

**Могут ли синтетические виды топлива
способствовать снижению
зависимости Европы от нефти?**

**Конверсия угля
в жидкие углеводороды
в Польше**

*Михал Козак для
Секретариата Энергетической Хартии*



Доклад подготовлен для



СЕКРЕТАРИАТА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ХАРТИИ

Брюссель, Бельгия

Михалом Козаком

из берлинской школы управления Hertie
во время стажировки в Секретариате

Бойко Нитцов (редактор)

Информация, содержащаяся в настоящей работе, получена из источников, которые считаются надежными. Тем не менее, ни Секретариат Энергетической Хартии, ни её авторы не гарантируют точность или полноту информации, содержащейся в ней; ни Секретариат Энергетической Хартии, ни её авторы не несут ответственность за какие бы то ни было потери или ущерб, вытекающие из использования этой информации или из любых ошибок или упущений в ней. Настоящая работа публикуется при том понимании, что Секретариат Энергетической Хартии и её авторы предоставляют информацию, но не стремятся оказывать правовые или иные профессиональные услуги.

© Energy Charter Secretariat, 2007

Boulevard de la Woluwe, 56

B-1200 Brussels, Belgium

ISBN: 978-905948-060-5 (PDF)

Воспроизведение настоящего документа разрешается, при условии указания источника, за исключением случаев, когда оговорено иное. В противном случае все права защищены.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Нефтяной сектор переживает в настоящее время некоторые фундаментальные изменения: теперь национальные нефтяные компании контролируют большую часть добычи нефти, а международные нефтяные компании всё чаще играют второстепенную роль в принятии решений в отношении производства, инвестиций и рынков; цены достигли самых высоких значений и отличаются большей неустойчивостью, чем обычно. Возникающие в результате озабоченности в отношении надежности снабжения особенно существенны для транспортного сектора, в котором почти исключительно используется жидкое нефтяное топливо и который особенно зависим от резких изменений поставок и цен на продукты нефтепереработки. Быстро растущий спрос на энергоносители требует непрерывных крупных инвестиций во все сферы энергетического сектора, включая поставки жидкого топлива.

В результате таких изменений инвесторы и правительства сталкиваются с новыми видами рисков и вызовов. Для их рассмотрения в рамках Энергетической Хартии в 2004 году был начат диалог по снижению рисков, с упором на политические и регуляторные риски для иностранных инвесторов, в соответствии с основой Договора к Энергетической Хартии – защитой инвестиций.

В 2007 году в рамках Энергетической Хартии была подготовлена публикация «Автомобили без бензина? Топливо для транспорта: сравнение биотоплив и синтетического жидкого топлива, переработанного из газа или угля». В настоящем документе более подробно рассматриваются некоторые аспекты рынка конверсии угля в жидкие углеводороды (CTL). На примере Польши представлена информация о технологиях, политике и регулировании в области CTL, а также отмечены некоторые основные факторы технологических, экономических и инвестиционных рисков, связанных с проектами CTL в Европе.

Настоящий документ подготовлен г-ном Михалом Козаком из школы управления «Герти» в Берлине во время его стажировки в Секретариате.

Делегация Польши поделилась своим опытом с участниками Группы Энергетической Хартии по инвестициям на её заседании в октябре 2007 года. Г-н Марек Счазко, директор института по переработке угля в Польше, выступил с сообщением, в котором он особо выделил обзор, проведённый министерством экономики Польши в 2006 году в отношении производства жидкого топлива из угля и связанных с этим препятствиями и возможностями. Было подчеркнуто, что в официальных правительственных программах для горнодобывающей и электроэнергетической промышленности в Польше CTL рассматривается как вариант развития.

К основным выводам настоящего документа относится тот факт, что завод CTL в Польше будет капиталоемким, поскольку необходимый минимум для конверсии угля составляет примерно 6 млн. тонн в год. С другой стороны, современные технологии CTL дают сравнительно неплохой выход дизельного топлива. Соответственно, виды жидкого топлива на основе угля могут быть конкурентными по отношению к видам, полученным из сырой нефти, при нынешних рыночных ценах. Кроме того, когенерация электроэнергии и ко-производство метанола делают заводы CTL экономически

эффективными без особых стимулирующих мер. Основные риски связаны с вопросами регулирования, например, заводы CTL в настоящее время относятся к категории химических заводов, а к энергетической и химической промышленности применяются разные меры регулирования CO₂.

Настоящий доклад публикуется под моим руководством как Генерального Секретаря Секретариата Энергетической Хартии.



Андрэ Мернье
Генеральный Секретарь
11 февраля 2008 г.

СОДЕРЖАНИЕ

КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ	7
1. ВВЕДЕНИЕ	8
а) Зачем искать альтернативные виды жидкого топлива?	8
б) Что представляет собой технология конверсии угля в жидкие углеводороды?	8
с) Характеристики рынка угля	10
2. НОРМАТИВНО-ПРАВОВАЯ ОСНОВА И ДИСКУССИИ ПО ВОПРОСУ КОНВЕРСИИ УГЛЯ В ЖИДКИЕ ВИДЫ ТОПЛИВА	12
3. КОНВЕРСИЯ УГЛЯ В ЖИДКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ: ПОЛЬША	17
а) Энергетическая безопасность Польши: является ли СТЛ правильным решением? ...	17
б) Сжижение угля в Польше	18
с) Угольный рынок в Польше	19
д) Инвестиционные издержки для завода СТЛ: оценка для условий Польши	19
е) Экономические последствия создания производства на базе СТЛ в Польше	21
4. ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ	23
Приложение	24
Источники	25
Сокращения	27

СПИСОК РИСУНКОВ И ТАБЛИЦ

Рисунок 1: Сравнительные цены 2006 года на энергоносители на основе теплового эквивалента (долл. США за т.н.э.)	8
Рисунок 2: Уровень производства и потребления первичной энергии в Польше (ТТ), 2004 г.	18
Таблица 1: Доказанные запасы угля на конец 2006 г. (каменный и бурый уголь), млн. т. ..	11
Таблица 2: Технологии прямого сжигания, рассматриваемые как наиболее перспективные для коммерческого применения.....	24

Краткое изложение

Конверсия угля в жидкие углеводороды (CTL) – хорошо известная технология, позволяющая производить жидкие виды топлива из угля. Хотя известен только один пример применения этой технологии в коммерческих масштабах (компания Sasol в Южной Африке), недавний рост цен на нефть и соображения безопасности способствовали возобновлению интереса к технологиям сжижения в богатых углём странах.

Основными проблемами в отношении технологии CTL являются:

- большие инвестиционные затраты;
- неопределённость в отношении цен на нефть в долгосрочной перспективе;
- вопросы защиты окружающей среды, особенно связанные с выбросами CO₂.

Эти неопределённости побудили правительства некоторых стран оказать поддержку или разработать планы по обеспечению стимулирования развития индустрии производства синтетических видов топлива. Эти меры стимулирования могут варьировать от кредитных гарантий с использованием налоговых скидок до снятия ограничений на импорт или гарантированный объём производства. При условии, что разрабатываемая в настоящее время в США правовая база по вопросам CTL будет принята и что Китай завершит свою обширную программу строительства заводов CTL, может начаться беспрецедентный рост индустрии CTL. Несмотря на серьёзные опасения в отношении экологии в связи с высоким уровнем выбросов двуокиси углерода, существуют технологические решения (улавливание и связывание углерода).

