

УДК 338.9
ББК 65.9 (2Р) 304.13
К 637

К 637 **Крюков В.А., Силкин В.Ю., Токарев А.Н., Шмат В.В.**
*Комплексный реинжиниринг процессов хозяйственного освоения
ресурсов гелия на Востоке России.* – Новосибирск: ИЭОПП СО
РАН, 2012. – 184 с.

ISBN 978-5-68665-248-9

Монография посвящена проблемам развития гелиевой промышленности на базе гелийсодержащих месторождений Восточной Сибири. Рассмотрены предпосылки и возможности организации гелиевых производств в Восточной Сибири. Проведен анализ российского и мирового рынков гелия. Предпринята попытка разработки концептуальных предложений по государственной поддержке и стимулированию реализации гелиевых проектов в Восточной Сибири.

Книга предназначена для специалистов по проблемам развития нефтегазового сектора.

/слов Н.И.

© ИЭОПП СО РАН, 2012 г.
© Крюков В.А., 2012 г.
© Силкин В.Ю., 2012 г.
© Токарев А.Н., 2012 г.
© Шмат В.В., 2012 г.

1. АНАЛИЗ РОССИЙСКОГО И ЗАРУБЕЖНОГО РЫНКОВ ГЕЛИЯ

1.1. МИРОВОЙ РЫНОК ГЕЛИЯ

1.1.1. Анализ текущего мирового спроса на гелий

Гелий относится к редким элементам и обладает уникальными свойствами. Он характеризуется химической инертностью и малой способностью вступать в ядерные реакции, более высокой по сравнению с другими редкими газами теплопроводностью и более низкой электропроводностью, малой растворимостью, легкостью, низкой (близкой к абсолютному нулю) температурой кипения, нетоксичностью, отсутствием цвета и запаха, невоспламеняемостью в газообразном состоянии и рядом других ценных свойств.

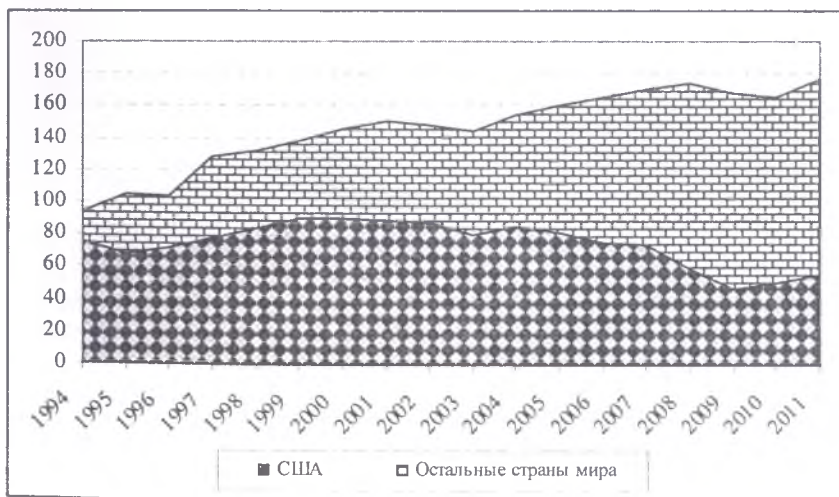
Эта совокупность свойств гелия предопределяет все возрастающее его применение в различных областях науки и техники: в авиации и космонавтике, судостроении, химическом, металлургическом и сварном производствах, ядерной технике, медицине, хроматографии, криогенной технике.

Практически весь извлекаемый в мире гелий потребляется государствами, входящими в первую десятку наиболее развитых стран мира. Первое место по потреблению гелия на мировом рынке занимают США, второе – страны Западной Европы, третье – Япония. На долю России в настоящее время приходится менее 1% мирового потребления гелия (рис. 1.1), что, безусловно, не соответствует производственным возможностям страны и свидетельствует об отставании в развитии высокотехнологичных отраслей промышленности.



Источник: Cryogas International. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.cryousersconference.org>.

Рис. 1.1. Структура потребления гелия в мире в 2009 г., %



Источник: U.S. Geological Survey. Helium Statistics and Information. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/helium>.

Рис. 1.2. Динамика потребления гелия в мире в 1994–2011 г., млн м³

С 1994 по 2009 год потребление гелия в мире увеличилось с 94 до 167 млн м³ (рис. 1.2). Среднегодовой темп прироста за период составил 4% [43].

Необходимо отметить, что до 1990-х годов потребление гелия в мире определялось не возможностями его использования, а возможностями производства. При этом доминирующее положение на рынке поставок гелия занимали США. В начале 1990-х годов на долю США приходилось 93% мировых мощностей по производству гелия. Однако пуск завода по производству гелия в Алжире мощностью 16 млн м³ в 1993 г. привел к значительному увеличению поставок гелия на мировой рынок. В первую очередь доступ к дополнительным ресурсам гелия получила Европа, потребности которой до 1993 г. обеспечивались за счет импорта из США. В результате, с 1994 по 2004 год потребление гелия в Европе выросло с 18 до 36 млн м³ (тем самым полностью выбрав дополнительные 16 млн м³ гелия из Алжира и 2 млн м³ из Польши).

Подобный эффект наблюдался и в 2005–2008 гг., когда после запуска в эксплуатацию завода мощностью 17 млн м³ в Катаре произошло двукратное увеличение среднегодовых темпов прироста мирового потребления. Причина этого – рост использования гелия в странах АТР, на рынок которых в первую очередь ориентирован катарский проект. В результате диверсификации поставок, к 2000 г. объем потребления гелия в мире вне США по сравнению с 1994 г. вырос в 3 раза (а за последние десятилетие почти удвоился), при этом избытка гелия на рынке практически не наблюдалось.

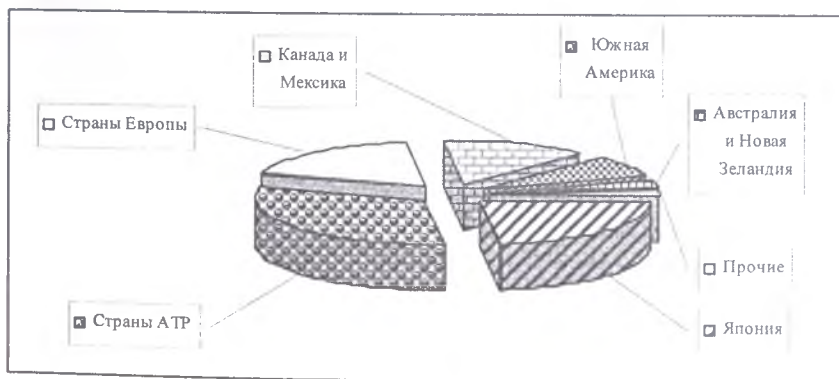
В начале 2000-х годов в связи с произошедшими технологическими изменениями в области магнитно-резонансных исследований и сокращения выпуска оптического волокна в развитых странах, уровень использования гелия во многом определялся уже не предложением, а спросом. Однако уже в 2004–2006 гг. за счет развития электронного сектора, темпы прироста мирового потребления гелия превышали 5–6%. В результате на рынке снова появился дефицит предложения, что не замедлило сказаться на ценах.

По оценкам Cryogas International, максимальных объемов потребления гелия в мире достигло в 2007 г. – 6,4 млрд ст. куб. футов. Сокращение объемов потребления гелия в 2009–2010 гг. наблюдалось в основном на американском рынке, который на сегодняшний день является самым емким в мире. По прогнозу Cryogas International, ожидалось, что суммарное мировое потреб-

ление гелия при годовом темпе прироста 2–3% вернется к докризисному уровню к 2012 г. за счет развития сектора электроники и продолжающейся индустриализации стран АТР [33]. Однако уже в 2011 г. мировое потребление гелия практически восстановилось.

Растущий спрос со стороны развивающихся стран в условиях ограничения поставок со стороны США оказывает существенное давление на рынок гелия. Дефицит («shortage») гелия на рынке является одной из наиболее часто обсуждаемых тем – не только в специализированной литературе и аналитике, но и в зарубежных СМИ [31, 35, 37]. Сокращение поставок гелия связывается, с одной стороны, с неблагоприятной для потребителя динамикой цен, а с другой стороны, со сдерживанием потребления – особенно в сферах некоммерческого и полукommerческого использования (например, в научных исследованиях) [34, 36]. Некоторые эксперты напрямую связывают возникновение дефицита гелия со стратегией, проводимой США [41].

На сегодняшний день на долю США приходится 44% мирового потребления гелия (рис. 1.1). При этом США являются не только крупнейшим потребителем, но и основным экспортером гелия в мире. В 2009 г. с учетом добычи и откачки из хранилищ экспорт гелия из США составил 71,1 млн м³. Основная его часть (22 млн м³) поступает на рынок Азиатско-Тихоокеанского региона, в Японию – 16,3 млн м³, Европу – 13,5 млн м³, в Канаду и Мексику – 9,9 млн м³, в Южную Америку – 5,6 млн м³ (рис. 1.3).



Источник: U.S. Geological Survey, Minerals Yearbook 2009 [45].

Рис. 1.3. Структура экспорта гелия из США в 2009 г., %

Вторым по объему использования гелия в мире в 2009 г. был рынок АТР. Крупнейшим потребителем в регионе является Япония, на долю которой приходится около 10% мирового потребления гелия. В последние годы стремительно растет спрос на таких относительно новых рынках как Китай, Южная Корея, Сингапур, Тайвань, Индия [11]. По данным Cryogas International, объем спроса на гелий в странах АТР с 2000 по 2009 год вырос почти в два раза и составил 40 млн м³ [33]. Основным поставщиком гелия в страны АТР являются США. С 2006 г. с вводом в эксплуатацию катарского гелиевого завода в Рас Лаффане монополия США на рынке гелия Азиатско-Тихоокеанского региона была нарушена. В 2008 г. на долю Катара приходилось уже около 20% поставок гелия в страны АТР.

На сегодняшний день Европа является третьим по объему потребления гелия рынком в мире. В 2009 г. на долю европейского рынка приходилось около 21% мирового потребления гелия или 35 млн м³. Основная часть потребляется в 4-х наиболее технологически развитых странах европейского континента – Германии, Франции, Великобритании и Бельгии. Спрос на гелий в Европе в значительной степени удовлетворяется поставками из Алжира (15 млн м³) и США (13,5 млн м³). Кроме того, на рынке присутствует гелий, экспортируемый из России в объеме 3 млн м³, а также поставки гелия из Польши (3 млн м³).

Проведенный анализ мирового потребления гелия показал, что рост потребления гелия в странах-импортерах этого сырья и стремительное расширение числа стран-потребителей гелия оказывает значительное влияние на рынок гелия и создает благоприятные предпосылки для дальнейшего развития производственных мощностей и вывода на рынок дополнительных объемов гелия.

1.1.2. Области применения гелия

Многие наиболее емкие области применения гелия связаны преимущественно с его свойствами инертной среды, особенно необходимой при производстве и обработке легкоокисляющихся металлов. Получение металлического урана, плутония, циркония, титана, лития и многих других идет в инертной среде. Для удаления из сплавов растворенных газов при формировании особо чистых отливок расплавленный металл барботируют мелкими

пузырьками гелия, практически полностью дегазируя металл. Другие инертные газы растворяются в расплавах, снижая механическую прочность отливок. Нередко в металлургии вместо гелия используют более дешевый аргон. Но им не всегда можно заменить гелий, так как гелий более электропроводен и дает более высокие температуры и скорость дуговой сварки.

Особую значимость гелий приобрел после открытия его особых свойств – сверхтекучести и сверхпроводимости. Способность течь без вязкости обладает He-4 при температуре $-271,1^{\circ}\text{C}$ и давлении 2,5 МПа. При такой низкой температуре сверхпроводимые материалы легко передают электричество без нагревания и создают очень мощные магнитные поля, которые используются в сверхпроводящих магнитах для магнитно-резонансной томографии или в области ядерных магнитных резонансных исследований.

Кроме того, гелий является единственным элементом, который сохраняет газообразное состояние при температурах, близких к абсолютному нулю. Авиакосмическая, оборонная, ядерная отрасли промышленности являются активными потребителями гелия для создания избыточного давления ввиду его характеристик и промышленных свойств, таких как инертность, легкость и низкая температура сжижения.

Гелий является самой маленькой молекулой на земле, которая может пройти даже через микроскопические трещины. Если в замкнутом контуре, заполненном гелием, есть утечка, гелий улетучится и будет немедленно обнаружен. Этот вид контроля может быть жизненно необходимым в областях, где требуется абсолютная безопасность, таких как атомная промышленность.

В смеси с кислородом гелий становится гелиево-кислородной смесью, которая используется при подводных работах, в искусственной дыхательной атмосфере в замкнутых пространствах, так как она существенно легче воздуха, поэтому легко проникает в легкие, обеспечивает их кислородом и выносит углекислый газ. Особое достоинство гелиево-кислородных дыхательных смесей – возможность работы водолазов до глубин 300 м, вместо 50 м, на которых отмечается азотный наркотический эффект.

Значительны также объемы потребления гелия, связанные с баллонным воздухоплаванием – аэростаты, метеозонды. Именно эта отрасль явилась пионерной в промышленном использовании

и производстве гелия. Подъемная сила гелия почти равна водородной (92% от нее), но гелий, в отличие от водорода, совершенно безопасен.

В атомной энергетике особенно привлекательна устойчивость гелия к различным радиационным излучениям и его высокая теплопроводность. По имеющимся разработкам на основе гелиевых охладителей возможно создание реакторов с «врожденной безопасностью».

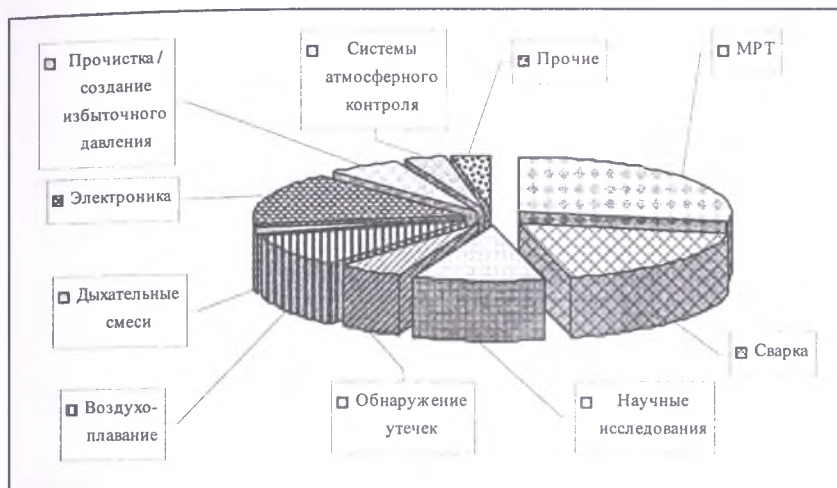
Очень широк объем использования гелия в космических исследованиях. Каждый запуск многоразовых космических кораблей требует около 20 тыс. м³ гелия. Вместе с неизбежным в перспективе развитием космических исследований нужны крупномасштабные имитаторы космических условий для оценки надежности аппаратов, в частности криогенно-вакуумные камеры большой емкости. Глубокий вакуум получают с помощью жидкого гелия и неона, которые действуют как насос, вымораживая на охлаждаемой поверхности все адсорбированные газы в испытательной камере.

Таким образом, гелий – элемент современных и будущих высоких инновационных технологий. Использование гелия в XX столетии дало человечеству принципиально новые знания и достижения: получены сверхнизкие температуры, открыты экстремальные свойства материи – сверхпроводимость и сверхтекучесть, построены уникальные энергетические объекты – токомаки, криотурбогенераторы, ускорители заряженных частиц, созданы высокоточные новые измерительные и диагностические приборы – сквиды, томографы и др. Гелий получил применение в самых разнообразных областях науки и практики – от космических исследований до металлургии и медицины [1].

На рис. 1.4 приведена структура использования гелия по сферам применения в мире в 2008 г.

На сегодняшний день наиболее емкими областями применения гелия в мире являются магнитно-резонансные исследования, использование в качестве сварочного / защитного газа, и быстрорастущий сектор электроники (в частности производство полупроводников и плазменных панелей).

Крупными сферами использования гелия в перспективе, по видимому, будут ядерная и криогенная техника и технологии, а также исследования в области атомной энергии и космического пространства [29]. Рассмотрим эти сферы потребления гелия подробнее.



