

М.П. Громова, А.А. Вареничев, В.Т. Гудзенко
МИРОВЫЕ ТЕНДЕНЦИИ К ПЕРЕХОДУ
НА СЖИЖЕННЫЙ ГАЗ

Показано состояние в мире с производством и потреблением сжиженного газа в настоящее время. Приведена динамика изменения производства его объемов за последние годы. Перечислены страны, производящие сжиженный газ, анализируются источники для его производства и их перспективность. Отмечено, что в 2010 г. 60% мирового потребления сжиженного природного газа пришлось на долю стран Азиатско-Тихоокеанского региона.

Ключевые слова: сжиженный газ, производство, потребление, тенденции.

Развитие мировой экономики и переход мирового сообщества на экологически более чистые виды топлива вызывает рост потребления природного газа. Невозможность ряда стран удовлетворить спрос на природный газ за счет внутренних запасов энергоресурсов вызывает необходимость импортных поставок газа, а удаленность районов добычи газа от рынков сбыта требует рассмотрения различных вариантов транспортировки, одним из которых является перевозка газа в сжиженном состоянии. За период своего существования производство сжиженного природного газа (СПГ) выросло от небольших установок для покрытия «пиковых» нагрузок газопотребления до крупномасштабных производственных комплексов. Производительность технологических линий производства СПГ увеличилась с 0,3 млн т в 1964 г. до 7,8 млн т в 2008 г. [1]. Появились современные газовые компрессоры и турбины. Совершенствовались технологические процессы сжижения и специальное оборудование холодильных циклов, такое как теплообменные аппараты и турбодетандеры. Индустрия СПГ, имея более чем 45-летний опыт работы, продолжает развиваться быстрыми темпами. На первый план выходит

задача повышения энергоэффективности и экологичности производства. Ключевая роль в развитии производства СПГ на данном этапе принадлежит технологическому совершенствованию процессов и оборудования. Глобальная неопределенность начала XXI в. в области энергоресурсов привела к тому, что природный газ играет все большую роль в мировом энергетическом балансе. Это способствует диверсификации энергоснабжения и повышает энергетическую независимость отдельных регионов. Замена других ископаемых топлив на природный газ может привести к снижению выбросов парниковых газов в атмосферу и к общему оздоровлению экологии планеты. По данным Международного Энергетического Агентства (IEA), человечество ежегодно потребляет свыше 3 трлн м³ газа, и спрос на него может вырасти до 4,5 трлн м³ к 2035 г. В то же время мировая добыча природного газа возрастет от 3,3 трлн м³ в 2010 г. до 5,1 трлн м³ к 2035 г.

Доказанные мировые запасы газа в 2010 г. оценивались:

- по традиционным источникам – в 404 трлн м³;
- по попутному газу – в 84 трлн м³;
- по сланцевому газу – в 204 трлн м³;
- по угольному метану – в 118 трлн м³.

Это говорит о том, что, несмотря на возрастающие мировые потребности, разведанные и разрабатываемые газовые месторождения способны удовлетворить спрос на природный газ на многие десятилетия вперед. При этом ключевым регионом добычи природного газа в ближайшей перспективе станет Восточная Европа – Евразия (включая Россию и район Каспия). Добыча газа только в России за четверть века вырастет на 220 млрд м³ за счет запасов полуострова Ямал, Штокмановского месторождения и месторождений Восточной Сибири [2]. Однако локализация месторождений газа часто не совпадает с ведущими рынками его потребления. Страны, имеющие большие запасы газа и низкий внутренний спрос, нацелены на монетизацию своих газовых ресурсов. В тех случаях, когда строительство трубопровода от поставщика к потребителю является экономически (и/или политически) невыгодным, большое значение приобретает сжижение природного газа [3]. СПГ – криогенная жидкая многокомпонентная смесь легких углеводородов (УВ), основу которой составляет метан. СПГ представляет собой бесцветную жидкость без запаха, плотность которой в два раза меньше плотности воды – СПГ может плавать на поверхности воды, не смешиваясь с ней. В жидком состоянии он не токсичен, не агрессивен. При отсутствии источника возгорания СПГ быстро испаряется и рассеивается, не оставляя следов. После разлива на земле или на воде, нет необходимости производить экологическую очистку. Объем СПГ в 600 раз меньше объема природного газа, что облегчает хранение и обеспечивает возможность его транспортировки на большие расстояния. Обладая уникальными физико-химическими свойствами, СПГ является перспективным и экологически наименее опасным углеводородным

энергоносителем и сырьем для химической промышленности XXI в. Области применения СПГ довольно обширны. Кроме того, его можно регазифицировать, т.е. перевести обратно в газообразное состояние и использовать как обыкновенный природный газ. Благодаря тому, что объем газа при сжижении уменьшается в 600 раз, первоначально его начали сжижать для создания запасов, которые могут храниться в течение длительного времени, а затем, при возникшей необходимости, быть использованы.