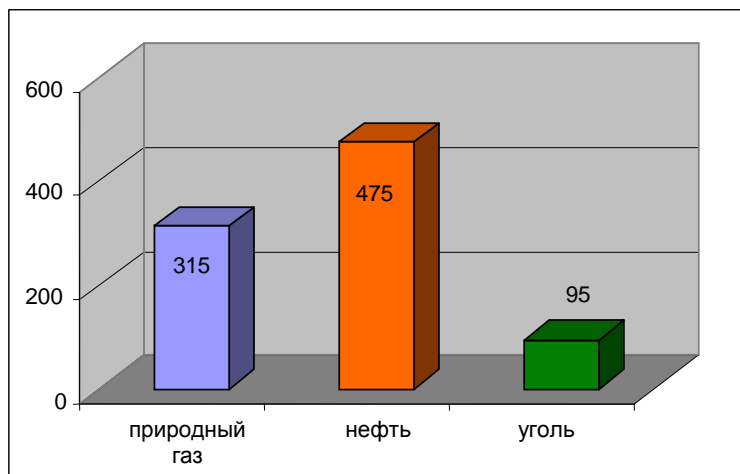
Польша сильно зависит от импорта нефти и газа. В этой связи использование больших внутренних запасов угля для производства жидких видов топлива или синтетического природного газа (SNG) оправдано с точки зрения энергетической безопасности. Однако предприятие должно быть экономически жизнеспособным, обеспечивать разумную норму прибыли от крупных инвестиций (примерно 5 млрд. долл.) и компенсацию рыночной неопределённости. Таким образом, необходимо проведение детального исследования для оценки целесообразности развития промышленности CTL в Польше. В то же время, непременным условием является тщательный мониторинг международных достижений и надлежащее финансирование исследования. Для обеспечения баланса вопросов прибыльности и соображений безопасности может потребоваться участие государственных угольных, нефтяных и газовых компаний Польши и государственной поддержки для создания этой индустрии.

1. Введение

а) Зачем искать альтернативные виды жидкого топлива?

Очень высокие и неустойчивые цены на сырую нефть и природный газ, наряду с растущей озабоченностью вопросами энергетической безопасности обеспечивают сильный стимул к поиску альтернативных источников энергии (см. Рис. 1). Это в особенности относится к нефтяным видам жидкого топлива, используемым в секторе транспорта, т.к. на нефть приходится 35% от мирового объема энергопотребления и 96% потребления энергии в секторе транспорта¹. Даже повышение эффективности автомобилей или использование биотоплива вряд ли смогут компенсировать постоянный рост спроса на моторное топливо. Другие решения в отношении моторного топлива (сжиженный нефтяной газ (LPG), сжатый природный газ (CNG)), по-видимому, не нашли широкого применения. Одним из вариантов решения могла бы стать технология сжижения, в развитии которой достигнут существенный прогресс, обеспечивающая более высокую эффективность и меньшую степень загрязнения окружающей среды. Основные варианты решения: конверсия угля в жидкие углеводороды (CTL), конверсия газа в жидкие углеводороды (GTL) и конверсия биомассы в жидкие углеводороды (BTL). Ввиду низкой цены и доступности угля, химическая переработка угля становится привлекательной альтернативой.

Рис. 1: Сравнительные цены 2006 года на энергоносители на основе теплового эквивалента (долл. США за т.н.э.)



Источник: BP Statistical Review of World Energy June 2007

б) Что представляет собой технология конверсии угля в жидкие углеводороды?

Начало развитию технологии конверсии угля в жидкие виды топлива было положено в начале XX века с созданием метода прямого сжижения (метод Бергиуса) и непрямого сжижения (метод Фишера-Тропша). Тем не менее, вследствие высоких затрат и низких цен на нефть метод сжижения получил весьма ограниченное применение только в очень тяжелых условиях (в Германии во время Второй мировой войны, в Южно-Африканской

¹ "Coal: Liquid Fuels", World Coal Institute, 2006.

Республике в период апартеида). Временное возрождение интереса к сжижению угля имело место после нефтяного кризиса 1973 года. За этим последовала разработка проектов НИОКР в Австралии, Германии, Японии, Великобритании и США. Однако в результате стабилизации цен на нефть исследования были заморожены, и потребовалось около 30 лет и еще один нефтяной кризис, чтобы вернуться к технологии CTL как альтернативному источнику жидкого топлива.

Уголь – твёрдое вещество с молярным отношением содержания водорода к углероду (H/C) равным 0,8. Для сырой нефти этот коэффициент H/C составляет 1,3-1,9; для бензина и дизельного топлива – примерно 2. Чтобы преобразовать уголь в жидкое топливо, необходимо ввести в его структуру недостающий водород. Это можно осуществить методом пиролиза или (что более эффективно) методом прямого или непрямого сжижения².

Существует несколько различных методов сжижения угля. Применяемая технология и тип используемого угля оказывают значительное влияние на выход, характеристики и состав продукции. В процессе переработки загрязняющие уголь вещества (сера и азот) в значительной мере удаляются, а получаемые углеводороды очищаются методом, аналогичным дистилляции сырой нефти. Конечными продуктами являются: чистые жидкие виды топлива (бензин, дизельное топливо, авиационное топливо) и другие химические соединения (лигроин, смазочные масла, сера, аммиак).

Непрямое сжижение – это коммерчески апробированная технология, используемая в настоящее время компанией Sasol. На первой стадии переработки происходит газификация угля водяным паром для получения синтетического газа (смеси водорода и оксида углерода). После удаления сернистых соединений и частиц синтетический газ участвует в реакции с применением катализатора при относительно низком давлении и температуре. Состав конечных продуктов зависит от типа реакции и катализатора. Для метода непрямого сжижения характерно получение ультрачистого топлива. Этот метод очень подходит для целей улавливания и хранения углерода (CCS), хотя процесс менее эффективен (общая энергоэффективность – примерно 40%) и обеспечивает получение топлива с меньшей теплотворной способностью.

Прямое сжижение – это потенциально более эффективный метод (общая энергоэффективность – 60-70%), который был выбран для целей проекта китайской компании Shenhua. Существуют пара разновидностей технологии, однако основными характеристиками процесса являются растворение угля в насыщенном водородом растворителе при высокой температуре и давлении, затем осуществляется гидрокрекинг с использованием катализатора. Помимо более высокой эффективности этот метод обеспечивает корректировку в зависимости от типа необходимого продукта и получение топлив с высоким показателем удельной энергии. Полученные нефтепродукты требуют рафинирования перед поступлением на рынок. Недостатками метода являются высокие эксплуатационные издержки и более высокий уровень выбросов CO₂.

Гибридная концепция сочетает в себе преимущества и ограничивает недостатки вышеуказанных методов, хотя и при более высоких затратах. Еще одной потенциальной альтернативой может стать метод (по которому подана заявка на патент), разработанный корпорацией Global Resource Corporation (США). В этом

² J. Świądrowski, A. Rejman-Burzyńska, E. Jędrzyk, “Bezpośrednie upłynnianie węgla jako perspektywa otrzymywania paliw ciekłych w Polsce”, Chemik, No 6, Vol. LX (2007), p. 304.