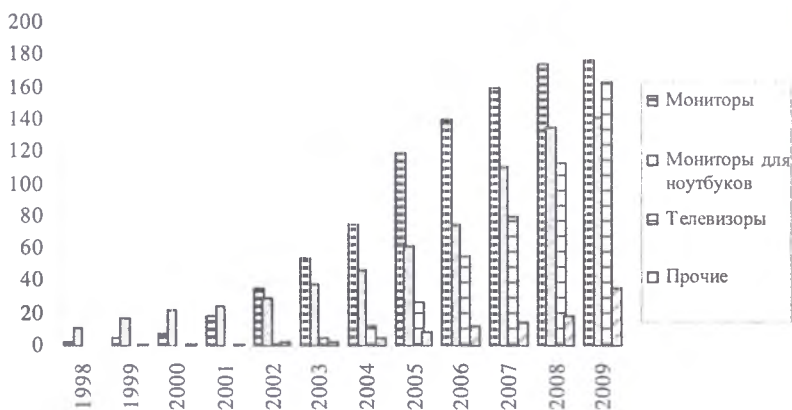
Источник: Gasworld Magazine. 2008. № 17. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.gasworld.com>.

Рис. 1.4. Структура использования гелия по сферам применения в мире в 2008 г., %

Сектор электроники

На сегодняшний день сектор электроники стал одним из значимых потребителей гелия, где он используется при производстве полупроводников, микросхем, жидкокристаллических (ЖК) дисплеев, плазменных панелей для телевизоров и других изделий. Основным драйвером роста спроса на гелий в последние годы является бурное развитие производства жидкокристаллических дисплеев, которые активно вытесняют устаревшие экраны на электронно-лучевых трубках. Согласно данным аналитической компании Display Search, суммарное производство ЖК дисплеев в мире выросло с 14 млн штук в 1998 г. до 516,1 млн штук в 2009 г. (рис. 1.5).

Основные мощности по выпуску ЖК дисплеев сосредоточены в странах Юго-Восточной Азии (Южная Корея, Тайвань, Япония, Китай). При этом лидирующие позиции в сегменте крупных ЖК панелей занимают южнокорейские и тайваньские производители электроники, в то время как в производстве дисплеев с диагональю менее 10 дюймов лидируют японские компании (рис. 1.6).



Источник: Display Search. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.displaysearch.com>.

Рис. 1.5. Динамика производства ЖК дисплеев в мире в 1998–2009 гг., млн шт.

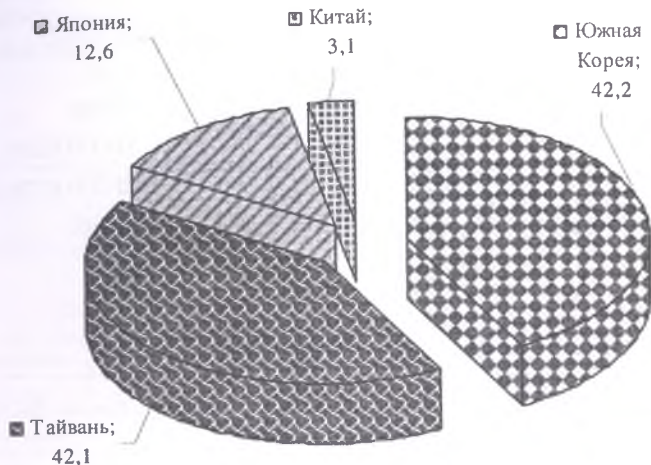
Ожидается, что в ближайшие годы темпы развития данного сектора электроники останутся высокими ввиду появления новых технологий (органических светоизлучающих диодов – OLED, гибридных дисплеев) и расширения выпуска новых устройств, таких как 3D телевизоры, мобильные телефоны с сенсорными экранами, электронные книги и пр.¹ В наиболее емком сегменте – на рынке телевизоров – ожидается, что в ближайшие годы произойдет полное вытеснение телевизоров на базе электронно-лучевых трубок (ЭЛТ). При этом доминирующей технологией ЖК дисплеев станет LED TV – плоскочелюстные телевизоры со светодиодной подсветкой (рис. 1.7).

Суммарный объем производства телевизоров вырастет во многом за счет увеличения спроса в Китае с 31 млн ед. в 2009 г. до 59 млн ед. в 2014 г.²

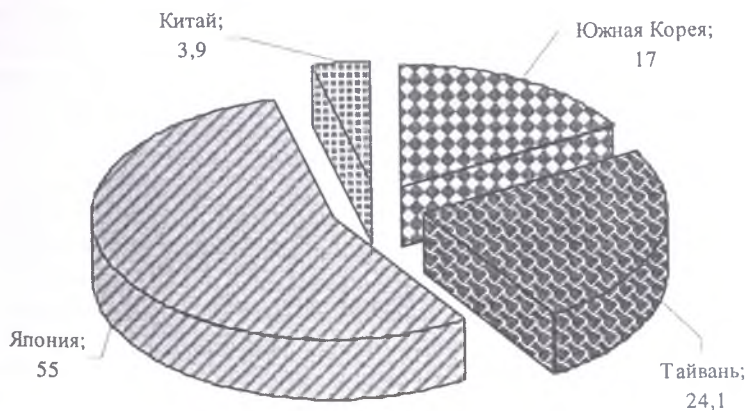
¹ Asia's LCD Manufacturers Upbeat About Demand, Prices for 2010. – The Wall Street Journal. January 26, 2010. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://online.wsj.com/article/SB10001424052748703699204575016731628933088.html>.

² LCD TV Association. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.lcdtvassociation.org>.

ЖК дисплеи диагональю более 10 дюймов

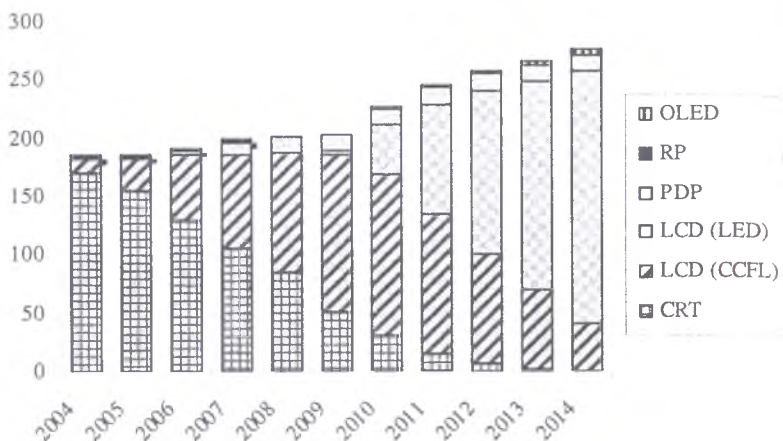


ЖК дисплеи диагональю менее 10 дюймов



Источник: Industrial Technology Research Institute of Taiwan. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.itri.org.tw>.

Рис. 1.6. Структура производства ЖК дисплеев в мире в 2009 г., %



Источник: Display Search. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.displaysearch.com>.

Рис. 1.7. Динамика технологических изменений в производстве телевизионных панелей

Таким образом, учитывая описанные выше тенденции и прогнозы развития сектора электроники, можно отметить, что в перспективе темпы роста спроса на гелий со стороны производителей электроники останутся высокими. При этом основной спрос также как и сейчас будет сконцентрирован в странах АТР.

Атомная энергетика

Проекты создания высокотемпературных гелиевых реакторов (ВТГР), обсуждаемые с 1950-х годов, в настоящее время являются объектом серьезного внимания со стороны США, России, Китая, Японии и других стран мира. ВТГР на сегодняшний день является одной из наиболее перспективных технологий в атомной отрасли, поскольку возможность достижения уровня температур теплоносителя на выходе из реактора до 1000°C позволяет реализовать на его основе как высокоэффективные термодинамические циклы производства электроэнергии, так и процессы производства водорода, наряду с возможностью прямого использования тепла в промышленности взамен сжигания органического топлива. Отсутствие металлоконструкций в активной зоне ВТГР и осо-

бенности физических процессов в нем обеспечивают высокую безопасность реактора, исключают расплавление и разрушение активной зоны даже в самых маловероятных авариях [5]. Ожидается, что использование инновационных ядерных технологий позволит поднять КПД ВТГР до 50% [14].

Таблица 1.1

Атомные реакторы мира

Страны	Выработка электроэнергии АЭС в 2009 г. млрд кВт·ч	Действующие реакторы		Строящиеся реакторы		Планируемые реакторы		Предполагаемые реакторы	
		Ед.	МВт	Ед.	МВт	Ед.	МВт	Ед.	МВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Аргентина	7,6	2	935	1	745	2	773	1	740
Армения	2,3	1	376	–	–	1	1060		
Бангладеш	–	–	–	–	–	–	–	2	2000
Белоруссия	–	–	–	–	–	2	2000	2	2000
Бельгия	45	7	5943	–	–	–	–	–	–
Бразилия	12,2	2	1901	1	1405	–	–	4	4000
Болгария	14,2	2	1906	–	–	2	1900	–	–
Канада	85,3	18	12679	2	1600	4	4400	3	3800
Китай	65,7	13	10234	23	25900	39	44270	120	120000
Чехия	25,7	6	3686	–	–	2	2400	1	1200
Египет	–	–	–	–	–	1	1000	1	1000
Финляндия	22,6	4	2721	1	1700	–	–	2	3000
Франция	391,7	58	63130	1	1720	1	1720	1	1720
Германия	127,7	17	20339	–	–	–	–	–	–
Венгрия	14,3	4	1880	–	–	–	–	2	2200
Индия	14,8	19	4183	4	2720	20	17100	40	49000
Индонезия	–	–	–	–	–	2	2000	4	4000
Иран	–	–	–	1	1000	2	2000	1	300
Израиль	–	–	–	–	–	–	–	1	1200
Италия	–	–	–	–	–	–	–	10	17000
Япония	263,1	55	47348	2	2756	12	16538	1	1300
Иордания	–	–	–	–	–	1	1000		

Окончание табл. 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Казахстан	–	–	–	–	–	2	600	2	600
Сев. Корея	–	–	–	–	–	–	–	1	950
Южная Корея	141,1	20	17716	6	7000	6	8400	–	–
Литва	–	–	–	–	–	–	–	1	1700
Малайзия	–	–	–	–	–	–	–	1	1200
Мексика	10,1	2	1310	–	–	–	–	2	2000
Нидерланды	3,8	1	485	–	–	–	–	1	1000
Пакистан	2,6	2	400	1	300	2	600	2	2000
Польша	–	–	–	–	–	6	6000	–	–
Румыния	10,8	2	1310	–	–	2	1310	1	655
Россия	152,8	32	23084	10	8960	14	16000	30	28000
Словакия	13,1	4	1760	2	880	–	–	1	1200
Словения	5,5	1	696	–	–	–	–	1	1000
ЮАР	11,6	2	1800	–	–	–	–	6	9600
Испания	50,6	8	7448	–	–	–	–	–	–
Швеция	55,7	10	9399	–	–	–	–	–	–
Швейцария	26,3	5	3252	–	–	–	–	3	4000
Таиланд	–	–	–	–	–	2	2000	5	5000
Турция	–	–	–	–	–	4	4800	4	5600
Украина	77,9	15	13168	–	–	2	1900	20	27000
ОАЭ	–	–	–	–	–	4	5600	10	14400
Велико-британия	62,9	19	10962	–	–	4	6680	9	12000
США	798,7	104	101229	1	1218	9	11622	22	32000
Вьетнам	–	–	–	–	–	2	2000	12	13000
Мир в целом	2560	441	376207	58	60604	148	163713	331	376425

Источник: World Nuclear Association. 2011. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.world-nuclear.org/info/reactors.html>.

Использование гелия в атомной энергетике обеспечивается его высокой теплопроводностью, химической инертностью и устойчивостью к различным радиационным излучениям. Количественные оценки потребности в гелии для выработки энергии на ВТГР пока еще достоверно не определены, однако очевидно, что развитие данного направления атомной энергетики приведет к росту потребления гелия в ядерной отрасли [43].

Согласно прогнозу Мирового энергетического агентства, производство первичной энергии АЭС к 2030 г. удвоится относительно текущих значений и составит 1426 млн т н.э. что соответствует среднегодовым темпам роста на уровне 3,1% [47]. Наиболее активное развитие объектов атомной энергетики ожидается в Китае, Индии, Японии, России и США (табл. 1.1).

Учитывая имеющиеся оценки среднего потребления гелия одним ядерным реактором – 1 млн куб. футов в год [43], суммарные потребности в гелии в атомной энергетике к 2030 г. составят не менее 23–25 млн м³.

Магнитно-резонансная томография

Начиная с 1980-х годов распространение магнитно-резонансной томографии (МРТ), как метода неинвазивной диагностики в медицине, оказывает значительное влияние на развитие здравоохранения во всем мире. Методика МРТ основана на использовании сверхпроводящих магнитов, работающих в жидком гелии. В настоящее время альтернативы гелию в данной области применения не существует, поскольку пока нет материалов, которые бы обладали сверхпроводимостью при относительно высоких температурах. Однако если ученые найдут технологии получения материалов, которые будут обладать свойствами сверхпроводников при температурах, превышающих точку кипения азота, тогда потребление гелия в МРТ может существенно сократиться, поскольку магниты могут быть охлаждены вместо гелия жидким азотом. Вместе с тем, по оценкам экспертов, разработка таких технологий и их конкурентоспособность с экономической точки зрения очень маловероятны (если вообще возможна) в ближайшие 5–10 лет [43].

Необходимо отметить, что в последние годы за счет уменьшения размеров и веса материалов, которые требуют охлаждения, а также использования криостатов и криокулеров производители

оборудования для МРТ добились существенного снижения удельных показателей расхода гелия при работе томографов.¹ В настоящее время современные томографы имеют расход гелия в пределах 0,03–0,07 литров жидкого гелия в час, что практически на порядок ниже расхода у томографов предыдущих поколений [10].

Согласно данным Организации экономического сотрудничества и развития, по показателям обеспеченности магнитно-резонансными томографами на душу населения в настоящее время лидируют Япония, США, Южная Корея, Исландия, Греция, Италия, Австрия, Финляндия, Дания (табл. 1.2).

Таблица 1.2

Количество аппаратов для магнитно-резонансной томографии (МРТ) на миллион жителей в различных странах мира

Страна	Последний год наличия данных	Количество аппаратов МРТ на миллион населения
1	2	3
Япония	2008	43,1
США	2007	25,9
Исландия	2009	21,9
Греция	2009	21,8
Италия	2007	20,0
Южная Корея	2009	19,0
Австрия	2008	18,0
Финляндия	2008	16,2
Дания	2009	15,4
Швейцария	2003	14,2
Ирландия	2009	12,3
Новая Зеландия	2009	9,7
Эстония	2008	8,2
Турция	2008	6,9
Канада	2007	6,7

¹ Magnetic Resonance Imaging Consultancy. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.magnet-mri.org/index.htm>.

1	2	3
Германия	2002	6,0
Австралия	2009	5,9
Великобритания*	2008	5,6
Чехия	2008	5,1
Словения	2007	3,5
Россия	2009	3,2
Польша	2008	2,9
Болгария	2008	2,8
Бразилия	2002	2,5
Китай	2009	2,0
Мексика	2008	1,5
Индия	2009	0,6

* Без учета частных клиник.

Источник: OECD Health Data 2010: Statistics and Indicators. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.oecd.org/els/health/data>.

Как видно из табл. 1.2, в настоящее время уровень оснащенности магнитно-резонансными томографами в развивающихся странах существенно уступает показателям развитых стран. Так, например, в Индии по состоянию на начало 2010 г. насчитывалось лишь 600 аппаратов МРТ¹, в России по данным Министерства здравоохранения и социального развития РФ существующий парк МРТ сегодня составляет 450 штук (при потребности в 1400) [18].

Таким образом, учитывая уровень насыщения рынков оборудования МРТ в развитых странах, основной прирост потребления гелия в ближайшее десятилетие будет связан с реализацией программ поддержки и технического переоснащения здравоохранения в странах Восточной Европы, а также в развивающихся странах с высокими темпами экономического роста (в первую очередь, конечно, в странах БРИК).

¹ INDO-US Healthcare. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://indoushealthcare.com/html/medical-imaging.html>.

Космонавтика

Проведенный анализ свидетельствует, что взаимосвязь между потреблением гелия и запусками шаттлов незначительна. В гораздо большей степени на потребление гелия влияет общее количество запусков ракет-носителей (РН). Это наглядно иллюстрируется приведенной ниже диаграммой (рис. 1.8).

Статистически же зависимость выражается следующим образом. Коэффициент корреляции между числом запусков шаттлов и потреблением гелия равен всего 0,181, а между общим числом запусков РН и потреблением гелия – 0,251 (что тоже не слишком много). Для сравнения: коэффициент корреляции между темпом роста мировой экономики и темпом роста потребления гелия равен 0,971. Напомним, что коэффициент корреляции может принимать значения от -1 до $+1$.

Резкий спад потребления гелия в аэрокосмической отрасли США в 2008 г. объясняется не завершением программы «Спейс шаттл», а общим резким сокращением запусков РН (всего 14 – самый низкий показатель с 1989 г.), что в основном связано с экономическим кризисом и политическими обстоятельствами. В 2009 г. количество запусков почти удвоилось (26), что отразилось на объемах потребления гелия в аэрокосмической отрасли. В 2010 г. снова произошло сокращение общего числа запусков (до 15-ти) и снизилось потребление гелия.