Другое применение СПГ нашел при транспортировке газа. В начале XIX в. разработка газовых месторождений не развивалась, пока не была усовершенствована технология трубопроводов. В Китае для транспортировки газа использовались бамбуковые трубы, в США в начале XIX в. газ подавали по деревянным трубам и только на короткие расстояния. Поэтому применение газа ограничивалось районами в местах его добычи [4]. Открытие крупных месторождений газа в Африке, на Ближнем Востоке и Юго-Восточной Азии поставило задачи доставки газа в основные энергопотребляющие районы Европы, Японии, США и других стран. Прокладка газопровода по дну океана, например, из Индонезии в Японию или из Омана в США делает стоимость одного кубометра газа в местах потребления предельно высокой. Сжижение природного газа позволило транспортировать топливо в отдаленные пункты назначения. Метод транспортировки природного газа в сжиженном состоянии является более экономичным, чем трубопроводный, начиная с расстояния до потребителя газа более 2–3 тыс. км, но требует более высоких начальных вложений в инфраструктуру, чем трубопроводный. Большую часть стоимости при этом составляет не транспортировка, а погрузочно-

разгрузочные работы. К достоинствам СПГ следует отнести его более высокую безопасность при транспортировке и хранении, чем природного газа в обычном состоянии. Кроме глобальных логистических схем транспортировки газа, СПГ может решить проблему газификации регионов, удаленных от магистральных трубопроводов. При создании на местах изотермических хранилищ СПГ и небольших регазификационных установок, представляющих собой трубчатые испарители, доставка СПГ может быть осуществлена автомобильным, речным или железнодорожным транспортом, оборудованным криогенными цистернами.

В жидком виде СПГ используется в различных видах промышленности, транспорта и сельского хозяйства [5, 6]. Норвегия, например, активно переводит на СПГ морские суда и паромы. Первый паром *Clutra* с использованием СПГ был спущен на воду в 2000 г. [7]. В Германии для заправки судов, использующих в качестве топлива СПГ, разработан проект системы морских заправок. В США с 1989 г. разрабатываются двигатели для тепловозов на СПГ. Работу по использованию СПГ в качестве тепловозной тяги ведутся также в Чехии, Польше, Германии и России. В 2010 г. в России создан первый в мире газотурбовоз, работающий на СПГ. Основное преимущество газотурбовоза по сравнению с другими типами локомотивов – способность развивать огромную мощность при сравнительно небольших размерах и массе. В течение длительного времени за рубежом, особенно в США ведутся работы по переводу авиационных двигателей на СПГ. Имеются данные о работах в США по использованию СПГ при создании сверхзвуковых самолетов. Это связано с возможностью организации охлаждения авиационных турбин криогенным топливом. Россия находится в числе передовых

стран по созданию криогенной авиации. В 1989 г. в ОАО «Туполев» был создан первый в мире самолет на криогенных топливах. Анализ перспектив использования в России СПГ приводится в работах [9, 10]. Сжиженный природный газ получают на заводах, производительность которых варьируется от нескольких тысяч до десятков миллионов тонн в год. В зависимости от производительности и назначения различают: крупнотоннажные заводы, производственные комплексы для покрытия «пиковых» нагрузок газопотребления, малотоннажные заводы. Основное мировое производство СПГ сосредоточено на заводах первого типа, которые строятся вблизи крупных газовых месторождений и являются основными для переработки газа. Как правило, такие заводы строятся в регионах, сочетающих большие запасы газа с низким местным уровнем газопотребления. Их обычная производительность – свыше 3 млн т СПГ в год. Так как готовую продукцию перевозят в судах-газовозах, эти заводы строятся на морском побережье и имеют выносные причалы для загрузки танкеров. Ко второму типу относятся заводы меньшей производительности, соединенные с магистральными газопроводами. Основная функция производственных комплексов для покрытия «пиковых» нагрузок – хранение СПГ. Установки на таких заводах сжижают природный газ от 200 до 260 дней в году и пополняют свои газохранилища до наступления зимы. При возникновении «пикового» спроса на газ, все резервы СПГ могут быть регазифицированы и поданы в газопроводную сеть в течение 5–10 дней. К третьему типу относятся малотоннажные заводы СПГ для непрерывного производства СПГ в небольших количествах, обычно подсоединенные к магистральным трубопроводам. С таких установок СПГ потребителям доставляют автоцистер-