процессе используются микроволны определённой частоты для получения нефтепродуктов из различных углеводородов. Ожидается, что этот процесс обеспечит снижение затрат и уровней выбросов CO₂, но это еще предстоит доказать в ходе крупномасштабного применения. В принципе синтетическое топливо можно производить также наряду с электроэнергией на заводах комбинированного цикла комплексной газификации (Integrated Gasification Combined Cycle, IGCC). Этот процесс называется «сопроизводство» или «**полигенерирование**».

Процесс сжижения характеризуется большим потреблением воды³ и более высоким уровнем выбросов CO₂ по сравнению с нефтепереработкой. Двуокись углерода считается парниковым газом и включена в схему торговли квотами на выбросы в Европейском Союзе. Однако технология CCS (улавливание и связывание углерода) обладает потенциалом в отношении контроля уровня выбросов и даже коммерческого использования CO₂⁴ (например, для повышения нефте- и газоотдачи или для химической промышленности).

Основные компании, обладающие передовыми технологиями сжижения угля: Chevron, General Electric, Lurgi, ExxonMobil, Sasol и Shell.

Рентабельность предприятия по конверсии угля в жидкое топливо в большой мере зависит от цен на нефть. Таким образом, основной вопрос заключается в том, достигнут ли уровень цены («trigger price»), достаточный для поступления конкурентных синтетических видов топлива на рынок, который может компенсировать высокие инвестиционные затраты и рыночную неопределённость.

с) Характеристики рынка угля

Уголь как источник энергии обладает многими преимуществами: он дешев, надёжен, его запасы более равномерно распределены по миру, чем нефть и газ. Крупные запасы угля находятся в странах ОЭСР. Кроме того, с применением передовых чистых технологий уголь может избавиться от ярлыка «грязное топливо».

Основная часть общего мирового потребления угля (4 050 млн. тонн) приходится на генерирование электроэнергии. За последние 20 лет мировая добыча угля выросла на 40% (по прогнозам объём добычи достигнет 7 000 млн. тонн в 2030 г.), наиболее динамично добыча угля росла в Азии. Крупнейшими угледобывающими странами являются: Китай, США, Индия, Австралия и Южная Африка. Вследствие высоких транспортных издержек большая часть добываемого угля потребляется на внутреннем рынке и только 18% продаётся на международных рынках⁵.

Горнодобывающая промышленность в Европе переживает постоянное снижение объёмов добычи, и в настоящее время ЕС импортирует 50% от общего объёма потребления каменного угля (180 из 360 млн. тонн). Польша поставляет примерно половину от объёма импорта каменного угля ЕС, Германия обеспечивает половину

³ От 1 до 2 кубометров за тонну угля DAF (в пересчёте на сухую беззольную массу).

⁴ “SPECIAL REPORT: Fischer-Tropsch oil-from-coal promising as transport fuel”, Oil & Gas Journal, February 26 2007.

⁵ “The coal resource. A comprehensive overview of coal”, World Coal Institute, p. 13-15.

объёма добычи бурого угля. Экологические аспекты и рост издержек добычи обуславливают сокращение добычи угля⁶.

Таблица 1: Доказанные запасы угля на конец 2006 г. (каменный и бурый уголь), млн. тонн

	Доказанные запасы угля	% от мировых запасов	Коэффициент кратности запасов*
США	246 643	27,1	234
Россия	157 010	17,3	>500
Китай	114 500	12,6	49
Австралия	78 500	8,6	210
Южная Африка	48 750	5,4	190
Украина	34 153	3,8	424
Польша	14 000	1,5	90

Источник: BP Statistical Review of World Energy June 2007

* Коэффициент кратности запасов (R/P) – отношение запасов к объёму добычи – указывает количество лет, в течение которых можно добывать уголь при текущих темпах добычи.

⁶ Германия, например, решила прекратить оказание государственной поддержки и, таким образом, постепенно остановить добычу угля к 2018 г.

2. Нормативно-правовая основа и дискуссии по вопросу конверсии угля в жидкие виды топлива

Хотя до настоящего времени единственная коммерчески жизнеспособная установка действовала в Южно-Африканской Республике, Китай также начал развивать индустрию конверсии угля в жидкие виды топлива (CTL). Ряд других стран проводят исследования, разрабатывают пилотные проекты CTL или рассматривают вопрос реализации этой технологии (Австралия, Германия, Индонезия, Япония, Филиппины, Украина и Соединённые Штаты Америки).

а) В Южно-Африканской Республике (ЮАР) общая нормативно-правовая основа по вопросу жидких видов топлива содержит специальные положения по синтетическому топливу.

Ведущая компания ЮАР – Sasol – является мировым лидером в области технологий получения синтетического топлива. Для компании Sasol характерно постоянное поддержание хороших экономических показателей и рентабельности. Компания занимается конверсией угля в нефтепродукты и химические вещества. Производственная мощность компании – 150 000 баррелей в день; она обеспечивает удовлетворение 23% внутреннего спроса на нефтепродукты. Другим производителем синтетического топлива является компания PetroSA, которая занимается конверсией природного газа в жидкие углеводороды (45 000 баррелей в день). Сектор синтетического топлива вносит существенный вклад в развитие экономики ЮАР благодаря инвестициям, обеспечению рабочих мест, налогам и экономии иностранной валюты. На долю компании Sasol, обеспечивающей (прямо и косвенно) занятость для 170 000 человек, приходится 2% от общего числа занятых в ЮАР и примерно 4% от объёма ВВП⁷.

Хотя Sasol и PetroSA являются частными компаниями, они были основаны в рамках инициатив при государственной поддержке и как средство уменьшения степени энергетической зависимости страны; они не смогли бы развиваться без существенной государственной помощи. Становлению индустрии синтетического топлива способствовало принятие следующих мер и положений:

- *стимулирование инвестиций в нефтепереработку, обеспечение капиталовложений из государственных фондов* (специальный сбор, взимаемый с автовладельцев);
- *регулирование импорта*: вся продукция, производимая внутри страны, должна сначала насытить внутренний рынок, прежде чем будет разрешён её импорт;
- *гарантированный сбыт синтетического топлива*: периодически до 30% топлива, производимого в стране из сырой нефти, поступало на хранение из-за перенасыщенности рынка (частично компенсируется через специальный сбор, взимаемый с автовладельцев);
- *гарантированный доступ на рынок* и регулирование конкуренции;
- *административно устанавливаемая цена на нефтепродукты* на основе паритетной цены импорта и внутренних факторов. Производители синтетического топлива осуществляют продажу на основе регулируемой цены без привязки к величине производственных издержек;

⁷ R. Miszkiel, “Sasol – zgazyfikowanie węgla”, Rurociagi Nr 1/42/2006.

- *тарифный протекционизм*: цена эталонного топлива была установлена в пределах 23-28 долл. Если цены опускались ниже минимальной разрешённой цены, производители синтетического топлива получали компенсацию из Фонда валютного регулирования с использованием специального сбора на нефтепродукты. Избыточная дифференциальная рента, получаемая в результате высоких цен на нефть, облагалась налогом по специальной ставке (25%), который также поступал в этот фонд (с тем, чтобы прибыль не «ушла» в государственное казначейство).
- *Развитие топливной инфраструктуры* и распределительных сетей было направлено на удовлетворение потребностей производителей внутри страны.

