо и авиационный керосин. НПЗ соединен с пунктом налива нефтепродуктов в железнодорожные цистерны, с пятью аэропортами (Шереметьево, Домодедово, Внуково, Быково и Чкаловский) и с четырьмя станциями налива в автоцистерны. Протяженность кольцевого НПЗ 328 км, в одноточечном исчислении — 1151 км, пропускная способность 4,2 млн т/год, емкость резервуарных парков более 350 тыс. м³.

Объем приема продуктов от российских НПЗ в систему МНПП составил в 2016 г. около 30 млн т/год при общем объеме производства 182,2 млн т (в том числе светлых 125,9 млн т), т. е. доля нефтепродуктопроводов составляет при перевозке нефтепродуктов 16–17 %, а по светлым — 24 %, остальное перевозит в основном железная дорога [13].

Интересно сравнить роль трубопроводного транспорта при перевозке нефтепродуктов в России и в США: в США доля нефтепродуктов в суммарном грузообороте трубопроводного транспорта нефтяных грузов составляет 53,3 %, в России — 3,2 %; протяженность неф-

тепродуктопроводов в России менее 20 тыс. км, в США — 140 тыс. км. Среднее расстояние транспортировки по нефтепродуктопроводам составляет в России 1262 км, в США — 300 км.

Планируется модернизация существующих и строительство новых МНПП, среди которых основными являются три проекта, первые два из которых экспортноориентированы:

а) проект «Север» — увеличение мощности нефтепродуктопровода «Кстово — Ярославль — Кириши — Приморск» с 8,5 до 15 млн т/год и далее до 25 млн т/год;

б) проект «Юг» — новая линия «Сызрань — Саратов — Волгоград — Новороссийск» производительностью до 11 млн т дизельного топлива в год;

в) нефтепродуктопровод от Нижнего Новгорода (Кстово) к Москве с его подключением к Московскому кольцу.

Следует отметить, что, в отличие от перевозок нефти, где трубопроводный транспорт является фактически монопольным, железнодорожный транспорт при перевозке продуктов нефтепереработки обладает рядом конкурентных преимуществ: возможностью транспортировки любого ассортимента нефтепродуктов, в том числе небольших партий, возможностью доставки в любое назначение, т. е. более гибкой системой перевозок, и, наконец, значительно более высокой скоростью доставки.

Важное изменение в инфраструктуре железнодорожного транспорта НПЗ связано с изменением конструкции и организации работы наливных эстакад — с переходом от эстакад галерейного типа к автоматизированным устройствам тактового налива (АУТН).

Склады и базы нефти и нефтепродуктов

Одним из важных элементов транспортно-логистической инфраструктуры, предназначенной для транспортировки нефти и нефтепродуктов, является перевалочно-складской комплекс (нефтебаза). Под термином «нефтебаза» обычно понимают резервуарный парк, предназначенный для хранения запасов нефти и продуктов нефтепереработки. Такие комплексы сооружаются либо в местах массового потребления продуктов нефтепереработки, либо в местах перевалки нефти и нефтепродуктов с одного вида транспорта на другой. Нефтебазы большой емкости сооружаются на подходах к портам, где выполняется перевалка на

морской транспорт нефти и нефтепродуктов, доставляемых трубопроводным и железнодорожным транспортом.

В тех случаях, когда погрузка нефти в танкеры осуществляется на удаленных причалах, без подхода судов непосредственно к береговой линии, резервуарный парк располагается в отдалении от пункта налива и соединен с ним трубопроводами.

Крупнейший в России перевалочный комплекс «Шесхарис», предназначенный для перевалки нефти и нефтепродуктов через Новороссийский порт, показан на рис. 13. «Шесхарис» является конечной точкой двух ниток магистральных нефтепроводов, обеспечивающих отгрузку нефти из Западной Сибири, Казахстана и Азербайджана. Здесь же расположены сливо-наливные эстакады для приема нефтепродуктов из вагонов-цистерн и резервуарный парк, состоящий из нескольких десятков подземных и наземных резервуаров.

Транспортировка и переработка природного газа

В первую десятку стран по доказанным на 2016 г. запасам природного газа (по данным ОПЕК) входят Россия (24,2 %), Иран (17,3 %), Катар (12,4 %), США (5,3 %), Саудовская Аравия (4,3 %), Туркменистан (3,8 %), ОАЭ (3,1 %), Венесуэла (2,8 %), Нигерия (2,6 %), Китай (2,5 %).