нами или небольшими судами. Мощность подобных заводов не превышает 500 тыс. т в год. Несколько таких заводов эксплуатируются в Китае. В настоящее время в мире построено 30 крупнотоннажных заводов СПГ, производящих 304,5 млн т продуктов в год и осуществляющих экспортные поставки в газопотребляющие регионы. В стадии строительства находятся 9 крупных проектов: в Австралии, Алжире, Анголе, Индонезии, Папуа-Новой Гвинее (табл. 1) [2].

К 2015 г. Производство СПГ в мире должно возрасти до 363,6 млн т в год. В течение периода 2015–2020 гг. смогут увеличить свои мощности по производству СПГ четыре страны: Австралия, Россия, Нигерия и Иран. Наиболее перспективными проектами в России являются «Ямал СПГ» и «Владивосток СПГ». После 2020 г. к странам-экспортерам могут присоединиться Бразилия, Венесуэла и Камерун. Велика вероятность начала поставок СПГ с западного побережья Канады на азиатские рынки. Мощность регазификационных терминалов в 2010 г. достигла 830 млрд м³ газа (около 600 млн т), что в два раза превышает мировые производственные мощности по добыче. С одной стороны, страны-импортеры СПГ создали избыток регазификационных мощностей преднамеренно, из соображений обеспечения надежности поставок или сбалансирования сезонных нагрузок газопотребления. С другой стороны, установлено, что поставки газа с регазификационного терминала осуществляются быстрее, чем импорт газа по трубопроводу. Поэтому многие регионы мира продолжают наращивать регазификационные мощности в ожидании поставок СПГ [1]. Транспортировка сжиженного газа в 2010 г. осуществлялась флотом из 337 танкеров, а в 2011 г. – 355 танкерами-метановозами.

Таблица 1

Заводы СПГ на стадии строительства [2]

Страна	Производительность, млн т в год	Год запуска
Алжир	4,5	2013
	4,7	2013
Ангола	5,2	2012
Австралия	4,8	2011
	15,0	2014
	7,8	2014
	8,5	2015
Индонезия	2,0	2014
Папуа-Новая Гвинея	6,6	2014

Сжижение природного газа требует больших энергетических затрат. Установлено, что производство СПГ в тропическом климате требует энергии в эквиваленте 8–10% произведенного СПГ. Однако с учетом новых требований по сокращению выбросов парниковых газов эффективность производства СПГ может быть повышена за счет внедрения новых технических разработок. Для примера, использование некоторых из них позволило сократить энергопотребление на одном из заводов в Норвегии до эквивалента 6% произведенного СПГ. В работе [11] приводятся типовые показатели завода СПГ.

Со второй половины 90-х гг. XX в. мировая газодобывающая промышленность вышла на морской шельф. В настоящее время разрабатываются крупные морские месторождения газа в Северном и Баренцевом морях, в Мексиканском заливе, у побережья Сахалина, в Австралии, Малайзии и Индонезии. При этом строительство заводов СПГ требует дополнительных капитальных вложений в строительство морских трубопроводов. Как результат – рост стоимости СПГ. Наряду с крупными месторождениями газа на шельфе, имеются и небольшие месторождения, разработка которых