Представление о том, что США переходят на запуски РН с реактивными двигателями на твердом топливе (РДТТ) не в полной мере соответствует действительности. Ниже приведен полный перечень РН, использовавшихся США в 1980–2000-х годах.

1980-е годы

- Спейс Шаттл (полезная грузоподъемность – 3810–24400 кг) – ЖРД (водород) + Стартовый ускоритель РДТТ (с 1981 г.)
- Титан-23 Джи (до 3600 кг) – ЖРД + РДТТ (1988–2003 гг.)
- Атлас-2 (2810–6580) – ЖРД + Стартовый ускоритель РДТТ (1988–2004 гг.)
- Дельта-2 (900–6100 кг) – ЖРД + Стартовый ускоритель РДТТ (с 1989 г.)
- Титан-4 (5660–21680 кг) – ЖРД + Стартовый ускоритель РДТТ (1989–2005 гг.)

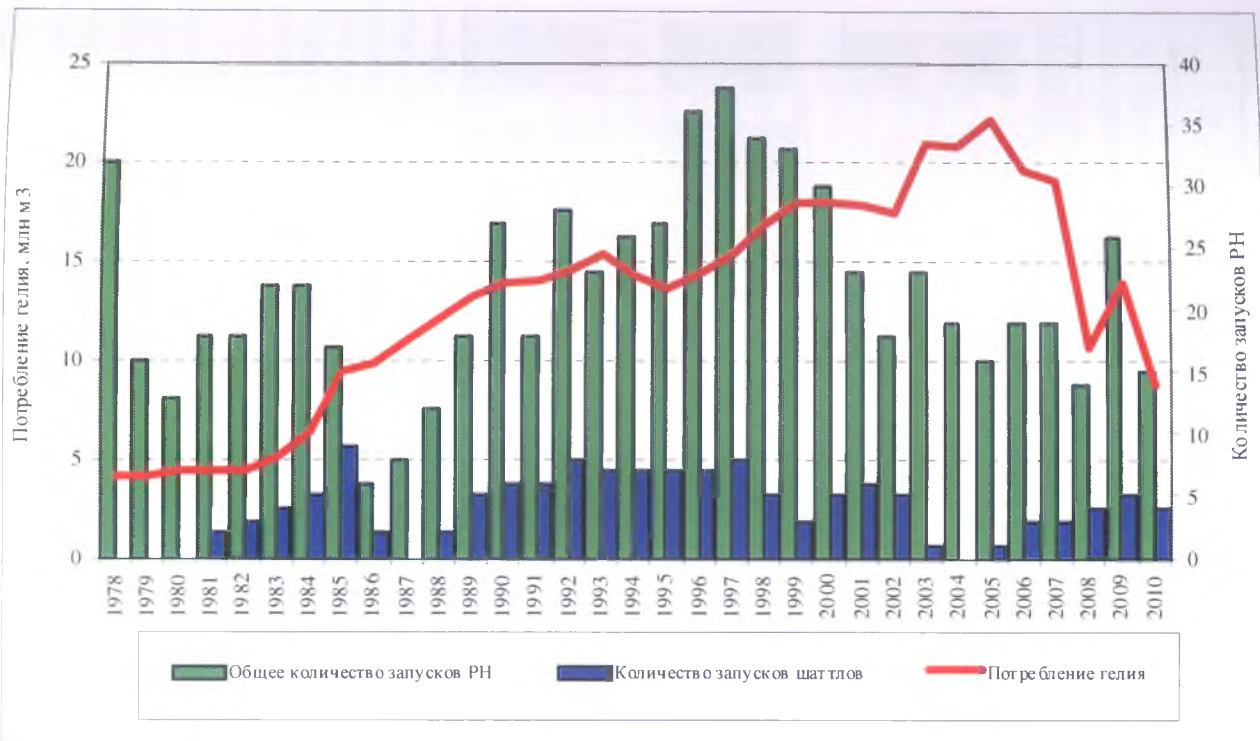
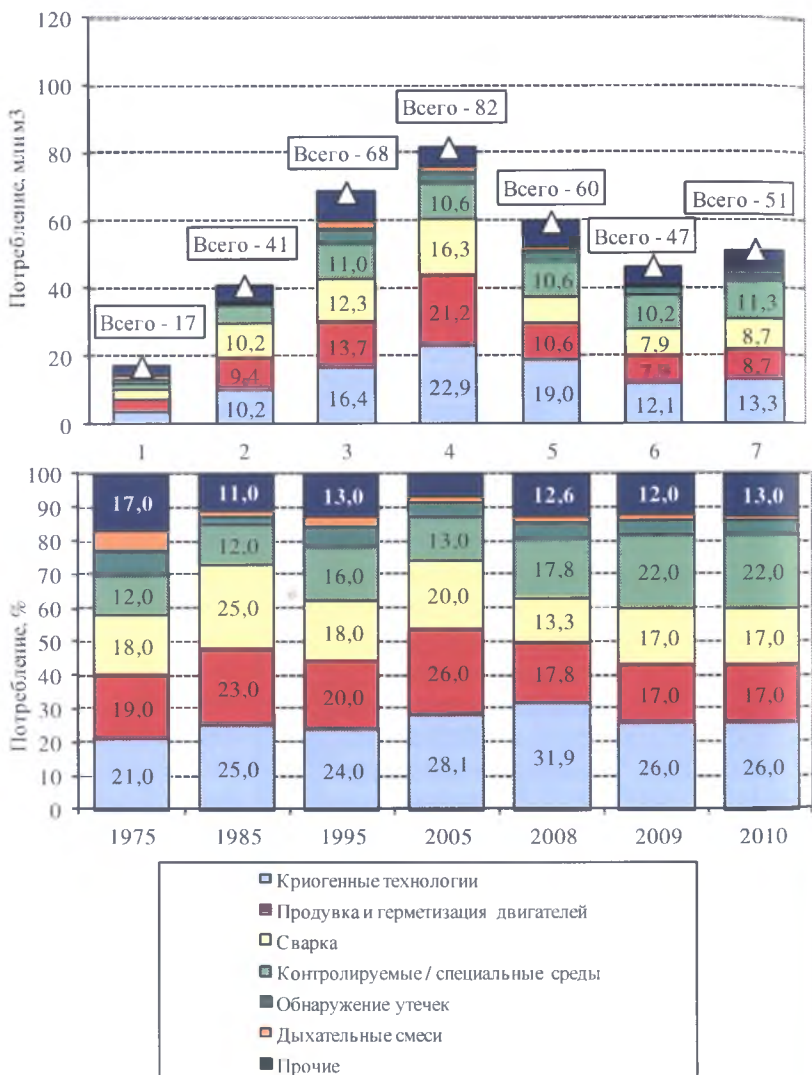


Рис. 1.8. Количество запусков РН в США и динамика потребления гелия



Источник: U.S. Geological Survey. Helium Statistics and Information. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/helium>.

Рис. 1.9. Динамика и структура потребления гелия в США по сферам использования в 1975–2010 г.

1990-е годы

- Титан-3 Си (до 12500 кг) – ЖРД + Стартовый ускоритель РДТТ (1990–1992 гг.)
- Пегас (443 кг) – запуск с самолета (с 1990 г.)
- Таурус (1320 кг) – РДТТ (с 1994 г.)
- Афина (794–1896 кг) – РДТТ (с 1995 г.)
- Дельта-3 (3810–8290 кг) – ЖРД + Стартовый ускоритель РДТТ (1998–2000 гг.)

2000-е годы

- Атлас-3 (4055–10218 кг) – ЖРД (2000–2007 гг.)
- Минотавр-2 (400 кг) – РДТТ (с 2001 г.)
- Атлас-5 (4750–29420 кг) – ЖРД (керосин/водород) + Стартовый ускоритель РДТТ (с 2002 г.)
- Дельта-4 (3900–22560) – ЖРД (водород) + Стартовый ускоритель РДТТ (с 2002 г.)
- Минотавр-1 (330–580 кг) – РДТТ (с 2006 г.)
- Минотавр-4 (1735 кг) – РДТТ (с 2009 г.)
- Арес-1 (до 24950 кг) – ЖРД (водород) + Стартовый ускоритель РДТТ (с 2014 г.)
- Арес-5 (до 188000 кг) – ЖРД (водород) + Стартовый ускоритель РДТТ (с 2018 г.)

К классу РН с РДТТ относятся только небольшие ланчеры «Афина» и «Минотавр», позволяющие выводить на околоземную орбиту до 2 т полезного груза, тогда как носители с двигателями на жидком топливе (ЖРД), коих большинство, имеют полезную грузоподъемность почти до 30 т. То есть, РН с ЖРД были и будут основными техническими средствами для освоения космоса в рамках американских программ. И во всех таких РН используется гелий в качестве охладителя, правда, в несколько меньшем количестве, чем в шаттлах (так как в качестве топлива используется не водород, а другие компоненты, например, керосин). Хотя, «Атлас-5» и «Дельта-4» тоже используют в качестве топлива жидкий водород.

Сейчас решается судьба программы «Созвездие», которая должна прийти на смену программе «Спейс шаттл». Базовым РН в новой программе является «Арес-1» с ЖРД на водороде (также как у шаттлов), а для полетов на Луну должен быть построен РН «Арес-5» – и тоже с ЖРД на водороде. Перспективы программы очень туманны из-за разногласий по вопросу о целесообразности

дальнейших пилотируемых полетов вообще и полетов на Луну, в частности. Соответственно, не прогнозируется количество запусков новых РН и связанное с этим потребление гелия.

До тех же пор пока «Аресы» не встанут «на крыло», базовыми РН для вывода космических кораблей будут уже разработанные «Атлас-5» и «Дельта-4». Кстати, 1-я ступень «Атласов» оснащается российскими двигателями РД-180, работающими на керосине (2-я ступень – двигателями RL-10 от компании Rocketdyne, работающими на водороде). О том, что американцы очень заинтересованы в ЖРД, подобных РД-180, свидетельствует тот факт, что в ближайшие 4 года они намерены наладить собственное производство.

Проведенный анализ структуры потребления наиболее емкого американского рынка показывает, что рост объемов потребления гелия в США в условиях отсутствия ресурсных ограничений наблюдался практически во всех областях применения. На рис. 1.9 приведена динамика и структура потребления гелия в США по сферам использования с 1975 г.

В наибольшей степени использование гелия увеличилось в таких высокотехнологичных отраслях как ракетно-космическая отрасль (для продувки и герметизации двигателей), в производстве оптического волокна, полупроводников (контролируемые / специальные среды), металлургии (сварка и обработка металлов) и, конечно, в производстве и обслуживании криогенной техники (магнитно-резонансная томография, фундаментальная наука, криогенные процессы в промышленности). Суммарно за рассматриваемый период объемы внутреннего спроса на гелий в США выросли практически в 5 раз (что соответствует средним темпам прироста за период 5,7% в год).

1.1.3. Анализ предложения гелия в мире

Сырьевая база гелия в мире

Оценки ресурсов и запасов гелия в мире опираются на огромный аналитический материал. В США оценки ресурсов и запасов газа, в том числе содержащегося в нем гелия, выполняются регулярно на государственном уровне Геологической службой США, подотчетной Министерству внутренних дел. Эта организа-

ция, обобщив результаты анализа более чем 22000 проб газов из месторождений в 26 странах, выполнила оценку запасов и ресурсов газа не только в США, но и в мире [44].

В России оперативный подсчет запасов открытых и разведываемых месторождений производится ежегодно. Результаты подсчета запасов проходят экспертизу и утверждение в Государственной комиссии по запасам. Вместе с тем надо отметить, что ряд стран, особенно развивающиеся страны, не ведут учет запасов и ресурсов гелия.

Сведения о текущих запасах гелия в мире приведены в табл. 1.3. При этом для территории США использованы данные Бюро минеральных ресурсов США и Геологического общества США (2009 г.), для России – статистические данные ГКЗ. Для всех регионов учтены только запасы гелия в газах с концентрацией свыше 0,02%. Из табл. 1.3 и рис. 1.10 видно, что на сегодняшний день основная часть мировых запасов гелия (86%) сосредоточена в России, Катаре, Алжире и США.

Таблица 1.3

Оценки запасов гелия в мире, млрд м³

Страна	1995	1998	2001	2003	2006
Россия	6,0	6,7	6,7	9,1	9,1
США	13,0	11,1	8,9	8,5	8,2
Алжир	2,1	2,1	3,0	3,0	8,4
Канада	2,1	2,1	2,0	2,0	2,0
Китай	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Польша	0,8	0,3	0,3	0,3	0,3
Катар	–	–	–	2,0	10,0
Другие страны	1,7	1,7	1,7	2,8	2,8
Всего по учтенным странам	26,8	25,1	23,7	28,8	41,9

Источник: U.S. Geological Survey. Helium Statistics and Information. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/helium>; для России – данные ГКЗ по категориям А+В+С₁.

При этом основной прирост запасов гелия в мире в последние годы происходил за счет расширения геологоразведочных работ в Алжире и Катаре. В то же время происходит постепенное истощение сырьевой базы в США. В период с 1995 по 2006 год объем выявленных запасов гелия в этой стране снизился на 37%. В настоящее время за исключением двух крупнейших месторождений природного газа с высокими концентрациями гелия (Райли Ридж на юго-западе штата Вайоминг и Хьюгтон в штате Техас) запасы большинства месторождений гелийсодержащего природного газа в США истощены.

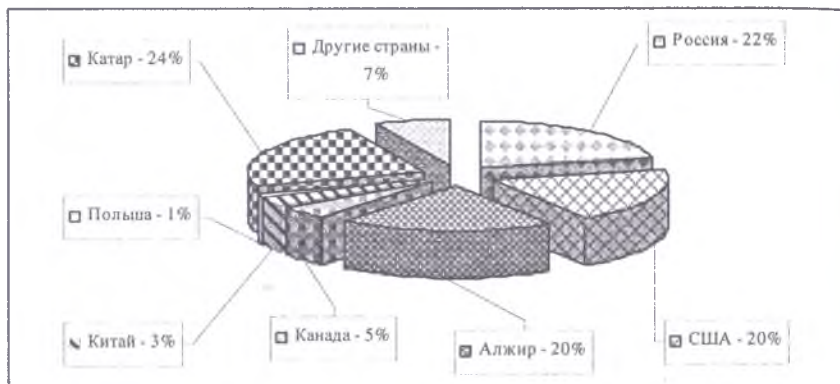


Рис. 1.10. Структура запасов гелия в мире в 2006 г.

Анализ производственных мощностей

В настоящее время крупномасштабное производство гелия в мире сосредоточено на 22 заводах, из которых 16 находятся на территории США, 2 – в Алжире (Арзев и Скикда), 1 – в Польше (Одолянов), 1 – в России (Оренбург), 1 – в Катаре (Рас Лаффан) и 1 – в Австралии (Дарвин) (табл. 1.4).

По данным Геологического общества США, по состоянию на 31 декабря 2010 г. суммарные мощности по производству гелия в мире составляли 247 млн м³ в год (табл. 1.5).

Таблица 1.4

Крупнейшие заводы по производству гелия в мире

№	Страна	Город	Год ввода в эксплуатацию	Мощность, млн м ³ /год	Примечание
1	США	Sherhan	1963	н. д.	
2	США	Otis	1964	28	Очистка гелиевого концентрата
3	США	Scott City	1965	н. д.	
4	США	Shute Creek	1986	46	
5	США	Ladder Creek	1986	12	
6	США	Satanta	1993	н. д.	
7	США	Sunray	1993	н. д.	
8	США	Lakin	1995	н. д.	
9	США	Moab	1995	4	
10	США	Keyes	1996	4	Очистка гелиевого концентрата
11	США	Fain	1997	н. д.	
12	США	Liberal	1991	39	
13	США	Ulysses	1998	36	
14	США	Rock Hill	2001	н. д.	
15	США	Offerie	н. д.	н. д.	Очистка гелиевого концентрата
16	США	Shiprock	н. д.	1	Очистка гелиевого концентрата
17	Россия	Оренбург	1977	7	
18	Польша	Odolanow	1999	4	
19	Алжир	Arzew	1995	17	
20	Алжир	Skikda	2006	7–16	
21	Катар	Ras Laffan	2005	17	
22	Австралия	Darwin	2009	4	

Источники: Speciality Gas Report, Q3, 2009. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.specialtygasreport.com>; U.S. Geological Survey. Helium Statistics and Information. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/helium>.