По добыче природного газа Россия занимает второе место в мире (после США): в 2016 г. в нашей стране добыто 642 млрд м³, или 17,5 % мировой добычи (в США — 751 млрд м³, 20,4 %) [2]. Две трети разведанного российского газа и около 90 % текущей добычи находятся в Ямало-Немецком автономном округе Тюменской области. Самые богатые месторождения — Уренгойское (вблизи Северного полярного круга), Бованенковское (Ямал), Штокмановское (на шельфе Баренцева моря), Ямбургское, Заполярное.

Переработке на газоперерабатывающих заводах (ГПЗ) подвергается 5–6 % добываемого в России природного газа (при среднемировом уровне переработки 12 %), остальное используется в качестве топлива или экспортируется.

ГПЗ России (см. рис. 5) расположены в Астрахани, Сосногорске, Сургуте (завод по стабилизации конденсата), Новом Уренгое (завод по подготовке конденсата к транспортировке), Оренбурге (ГПЗ и гелиевый завод), Томске (производство метанола), Салавате (газохи-

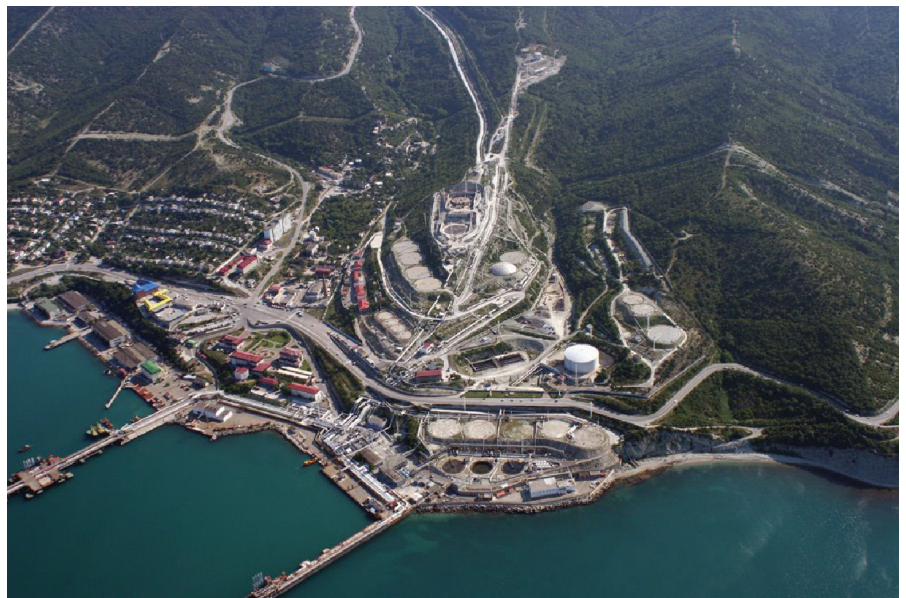


Рис. 13. Перевалочная база «Шесхарис»

мический завод). Совмещенное нефте- и газохимическое производство действует на ряде крупных НПЗ (например, в Омске, Салавате). В 2015 г. в районе города Свободный началось строительство крупнейшего в России и одного из самых крупных в мире Амурского ГПЗ мощностью 49 млрд м³/год, включающего комплексы по производству гелия (60 млн м³/год), этана, пропана, бутана, пропан-гексановой фракции.

Для транспортировки природного газа на большие расстояния используются магистральные газопроводы с давлением в магистрали до 10 МПа.

На конечной газораспределительной станции давление понижается, после чего газ поступает в газопроводы распределительных сетей низкого, среднего или высокого давления (0,005–1,2 МПа), доставляющих газ конечному потребителю. Магистральные газопроводы прокладываются как по земле, так и под водой. Кроме подачи газа в распределительные сети, предназначенные для обеспечения конечных потребителей внутри страны, магистральные газопроводы России экспортируют большие объемы природного газа [14]. Российская Федерация экспортирует около 30 % добываемого газа. В 2016 г. экспортировано 204,8 млрд м³ природного газа (в том числе 190,8 млрд м³ обычного и 14,0 млрд м³ сжиженного природного газа).