по данной схеме явно нерентабельна. Многие газовые шельфовые месторождения невыгодно разрабатывать в силу их удаленности от берега и трудностей со строительством заводов по сжижению газа, а также всей необходимой инфраструктуры – подводных газопроводов, хранилищ СПГ, причалов для танкеров и т.д. Для таких месторождений, а также с целью снижения затрат при разработке крупных шельфовых месторождений крупные компании-разработчики предлагают плавучие заводы-хранилища СПГ. В настоящее время имеется около ста перспективных проектов плавучих заводов производительностью 1 млн т в год и выше [12]. При этом рассматриваются не только месторождения газа и газоконденсата, но и нефтяные месторождения с высоким газовым фактором – для сжижения попутного нефтяного газа. Компания Shell работает над конструкцией самого большого в мире судна – плавучего завода и хранилища СПГ [13]. Ряд проектов плавучих заводов рассмотрен в работе [14]. В последние несколько лет в индустрии СПГ стали появляться и плавучие регазификационные установки. Связано это с высокой стоимостью земли и повышенными экологическими требованиями к прибрежной полосе. Вынесение приемных терминалов в море приводит к удалению СПГ-объектов от населенных пунктов и сокращению сроков строительства. Плавучий приемный терминал загружает СПГ из танкеров в собственные резервуары, а бортовая регазификационная установка испаряет сжиженный газ и подает его в надводный газопровод через систему гибких коллекторов. В последние годы все более широкое распространение получает модульная стратегия строительства крупных объектов СПГ, характерная для нефтяной промышленности. Модуляризация была разработана при строительстве шельфовых нефтяных сооружений.

Стратегия заключается в том, что большая часть строительных работ выполняется на суше, а последующая сборка готовых модулей происходит непосредственно на морских платформах. На заводе-изготовителе модули предварительно комплектуются оборудованием и обвязываются стальной конструкцией, позволяющей транспортировать и устанавливать их на строительной площадке, где они соединяются и подключаются [15, 16].

На протяжении последних 20 лет в мире наблюдается рост добычи природного газа из нетрадиционных источников. Это газ, извлекаемый из плотного песчаника, сланцев и угольных пластов. Дислокация месторождений нетрадиционного газа сильно отличается от расположения традиционных месторождений углеводородов, что может сильно изменить картину мирового экспорта и импорта газа. В частности, в США увеличение добычи природного газа из нетрадиционных источников (НТИ) повлияло на перспективы американского импорта. Уже в 2008 г. получение природного газа из НТИ удовлетворяло более половины потребностей внутреннего рынка, тогда как в 2000 г. – не более 30% [17]. При этом импортные поставки СПГ в эту страну в период 2000–2009 гг. обеспечивали от 1 до 3% от общего потребления природного газа в США. В последние 2–3 года некоторые страны-производители природного газа из НТИ рассматривают возможность применения технологий сжижения для транспортировки газа на дальние расстояния. В Азиатско-Тихоокеанском регионе нетрадиционный газ может стать важным фактором роста СПГ-индустрии. Среди перспективных производителей СПГ из угольного метана – Австралия и Индонезия. Большими запасами угля обладают Россия и Китай (табл. 2).

В Канаде на рассмотрении находится проект завода по сжижению сланцевого газа, который предполагается разместить в провинции Британская Колумбия. Но стоимость производства сланцевого газа значительно выше, чем газа из угольных пластов [18]. Наиболее жизнеспособными из рассматриваемых проектов на данном этапе являются проекты сжижения угольного газа. На данный момент в Австралии на разных стадиях готовности существует 5 проектов сжижения газа из угольных пластов (ГУП) – 4 крупнотоннажных и один малотоннажный. Все они построены по одной модели: угольный метан добывается в южных и центральных районах штата Квинсленд и по 400-километровому газопроводу направляется на заводы СПГ на северо-восточном побережье Австралии. По прогнозам, суммарная производительность четырех основных заводов СПГ из угольного метана первоначально составит около 16 млн т в год, а затем возрастет до 57–58 млн т в год [19]. Завод Bontang LNG в Индонезии может в будущем стать первым гибридным по сырью проектом, принимающим как углеводородный газ, так и газ угольных месторождений. Польская компания LNG-Silesia совместно с американскими партнерами в настоящее время приступила к реализации малотоннажного производства СПГ из угольного газа с содержанием метана 97% производительностью 3 тыс. т в год.