Промышленность синтетического топлива внесла существенный вклад в развитие экономики страны. Тем не менее, возникают вопросы, связанные с альтернативными издержками. Кроме того, существует серьёзная озабоченность тем, что существующая система распределения даёт преимущества производителям и акционерам компаний синтетического топлива в значительной степени за счёт граждан и налогоплательщиков. Специальный доклад о возможной реформе регулирования содержит интересные положения и потенциально полезный опыт по вопросам нормативно-правового режима⁸.

в) США в большой степени зависят от импорта жидкого топлива и в 2007 г. страна потратила 250 млрд. долл. на импорт нефти. Поскольку США имеют крупные запасы угля и передовые технологии, могут стать крупным производителем синтетического топлива.

До настоящего времени общую основу для использования альтернативных видов топлива обеспечивал Акт о политике в области энергетики (EPA Act, 1992 г.). Новая редакция от 2005 г. включила дальнейшие финансовые инициативы, займы и кредитные гарантии. Кроме того, Акт SAFETEA-LU от 2005 г. (Акт о безопасной, подотчётной, гибкой и эффективной транспортной системе для удовлетворения потребностей потребителей – Safe, Accountable, Flexible, Efficient Transportation Equity Act: A Legacy for Users), устанавливает льготу по акцизному налогу в размере 0,5 долл. за галлон в отношении продукции CTL. Однако срок действия этого положения истекает к 2009 г., прежде чем будут осуществлены какие-либо существенные инвестиции в сфере CTL.

Значительным шагом в отношении поддержки производства жидкого топлива на основе угля является Акт о содействии конверсии угля в жидкие виды топлива (Coal to Liquids Fuel Promotion Act) от 2007 г., представленный на рассмотрение в Конгресс. Этот акт вносит изменения в Акт о политике в области энергетики от 2005 г. и определяет необходимость принятия следующих мер:

1. *предоставление кредитных гарантий для первых десяти крупных предприятий CTL* (мин. 10 000 баррелей в день), с обеспечением программы параллельных кредитов (matching loans);
2. *предоставление 20% инвестиционной налоговой скидки* первым десяти заводам CTL (при предельном значении кредита – 200 млн. долл.). Также говорится о необходимости предоставления налоговой скидки в размере 0,5 долл. за галлон на

⁸ “Possible reforms to the fiscal regime applicable to windfall profits in South Africa’s liquid fuel energy sector, with particular reference to the synthetic fuel industry”, report prepared by a task team appointed by the Minister of Finance of RSA, 9th February 2007. (отчёт, подготовленный рабочей группой, назначенной Министерством финансов ЮАР, 9 февраля 2007 г.).

период до 2020 г. и обеспечения стимулов для применения технологии улавливания и хранения углерода (CCS);

3. интеграция топлива на основе технологии CTL в цепочку военных поставок путём обеспечения Министерства обороны США⁹ финансовыми средствами для закупки и испытания синтетического топлива. Также предлагается применение долгосрочных контрактов и использование синтетического топлива для целей стратегического нефтяного запаса¹⁰.

Судьба этих поправок еще решается и должна определиться к концу 2007 г. Такая правовая основа могла бы в значительной мере способствовать работе, проводимой в десятке штатов, которые приняли законодательство по вопросу CTL, внедрили стимулы или даже начали осуществление проектов CTL¹¹.

Тем не менее, эти поправки также встречают и сильное противодействие. Эта поправка критикуется в основном за то, что она обеспечит большие субсидии угледобывающим компаниям и развитие производства топлива на основе «грязных» угольных технологий, тем самым существенно повышая уровень выбросов двуокиси углерода.

с) Китай начал разработку своих технологий CTL в конце 1980-х гг., а после 1993 г., когда страна стала чистым импортёром нефти, проекту был придан статус стратегического.

Компания Shenhua Group, лидирующая в этом процессе, начала разработку своего собственного крупного проекта в Ордосе, Внутренняя Монголия (сметная стоимость 3 млн. долл., максимальная мощность – 5 млн. баррелей в год). Вскоре после этого две других крупных угледобывающих компании последовали этому примеру: Lu'an Group в Тунлиу, провинция Шаньси (скромная цифра – 160 000 тонн в год), и Yankuang Group в Юлине, провинция Шаньси (общий объём инвестиций в объёме 12,5 млрд. долл.; по оценкам, к 2020 г. будет произведено 10 млн. тонн нефтепродуктов). Китайские проекты в области CTL безубыточны даже при цене нефти 25 долл. за баррель, и по данным некоторых инсайдеров ожидается, что к 2020 г. объём производства может составить до 50 млн. тонн в год жидкого топлива, полученного на основе угля.

Несмотря на то, что другие провинции, привлечённые перспективами получения значительных выгод, начали аналогичную деятельность и в настоящее время на стадии детальной планировки или подготовки технико-экономического обоснования (ТЭО) находятся 30 проектов CTL, только эти три первоначальных проекта получили одобрение от Национальной комиссии по развитию и реформированию (NDRC, национальный регулятор промышленности («страж»)). Были выпущены положения, запрещающие осуществление местных проектов производительностью ниже 3 млн.

⁹ Одно только Министерство обороны потребляет 400 000 баррелей в день. Для сравнения – объём потребления Польши составляет 450 000 баррелей в день.

¹⁰ Представление сенатором Баннингом Акта о содействии конверсии угля в жидкие виды топлива 2007 г., <http://www.futurecoalfuels.org/documents/010507_bunning_introduction.pdf>.

¹¹ Стимулы включают: налоговые льготы, финансовую помощь, гранты, стимулы в отношении альтернативных видов топлива, портфель стандартов в отношении альтернативных энергоносителей, обязательства в отношении топлива для общественного транспорта, помощь на площадке, ускорение выдачи разрешений, финансирование в рамках программ TIF (tax increment financing – выплата налогов откладывается, и впоследствии затраты погашаются невыплаченными налогами), льготы по налогу на собственность, револьверные займы для альтернативных энергоносителей. Кроме того, некоторые города устанавливают требование для транспортных компаний по использованию альтернативных видов топлива. Дополнительно см.: R. Bezdek, “Policy implications for CTL in the USA”, in: “Coal-to-liquids. An alternative oil supply?” CIAB Workshop Report, IEA, November 2006.

баррелей в год, не подкреплённых эффективной технологией, до завершения основных проектов. Ограничения не распространяются на иностранные компании: Royal Dutch Shell и Sasol участвуют в проектах, которые в случае успешного развития обеспечат общую производительность на уровне 150 000 баррелей в день к 2012 г. при уровне издержек более 10 млрд. долл.