Таблица 1.5

Динамика изменения производственных мощностей в мире, млн м³/год

Страна/Завод	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2010
США	130	138	145	152	152	152	152	152	152	152	177	177
Остальные страны мира, в том числе:	29	29	29	29	29	29	29	46	61	61	62	70
Алжир (Арзев)	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17
Алжир (Скикда)	-	-	-	-	-	-	-	-	15	15	16	16
Польша (Одоналов)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Россия (Оренбург)	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
Катар (Рас Лаффан)	-	-	-	-	-	-	-	17	17	17	17	17
Австралия (Дарвин)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4
Всего	159	167	174	181	181	181	181	198	213	213	239	247

Источник: U.S. Geological Survey. Helium Statistics and Information. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/helium>.

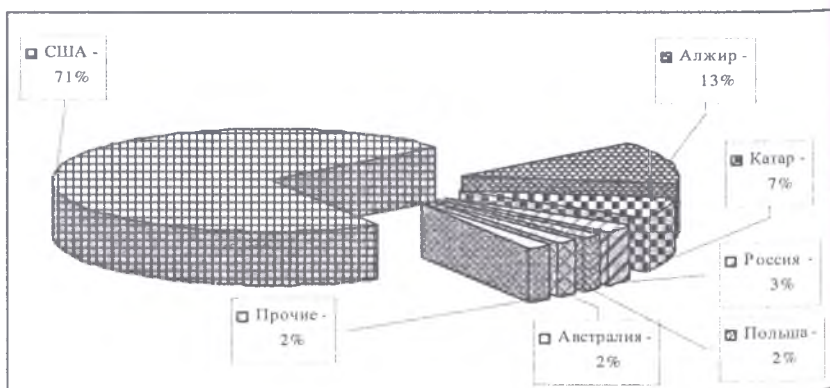


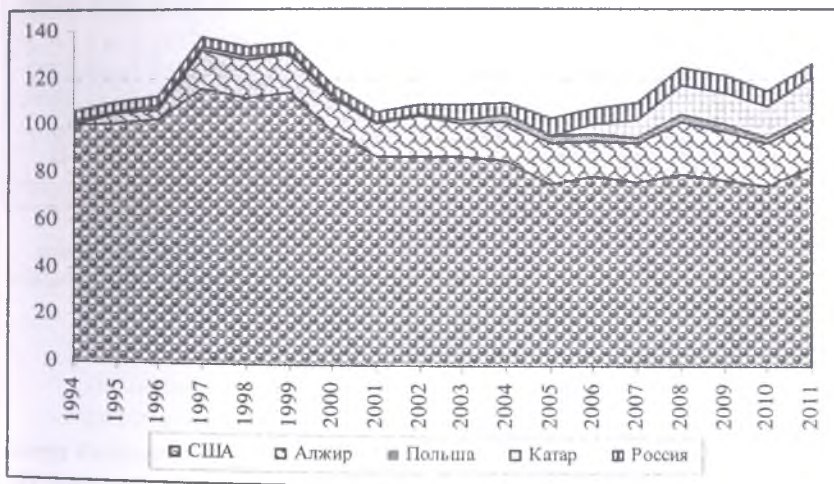
Рис. 1.11. Структура мировых мощностей по производству гелия в 2010 г.

Особенностью функционирования мировой гелиевой промышленности является монополизация рынка этого продукта США (на долю этой страны приходилось 74% мировых производственных мощностей). В значительно меньшей степени располагает производственными мощностями Алжир (14% мирового показателя), Катар (7%), Россия (3%) и Польша (2%) – рис. 1.11.

Такое положение обусловлено резкой неравномерностью в распределении ресурсов и запасов гелия между странами, а также степенью и темпами развития наукоемких технологий.

Динамика производства гелия по странам мира

С 1994 по 1999 г. производство гелия в мире увеличилось с 106 до 135 млн м³, в первую очередь за счет роста добычи в США (рис. 1.12).



Источник: U.S. Geological Survey. Helium Statistics and Information. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/helium>.

Рис. 1.12. Динамика производства гелия по странам мира в 1994–2011 гг., млн м³

Однако за последние 10 лет производство гелия в этой стране значительно сократилось, что связано с закрытием федеральной программы по гелию, приватизацией этой отрасли и сокращением сырьевой базы гелия в США. Вместе с тем, необходимо отметить, что снижение объемов производства гелия в США никак не сказывается на снижении доли этой страны на мировом рынке гелия, поскольку выпадающие объемы сырья компенсируются возрастающими объемами откачки гелия из хранилищ Клиффсайд (рис. 1.13).



Источник: U.S. Geological Survey. Helium Statistics and Information. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/helium>.

Рис. 1.13. Динамика добычи и отбора гелия из хранилищ в США в 2000–2011 гг., млн м³

Основной рост производства гелия за рассматриваемый период был достигнут за счет значительного увеличения производства в Алжире, где этот показатель вырос с 3,8 млн м³ в 1995 г. до 22,3 млн м³ в 2008 г. За последние годы существенный прирост производства гелия достигнут в Катаре. С вводом в 2005 г. гелиевого завода проектной мощностью 16–17 млн м³ в год в Рас Лаф фане катарский гелий начал поступать на рынок Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР). Основные направления мировых поставок гелия приведены на рис. 1.14.



Рис. 1.14. Основные направления мировых поставок гелия

Организационная структура рынка гелия

В целом мировой рынок гелия выстроен в соответствии со следующей технологической (операционной) цепочкой (рис. 1.15):

- извлечение гелия – извлечение неочищенного гелия при переработке природного газа;
- очистка и производство сжиженного гелия – обработка неочищенного газа и доведение содержания гелия до 99,99%; на следующем этапе происходит сжижение чистого газообразного гелия для транспортировки на дальние расстояния или использования в сжиженном виде (например, в магнитно-резонансных исследованиях);
- оптовый рынок / основное распределение – транспортировка цистернами под давлением, контейнерами ISO (ISO цистерны) крупным потребителям, перераспределительным хранилищам или портам для отправки за рубеж;
- вторичное распределение / рынок конечных потребителей – поставка баллонов под давлением, цистерн на прицепах или сосудов Дьюара (емкостью 50–500 литров) потребителям для конечного использования.

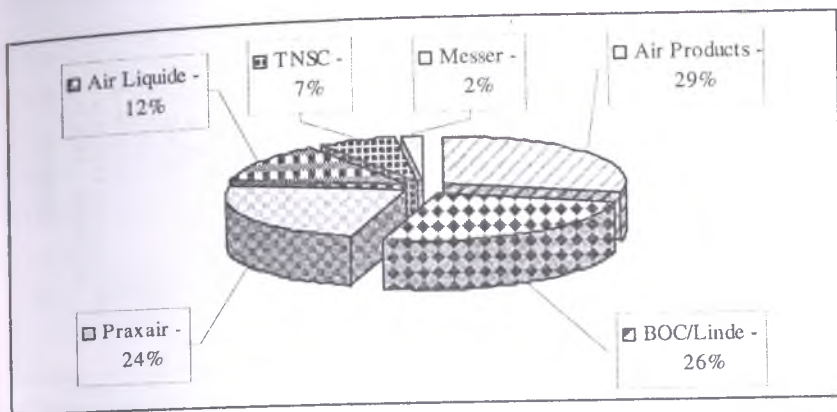


Рис. 1.15. Операционная структура мирового рынка гелия

На сегодняшний день крупнейшими игроками, делающими погоду на мировом рынке гелия, являются пять частных газовых компаний – Air Products (США), Praxair (США), BOС/Linde (Великобритания), Air Liquide (Франция) и Taiyo Nippon Sanso (Япония). Основным конкурентным преимуществом данных компаний является то, что они имеют прямой доступ к ресурсам гелия через долгосрочные контракты на поставку, заключенные с крупнейшими газовыми компаниями мира (переработчиками газа).

Остальные компании, такие как Messer (Германия), Iwatani (Япония), Sapiо (Италия), Airgas (США), Cryoinfra (Мексика), являются компаниями регионального уровня и вынуждены приобретать продукцию у вышеназванных пяти крупных газовых компаний или у независимых нефтегазовых производителей (например, Exxon, CryoG), или у Правительства Соединенных Штатов.

На рис. 1.16 приведены доли первичного распределения очищенного гелия в 2008 г.



Источник: Helium: Chemical Economics Handbook. – SRI Consulting. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sriconsulting.com>.

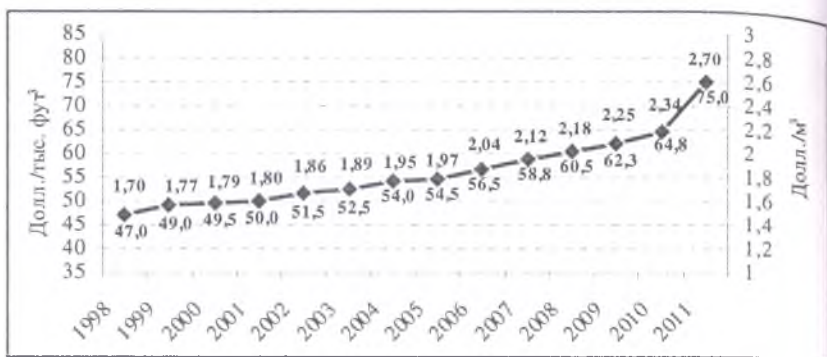
Рис. 1.16. Доступ крупнейших компаний к мировым ресурсам очищенного гелия в 2008 г., %

1.1.4. Вопросы ценообразования

Несмотря на то, что гелий является попутным компонентом и извлекается из природных газов, рынок гелия находится в очень слабой зависимости от рынка природного газа. Это относится и к вопросам ценообразования. Замедление мировой экономики в 2008–2009 гг. не оказало понижающего влияния на цены на гелий.

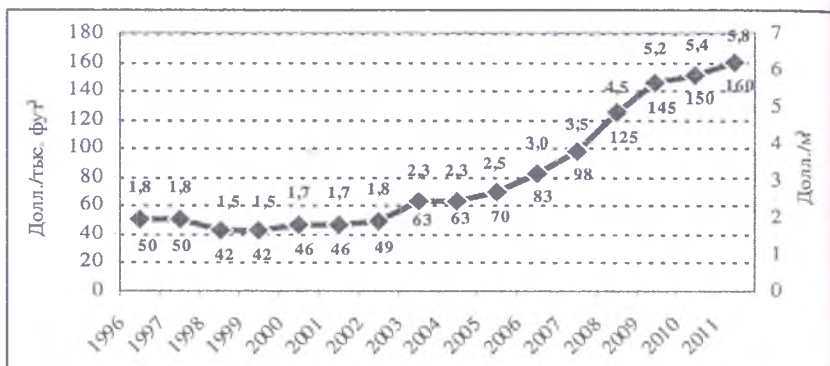
На рис. 1.17 приведены цены на неочищенный гелий американского Бюро по земельному управлению, которые являются отправной точкой для оптового рынка гелия в США. Динамика цен оптового рынка на очищенный гелий (марки «А») в США с 1996 по 2011 год приведены на рис. 1.18.

Необходимо отметить, что ценообразование на гелий на международных рынках находится под сильным влиянием американского рынка из-за значительной доли экспортных поставок гелия из США во всех крупных центрах потребления гелия в мире. Розничные цены на гелий на региональных рынках, как правило, выше цен внутреннего американского рынка в 2–3 раза, что обусловлено дальностью транспортировки, расходами на распределение гелия из местных хранилищ, оптовыми и розничными надбавками поставщиков и дистрибьюторов.



Источник: Bureau of Land Management U.S. Department of the Interior. - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.blm.gov>.

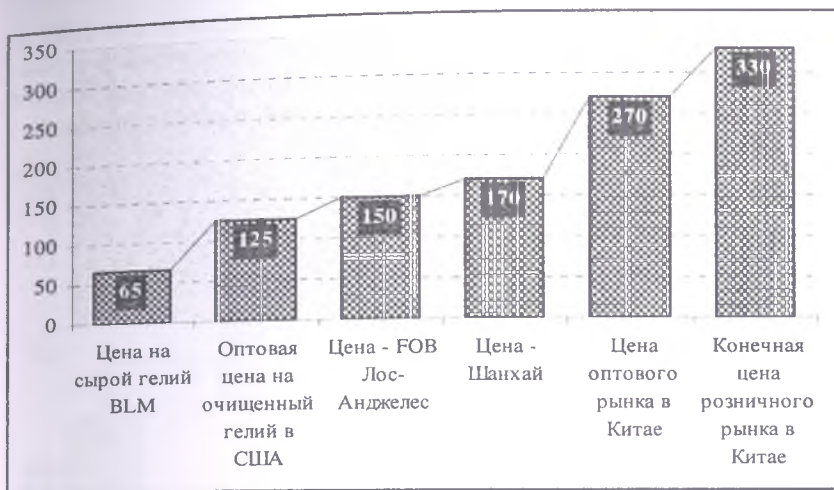
Рис. 1.17. Динамика цен на сырой гелий¹ в США в 1998–2011 гг., долл./тыс. фут³ (долл./м³)



Источник: U.S. Geological Survey. Helium Statistics and Information. - [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/helium>.

Рис. 1.18. Динамика цен на очищенный гелий в США в 1996–2011 гг., долл./тыс. фут³ (долл./м³)

¹ Сырой или неочищенный гелий, гелий-сырец, гелиевый концентрат. Следует отметить, что по российскому стандарту (ГОСТ Р 53521-2009 «Переработка природного газа. Термины и определения» [<http://protect.gost.ru/document.aspx?control=7&id=175503>]) под гелиевым концентратом понимается «газовая смесь, содержащая не менее 80% об. гелия и не более 20% об. азота, получаемая из гелийсо- р. ф держашего природного газа».



Источники: Negotiacion Pty. Ltd. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.negotiacion.com.au>; M.E.T.T.S. Pty. Ltd. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.metts.com.au>.

Рис. 1.19. Оценка основных составляющих современных цен розничного рынка в Китае, долл./тыс. фут³

В качестве действующего в настоящее время процесса ценообразования на гелий, на рис. 1.19 приведены оценки основных составляющих цен розничного рынка в Китае.

Среди основных факторов, влияющих на ценообразование на рынке гелия в ближайшей перспективе, можно выделить следующие:

- темпы экономического роста в мире и странах АТР;
- вывод на рынок новых мощностей по производству гелия в Катаре, США, Австралии;
- динамика издержек производителей гелия;
- темпы развития сектора электроники, как основного потребителя гелия в Азии;
- появление новых сфер применения гелия;
- развитие технологий замещающих использование гелия.

Попытка количественно оценить направления долгосрочного развития мирового рынка гелия с учетом комплекса основных факторов, влияющих на цены, объем спроса и предложения,

предпринята экспертами Кембриджского университета в 2007 г. в работе «Моделирование гелиевого рынка», выполненной в рамках проекта «Ресурсы гелия» [30]. Чтобы взаимоувязать основные факторы, влияющие на развитие рынка гелия, в работе предложена следующая балансовая модель:

$$Q^S_{(t+\Delta t)} = \int_t^{t+\Delta t} b \frac{dp_{(t)}}{dt} + Q^S_{(t)} \quad (1)$$

$$Q^D_{(t+\Delta t)} = - \int_t^{t+\Delta t} d \frac{dp_{(t)}}{dt} + Q^D_{(t)} \quad (2)$$

$$P_{(t+\Delta t)} = \frac{\Delta Q^D_{(t+\Delta t)} - \Delta Q^S_{(t+\Delta t)}}{b + d} + P_{(t)} \quad (3),$$

где Q^S – объем предложения гелия;

Q^D – объем спроса на гелий;

t – фактор времени;

P – цена на гелий;

b и d – расчетные параметры.

При этом спрос на гелий Q^D рассматривается как функция

$$Q^D = f(P, P_{sub}, EG, EE, EA, ER, EB) \quad (4),$$

где P – рыночная цена на гелий;

P_{sub} – цены на известные заменители гелия;

EG – эффект на спрос от развития технологий в основных отраслях-потребителях гелия;

EE – кумулятивный эффект на спрос от развития экономики в целом;

EA – влияние на спрос появления новых сфер применения гелия;

ER – влияние на спрос технологий переработки гелия;

EB – эффект на спрос от развития технологий, замещающих использование гелия.

Среди факторов, влияющих на предложение гелия, выделяются издержки на извлечение и производство, транспортные расходы, а также коэффициент, отражающий уровень использования ресурсов гелия, содержащихся в природном газе. Схематически основные связи в модели представлены на рис. 1.20. Приведенный рисунок наглядно демонстрирует, насколько комплексной и сложной является задача многофакторного анализа и прогнозирования развития глобального рынка гелия.