Несмотря на обилие нетрадиционных ископаемых резервов по всему миру, существует ряд проблем, помимо экономических, с которыми сталкиваются разработчики технологий сжижения сланцевого или угольного газа. Одной из основных трудностей реализации проекта СПГ из угольного газа является проблема обеспечения завода достаточным количеством сырья. Для поддержания одинаковой

Таблица 2

**Извлекаемые запасы угля
некоторых стран (данные на 2008 г.)**

Страны	Запасы, млн т
Австралия	76,4
Китай	114,5
Индонезия	5,5
Индия	60,6
Польша	5,7
Россия	157,0
США	236,4

производительности завода СПГ необходимо в сто раз больше продуктивных скважин на метаноугольном месторождении, чем на традиционном. По предварительным оценкам, для обеспечения завода СПГ производительностью 1,5–4 млн т в год на протяжении 20 лет может потребоваться около 3000 скважин [20]. В частности, для загрузки четырех основных заводов в Австралии потребуется более 27 000 добывающих скважин [19]. Угольный метан добывается из скважин при низком давлении и требует дополнительной компрессии для подачи по трубопроводу на завод СПГ. Угольный газ относится к сильно тощим газам, он отличается полным отсутствием других углеводородов нормального ряда, которые часто существенно поднимают экономику СПГ-проекта. Отсутствие легких углеводородных газов C_2 в товарном СПГ снижает его теплотворную способность, что не приветствуется в ряде стран-потребителей СПГ. Состав примесей в природном газе угольных пластов может варьироваться в широком диапазоне, что требует дополнительных инвестиций в установки очистки и осушки газа. Коммерчески привлекательным считается газ с содержанием метана не менее 90% мол. Например, угольный газ Австралии содержит 98% метана и совсем не

содержит углекислого газа, что удешевляет его подготовку к сжижению. А Силезский угольный газ имеет в качестве примесей азот, кислород, воду и углекислый газ. Удаление этих примесей из газа требует дополнительных инвестиций в установки очистки [21].

Типовая технологическая линия производства СПГ из угольного газа включает: удаление из газа твердых частиц; кислых компонентов; осушку; удаление следов серы и соединений ртути; охлаждение и сжижение газа; выделение азота из сжиженного газа. Добыча природного газа из угольных пластов неизбежно приведет к сокращению выбросов метана в атмосферу, и, что гораздо важнее, – к повышению безопасности труда на угольных шахтах.

В последнее время сжиженный природный газ играет все более важную роль и занимает все большее место в структуре мировой торговли энергоносителями [22, 23]. Анализ мировой торговли сжиженным природным газом показывает, что его роль в мировом энергетическом балансе существенно увеличивается. Мощность мирового производства сжижения достигла беспрецедентного роста после пуска проектов, млрд м³: в Катаре (+92), Индонезии (+10,1), Россия (+12,8), Йемене (+9,0) и Перу (+5,9). Три четверти мировых мощностей сжижения расположено в бассейне Тихого океана и Ближнего Востока, а остальные – в Атлантическом бассейне. В конце 2010 г. глобальный потенциал сжижения составил 270,9 млн т/год (почти 365 млрд м³), по сравнению со 171,4 млн т/год на конец 2005 г. В 2010 г. объем торговли СПГ достиг 224 млн т/год, что на 41 млн т больше, чем в 2009 г. Это является самым крупным приростом за пять лет (2005–2009). С 2006 г. наибольший рост составлял 16 млн т/год. Общее количество стран-экспортеров сжиженного

природного газа достигла 18, а число стран-импортеров СПГ – 23. В 2005 г. насчитывалось 13 стран-экспортеров сжиженного природного газа: Алжир, Австралия, Бруней, Египет, Индонезия, Ливия, Малайзия, Нигерия, Оман, Катар, Тринидад и Тобаго, Объединенные Арабские Эмираты (ОАЭ) и Соединенные Штаты Америки. В течение пяти лет (2006–2010) еще пять стран начали экспортировать СПГ: Экваториальная Гвинея, Норвегия, Перу, Россия и Йемен; этот список не включает страны, которые занимаются реэкспортом иностранных источников СПГ. В 2010 г. 60% мирового потребления СПГ пришлось на долю Азиатско-Тихоокеанского региона.

Несмотря на рост добычи сланцевого газа, мировой рынок сжиженного природного газа, по прогнозам, еще более расширится. Северная Америка, согласно прогнозам, играет косвенную роль в этом развитии. Из-за революции сланцевого газа в США, цены на этом рынке гораздо ниже по сравнению с Европой. В результате избытка предложения на мировом рынке СПГ приросли и объемы СПГ в Европе и Азии. Кроме того, из-за роста доли СПГ в мировом потреблении газа, отношения между газовыми рынками, как ожидается, изменятся.

Можно утверждать, что бум сланцевого газа в США и растущие масштабы международной торговли СПГ не являются альтернативой, не являются конкурентами на пути глобализации газовых рынков. Скорее всего, они идут рука об руку вместе потому, что бум сланцевого газа в США уже помог бизнесу СПГ ускорить объединение региональных рынков газа. Эти компоненты и особенности сланцевого газа и СПГ привели к углублению глобального рынка газа.