Транспортировка российского газа в Европу в настоящее время происходит по трем маршрутам: через украинскую газотранспортную систему протяженностью 283 тыс. км, через Беларусь

(газопровод «Ямал — Европа») и по дну Балтийского моря в обход транзитных государств («Северный поток»).

Основные экспортные газопроводы (рис. 14):

- «Уренгой — Помары — Ужгород» — крупнейший газопровод протяженностью более 4450 км (в том числе на территории Украины 1160 км) с пропускной способностью 32 млрд м³/год. Трубопровод пересекает Уральский хребет, Обь, Волгу, Дон, Днепр и от компрессорной станции «Ужгород» следует в Словакию и далее в другие страны Европы по двум маршрутам: Чехия, Германия, Франция, Швейцария и Австрия; Италия, Венгрия, страны бывшей Югославии.

- «Ямал — Европа» (2000 км, 33 млрд м³/год), проходящий по территории России, Беларуси, Польши и Германии;

- «Союз» (Оренбург — западная граница) — протяженность 2750 км, из них 250 км — по территории Казахстана, 1568 км — по территории Украины, мощность 26 млрд м³/год;

- «Голубой поток» (1213 км, в том числе 393 км — подводный участок по дну Черного моря) — для прямых поставок российского газа в Турцию;

- «Северный поток» (1220 км, подводный газопровод по дну Балтийского моря) напрямую соединяет Россию с Германией, а через нее — с Чехией. Мощность двух ниток газопровода 55 млрд м³/год, в настоящее время от проектной мощности используется лишь половина (25 млрд м³/год). Начато строительство еще двух ниток газопро-

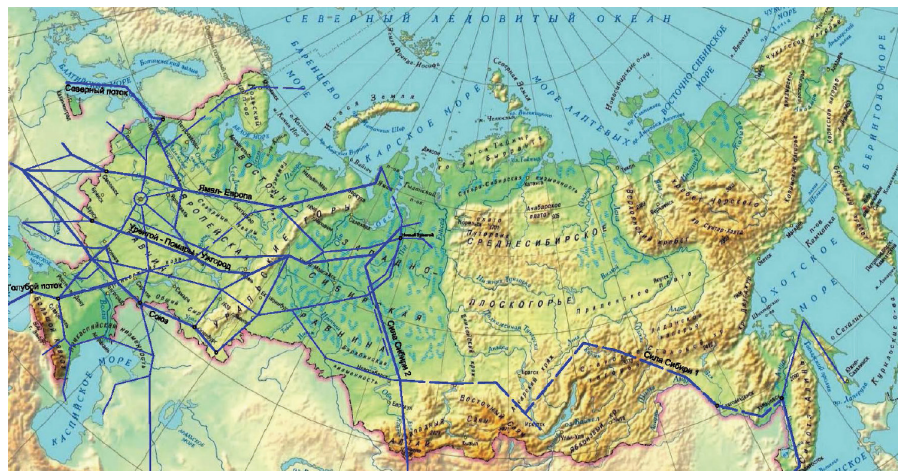


Рис. 14. Схема магистральных газопроводов, проходящих по территории России

вода («Северный поток-2»), что увеличивает его мощность вдвое, однако судьба проекта до конца не ясна в связи с международной ситуацией.

В разные периоды рассматривались и другие варианты диверсификации поставок российского газа в Европу: проекты «Южный поток» (подводный газопровод протяженностью 900 км от района Анапы до порта Варна в Болгарии и далее в страны Балканского полуострова, Италию и Австрию) и пришедший ему на смену «Турецкий поток», строительство которого уже начато (две нитки по 15 млрд м³/год), и др.;

- «Сила Сибири» — строящийся газопровод для поставок газа из Якутии в Приморский край и страны Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР), прежде всего в Китай. Протяженность газопровода — около 4000 км, поэтапный рост поставок в Китай — от 5 до 38 млрд м³/год. Этот же газопровод будет поставлять сырье для проектируемых нефтехимического и газоперерабатывающего комплексов в Приморском крае;

- «Сила Сибири-2» — проектируемый газопровод между месторождениями Западной Сибири и Западным Китаем, протяженностью 6700 км, из них 2700 км — по территории России. «Сила Сибири» и «Сила Сибири-2» представляют собой, соответственно, восточный и западный маршруты транспортировки газа в Китай.