При этом наибольшую трудность представляет прогнозирование цен. Ценообразование на международных рынках гелия находится под сильным влиянием американского рынка из-за значительной доли экспортных поставок из США во всех крупных центрах потребления гелия в мире. В свою очередь, механизм ценообразования на гелий в США является очень сложным (регламентируется рядом законов и положений) и, по сути, находится под контролем BLM (через установление цен на сырой неочищенный гелий из государственных хранилищ). Вместе с тем, конечные цены на мировых рынках в большей степени определяются расходами на транспортировку, размером оптовых и розничных надбавок местным режимом налогообложения – поэтому они также подвержены изменениям в зависимости от регулирующих действий властей. Как следствие, при прогнозировании рынка гелия вопрос количественной оценке возможного уровня цен обычно обходится стороной при общем предположении, что цены будут расти.

1.2. РОССИЙСКИЙ РЫНОК ГЕЛИЯ

1.2.1. Производство гелия в России

В России гелий до настоящего времени извлекается из природных и попутных нефтяных газов с низким его содержанием (0,04–0,12%). До недавнего времени он вырабатывался на пяти заводах: Оренбургском гелиевом заводе, Московском ГПЗ, Сосногорском ГПЗ, Миннибаевском ГПЗ и Отраденском ГПЗ.

Основную выработку гелия обеспечивал Оренбургский гелиевый завод, остальные заводы имели небольшие производи-

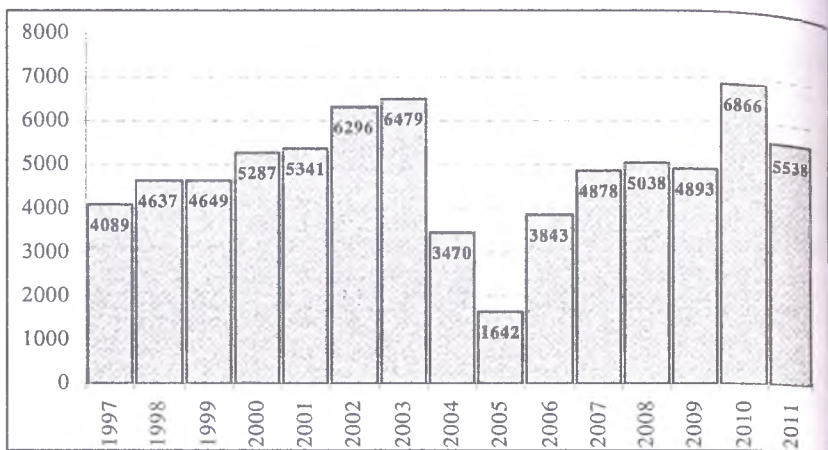
тельности по перерабатываемому газу. Для сравнения, в 1986 г. было извлечено порядка 7,7 млн м³ гелия, в том числе: из природных газов на Оренбургском гелиевом заводе – 7,095 млн м³, Московском ГПЗ – 0,189; Сосногорском ГПЗ – 0,085; из попутных нефтяных газов на Миннибаевском ГПЗ – 0,25; Отрадненском ГПЗ – 0,103 млн м³.

В настоящее время гелий извлекается только на Оренбургском гелиевом заводе. Другие заводы малой производительности из-за нехватки сырья, снижения концентрации гелия в перерабатываемом газе, а также из-за износа оборудования остановлены.

Сырьевой базой для Оренбургского гелиевого завода является Оренбургское газоконденсатное месторождение с содержанием гелия в газе – 0,055%, т. е. газ относится к «бедным» гелиеносным газам. На Оренбургском гелиевом заводе с 1977 по 1989 год были введены в эксплуатацию 6 автоматизированных установок выделения гелия из природного газа, каждая производительностью 3 млрд м³/год по перерабатываемому газу и 1,5 млн м³/год по гелию. Общая проектная мощность завода по перерабатываемому природному газу – 18 млрд м³ в год, по выработке гелия – 9 млн м³/год (при объемной доле гелия в природном газе не менее 0,055%). Дополнительной продукцией завода являются этановая фракция и широкая фракция легких углеводородов.

В настоящее время на Оренбургском гелиевом заводе находится в эксплуатации пять гелиевых блоков (один блок на первой очереди завода выведен из эксплуатации). Мощность пяти гелиевых блоков по перерабатываемому газу – 15 млрд м³/год, по выработке гелия – 7,5 млн м³/год [11].

Необходимо отметить, что в настоящее время добыча гелиеносных газов на Оренбургском и других близко расположенных месторождениях постоянно снижается. Накопленная добыча за 40 лет эксплуатации на Оренбургском газоконденсатном месторождении составила свыше 1,15 трлн куб. м «голубого топлива» и около 50 млн т жидких углеводородов. Для сохранения постоянных объемов переработки газа на Оренбургском газохимическом комплексе на него в последнее время начали подавать дополнительно газ из Казахстана с Карачаганакского газоконденсатного месторождения. Сегодня с Карачаганакского газоконденсатного месторождения на Оренбургский завод ежегодно поступает на переработку 8 млрд м³ газа, при этом содержание гелия в нем составляет 0,01% [25].



Источник: ЦБСД Росстата. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gks.ru/dbscripts/Cbsdi>.

Рис. 1.21. Динамика производства товарного гелия в России в 1997–2011 гг., тыс. м³

По данным Росстата, объем производства газообразного гелия в России в 2011 г. составил 5538 тыс. м³ (рис. 1.21).

Сокращение объемов производства в 2004–2005 гг. вызвано произошедшей 21 августа 2004 г. аварией, повлекшей за собой временную остановку работы Оренбургского ГПЗ. На полное восстановление и реконструкцию предприятия потребовалось около двух лет. Восстановление первого пускового комплекса завода было завершено в сентябре 2004 г., второго – в апреле 2005 г., третьего – в мае 2006 г. Общая сумма инвестиций в модернизацию гелиевого завода составила 11,4 млрд руб. После проведенной реконструкции проектная мощность гелиевого завода позволяет ежегодно производить следующие объемы основных видов продукции: 340 тыс. т этана, 1 млн т широкой фракции легких углеводородов, 6,5 млн м³ гелия. В настоящее время загрузка производственных мощностей по производству гелия на Оренбургском гелиевом заводе составляет 77,5%.

Крупнейшим производителем жидкого гелия в России является ООО «Криор», перерабатывающее около 2/3 оренбургского гелия. Первые установки по сжижению гелия на Оренбургском гелиевом заводе компанией «Криор» были введены в эксплуата-

цию в 1993 г. В настоящее время производственная мощность компании по ожижению гелия составляет 10 млн л/год. В 2008 г. объем производства жидкого гелия в России составил 12396 м³ (в жидком виде) [17].

В настоящее время компания «Криор» реализует проект по строительству гелиевой станции в районе северного промышленного узла г. Находка. Она включает воздухоразделительное, гелиевое, ремонтно-аттестационное и сервисное производства, складское и энергетическое хозяйство, а также производство адсорбционных установок и технических газов и смесей. Находкинская станция будет осуществлять прием и обслуживание контейнеров с гелием из Восточной Сибири, предназначенных для отправки через морские порты в страны Азиатско-Тихоокеанского региона. По предварительным данным, мощность гелиевой станции составит 7 млн м³ жидкого гелия в год. Предполагается, что в первые годы станция будет работать на оренбургском гелии и обслуживать преимущественно внутренние региональные потребности, на что пойдет до 60–70% производимого газа, и только 30–40% будет направляться на экспорт [4]. С началом реализации восточно-сибирских проектов, основным направлением деятельности Находкинской гелиевой станции станет обслуживание экспортных потоков гелия в страны АТР.

Ключевой проблемой действующих гелиевых производств в России является их невысокая экономическая эффективность относительно крупнейших зарубежных конкурентов. Дело в том, что затраты на производство гелия обратно пропорциональны его концентрации в перерабатываемом природном газе. В перерабатываемом в России газе концентрация гелия в 8–15 раз ниже, чем в США. Поэтому при примерно сходных технологии и технической оснащённости гелиевых заводов себестоимость гелия в России в среднем в 10 раз выше.

Себестоимость гелия также зависит от комплексности переработки (дополнительное извлечение этана, тяжелых углеводородов, серы и др.), производительности установок, количества исходных загрязняющих примесей в газе, месторасположения завода, местных условий газопотребления и газотранспорта. Ориентировочные энергозатраты на выделение гелия из газов, содержащих 0,02%; 0,05; 0,35% гелия, составляют 250, 100 и 18 кВт•час/м³, соответственно.

В этой связи особое значение с точки зрения дальнейшего развития гелиевых производств в России имеют месторождения Восточной Сибири с высоким уровнем концентрации гелия (от 0,2 до 0,6%). По своему гелиевому потенциалу они сопоставимы только с рядом месторождений США.

1.2.2. Сырьевая база гелия в России

Основные гелиевые газогеохимические провинции России связаны с нефтегазоносными бассейнами Восточно-Европейской и Сибирской платформ. Из разведанных в России месторождений природного газа в качестве источника гелия могут рассматриваться 176 объектов (табл. 1.6). Гелий учитывается в растворенном газе при содержании не менее 0,035%, в свободном (включая газ газовых шапок) – не менее 0,05% [6].

На 1 января 2003 г. объем запасов гелия в России по категориям А+В составлял 322,6 млн м³, по категориям А+В+С₁ – 9075,5 млн м³, С₂ – 7894,8 млн м³. Основное количество запасов гелия сосредоточено в Сибирском федеральном округе – более 50% (около 4490 млн м³) всех запасов гелия в России. Кроме того, значительными запасами этого газа располагает Дальневосточный ФО, прежде всего Республика Саха (Якутия) – 3169 млн м³ (35% общероссийского показателя). По 7% всех запасов гелия в России приходится на Приволжский ФО (главным образом на Оренбургскую область) и Южный ФО (прежде всего на Астраханскую область). В распределенном фонде недр находится 61,67% запасов гелия категорий А+В+С₁. Остаток запасов, утвержденных ГКЗ и ЦКЗ, составляет 5426,3 млн м³ (59,79% разведанных запасов, учтенных балансом). Начальные запасы 16 основных месторождений гелия в России (с начальными извлекаемыми запасами категорий А+В+С₁ более 30 млн м³) составляли 9403 млн м³. Объемы добычи и потери газа с начала разработки находятся на уровне 673 млн м³. В настоящее время на этих месторождениях сосредоточено более 96% всех запасов гелия в России. К крупнейшим гелиевым месторождениям России относятся: Ковыктинское в Иркутской области – объем разведанных запасов категорий А+В+С₁ – 3381 млн м³, Чайандинское в Респуб-

лике Саха (Якутия) – 1848 млн м³, Собинское в Эвенкийском АО – 795 млн м³, Астраханское в Астраханской области – 625 млн м³, Среднеботуобинское в Республике Саха (Якутия) – 606 млн м³, Оренбургское в Оренбургской области – 461 млн м³, Тас-Юряхское в Республике Саха (Якутия) – 409 млн м³.

Таблица 1.6

**Территориальная структура запасов гелия в России
(по состоянию на 01.01.2003 г.) [6]**

Субъект Федерации	Число месторождений	Запасы по категориям, млн м ³				
		A+B	A+B+C ₁			C ₂
			всего	доля запасов по России, %	остаток утвержденных запасов	
1	2	3	4	5	6	7
Северо-Западный ФО	17	3,28	52,82	0,58	46,97	7,45
Ненецкий АО	5	–	39,71	0,44	39,56	2,39
Республика Коми	12	3,28	13,12	0,14	7,42	5,06
Южный ФО	7	65,6	644,96	7,11	464,98	257,56
Волгоградская область	2	0,41	0,53	0,01	–	–
Ростовская область	3	–	17,4	0,19	14,91	0,67
Республика Калмыкия	1	0,43	1,5	0,02	1,4	–
Астраханская область	1	61,77	625,54	6,89	448,67	256,89
Приволжский ФО	125	256,74	616,9	6,8	556,96	13,68
Пермская область	6	1,31	37,36	0,41	33,75	7,75
Удмуртская Республика	6	0,06	35,34	0,39	35,25	0
Республика Татарстан	4	5,78	5,84	0,06	4,67	0,02
Самарская область	33	3,8	5,5	0,06	3,65	0,2
Саратовская область	31	5,32	9,79	0,11	4,24	0,78
Республика Башкортостан	18	2,01	22,67	0,25	1,32	0,2
Оренбургская область	27	238,45	500,4	5,51	474,1	4,74

Окончание табл. 1.6

1	2	3	4	5	6	7
Уральский ФО	3	–	1,09	0,01	0,77	0,34
Ямало-Ненецкий АО	1	–	0,77	0,01	0,77	0,34
Свердловская область	2	–	0,32	–	–	–
Сибирский ФО	11	–	4590,43	50,58	1447,7	1960,82
Эвенкийский АО	2	–	846,73	9,33	777,82	111,72
Иркутская область	9	–	3743,7	41,25	669,89	1849,1
Дальневосточный ФО	13	–	3169,26	34,92	2908,95	5654,94
Республика Саха (Якутия)	13	–	3169,26	34,92	2908,95	5654,94
Всего по РФ	176	322,62	9075,46	100	5426,33	7894,79

Основная часть запасов гелия категорий А+В+С₁ заключена в залежах свободного газа – 6637,6 млн м³ (73,14%). В газе газовых шапок содержится 2398,5 млн м³ (26,43%), в растворенном в нефти газе – 39,4 млн м³ (0,43%).

В отличие от Сибирского, Приволжского и Южного федеральных округов, где гелий сосредоточен преимущественно в свободном газе, в Дальневосточном ФО, прежде всего в Республике Саха (Якутия), этот газ находится в газовых шапках нефтегазоконденсатных месторождений. Более 80% всего гелия в России, находящегося в растворенном состоянии в газе, приходится на Приволжский ФО, главным образом на Оренбургское месторождение.

В стратиграфическом отношении запасы гелия Южного, Приволжского и Сибирского федеральных округов приурочены в основном к палеозойским продуктивным отложениям. В Республике Саха (Якутия) запасы этого газа сосредоточены в докембрийских отложениях. В целом на долю палеозоя приходится более 58% всех запасов гелия в России, докембрия – около 42%.

Почти все выявленные запасы гелия связаны с углеводородными газами и лишь 36,4 млн м³ (0,4% учтенных запасов по категориям А+В+С₁) – с азотными. Все месторождения азотного газа расположены на территории Приволжского ФО в Удмуртской республике и Башкортостане. Содержание гелия в азотном газе изменяется в интервале 0,044–0,146%. Продуктивными являются среднекаменноугольные отложения.

Газы месторождений Оренбургской и Астраханской областей достаточно бедные и содержат в среднем 0,05% гелия, азотные газы месторождений Удмуртской республики и Башкортостана – 0,1–0,2%. Природные и попутные газы месторождений Саратовской и Самарской областей, Республики Коми содержат 0,3–0,4% гелия, однако его общие запасы относительно невелики. Газы Западной Сибири небогаты гелием (0,01–0,02%), поэтому они неперспективны для промышленного извлечения гелия, несмотря на их колоссальные запасы.

1.2.3. Потенциал производства гелия

Потенциал производства гелия в России определяется уровнем и структурой его запасов, в свою очередь зависящих от объема запасов месторождений природного газа и содержания гелия в природном газе. Как уже отмечалось выше, содержание гелия в природном газе определяет экономическую целесообразность его утилизации.

В целом по России потенциал ежегодной добычи гелия по крупнейшим месторождениям с начальными извлекаемыми запасами категорий А+В+С₁ более 30 млн м³ оценивается в 380–390 млн м³ (табл. 1.7).

На месторождениях Эвенкийского АО и Иркутской области этот показатель может составить около 170 млн м³, Республики Саха (Якутия) – около 180 млн м³. Содержание гелия на этих месторождениях варьируется от 0,19–0,26% на Среднеботуобинском (газовая шапка) и Ковыктинском месторождениях до 0,58–0,67% на Собинском и Среднеботуобинском (свободный газ).

В Южном ФО достаточно высоким потенциалом ежегодной добычи гелия (23,4 млн м³) характеризуется Астраханское газоконденсатное месторождение (Астраханская область). Однако его отличают и наиболее низкие показатели содержания гелия в природном газе (0,02–0,023%) среди крупнейших гелийсодержащих месторождений России.

В настоящее время добыча гелия в России ведется только в Приволжском ФО на Оренбургском месторождении. Потенциал месторождения по гелию используется только на 45%. Остальная часть сырья не утилизируется. Другие месторождения округа характеризуются незначительным потенциалом добычи и низким содержанием гелия в природном газе.