Сегодня рынок СПГ буквально переполнен перспективными проектами создания новых мощностей по про-

изводству СПГ и, по мнению специалистов, если все эти проекты будут реализованы в ближайшее время, то к 2025 г. существующие мощности вырастут в два раза. Это, в свою очередь создаст очень жесткую конкуренцию между поставщиками и приведет к снижению цен на природный газ. Такая ситуация негативно повлияет на российский «Газпром», как на производителя природного газа, так и на производителя СПГ [24]; в любом случае российской компании, чтобы удержать свою долю рынка, придется идти на уступки по отношению к своим покупателям. Основным поводом для беспокойства «Газпрома» являются США и Канада: в этих регионах к строительству заявлено 20 экспортных СПГ-терминалов, общая мощность которых составит 370 млрд м³. Еще 18 заявок на получение экспортной лицензии находятся на рассмотрении американского Управления минеральных энергетических ресурсов. Прогнозируется, что Северная Америка и Западная Канада могут стать наиболее значимыми экспортными СПГ, главным образом, благодаря политике ценообразования. В отличие от других игроков на рынке газа, в Северной Америке и Западной Канаде, вероятнее всего, будут устанавливаться спотовые цены на сырье, тогда как у остальных игроков цена на газ привя-

зана к ценам на нефть (частично или полностью). В средне- и долгосрочной перспективе предсказывают неизбежный отход от привязки к нефтяным ценам в направлении ценообразования в хабах или спотовых цен, и продавцам СПГ будет необходимо предоставить своим покупателям скидки и идти на различные уступки, чтобы сохранить свою конкурентоспособность.

Аналитики аналитического центра бизнес-школы «Сколково» считают, что американский СПГ на рынке по ценам представляется одним из самых привлекательных. Канадские производители газа в своих контрактах настаивают на формуле привязки цены газа к нефти. Однако можно утверждать, что американский СПГ придет на внешние рынки по цене, не привязанной к нефти, и начнет вытеснять более дорогой газ.

Российский газовый монополист в настоящее время находится в довольно сложной ситуации: доля компании на европейском рынке последнее время постоянно снижалась из-за падающего спроса со стороны европейских потребителей и негибкой ценовой политики со стороны самого российского концерна. Отраслевые эксперты считают, что даже просто новость о появлении (или возможном появлении) конкурента на газовом рынке крайне негативно отразится на котировках акций «Газпрома».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Федорова Е.Б. Современное состояние и развитие мировой индустрии сжиженного природного газа: технологии и оборудование. – М., 2011.
2. International Energy Agency (IEA). World Energy Outlook 2011. Special Report. Are We Entering a Golden Age of Gas? 2011.
3. Natural Gas Facts. Liquefied Natural Gas (LNG). US Department of Energy, 2004.
4. Рачевский Б.С. Сжиженные углеводородные газы. – М.: Нефть и газ, 2009.
5. Бармин Е.В., Кунис Е.Д. Сжиженный природный газ вчера, сегодня, завтра. – М.: Изд-во МГТУ им Н.Э. Баумана, 2009.

6. Кириллов Н.Г., Лазарев А.Н. Мировые тенденции в производстве и использовании сжиженного природного газа как универсального энергоносителя и моторного топлива // Двигателестроение. – 2010. – № 2.
7. Rensvik E. LNG Fuelling the Future. Proceeding of the LNG Shipping Forum, 2011.
8. Dr. Sames P.C. LNG as Ship Fuel – Still Some Challenges Ahead. Proceeding of the LNG Shipping Forum, 2011.
9. Кириллов Н.Г., Лазарев А.Н. Анализ перспективности различных видов альтернативных природных топлив: сжиженный при-

родный газ – моторное топливо XXI века // Двигателестроение. – 2010. – № 1.

10. Кириллов Н.Г., Лазарев А.Н. Экология и автотранспорт: о необходимости перехода на природный газ как перспективное моторное топливо // АвтоГазоЗаправочный Комплекс + Альтернативное топливо. – 2010. – № 4. – С. 4–10.

11. Morin P. The Liquefaction Plant. Technoscoop, 2005, V.29, № 4.

12. Fjeld P.E. Analysing the market potential for FLNG and adopting a flexible creative approach. Proceeding of International Conference «FLNG 2008», London, 2008.