Помимо высокой капиталоемкости и обычных инвестиционных рисков с этими крупномасштабными проектами могут быть связаны значительные экологические риски. Для проектов СТЛ требуется большое количество воды, что порождает проблемы для богатых углём северо-западных регионов Китая, не имеющих больших запасов воды. Кроме того, без необходимых очистных сооружений отходящий газ, сточные воды и промышленные выбросы станут существенной проблемой для окружающей среды. Кроме того, рост потребления угля ускорит исчерпание этого ресурса, которого, по оценкам, при текущем уровне добычи хватит только на 50 лет¹². Эти соображения, наряду с использованием технологий, не доказавших свою рентабельность, привели к рассуждениям относительно возможного пересмотра программы сжижения угля в Китае¹³.

d) ЕС – несмотря на то, что технология сжижения угля была создана в Европе, в настоящее время в странах ЕС нет производства на базе СТЛ.

Интерес к применению такой технологии также ограничен вследствие намеченного постепенного прекращения добычи угля, а также серьёзных опасений в отношении экологических проблем, особенно в связи с выбросами CO₂. Выбросы двуокиси углерода являются серьёзной проблемой в отношении синтетического топлива. Хотя в настоящее время химическая переработка угля не является объектом ограничений по выбросам CO₂, похоже, что ситуация изменится.

e) Польша – благодаря большим запасам угля является страной, где технология СТЛ имеет перспективы для развития.

В «*Стратегии развития угледобывающей промышленности в Польше на период 2007-2015 гг.*» признается важность угледобывающей промышленности для Польши и предусматривается осуществление значительных инвестиций в этот сектор. Стратегия предусматривает также проведение серьёзной оценки возможных вариантов производства синтетического газа и жидкого топлива. Предполагается, что правительство будет способствовать применению технологии СТЛ а Министерство экономики будет осуществлять координацию дискуссий по вопросу синтетического топлива, а также инициирует разработку ТЭО. Тем не менее, любой завод по сжижению угля в Польше должен быть коммерческим предприятием.

Меры стимулирования, предусмотренные политикой, окажут существенное влияние на развитие СТЛ в Польше. Основные меры включают:

- кредитные гарантии;
- инвестиционные налоговые скидки;
- субсидирование синтетического топлива посредством снижения акцизных сборов.

¹² “*Government aims to rein in growth of coal liquefaction*”, Xinhua Net, 10 August 2006, <http://news3.xinhuanet.com/english/2006-08/26/content_5008489.htm>, China reins in fast growth of coal-to-liquid fuel projects, Xinhua Net, 29 July 2006, <http://news.xinhuanet.com/english/2006-07/29/content_4890665.htm>.

¹³ “*China may halt production of liquefied coal*”, China Daily, 10 June 2007, <http://www.chinadaily.com.cn/china/2007-06/10/content_890875.htm>.

Кредитные гарантии существенно влияют на уровень издержек по проекту, поскольку позволяют осуществлять финансирование большей части проекта посредством заимствований при более низкой процентной ставке. Благоприятное изменение соотношения заёмных средств и собственного капитала могло бы позволить участвовать в проектах CTL национальным компаниям, которые в ином случае могут столкнуться с серьёзными трудностями при мобилизации капитала. Сопутствующий риск очень велик, поскольку в случае неудачи предприятия правительство должно будет обеспечить покрытие долга. Однако Казначейство не теряет налоговые поступления от предоставленных субсидий. Иная ситуация в случае снижения акцизных сборов: риск начала проекта лежит на инвесторе, в то время как правительство потеряет налоговые поступления в случае успеха проекта. Ожидается, что инвестиционные налоговые скидки окажут относительно небольшое влияние на деятельность таких предприятий¹⁴.

¹⁴ Для сравнения: “*Baseline Technical and Economic Assessment of a Commercial Scale Fischer-Tropsch Liquids Facility*”, DOE/NETL-2007/1260, April 9, 2007, p. 55-58.

3. Конверсия угля в жидкие углеводороды: Польша

а) Энергетическая безопасность Польши: является ли CTL правильным решением?

Для Польши характерна особая ситуация в отношении энергетической безопасности: только 35% потребности страны в энергоносителях удовлетворяется за счёт импорта, в то время, как в других странах ЕС этот показатель колеблется в пределах 50-70%. На основе этого показателя Польшу можно характеризовать как страну с наивысшим уровнем энергетической безопасности среди 27 членов ЕС; однако это обусловлено тем, что 90% энергии генерируется на основе использования местного угля.

Иначе складывается ситуация в отношении других источников энергии. Ежегодно в Польше потребляется 21,3 млн. тонн нефти и 15 млрд. м³ природного газа (за счёт импорта обеспечивается 90% и 65% объёма потребления, соответственно)¹⁵. Энергоносители поступают в основном из бывшего Советского Союза, в основном через российские трубопроводные сети. Таким образом, Россия, основной поставщик Польши, осуществляет значительный контроль над транспортными маршрутами.

В то же самое время Польша обладает большими доказанными запасами угля (15,7 млрд. тонн) и характеризуется большими объёмами добычи (примерно 100 млн. тонн в год). Переработка угля в жидкое топливо или синтетический природный газ (SNG) могла бы помочь национальной угледобывающей промышленности, повышая ликвидность и снижая зависимость Польши от импорта энергетических ресурсов.

Важно отметить, что в то время как в отношении нефти существуют возможности альтернативных поставок через нефтяной терминал в Гданьске, а также идёт активная работа в отношении альтернативного маршрута поставки нефти из Каспийского региона (нефтепровод Одесса–Броды–Плоцк), в отношении поставок природного газа в настоящий момент практически нет выбора, помимо существующих трубопроводов из России.

Переработка угля в синтетический природный газ (SNG)

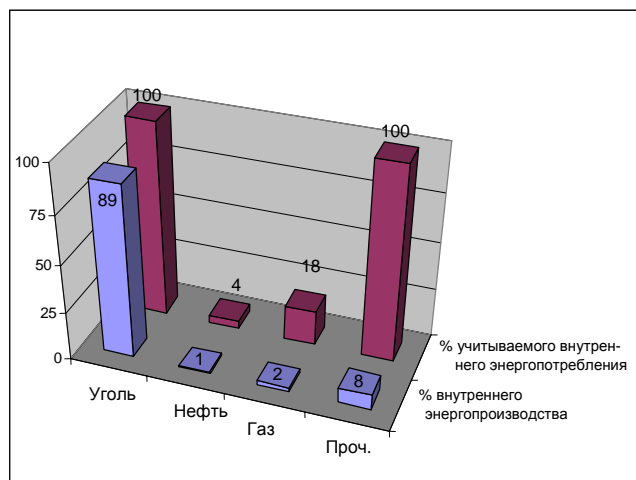
Уголь также может быть использован как сырьё для производства газа эквивалентного природному трубопроводному газу. Используемая технология не так сложна как в случае с CTL; первым шагом также является газификация угля, но затем синтетический газ преобразуется в метан в реакторе и продукт дорабатывается для соответствия характеристикам трубопроводного газа.

По результатам предварительной оценки, проведённой Центральным горным институтом, для установки по производству синтетического природного газа, перерабатывающей 5 млн. тонн угля в 2 млрд. м³ замещающего газа в год, потребуются инвестиции в размере 1,7 млн. долл. Однако её конкурентоспособность зависит от либерализации цен на газ в Польше.

Источник: K. Stańczyk, K. Kapusta, E. Jędrzyk, „Ocena zasadności wytwarzania substytutu gazu ziemnego (SNG) na bazie węgla kamiennego w Polsce”, документ, представленный для публикации в *Przemysł Chemiczny*.