Таблица 1.7

**Потенциал годового производства гелия на основных
месторождениях в России
(с начальными извлекаемыми запасами
категорий А+В+С₁ более 30 млн м³) [6]**

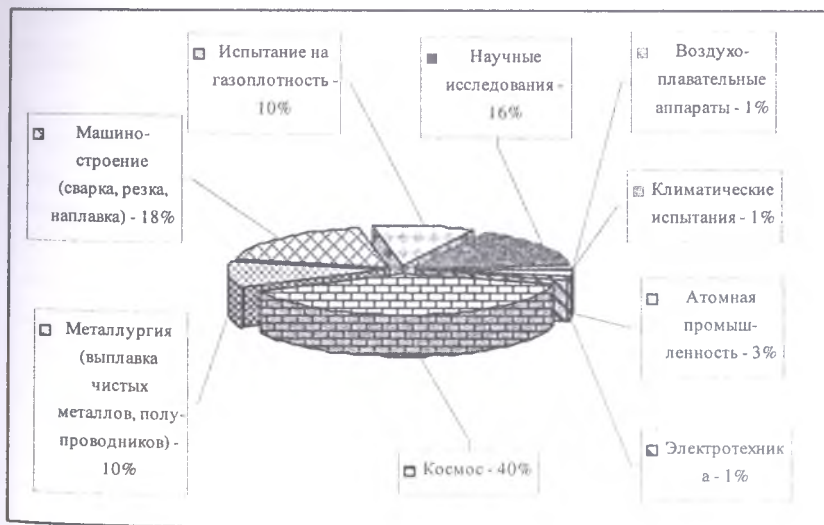
Месторождение, его тип	Потенциал годового производства, млн м ³ /год	Доля месторождения, %	Содержание гелия в природном газе, %
Северо-Западный ФО	1,1	0,3	0,041
Ванейвисское	1,1	0,3	0,041
Южный ФО	23,4	6	0,02–0,023
Астраханское	23,4	6	0,02–0,023
Приволжский ФО	15,4	4	...
Чутырско-Киенгопское	0,9	0,2	0,104–0,128
Ромашкинское	0,2	0	0,042
Оренбургское – НГК	14,3	3,7	0,053
Сибирский ФО	167,5	43,1	...
Пайгинское – НГК	1,6	0,4	0,52–0,65
Собинское – НГК	26,4	6,8	0,56–0,58
Марковское – НГК	1,4	0,4	0,3
Ярактинское – НГК	2,9	0,7	0,226
Дулисьминское – НГК	5	1,3	0,26
Ковыктинское – ГК	130,2	33,5	0,26
Дальневосточный ФО	181,3	46,7	...
Талаканское – НГК	3,6	0,9	0,24–0,399
Верхневилучанское – НГ	4,7	1,2	0,12–0,17
Тас-Юряхское – НГК	13,5	3,5	0,38–0,39
Среднеботуобинское – НГК	19,5	5	0,19–0,67
Чаяндинское – НГК	140,1	36	0,43
Всего по РФ	388,7	100,0	...

1.2.4. Потребление гелия в России

Объем потребления гелия находится в прямой зависимости от состояния экономики, от уровня развития техники и технологии государства. Максимальный объем потребления гелия в СССР приходился на 1988 г., когда его потребление составляло более 4 млн м³. В дальнейшем использование гелия неуклонно уменьшалось и к 1995 г. составило 1,8 млн м³.

В результате системного кризиса в России, охватившего практически все области народного хозяйства, произошло существенное снижение потребления гелия прежде всего у таких крупных потребителей как машиностроение, металлургия. Негативное влияние на спрос также оказало значительное сворачивание космических программ. В связи с этим в середине 2000-х годов использование гелия в России упало до 0,9 млн м³/год [13].

За последние 20 лет структура использования гелия в России существенно изменилась. Так, в 1985 г. около 40% всего потребления приходится на сжатие и продув технологических систем, в значительной мере в космонавтике (рис. 1.22). Другой отраслью,



Источник: [13].

Рис. 1.22. Структура использования гелия по отраслям внутри страны в 1985 г.

использующей в значительных количествах гелий (18% всего потребления), было машиностроение. Здесь этот газ применяется в основном при сварке, резке и наплавке. Кроме того, большие объемы этого сырья задействованы в металлургии при выплавке чистых металлов и полупроводников.

В 2009 г. объем потребления газообразного гелия в России составил 1332,940 тыс. м³ (табл. 1.8).

Таблица 1.8

**Объемы потребления газообразного гелия в 2009 г.
по отраслям и сферам использования [17]**

Сфера использования	Объем, тыс. м ³	Доля от общего объема, %
Атомная промышленность	641,2	48,1
Судостроение	241,8	18,1
Научные исследования	99,7	7,5
Ускоритель элементарных частиц	95,2	7,1
Космостроение	70,2	5,3
Наполнение воздушных шаров	44,4	3,3
Технологический цикл производства	39,2	2,9
Производство циркониевых изделий	29,9	2,2
Технические газы, газовые смеси	23,3	1,8
Электротермические установки	12,1	0,9
Производство взрывчатых веществ	10,5	0,8
Торговля оборудованием	10,3	0,8
Криогенные системы	7,7	0,6
Сварочное оборудование	7,5	0,6
Итого	1 332,9	100,0

На сегодняшний день основными отраслями использования газообразного гелия являются атомная промышленность и судостроение. В совокупности на две данные отрасли приходится 66,2% от общего объема потребления. В атомной промышленности гелий используется для обслуживания реактора и при производстве обогащенного урана.

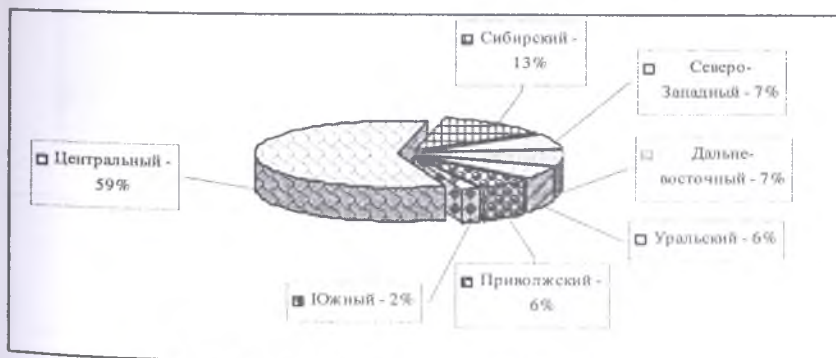
Что касается жидкого гелия, то в 2009 г. объем его потребления в России составил 2355 м³. В России основными отраслями потребления жидкого гелия являются: медицина (магнитно-резонансная томография), научные исследования (спектрометры), ускорители элементарных частиц (табл. 1.9).

Таблица 1.9

Объемы потребления жидкого гелия в 2009 г. по отраслям и сферам использования [17]

Сфера использования	Объем, м ³	Доля от общего объема, %
Медицина	1 413	60,0
Научные исследования	353	15,0
Ускорители элементарных частиц	589	25,0
Итого	2 355	100,0

В территориальном разрезе более половины всех отгрузок гелия на внутреннем рынке приходится на Центральный ФО (рис. 1.23).



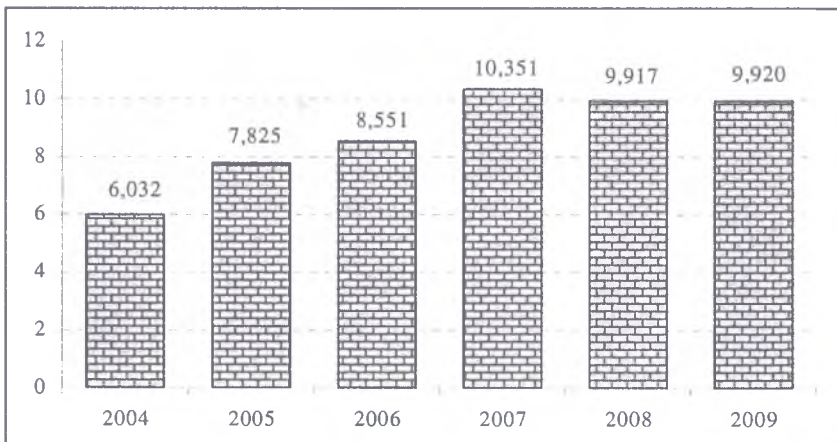
Источник: Рынок сжатого гелия в России [17].

Рис. 1.23. Структура железнодорожных отгрузок гелия по федеральным округам в 2008 г.

Более половины от объема потребляемого в России гелия приходится на Москву, Московскую и Белгородскую области. Кроме того, в качестве крупных потребителей также можно выделить регионы с высоким промышленным и научно-техническим потенциалом – Санкт-Петербург, Ленинградская, Архангельская, Иркутская, Новосибирская, Свердловская области, Хабаровский и Приморский края.

1.2.5. Характеристика экспортных поставок гелия

Основной объем российского гелия поставляется на экспорт в жидкой форме. До 2008 г. объемы экспорта жидкого гелия из России уверенно возрастали, в среднем на 20% ежегодно. Замедление темпов роста в 2008 г. и небольшое сокращение объемов потребления гелия в Европе в 2009 г. в результате финансово-экономического кризиса сказались и на объемах поставок из России в 2008 и 2009 годах (рис. 1.24).



Источник: Рынок сжатого гелия в России [17].

Рис. 1.24. Динамика экспорта жидкого гелия из России в 2004–2009 гг., тыс. м³

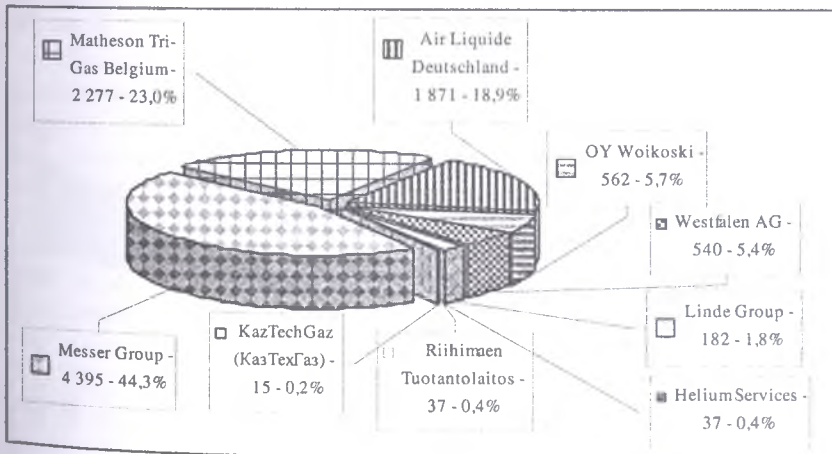
Основной объем экспорта жидкого гелия приходится на Германию, Австрию и Бельгию. В совокупности на данные страны приходится 77,9% от всего объема экспорта жидкого гелия в 2009 г. (табл. 1.10).

Таблица 1.10

Основные направления российского экспорта
жидкого гелия в 2009 г.

Страна-потребитель	Объем экспорта, м ³	Доля от общего объема экспорта, %
Германия	3 447	34,7
Австрия	2 605	26,3
Бельгия	1 671	16,8
Франция	1 149	11,6
Швейцария	729	7,3
Финляндия	305	3,1
Казахстан	16	0,2
Итого	9 920	100,0

Основным поставщиком жидкого гелия на экспортные рынки является ООО «Криор». Структура экспортных поставок продукции данной компании в 2008 г. приведена на рис. 1.25.



Источник: Рынок сжатого гелия в России [17].

Рис. 1.25. Основные компании-получатели российского жидкого гелия, экспортируемого компанией «Криор» в 2008 г., м³ (%)

Основным контрагентом компании «Криор» в Европе является немецкая компания «Мессер», на долю которой приходится 45% российского экспорта жидкого гелия. Также крупными потребителями являются Бельгийская компания «Матесон Три-Газ Белгиум» (23%) и немецкое подразделение французской компании «Айр Ликид» (19%).

1.2.6. Прогноз развития рынка гелия в России

По оценкам Федерального агентства по промышленности, динамика роста потребления гелия внутри России до 2020 г., учитывая текущие потребности в медицине, научных исследованиях, космических разработках, металлургии, перспективные проекты в машиностроении и других отраслях народного хозяйства, не превысит 5–6% в год [3].

Потенциальный спрос на гелий в России после 2020 г. во многом будет зависеть от хода научно-технического прогресса в стране и в мире, уровня развития высокотехнологичных отраслей экономики страны, появления новых прогрессивных технологий, приводящих к увеличению или сокращению потребления гелия. В этой связи, прогнозируемый объем потребления гелия в России может находиться в достаточно широком диапазоне от 5 до 10 млн м³ в год (рис. 1.26).

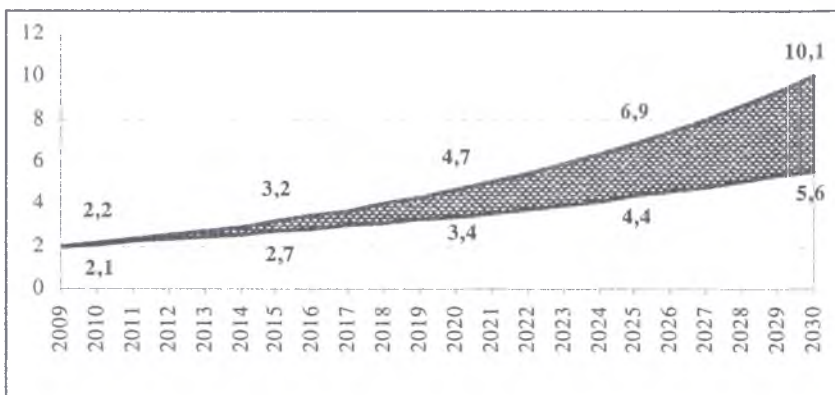


Рис. 1.26. Прогноз внутреннего спроса на гелий в России до 2030 г., млн м³

Вместе с тем, учитывая относительно невысокий уровень спроса на гелий внутри страны по сравнению с мировыми лидерами, дальнейшее развитие российского рынка гелия будет происходить в первую очередь под влиянием расширяющегося мирового спроса (в основном со стороны стран АТР).

Учитывая уровень концентрации гелия в разведанных запасах месторождений природного газа Восточной Сибири и Республики Саха (Якутия), с началом освоения гелиеносных месторождений Россия может стать крупнейшим производителем и экспортером гелия в мире. Уже при уровнях добычи природного газа 30–50 млрд м³ в год из недр будет извлекаться 90–120 млн м³ гелия, что на сегодняшний день составляет более половины от годовой мировой потребности в этом газе.

1.3. АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ МИРОВОГО РЫНКА ГЕЛИЯ

1.3.1. Прогноз потребления гелия в мире

Для оценки прогнозных показателей развития рынка гелия на период до 2030 г. разработана и использована имитационная модель, в рамках которой алгоритм расчета целевых показателей спроса и предложения увязывается с ключевыми макроэкономическими параметрами развития мировой и российской экономики, а также с производственно-технологическими показателями развития гелиевой отрасли. Так прогноз потребления гелия в мире выполнен на основе сценарных условий функционирования экономики РФ с учетом тенденций развития мировой экономики и мировых рынков [22]. Рассмотренные варианты прогноза определяются следующими параметрами:

- темпами роста мировой экономики (на основе прогнозных значений Минэкономразвития РФ);
- степенью корреляции темпов роста потребления гелия с показателями экономического развития.

Необходимо отметить, что выполненный ретроспективный анализ развития рынка гелия показал, что темпы роста потребления гелия во многом зависят от жесткости имеющихся ресурсных ограничений со стороны предложения. Вместе с тем, даже в условиях ослабления ресурсных ограничений, темпы роста гелиевого рынка, как правило, не превышают темпов роста экономики в целом. Полученные варианты прогноза темпов роста мирового потребления гелия подтверждают данную гипотезу (рис. 1.27).

Первый вариант прогноза характеризуется самыми низкими из рассматриваемых сценариев темпами роста мировой экономики. Согласно полученным оценкам, суммарные объемы потребления гелия в 2030 г. достигнут 279–298 млн м³ (рис. 1.28).

Повышение темпов экономического роста в рамках второго варианта прогноза на 0,3–0,4% по сравнению с первым вариантом приводит к увеличению потребления гелия к 2030 г. до 302–324 млн м³ (рис. 1.29).

Третий вариант прогноза основывается на инновационном сценарии развития мировой и российской экономики, что предполагает высокие темпы развития высокотехнологичных отраслей и, как следствие, повышение уровня использования гелия. Как показывают выполненные расчеты, в рамках данного сценария объем мирового спроса на гелий к концу прогнозного периода может составить 355–395 млн м³ (рис. 1.30).

Базовым вариантом прогноза можно считать вариант 2 (с подвариантом 2_1), поскольку он опирается на исходные параметры, являющиеся базовыми в вариантах сценарных условий развития экономики по версии Минэкономки РФ [22].

Во всех вариантах прогноза наибольшие темпы роста спроса на гелий ожидаются в странах АТР, особенно со стороны Китая – наиболее динамично развивающейся страны в Азии и в мире в целом. Развитие собственных космических и ядерных программ, увеличение уровня и качества здравоохранения в стране, развитие машиностроения, а также других отраслей народного хозяйства приведет к опережающему росту потребления гелия в этой стране. Среднегодовые темпы роста в Китае могут достигать 8–9%.