13. Pek B. Floating LNG Grows Up. International Conference «Castech 2011», Amsterdam, 2011.

14. Гречко А.В., Новиков А.И. Перспективы плавучих заводов СПГ // Транспорт на альтернативном топливе. – 2010. – № 5.

15. Brookfield R., Cooke J. Modularisation of LNG Liquefaction Plants ... Proceedings of International Conference «Gastech 2011», Amsterdam, 2011.

16. Caswell C., Durr C., Kotsat H., etc. Current Myths About LNG. Proceedings of International Conference «Gastech 2011», Amsterdam, 2011.

17. Houghton D. Liman M., Tompson S. Unconventional Gas: Good and Bad News for

Global NLG. Proceedings of International Conference «LNG-16», Oran, Algeria, 2010.

18. Harris F., Pearson A., McManus A., Law G. An Unconventional Future for LNG Supply? Proceedings of International Conference LNG-16, Oran, Algeria, 2010.

19. Уилкинсон Р. Угольный метан Восточной Австралии усилит газовый потенциал страны // Oil & Gas Journal Russia. – 2011. – № 6(50).

20. Unsworth N.J. LNG from CSG – Challenges and Opportunities Proceedings of International Conference «LNG-16», Oran, Algeria, 2010.

21. Wehrman J., Roberts M., Kennington B. Machinery Procstss Configuration for an Evolving LNG. Proceedings of International Conference «Gastech 2011», Amsterdam, 2011.

22. Федорова Е.Б., Хайдина М.П. Сжижение природного газа из нетрадиционных источников. Спец. Выпуск, 2011.

23. Оздемир Волкан. Растущая роль сжиженного газа на международных рынках. Нефть, газ и бизнес, 2012, № 1–2.

24. Пономарева Л. Угроза для «Газпрома» из-за океана. Конкуренция среди производителей СПГ растет // Oil and Gas Eurasia. – 2013. – № 4. **ГИАБ**

КОРОТКО ОБ АВТОРАХ

Громова Марина Петровна – старший научный сотрудник,

Вареничев Анатолий Алексеевич – кандидат технических наук, зав. отделением,

Гудзенко Виктор Трифонович – кандидат геолого-минералогических наук, зав. отделом,

Всероссийский институт научной и технической информации РАН (ВИНИТИ РАН),

e-mail: avar@viniti.ru.

UDC 622.279

GLOBAL TRENDS OF TRANSITION TO LIQUEFIED GAS

Gromova M.P.¹, Senior Researcher,

Varenichev A.A.¹, Candidate of Technical Sciences, Head of Branch,

Gudzenko V.T.¹, Candidate of Geological and Mineralogical Sciences, Head of Department,

¹ All-Russian Institute for Scientific and Technical Information of Russian Academy of Sciences (VINITI), 125190, Moscow, Russia, e-mail: avar@viniti.ru.

The article shows current production and consumption of liquefied gas in the world; the dynamics of changes in its production in recent years; gives a list of countries that produce liquefied gas and the analysis and prospects of the sources of its production. Noted that 60% of world consumption of liquefied gas was in the Asia-Pacific region in 2010.

Key words: liquefied gas, production, consumption, trends.

REFERENCES

1. Fedorova E.B. *Sovremennoe sostoyanie i razvitie mirovoi industrii szhizhennogo prirodnogo gaza: tekhnologii i oborudovanie* (Current status and development of the world industry of liquefied natural gas technology and equipment), Moscow, 2011.

2. *International Energy Agency (IEA). World Energy Outlook 2011. Special Report. Are We Entering a Golden Age of Gas? 2011.*