¹⁵ „Bezpieczeństwo Energetyczne Polski”, Raport BBN, Bezpieczeństwo Narodowe, 1/2006.

Рис. 2: Уровень производства и потребления первичной энергии в Польше (ТТ), 2004 г.



Источник: "Bezpośrednie upłynianie węgla jako perspektywa otrzymania paliw ciekłych w Polsce", *Chemik*, 6/2007, p. 304.

Тем не менее, рассматриваются несколько вариантов для диверсификации поставок газа: строительство терминала для сжиженного природного газа (LNG), подключение к норвежским источникам (Балтийский трубопровод), присоединение к проекту Nabucco, продление межсистемных линий. Представляется, что переработка угля в синтетический природный газ может обеспечить значительный вклад в энергетическую безопасность Польши.

В этом контексте важно исключить возможность избыточного предложения, особенно если учитывать тот факт, что контракты на поставку газа заключаются на долгосрочной основе¹⁶. Следует подчеркнуть, что, несмотря на то, что российские энергетические ресурсы связаны с высоким политическим риском, их поставка осуществляется по очень выгодной цене, а это в экономических интересах Польши. Наконец, также необходимо уделить внимание вопросу ограничения потребления путём повышения эффективности.

б) Сжижение угля в Польше

Работавший в Польше (Освенцим) завод по сжижению на основе метода Фишера-Тропша, оставшийся со времен немецкого военного производства, был закрыт в 50-х гг. В 1967 г. Центральный горный институт (GIG) начал исследования по двухстадийному прямому сжижению, позднее усилия были сконцентрированы на одностадийном процессе. Вследствие недостатка финансовых ресурсов и неопределённости будущего развития угледобычи в Польше на начальном этапе перехода к рынку, (планировавшийся в 1991 году) пилотный проект мощностью 200 тонн в день не был реализован. В 2006 г. исследования были возобновлены с акцентом на прямую гидрогенизацию угля под умеренным давлением. Кроме того, Институт химической переработки угля (ICHPW) и ведущие научные центры (Научно-технический комитет – Научно-технический университет (AGH), Институт экономики минеральных и энергетических ресурсов; Институт экономики Польской Академии наук (PAN), Силезский технологический

¹⁶ Для сравнения: S. Rychlicki, J. Siemek, "Import gazu oraz analiza celowości jego wzrostu", SITG, <<http://www.sitg.pl/4impgaz.doc>>.

университет) участвуют в исследованиях по вопросам угольных технологий, включая газификацию и сжижение. Kompania Węglowa, основной угольный холдинг в Польше, рассматривает вопрос о создании предприятия по сжижению.

с) Угольный рынок в Польше

Хотя реструктуризация потребовала сокращения числа занятых и уровней мощности, Польша по-прежнему является крупным производителем угля. В 2006 г. в стране добывалось 94 млн. тонн каменного угля и 61,5 млн. тонн бурого угля; 16 млн. тонн каменного угля поступало на экспорт.

В «Стратегии развития угледобывающей промышленности в Польше на период 2007-2015 гг.» уголь рассматривается как важный источник энергии, и указываются возможности химической переработки угля. Тем не менее, горнодобывающая промышленность Польши испытывает серьёзные трудности. Высокие постоянные издержки производства (75%) и непропорционально высокие транспортные издержки (доля последних в цене угля в польских портах составляет 31%) в значительной степени обуславливают трудности финансового положения сектора. Хотя энергетические запасы страны велики, ожидается, что запасов, которые могут быть использованы без дополнительных инвестиций, хватит только на 25 лет.

Правительству следует предпринимать меры по реструктуризации сектора и содействовать повышению его рентабельности и самоокупаемости. Инвестиции в чистые угольные технологии в значительной степени будут содействовать выполнению экологических требований (Киотский протокол и положения ЕС), поскольку электроэнергетика Польши в течение многих лет по-прежнему будет использовать уголь. Должен быть найден разумный баланс между энергетической безопасностью и экономическими соображениями.

d) Инвестиционные издержки для завода CTL: оценка для условий Польши

Ряд факторов оказывают существенное влияние на рентабельность заводов CTL:

- *цены на нефть* на международном рынке;
- *цены на уголь* как сырьё;
- *мощность* завода;
- *наличие завода* (надёжность эксплуатации, мощность и эксплуатационные издержки, соответствующие допущениям проекта);
- *высокие капитальные затраты* и длительный период получения прибыли на инвестиции;
- издержки, связанные с выполнением *экологических обязательств* (например, улавливание и хранение CO₂ или издержки, связанные с выбросами).

По ориентировочным оценкам, проведённым в 2006 году польским Центральным горным институтом (GIG), инвестиционные затраты на установку по сжижению угля производительностью 3 млн. тонн в год¹⁷ варьируют в пределах 4,5-5,5 млрд. долл. При

¹⁷ Меньшие установки рассматриваются как нерентабельные.

цене на уголь на уровне 54 долл. за тонну такая установка на основе технологии прямого сжижения может обеспечить выпуск жидкого топлива по цене 45-50 долл. за баррель¹⁸. Почти половина инвестиционных издержек, связанных с такой технологией, приходится на сооружение по гидрогенизации и стоимость производства водорода. Технологический прогресс, применение подземной газификации угля или альтернативное объединение завода по сжижению с атомной электростанцией для использования отходящего тепла могло бы существенно снизить издержки¹⁹.

Профессор Вл. Котовски (Włodzimierz Kotowski) из Технологического университета (Ополе) представил свои расчёты по расположенному в Освенциме заводу по сжижению на основе метода Фишера-Тропша на химическом заводе «Dwory». Сметная стоимость составляет 1,7-2 млрд. евро (2,3-2,7 млрд. долл.), а строительный период – от 3 до 4 лет. Подразумевается возможная финансовая помощь от ЕС. Такой завод по сжижению должен обеспечить переработку 9 млн. тонн угля для производства 3 млн. тонн жидкого топлива и дополнительно 0,37 млн. тонн этилена, 0,172 млн. тонн химических продуктов, 0,2 млн. тонн аммиака и 0,18 млн. тонн серы в год. При цене на уголь на уровне 38 евро за тонну (52 долл.) средняя цена бензина с высокой теплотворной способностью должна составить 0,64 евро за литр (0,88 долл.). Эта идея заинтересовала компанию Kompania Węglowa и химическую компанию «Dwory»²⁰.

Kompania Węglowa также рассмотрела вопрос о строительстве завода по сжижению угля на основе модификации метода непрямого сжижения Фишера-Тропша. Промышленный район бывшего угледобывающего предприятия Czeczott (Силезия, регион Освенцима) рассматривался как возможная площадка для завода, поскольку там имеется необходимая инфраструктура, а поставки угля соответствующих объёмов и качества могут быть осуществлены в шахт «Piast» и «Ziemowit», расположенных поблизости²¹. Кроме того, такие иностранные компании, как Shell, ThyssenKrupp, проявили заинтересованность в такого рода предприятии, объявив о планах строительства установки по газификации угля для генерирования электроэнергии, производства жидкого топлива и химических материалов (сообщалось об инвестициях на уровне 1-3 млн. евро)²².