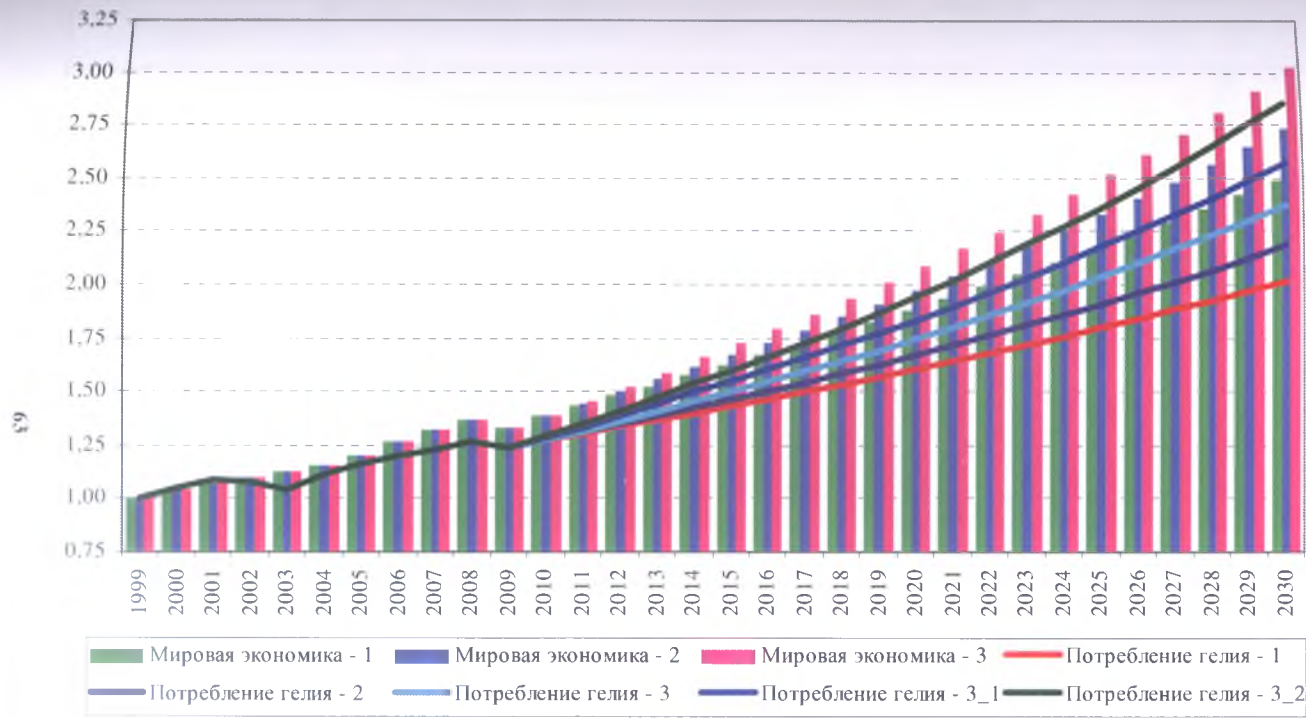


Рис. 1.27. Динамика темпов роста мировой экономики и темпов роста потребления гелия в мире по вариантам прогноза (1999 г.=1,00)

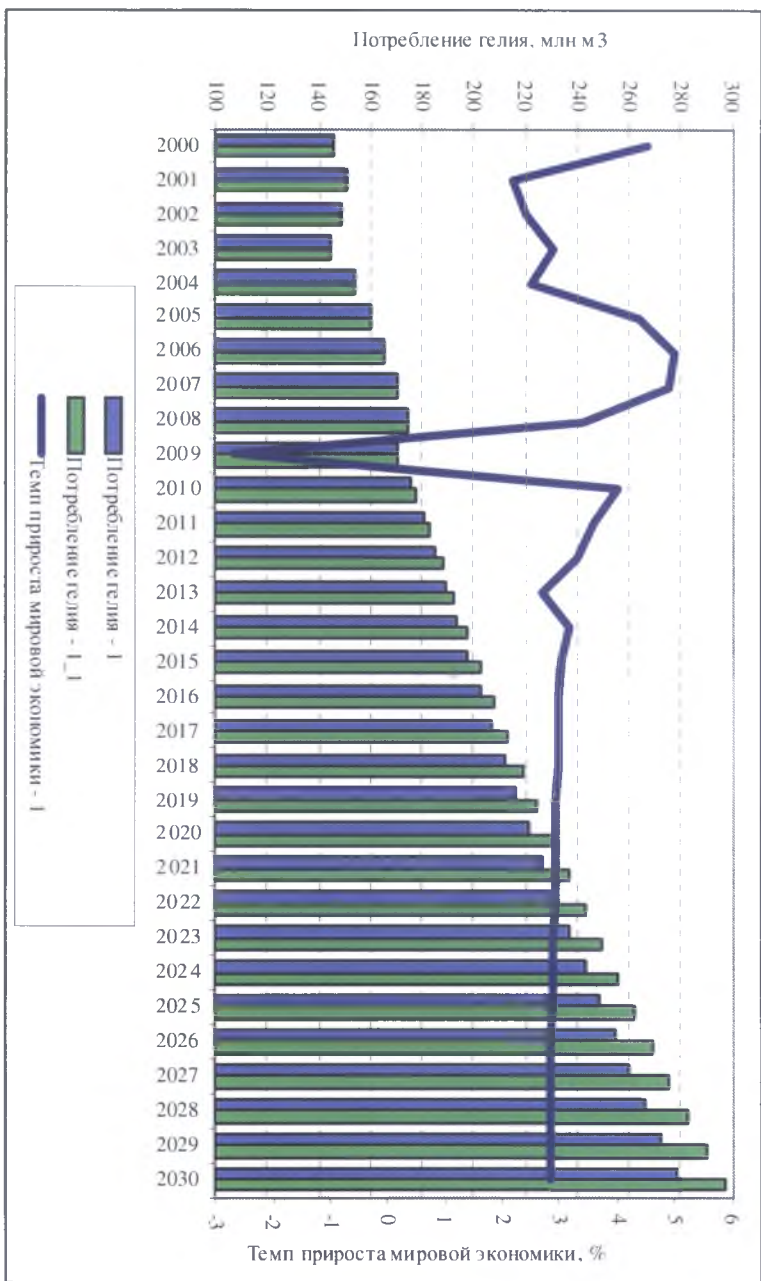


Рис. 1.28. Прогнозная динамика потребления гелия в мире (Вариант 1)

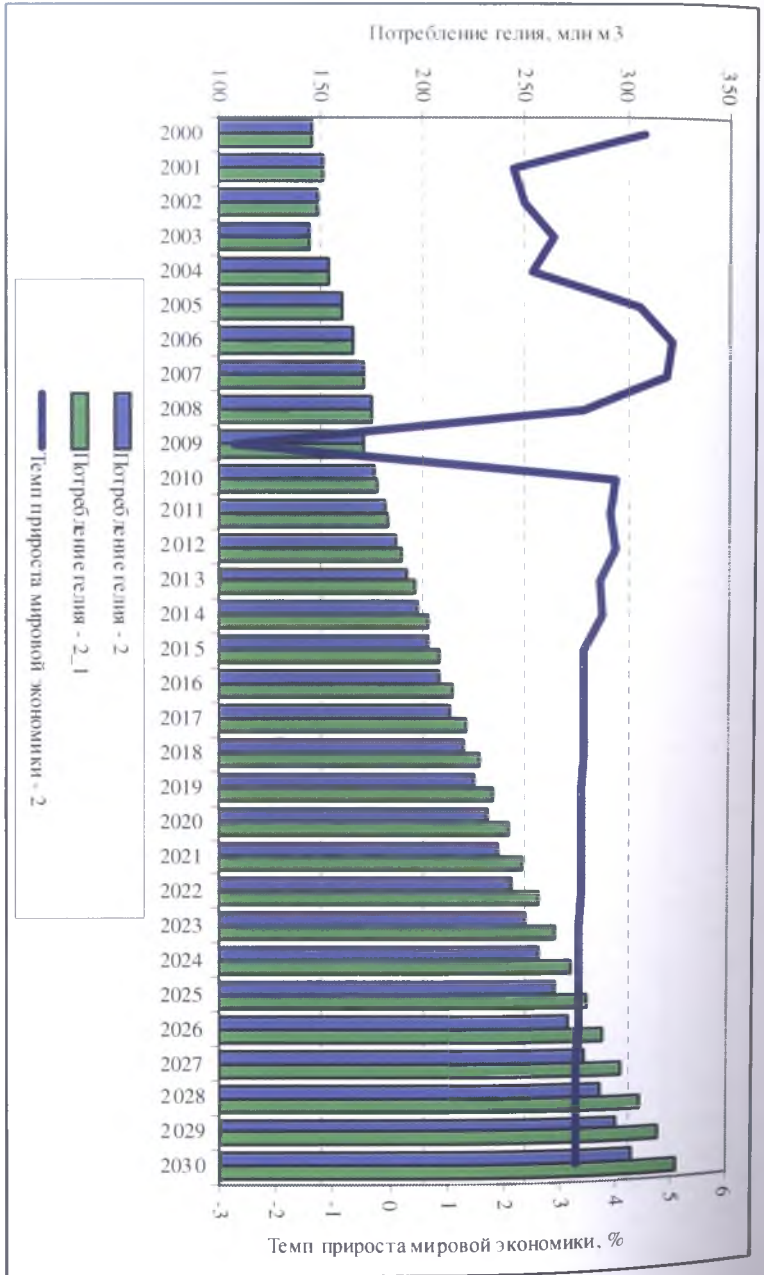


Рис. 1.29. Прогнозная динамика потребления газа в мире (Вариант 2)

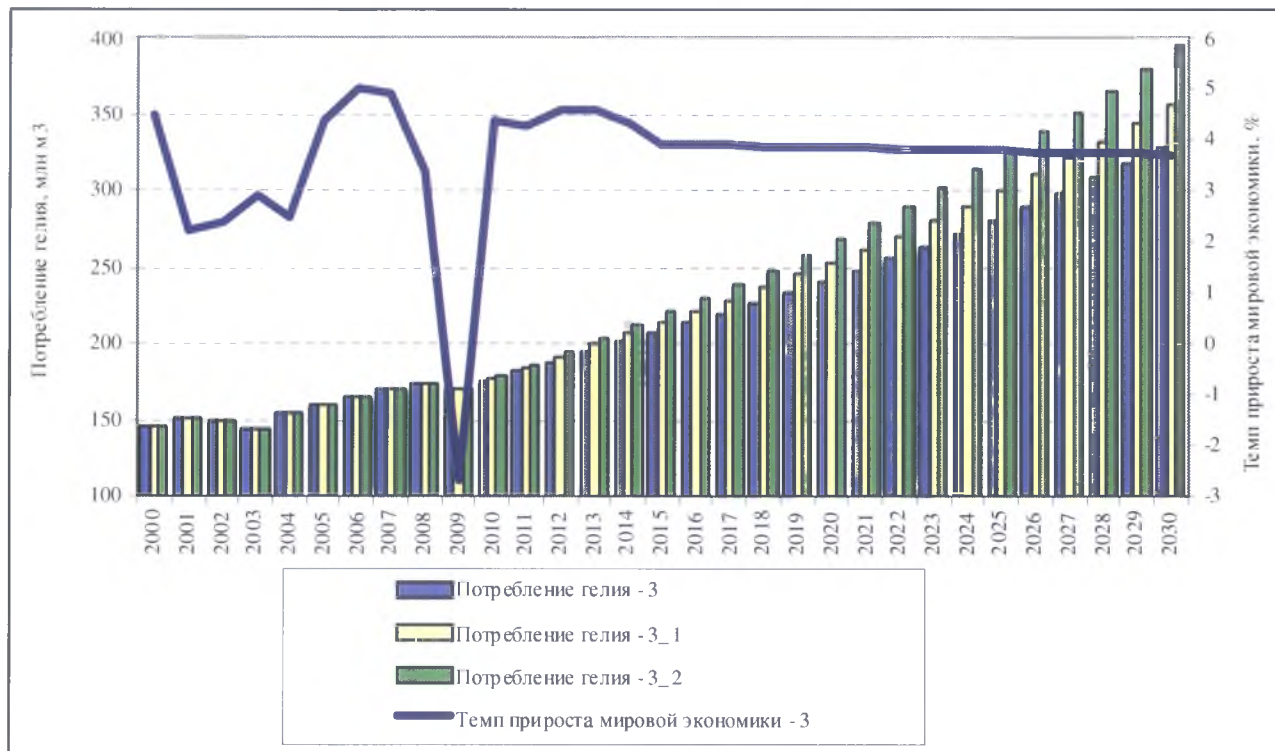


Рис. 1.30. Прогнозная динамика потребления гелия в мире (Вариант 3)

Индия – менее динамично развивающаяся страна АТР. В то же время наличие значительного населения будет способствовать росту количества медицинских программ, активно использующих гелий. Это наряду с высокими темпами роста промышленности может привести к ежегодному возрастанию спроса на гелий в данной стране в интервале 5–6%.

Основные перспективы увеличения потребления гелия в Южной Корее связаны с развитием электронной промышленности (особенно с производством полупроводников и плазменных панелей). Ожидается, что темпы роста спроса на гелий в этой стране составят до 4–5%. По объему потребления в абсолютных величинах Южная Корея останется 4-м рынком в Азии после Китая, Японии и Индии.

Прочие страны Азиатско-Тихоокеанского региона будут увеличивать потребление гелия ежегодно в среднем в интервале 4–5%. Исключение составляют Япония. Рынок гелия здесь в значительной мере уже насыщен, поэтому среднегодовые темпы роста в этой стране не превысят 2%. Таким образом, совокупный рост использования гелия в АТР в 2020 г. будет находиться на уровне 60 млн м³, в 2030 г. – 98 млн м³.

В ближайшие годы темпы роста потребления гелия в Европе, Северной Америке несколько снизятся из-за насыщения потребности отраслей, связанных с гелием. Если в 1980–1990-е годы в среднем ежегодный рост спроса на гелий в высокотехнологичных странах составлял 4–5%, то, как ожидается, в перспективе этот показатель не будет превышать 3–4%. Во втором варианте прогноза (подвариант 2_1) потребление гелия в США в 2020 г. составит 94 млн м³, в 2030 г. – 123 млн м³. В Европе в 2020 г. этот показатель составит 58 млн м³, в 2030 г. – 69 млн м³ (рис. 1.31).

Следует также учесть, что после 2020 г. (а возможно и несколько ранее) в связи с исчерпанием запасов гелия в хранилищах ВЛМ дефицитным станет и североамериканский рынок. При прогнозируемом тренде собственного производства, США из нетто-экспортера превратятся в нетто-импортера гелия. Дисбаланс между спросом и предложением на североамериканском рынке к 2020 г. может достичь 35–50 млн м³, а к 2030 г. – 60–90 млн м³. При этом ресурсы гелия на востоке Российской Федерации, которые могут заполнить вероятную нишу, географически являются ближайшими к рынку Северной Америки.

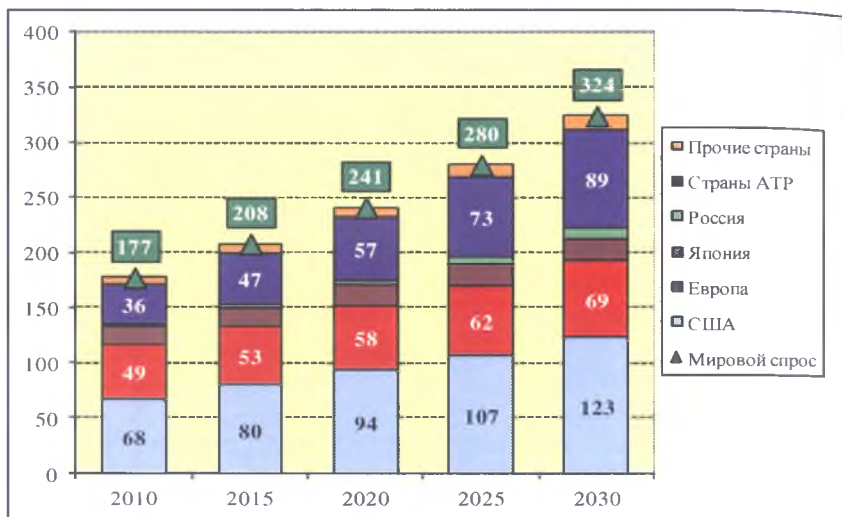


Рис. 1.31. Прогноз потребления газа по странам и регионам мира в период до 2030 г. для варианта 2_1 мирового прогноза, млн м³

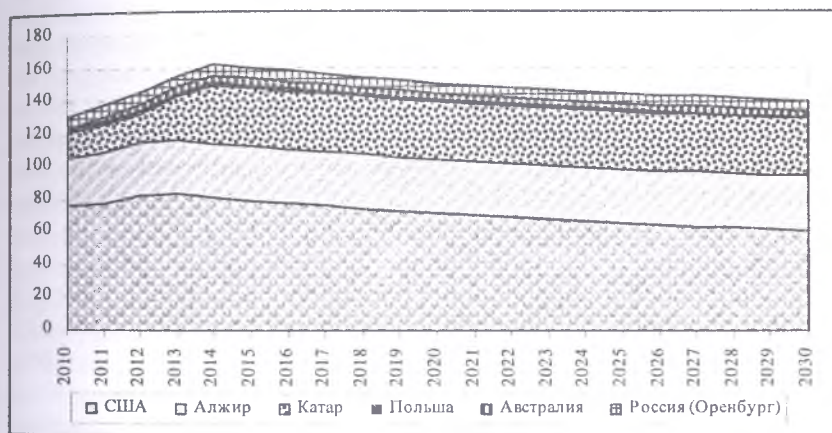
1.3.2. Прогноз развития мировых производственных мощностей

Потенциальные возможности мирового производства газа определяются наличием сырьевой базы этого газа, инфраструктуры по добыче и транспортировке природного газа и перспективами ее создания в мире (поскольку основная часть газа сосредоточена в природном газе), конъюнктурой мирового рынка газа.