Наряду с трубопроводной транспортировкой газа для его доставки морским путем используется танкеры-газовозы вместимостью от 150 до 250 тыс. м³ газа. В танкерах газ перевозится в сжиженном состоянии при температуре –60...–50 °С в изотермических емкостях. С этой целью в конечной точке газопровода у морского побережья строится

специальный терминал, выполняющий сжижение газа (его охлаждение до –160° в условиях повышенного давления) и заправку в танкеры. При сжижении объем газа уменьшается примерно в 600 раз. Доставка сжиженного газа танкерами считается эффективнее трубопроводной при дальности транспортировки более 2–3 тыс. км. Из 680 млрд м³ газа в год, перевезенных в мире по международным поставкам, более 500 млрд м³ было доставлено по трубопроводам, 180 млрд м³ — в сжиженном виде.

Первый в России завод по производству сжиженного газа построен в 2009 г. на юге Сахалина. Планируется строительство таких заводов на Ямале, в районе Владивостока, в Ленинградской и Мурманской областях. Строящийся на полуострове Ямал крупный завод по сжижению газа будет вывозить продукцию через новый порт Сабетта, который был заложен в 2012 г. на северо-востоке Ямала в Обской губе, с дальнейшей транспортировкой сжиженного газа по Северному морскому пути.

Железнодорожный транспорт также используется для перевозки сжиженных углеводородных газов (СУГ) — как в порты перевалки, так и на внутренний рынок, в частности на нефтехимические предприятия для дальнейшей переработки. Пример крупного ППЗ, отгружающего более 600 железнодорожных цистерн СУГ в сутки, — предприятие «Тобольскнефтехим», транспортная инфраструктура которого запроектирована Промтранспроектном.

Важнейшая проблема, связанная с переработкой вагонов с СУГ, — их сортировка, в частности организация розпуска через сортировочную горку. За рубежом действуют системы, гарантирующие безопасный розпуск вагонов, т. е.

допустимую скорость их соударения. Работы в этом направлении ведутся и в нашей стране. ■

Литература

1. Добыча нефти в РФ. URL: <http://www.interfax.ru/business/543922> (дата обращения 17.08.2017).
2. Статистический обзор мировой энергетики за 2016 год (BP Statistical Review of World Energy 2017).
3. Все о нефти. URL: <http://vseonefti.ru/neft/global-oil.html> (дата обращения 17.08.2017).
4. Доступ к энергетической инфраструктуре // Энергетический бюл. 2017. № 45. URL: <http://ac.gov.ru> (дата обращения 17.08.2017).
5. Пронедра.ру. URL: <https://pronedra.ru/oil/2017/04/25/krupneyshie-np-z-rossii>.
6. Капустин В. М. Технология переработки нефти: в 4 ч. Ч. 1. Первичная переработка нефти. М.: КолосС, 2012.
7. Нефтяная отрасль России: итоги 2016 г. и перспективы на 2017–2018 гг. Ч. 2. Нефтепереработка и сбыт. 38 с. // Vygon Consulting. 2017. URL: vygon_consulting_russian_oil_industry_outlook_2018_p2.pdf (дата обращения 17.08.2017).
8. Капустин В. М., Гуреев А. А. Технология переработки нефти: в 4 ч. Ч. 2. Физико-химические процессы. М.: Химия, 2015. 400 с.
9. Капустин В. М., Рудин М. Г., Кудинов А. М. Основы проектирования нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов. М.: Химия, 2012. 440 с.
10. Развитие транспортировки нефти // Энергетический бюл. 2016. № 36. URL: <http://ac.gov.ru> (дата обращения 17.08.2017).
11. Обзор российского транспортного сектора в 2016 году. КПМГ в России и СНГ, 2017.
12. Назаров В. А. О развитии нефтепродуктопроводов в Российской Федерации // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. 2012. Вып. 2. С. 6–13. URL: http://transneftproduct.transneft.ru/u/articles_file/57/NT.pdf (дата обращения 17.08.2017).
13. Нефть России: информационно-аналитический портал. URL: <http://www.oilru.com/news/547823> (дата обращения 17.08.2017).
14. Добыча нефтяного сырья // Министерство энергетики РФ. URL: <https://minenergo.gov.ru/node/1209> (дата обращения 17.08.2017).