Необходимо еще раз подчеркнуть, что только на основе детального исследования с учётом условий конкретной площадки можно оценить целесообразность строительства завода по сжижению угля в Польше. Тем не менее, доступные исследования могут обеспечить полезную информацию (см. список источников).

¹⁸ J. Świądrowski, „Techniczna i ekonomiczna ocena możliwości wdrożenia technologii upłynniania węgla w Polsce”, GIG, materiały informacyjne.

¹⁹ J. Świądrowski, A. Rejman-Burzyńska, E. Jędrzyk, *op. cit.*, p. 308-309.

²⁰ “Notatka na temat technologii produkcji paliw silnikowych z węgla wg artykułu prof. Włodzimierza Kotowskiego, *Czysta Energia 1/2006*”, Energetics Department, Republic of Poland, Ministry of Economy, p. 3.

²¹ “Notatka na temat stanu prac w Agencji Rozwoju Przemysłu ARP S.A. w zakresie rozpoznawania technologii zgazowania węgla wg pisma ARP z dnia 22.09.2006 znak ARP/ZARZ-EEN/707/206 do Min. Ministra Woźniaka”, Energetics Department, Republic of Poland, Ministry of Economy.

²² “Kolejka po unijne pieniądze. Paliwa z węgla.”, GIPH, <http://www.giph.com.pl/archiwum/135_1.html>.

е) Экономические последствия создания производства на базе CTL в Польше

Создание индустрии сжижения угля в Польше может оказать значительное влияние на экономику страны.

Бюджетные затраты:

- Затраты на *инвестиционные стимулы и риск кредитных гарантий* (если предоставляются).
- Затраты на *операционные гарантии* (например, соглашение о закупке, если предоставляются).
- *Более низкие налоговые поступления от акциза на топливо* для топлива на основе CTL (если предоставляется).

Прочие затраты:

- В случае *долгосрочной стабилизации цены нефти на более низком уровне, чем уровень безубыточности*, дорогое синтетическое топливо станет бременем для граждан и *понижит конкурентоспособность экономики*.
- Если технологий CCS нет в наличии в коммерческом масштабе на момент строительства завода и если химическая переработка угля включена в положения по ограничению выбросов CO₂, то, за исключением *значительного увеличения цены синтетического топлива*, это может обусловить *использование значительного количества прав на выбросы, предоставленных Польше*.
- Необходимые средства для покрытия затрат на *сопутствующие инвестиции* (если применимо, например, вопросы транспортировки – трубопроводы для произведённого топлива, нефтеперерабатывающие заводы).

Выгоды

- Значительное улучшение *валютного баланса*.
- Существенное влияние на *стабилизацию цены топлива*, защита от высокой неустойчивости.
- Выгоды для *угледобывающей промышленности*:
 - использование угля более низкого качества, который не может конкурировать на рынке;
 - повышение объёмов добычи угля, что приведёт к снижению конечной средней цены угля. Это повысит экспортную конкурентоспособность и понизит цену сырья для генерирования электроэнергии;
 - если уголь для целей сжижения вытесняет уголь для целей экспорта, то можно избежать высоких издержек транспортировки по железным дорогам.
- *Занятость*:
 - занятость шахтеров на угольных шахтах для добычи требуемого объёма – 8-10 млн. тонн угля в год для целей сжижения (примерно 5 000 человек);

Нормативно-правовая база может поставить под вопрос рентабельность синтетического топлива, поскольку **выбросы CO₂** (около 700 кг CO₂ на баррель) могут обусловить **невыгодность цены**. Хотя текущие цены на CO₂ в рамках Схемы ЕС по торговле квотами равны 0 евро за тонну, цены фьючерсов на декабрь 2008 г. колеблются в районе примерно 20 евро за т. Решением этой проблемы может стать **Технология CCS**, однако существует проблема снижения эффективности и ухудшения продукта (product penalty) (соответственно, на уровне 4% и 3%, без затрат на связывание, по данным исследования Университета штата Кентукки). Применение CCS может привести со временем к существенному снижению затрат на связывание (кривая обучения).

- занятость персонала, занимающегося эксплуатацией завода по сжижению (примерно 600, по оценкам *исследования Университета штата Кентукки*²³);
- занятость людей, занимающихся строительными работами (примерно 3 650, по оценкам *исследования Университета штата Кентукки*).
- *Наука*
 - использование и развитие научного потенциала польских университетов и исследовательских институтов;
 - значительная поддержка для зоны чистого угля (Clean Coal Cluster) в Силезии и содействие улучшению её имиджа;
 - развитие сектора СТЛ может стать шагом к развитию экономики водородной энергетики.
- *Налоговые поступления*: налоги от СТЛ и связанных отраслей.
- *Сопутствующие инвестиции* (принцип увеличителя) и *развитие других связанных отраслей* (например, химии для целей использования других продуктов помимо топлива на базе СТЛ, горнодобывающее оборудование).
- *Поставка высококачественного топлива* на польский рынок.

²³ “Technologies for Producing Transportation Fuels, Chemicals, Synthetic Natural Gas and Electricity from the Gasification of Kentucky Coal”, University of Kentucky, Center for Applied Energy Research, July 2007.

4. Выводы и рекомендации

Синтетическое топливо представляется целесообразной альтернативой для обеспечения производства жидкого топлива или синтетического природного газа. Несмотря на то, что «начальная цена» («trigger price») для индустрии СТЛ, похоже, достигнута, наиболее серьёзными проблемами являются высокие инвестиционные затраты и риск стабилизации цены нефти на низком уровне. Следует предпринять следующие шаги:

1. *В рамках долгосрочной стратегии диверсификации энергетических ресурсов в Польше следует серьёзно рассмотреть и включить варианты производства жидкого топлива и синтетического природного газа на базе угля.*
2. *Существенное значение имеет разработка детального ТЭО для оценки возможностей развития индустрии сжижения угля в Польше, для выбора поставщика технологии и принятия решений относительно потенциальных инвестиций.*
3. *Хотя в настоящее время нет возможностей для диверсификации поставок газа, рассматриваются некоторые варианты решений. Синтетический природный газ мог бы стать решением в деле обеспечения внутренних ресурсов газа, однако должное внимание должно быть уделено вопросу предотвращения избыточного предложения.*
4. *Ключевым моментом является проведение исследований по вопросу чистых угольных технологий.* Таким образом, следует обеспечить необходимое финансирование на национальном уровне. В то же время польские университеты и исследовательские институты должны активно участвовать в исследовательских программах ЕС, обеспечивая включение чистых угольных технологий в план исследований. Ценный опыт могло бы обеспечить строительство пилотного завода по сжижению.
5. *Коммерческое применение и опыт, приобретённый в процессе эксплуатации, должны способствовать снижению затрат на производство синтетического топлива. Таким образом, следует вести тщательный мониторинг развития индустрии СТЛ и SNG для определения наилучших практик.*
6. *Маловероятно, что индустрия СТЛ начнет работать без государственной поддержки.* Для предотвращения риска кредитных гарантий, вероятно, наилучшим решением является путь сокращения размера акцизов на синтетическое топливо. Однако в долгосрочной перспективе это будет означать снижение налоговых поступлений.
7. *Если ТЭО покажет коммерческую целесообразность завода СТЛ, то следует создать консорциум, включающий государственную компанию или компании (возможно PKN Orlen, PGNiG, Lotos, Kompania Węglowa) и пользующуюся хорошей репутацией инженерную, закупочную и строительную (EPC) компанию.* Государственные субъекты будут гарантировать учёт аспектов энергетической безопасности. Желательно наличие рамочной («wrap-around») гарантии в отношении общей структуры, хотя её получение может быть затруднительным.