Как уже было сказано выше, в настоящее время основные запасы газа сосредоточены в США, России, Алжире и Катаре – в перспективе именно эти страны будут основными игроками на мировом рынке газа. Прогнозные объемы добычи газа будут определяться параметрами реализуемых и перспективных проектов.

На сегодняшний день основная добыча газа в США ведется на месторождениях Райли Ридж (штат Вайоминг) и Хьюгтон (штат Техас). Остальные газосодержащие месторождения природного газа практически истощены, и утилизация газа на них не представляется целесообразной. Ежегодное производство газа в штате Техас составляет около 60 млн м³, в штате Вайоминг

– около 25 млн м³. Разработка месторождения Хьюгтон находится на завершающей стадии с падающей добычей. Вместе с падением добычи газа здесь сокращается и производство гелия. Исходя из естественных закономерностей добывающих отраслей и условий разработки газовых месторождений, ежегодное падение добычи гелия на месторождении Хьюгтон может составить 2–3% в год. Добыча гелия на месторождении Райли Ридж в ближайшие 15 лет стабилизируется на современном уровне. В связи с этим суммарная добыча гелия в США может составить в 2020 г. – 71 млн м³, в 2030 г. – 61 млн м³ (рис 1.32).



Примечание: В данном прогнозе не учитываются гипотетически возможные проекты в Алжире, Катаре и других странах мира, которые могут появиться в период до 2030 г., но еще не объявлены.

Рис. 1.32. Прогноз производства гелия в мире на период до 2030 г. (без учета ресурсов Восточной Сибири), млн м³

Алжир располагает третьими по величине доказанными запасами гелия в мире. С 1996 по 2006 г. они выросли почти в 4 раза. В настоящее время функционирует завод по извлечению гелия в Арзеве мощностью 17 млн м³, а также завод в Скикде мощностью 16 млн м³. Таким образом, общий объем поставок алжирского гелия на мировой рынок за период 2010–2030 гг. будет составлять не менее 33 млн м³ в год.

В перспективе к крупнейшим производителям гелия в мире присоединится Катар. Общий объем доказанных запасов гелия в

этой стране составляет 10 млрд м³. С 2005 г. гелий начал поступать на рынок Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР) с катарского гелиевого завода в Рас Лаффане проектной мощностью 16–17 млн м³ в год. После 2015 г. в этой стране планируется запуск в эксплуатацию второго комплекса по извлечению и переработке гелия мощностью 15–20 млн м³.

Кроме того, в 2009 г. на северо-западе Австралии в Дарвине введен в эксплуатацию завод по производству сжиженного природного газа. Проектная мощность предприятия по выпуску гелия составит 4 млн м³ в год. Основным рынком сбыта гелия будут страны АТР и Океании.

Вместе с тем, даже в самом консервативном варианте прогноза потребления гелия имеющиеся в настоящее время в мире мощности не смогут удовлетворить возрастающий спрос на гелий. Без учета российских поставок из Восточной Сибири и новых не анонсированных проектов в других странах мира дефицит гелия на мировом рынке может составить к 2020 г. – 42–89 млн м³, к 2030 г. – 146–263 млн м³.

1.3.3. Оценка возможной рыночной ниши для российского гелия

Ресурсы гелийсодержащего газа Восточной Сибири создают предпосылки для роста рыночной ниши для российского гелия. В определенном смысле этому будет способствовать и географическое положение основных ресурсов. Восточная Сибирь находится на относительно небольшом расстоянии от достаточно емкого рынка АТР, доля которого в перспективе будет только увеличиваться (о чем, например, свидетельствуют более высокие, чем в среднем в мире темпы его роста).

Рассмотрим возможные доли рынка для российского гелия в различных вариантах (описание которых приводится выше) потребления гелия и его производства в России. Теоретически Россия может заполнить своим гелием весь разрыв, образующийся между прогнозируемым спросом и ожидаемыми объемами производства в рамках действующих и анонсированных новых проектов в других странах мира. Однако то же самое можно сказать, к примеру, о суммарном производственном потенциале таких стран, как Алжир и Катар.

Оценивая вероятную нишу для российского гелия на мировом рынке, необходимо учесть возможные объемы производства за рамками действующих и анонсированных новых проектов. Но это представляет собой весьма сложную задачу, поскольку отсутствуют формализуемые зависимости между показателями, характеризующими объемы производства гелия, объемы добычи газа, запасы газа и гелия в странах, потенциально способных стать ведущими мировыми продуцентами (в Алжире и Катаре). Мотивация этих стран к реализации гелиевых проектов (включая сроки и масштабы) является непрозрачной. Можно даже предположить, что возможности реализации проектов в большей степени связаны с интересами глобальных газовых компаний, а не со стремлением стран-собственников к монетизации имеющихся ресурсов гелия.

В условиях, когда отсутствуют выраженные ограничения по ресурсам, любой прогноз распределения долей на рынке является весьма умозрительным. Тем не менее, в качестве некоторого первого приближения можно оценить пропорции заполнения рыночной ниши между основными странами-конкурентами в соответствии с распределением ресурсов гелия (для России – запасы категории ABC_1+C_2 ; для других стран – так называемые «reserve base» [44]). Доля России в указанном распределении составляет примерно 43–45% (при величине учитываемых ресурсов в 17 млн m^3 [6]). Исходя из этого, гипотетический объем производства гелия в рамках новых не анонсированных проектов за пределами России к 2020 г. составит 41 млн m^3 , а к 2030 г. – 80 млн m^3 .

Соответственно, в варианте 1 (с учетом подварианта 1_1 прогноза) к 2020 г. производство гелия в России может достигнуть уровня 37–41 млн m^3 при мировом потреблении на уровне 222–231 млн m^3 , а к 2030 г. – 66–74 млн m^3 при спросе в 279–298 млн m^3 (рис. 1.33). При этом заметный рост (почти в 2 раза) производства гелия в России начинается уже в 2017 г. Поэтому следует признать, что уже в ближайшие годы необходимо провести целый комплекс мер и мероприятий (как со стороны государства, так и отдельных компаний-недропользователей), направленных на реализацию таких амбициозных планов.

В варианте 2 (с учетом подварианта 2_1 прогноза) к концу прогнозного периода производство гелия в России может достигнуть 76–85 млн m^3 при общем мировом потреблении на уровне 302–324 млн m^3 (рис. 1.34). Как отмечалось выше, данный вариант базируется на более оптимистических гипотезах о росте мирового рынка



Рис. 1.33. Динамика потребления гелия в мире и возможный объем производства в России (Вариант 1), млн м³



Рис. 1.34. Динамика потребления гелия в мире и возможный объем производства в России (Вариант 2), млн м³

по сравнению с вариантом 1. При этом предполагается, что российским производителям гелия удастся отреагировать на новые рыночные условия ростом производства гелия.

Уже к 2020 г. поставки гелия из России на рынки АТР могут составить, по меньшей мере, 35–40 млн м³, а к 2030 г. объемы поставок гелия из России могут достигнуть уровня 25% мирового рынка (56–59% при условии самостоятельного заполнения вероятной рыночной ниши). На сегодняшний день потребление гелия в странах АТР оценивается в 50–52 млн м³, из них 16–17 млн м³ приходится на Японию. Можно не сомневаться, что рынок стран АТР будет ключевым для российского гелия, добываемого в Восточной Сибири, поскольку:

- во-первых, этот рынок для нас географически самый близкий, что скажется на издержках на доставку (из Восточной Сибири расходы на транспортировку будут ниже, чем из США – крупнейшего на сегодняшний день экспортера гелия в регион);
- во-вторых, по имеющимся оценкам рынок стран АТР будет самым быстрорастущим в мире в обозримой перспективе. Темпы роста потребления гелия в Азии составят 5–6% в год, в то время как в США и в Европе не превысят 3–4%. По нашим оценкам, в долгосрочной перспективе на долю стран АТР будет приходиться треть суммарного мирового потребления гелия (92–131 млн м³ в 2030 г.).

В рамках варианта 3 (включая подварианты 3_1 и 3_2) ожидается рост (относительно первых двух вариантов) потребления гелия, что определяется прежде всего более высокими темпами роста мировой экономики и товарного производства гелия в России (рис. 1.35–1.37).

Следует отметить, что увеличение объема рынка российского гелия может существенно повысить эффективность гелиевых проектов с позиций инвесторов. Такое положение определяется тем, что в этих условиях относительно быстро окупаются инвестиции в гелиевые проекты в связи реализацией продукции (а не ее консервацией в ПХГК). К тому же отпадает необходимость строительства более мощных ПХГК, что связано с высоким уровнем капитальных затрат.

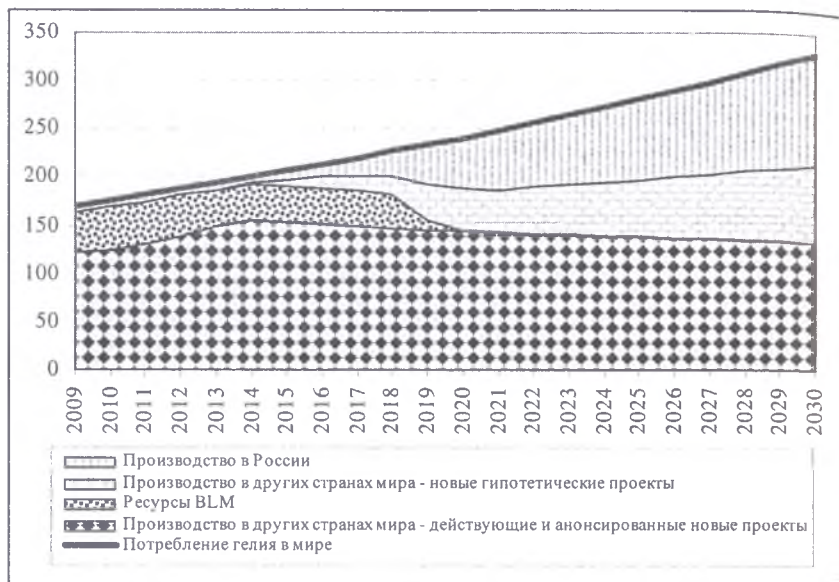


Рис.1.35. Динамика потребления гелия в мире и возможный объем производства в России (Вариант 3), млн м³

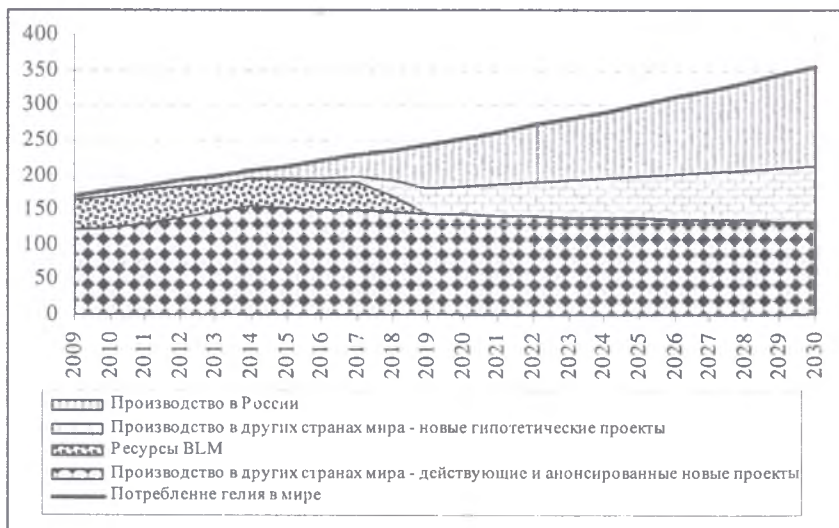


Рис.1.36. Динамика потребления гелия в мире и возможный объем производства в России (Вариант 3_1), млн м³

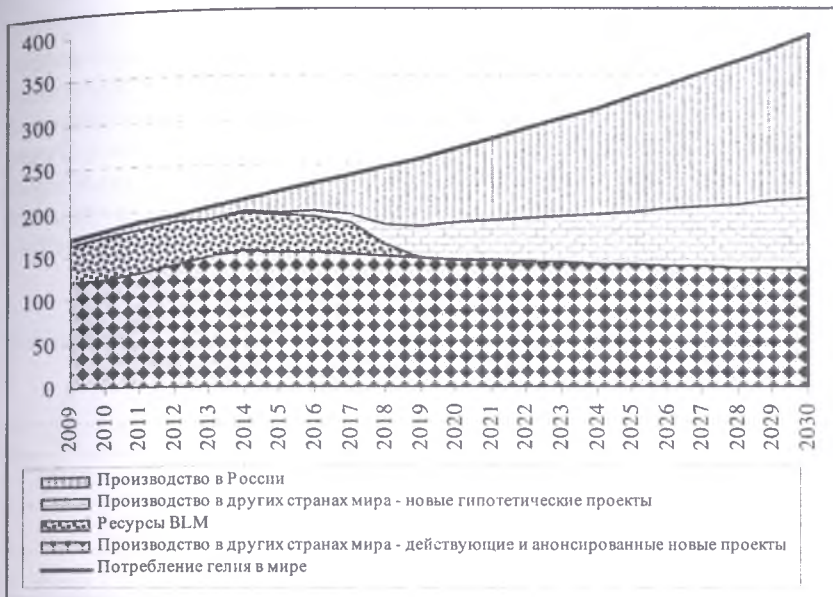


Рис. 1.37. Динамика потребления гелия в мире и возможный объем производства в России (Вариант 3_2), млн м³

Вариант 3_2 является наиболее инновационным. Наряду с высокими темпами роста мировой экономики, будут еще быстрее расти высокотехнологичные наукоемкие отрасли и производства, что будет определять повышенный спрос на гелий. При этом необходимо учитывать, что рост потребления гелия, вероятно, будет вызывать и всплеск исследований, направленных на снижение потребления гелия (по аналогии с ситуацией, имевшей место при развитии томографии).

Таким образом, проведенные расчеты показали, что доля России на мировом рынке гелия может составить к 2030 г. в различных вариантах от 24 до 46% с учетом гипотетического раздела рынка между странами-конкурентами и 52–66% при условии самостоятельного заполнения рыночной ниши (табл. 1.11). Для достижения такой доли на мировом рынке необходимо формирование систем утилизации, транспорта и переработки газа, обеспечивающих решение задач по широкомасштабному производству и экспорту гелия.

Такой подход при его целостной реализации может существенно изменить иницилируемые отдельными компаниями-недропользователями проекты по утилизации, транспорту и переработке газа. В этом случае становится необходимым максимальное приближение заводов по выделению и сжижению гелия к Тихоокеанскому побережью, чтобы минимизировать сухопутные перевозки сжиженного гелия. Необходимо создание магистральной ГТС «Восточная Сибирь–Тихий Океан» для транспорта гелийсодержащего газа.

Таблица 1.11

Возможная доля России на мировом рынке гелия при различных вариантах прогнозного спроса, %

Вариант	2010	2015	2020	2025	2030
Вариант 1	4	4–5	17–35	20–44	24–52
Вариант 1_1	4	4–6	18–38	22–47	25–55
Вариант 2	4	5–6	18–38	22–48	25–56
Вариант 2_1	4	6–9	19–40	23–51	26–59
Вариант 3	4	5–8	22–40	30–51	35–60
Вариант 3_1	4	9–10	27–43	34–54	40–63
Вариант 3_2	4	11–12	31–46	39–58	46–66

Для закрепления за Россией такой «ниши» необходима разработка Программы освоения гелийсодержащих месторождений Восточной Сибири, которую необходимо подкрепить системной государственной политикой по стимулированию производства гелия и по содействию его продвижению на мировые рынки, прежде всего в страны АТР.