3. *Natural Gas Facts. Liquefied Natural Gas (LNG)*. US Department of Energy, 2004.
4. Rachevskii B.S. *Szhizhennyye uglevodorodnye gazy* (Liquefied petroleum gas), Moscow, Neft' i gaz, 2009.
5. Barmin E.V., Kunis E.D. *Szhizhennyyi prirodnyi gaz vchera, segodnya, zavtra* (Liquefied natural gas yesterday, today, tomorrow), Moscow, Izd-vo MGGU im N.E. Bauman, 2009.
6. Kirillov N.G., Lazarev A.N. *Dvigatelistroenie*. 2010, no 2.
7. Rensvik E. LNG Fuelling the Future. *Proceeding of the LNG Shipping Forum*, 2011.
8. Dr. James P.C. *LNG as Ship Fuel Still Some Challenges Ahead. Proceeding of the LNG Shipping Forum*, 2011.
9. Kirillov N.G., Lazarev A.N. *Dvigatelistroenie*. 2010, no 1.
10. Kirillov N.G., Lazarev A.N. *AvtoGazoZapravochnyi Kompleks + Al'ternativnoe toplivo*. 2010, no 4, pp. 4–10.
11. Morin P. The Liquefaction Plant. *Technoscoop*, 2005, V.29, № 4.
12. Fjeld P.E. Analysing the market potential for FLNG and adopting a flexible creative approach. *Proceeding of International Conference «FLNG 2008»*, London, 2008.
13. Pek B. Floating LNG Grows Up. *International Conference «Castech 2011»*, Amsterdam, 2011.
14. Grechko A.V., Novikov A.I. *Transport na al'ternativnom toplivo*. 2010, no 5.
15. Brookfield R., Cooke J. Modularisation of LNG Liquefaction Plants ... *Proceedings of International Conference «Gastech 2011»*, Amsterdam, 2011.
16. Caswell C., Durr C., Kotsat H., et al. Current Myths About LNG. *Proceedings of International Conference «Gastech 2011»*, Amsterdam, 2011.
17. Houghton D. Liman M., Tompson S. Unconventional Gas: Good and Bad News for Global NLG. *Proceedings of International Conference «LNG-16»*, Oran, Algeria, 2010.
18. Harris F., Pearson A., McManus A., Law G. An Unconventional Future for LNG Supply? *Proceedings of International Conference LNG-16*, Oran, Algeria, 2010.
19. Uilkinson R. *Oil & Gas Journal Russia*. 2011, no 6(50).
20. Unsworth N.J. LNG from CSG Challenges and Opportunities. *Proceedings of International Conference «LNG-16»*, Oran, Algeria, 2010.
21. Wehrman J., Roberts M., Kennington B. Machinery Proctss Configuration for an Evolving LNG. *Proceedings of International Conference «Gastech 2011»*, Amsterdam, 2011.
22. Fedorova E.B., Khaidina M.P. *Szhizhenie prirodnogo gaza iz netraditsionnykh istochnikov*. Spets. vypusk (Liquefaction of natural gas from unconventional sources, special issue), 2011.
23. Ozdemir Volkan. *Neft', gaz i biznes*, 2012, no 1–2.
24. Ponomareva L. *Oil and Gas Eurasia*. 2013, no 4.



ОТДЕЛЬНЫЕ СТАТЬИ ГОРНОГО ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО БЮЛЛЕТЕНЯ (СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК)

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА АЛМАЗНОГО ПОРОДОРАЗРУШАЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Кубасов Владимир Викторович – аспирант, Российский государственный геологоразведочный университет имени Серго Орджоникидзе (МГРИ-РГГРУ), e-mail: office@mgri-rggru.ru.

Проведен расчет максимально возможного уровня остаточных напряжений, создаваемых в композиционном материале с матричной структурой при термоударе от некоторой начальной температуры T_n до конечной T_k . Исследованы механизмы и основные закономерности влияния термоудара на характеристики структурного состояния и свойства алмазосодержащего композиционного материала. Проведен анализ исследований по вопросу изнашивания алмазных коронок. Предложена формула расчета профиля алмазной коронки, при котором износ коронки при бурении будет более равномерным и минимальным.

Ключевые слова: алмазная коронка, матричная структура, термоудар, композиционный материал.

IMPROVING THE QUALITY OF DIAMOND DRILLING TOOLS

Kubasov V.V., Graduate Student, Russian State Geological Prospecting University named after Sergo Ordzhonikidze (MGRI-RSGPU), Moscow, Russia, e-mail: office@mgri-rggru.ru.

Calculated the highest possible level of residual stresses generated in the composite material with a matrix structure during thermal shock from some initial temperature T_n to the final T_k . Investigated the basic mechanisms and regularities of the influence of thermal shock on the characteristics of the structure and properties of diamond-containing composite material. An analysis of research on the wear of diamond crowns. The proposed formula for calculating the profile of a diamond crown, whereby the wear of the bit during drilling will be more uniform and minimal.

Key words: diamond crown, matrix structure, the thermal shock, composite material.