Приложение

Таблица 2: Технологии прямого сжижения, рассматриваемые как наиболее перспективные для коммерческого применения

Kohleol , Ruhrkohle AG, Германия	Модифицированный метод Бергиуса, апробированный на заводе производительностью 200 тонн в день в Боттропе
NEDOL , NEDO, Япония	Одностадийный метод прямого сжижения, апробированный на экспериментальном заводе производительностью 150 тонн в день в Кашима
CTSL , HTI, США	Каталитический двухстадийный метод сжижения на основе гидрогенизации угля (H-coal technology), апробированный на экспериментальном заводе производительностью 6 тонн в день в Вилсонвилле
LSE , British Coal Corp., Великобритания	Жидкостная экстракция, двухстадийный процесс, апробированный на экспериментальном заводе производительностью 2,5 тонн в день в Пойнт оф Эйр
BCL , NEDO, Япония	Сжижение бурого угля, двухстадийный процесс, апробированный на экспериментальном заводе производительностью 50 тонн в день в Морвелле, Австралия

Источник: “Bezpośrednie upłynnianie węgla jako perspektywa otrzymywania paliw ciekłych w Polsce”,
Chemik, 6/2007, p. 305.

Источники

Доступные исследования по вопросу CTL

- “A Feasibility Study for the Construction of a Fischer-Tropsch Liquid Fuels Production Plant with Power Co-Production at NSA Crane (Naval Support Activity Crane)”, A report prepared for Crane Technology Incorporated under the sponsorship of the United States Department of Labor, May 31 2007.
- “Baseline Technical and Economic Assessment of a Commercial Scale Fischer-Tropsch Liquids Facility”, DOE/NETL-2007/1260, April 9, 2007.
- “Technical and Economic Assessment of Small-Scale Fischer-Tropsch Liquids Facilities”, DOE/NETL-2007/1253, February 27 2007.
- “Technologies for Producing Transportation Fuels, Chemicals, Synthetic Natural Gas and Electricity from the Gasification of Kentucky Coal”, University of Kentucky, Center for Applied Energy Research, July 2007.
- “Possible reforms to the fiscal regime applicable to windfall profits in South Africa’s liquid fuel energy sector, with particular reference to the synthetic fuel industry”, report prepared by a task team appointed by the Minister of Finance of RSA, 9th February 2007.

Доклады и статьи

- “Bezpieczeństwo Energetyczne Polski”, Raport BBN, Bezpieczeństwo Narodowe, 1/2006.
- “Bezpieczeństwo energetyczne Polski”, Rurociagi, nr 5/2006.
- “Coal. Issues and options in a carbon-constrained world”, Optima, February 2005
- “Coal: Liquid Fuels”, World Coal Institute, 2006.
- “Coal: Secure Energy”, World Coal Institute, 2005.
- “Import gazu oraz analiza celowości jego wzrostu”, S. Rychlicki, J. Siemek, SITG, <<http://www.sitg.pl/4impgaz.doc>>.
- “Notatka na temat technologii produkcji paliw silnikowych z węgla wg artykułu prof. Włodzimierza Kotowskiego, Czysta Energia I/2006”, Energetics Department, Republic of Poland, Ministry of Economy.
- “Policy implications for CTL in the USA”, R. Bezdek, in: “Coal-to-liquids. An alternative oil supply?” CIAB Workshop Report, IEA, November 2006.
- “Policy issues for Coal-to-Liquid Development”, J.T. Bartis, RAND Corporation, May 2007.
- “Strategia działalności górnictwa węgla kamiennego w Polsce w latach 2007-2015”, Warszawa, June 2007.
- “Terminale skroplonego gazu ziemnego – krok w stronę mniejszego uzależnienia od dostaw tego surowca do Polski”, E. Kochanek, Bezpieczeństwo Narodowe, 2007/3/4.
- “World Energy Outlook 2006”, IEA.
- “Bezpośrednie upłynnianie węgla jako perspektywa otrzymywania paliw ciekłych w Polsce” (Direct liquefaction of coal as perspective source of liquid fuel for Poland); J. Świądrowski, A. Rejman-Burzyńska, E. Jędrzyk, Chemik, p. 303, N0 6, Vol. LX (2007).
- “Driving without Petroleum?”, Energy Charter Secretariat, May 2007.
- “Economic impact of liquid fuel mitigation options”, R.H. Bezdek, R.M. Wendling, Management Information Services, Inc, Washington, February 2006.
- “Notatka na temat stanu prac w Agencji Rozwoju Przemysłu ARP S.A. w zakresie rozpoznawania technologii zgazowania węgla wg pisma ARP z dnia 22.09.2006 znak ARP/ZARZ-EEN/707/206 do Min. Ministra Woźniaka”, Energetics Department, Republic of Poland, Ministry of Economy.
- “Ocena zasadności wytwarzania substytutu gazu ziemnego (SNG) na bazie węgla kamiennego w Polsce” (Assessment of feasibility of Substitute Natural Gas (SNG) production from coal in Poland), K. Stańczyk, K. Kapusta, E. Jędrzyk, paper submitted for publication in *Przemysł Chemiczny*.

- “Perspektywy węgla w gospodarce świata i Polski – szanse polskiego górnictwa w Unii Europejskiej”, W. Blaschke, Polityka Energetyczna, tom 8, szeszyt specjalny, 2005.
- “Przechwytywanie i magazynowanie CO₂ – technologie CCS”, J. Malko, H. Wojciechowski, Wokół Energetyki, June 2007.
- “Techniczna i ekonomiczna ocena możliwości wdrożenia technologii upłynniania węgla w Polsce”, GIG, materiały informacyjne.
- “The coal resource. A comprehensive overview of coal.”, World Coal Institute, 2005.

Пресс-релизы

- “Kolejka po unijne pieniądze. Paliwa z węgla.”, GIPH, <http://www.giph.com.pl/archiwum/135_1.html>.
- “Sasol – zgazyfikowanie węgla”, R. Miszkiel, Rurociagi Nr 1/42/2006
- “SPECIAL REPORT: Fischer-Tropsch oil-from-coal promising as transport fuel”, Oil&Gas Journal, February 26 2007.
- Introduction of senator Bunning of Coal-to-liquids Promotion Act of 2007, <http://www.futurecoalfuels.org/documents/010507_bunning_introduction.pdf>.
- Xinghua net, China Daily press release.

Сокращения

BTL – конверсия биомассы в жидкие углеводороды

CCS – улавливание и хранение углерода

CNG – сжатый природный газ

CTL – конверсия угля в жидкие углеводороды

F-T – Фишер-Тропш

GIG – Центральный горный институт (Польша)

GTL – конверсия газа в жидкие углеводороды

LPG – сжиженный нефтяной газ

SNG – синтетический природный газ