

## **Прокопенко С.А. Угольной энергетике – принципиальное обновление/Новости теплоснабжения. - 2006. - №7. – С.26-29.**

*Д.т.н. С.А. Прокопенко, проф., директор Представительства НП «Горнопромышленники России» по Сибирскому федеральному округу, г. Кемерово*

Стремительный рост цен на ископаемые энергоносители, наблюдаемый в мире в последнее время, не обходит и угольную промышленность России. Как следствие, вынуждены поднимать стоимость своей продукции угольные электростанции и котельные. Это ведет к дальнейшему снижению конкурентоспособности энергии из угля и обращению потребителей к ее более дешевым разновидностям, получаемым из альтернативных энергоносителей: при сжигании природного газа, на гидроэлектростанциях и т.д. Возникает проблема – как же удержаться на конкурентном энергетическом рынке производителям тепло- и электроэнергии из угля?

Не так давно средства массовой информации сообщили об успехе проекта РАО «ЕС России» и запуске на Камчатке Мутновской геотермальной электростанции. В эксплуатацию запущены два энергоблока по 25 МВт, работающие на энергии пара с температурой до 200 °С, получаемого из земных недр по двухкилометровой скважине. Обеспечение собственной дешевой электрической и тепловой энергией создало прорыв в энергетике Камчатской области, до этого ежегодно закупавшей мазут (900 тыс. т у.т.) на дотации из федерального бюджета (около 45 млн долл. США/год). Опыт геотермального энергоснабжения планируется развить на Курильских островах и в европейской части России, как альтернативу традиционной энергетике.

В Кузбассе и других угольных бассейнах подземных геотермальных источников пока не обнаружено. Однако в недрах этих регионов залегают огромные запасы углеродных энергоносителей, которые мы продолжаем извлекать и перемещать из недр к котлоагрегатам ТЭЦ, расходуя на это колоссальные материальные, финансовые и людские ресурсы, что в конечном итоге оборачивается высокой себестоимостью электрической и тепловой энергии.

Коренным обновлением угольной энергетике может стать смена принципа: не уголь из недр, а котлоагрегаты в недра! Если овладеть технологией управляемого подземного сжигания угля и подземного паропроизводства, то можно создать аналогичные камчатскому энергетические комплексы по схеме «вода в недра – пар из недр – электроэнергия и тепло – вода в недра».

Углеэнергетическому комплексу, освоившему технологию управляемого и эффективного выжигания угольного пласта, она сулит огромную экономию. При этом не требуются расходы на комплексы по добыче, конвейеры, бункеры, содержание большого штата подземных рабочих, дегазацию пластов, осушение выработок и т.д. И если часть этих затрат, направить на совершенствование технологии подземного сжигания угля, с соответствующей раскройкой и подготовкой пласта, созданием передвижных котлоагрегатов, перемещаемых по выработкам и преобразующих тепло сгораемого угля в энергию пара с выдачей его в паросиловую контур тепломеханического оборудования, то можно будет получить энергетический комплекс нового поколения – наземно-подземную ТЭЦ.

Принципиальная схема функционирования энергокомплекса нового поколения базируется на:

- последовательном сжигании нарезаемых в пласте угля столбов (блоков), предварительно изолированных огнестойкими материалами от остального угольного массива;
- использовании образующегося в недрах тепла парогенераторами, перемещаемыми по уклонам вслед за огневым фронтом;
- выдаче на поверхность по жаростойким трубопроводам пара и использовании наземным оборудованием ТЭЦ, передвигающимся вслед за последовательно выжигаемыми столбами угля.

На сегодняшний день осуществление технологии энергопроизводства при подземном углесжигании видится следующим образом. По падению угольного пласта последовательно проходятся выработки – уклоны на глубину 600-800 м, которые затем соединяются горизонтальной выработкой – запальным штреком (рис. 1). Ширина нарезанных таким образом столбов составляет 30-60 м и определяется необходимой производительностью парогенераторов, мощностью пласта угля, его калорийностью, температурой горения и т.д. Высота создаваемых выработок соответствует мощности пласта. С целью предотвращения перемещения огневого фронта за пределы блоков почва штрека изолируется огнеупорными материалами (кирпич, бетон, современные негорючие материалы), как показано на рисунке. Вдоль оси каждого уклона по всей их длине возводятся огнестойкие перемишки, разделяющие выработанное пространство на две части. Для повышения безопасности изолирующие сооружения заглубляются в породный массив. Таким образом, в недрах формируются изолированные столбы угля, выступающие в дальнейшем в качестве термогазогенераторов.

На почве уклонов по обе стороны от перемишек монтируются рельсовые дороги для передвижения парогенераторов, представляющих собой цилиндрические котлы на колесах (наподобие железнодорожных цистерн), перемещаемые с поверхностного диспетчерского пункта

посредством лебедок. По рельсовым дорогам в уклоны двух первых столбов на уровень запального штрека спускаются парогенераторы и соединяются системой жестких и гибких трубопроводов с электрогенератором и резервуаром теплоносителя на поверхности. Парогенераторы, трубопроводы, рельсы, канаты и т.д. изготавливаются из материалов, выдерживающих образующуюся под землей высокую температуру. Возможна организация контурного (каскадного) съема тепловой энергии сжигаемого угля, когда на первом контуре – в подземном теплообменнике – используются тяжелые жидкости (жидкий калий или гликоль) с температурой кипения около 600 °С, отдающие тепло водяному теплоносителю в более безопасной зоне. По мере выжигания одного столба вводят в действие следующий.

При освоении описанной технологии появляется возможность создания на угольном месторождении современного энергетического комплекса с наземно-подземной ТЭЦ и практически безлюдной технологией получения энергии из недр. В этом случае добыча угля, как процесс извлечения из недр горной массы, существенно сократится и останется только для нужд металлургических и химических предприятий, а также для экспортных поставок.

Другим направлением повышения эффективности предлагаемого производства является бурение с поверхности дополнительных скважин и организация отвода образующегося в огневом забое вследствие газификации угля горючего газа. Этот низкокалорийный, но высокотемпературный газ используется в качестве дополнительного энергоносителя для производства электроэнергии или для целей химической его переработки с получением целого ряда ценных химпродуктов, включая жидкое моторное масло.

Вложение инвестиций в новую технологию – интеллектуальных, финансовых, материальных – позволит накопить опыт и обнаружить дополнительные возможности повышения технологической и товарной эффективности наземно-подземного энергокомплекса.

Важным моментом является то, что сырьевая база наземно-подземных ТЭЦ расширяется вследствие вовлечения в процесс теплоотдачи не только угля, но и углевмещающих пород, представленных, как правило, алевритами и аргиллитами. При современных технологиях угледобычи эти породы вследствие малого содержания в них угольного вещества или не добываются или при открытой разработке направляются в отвалы.

Понятно, что новая технология потребует затрат на возведение качественной огнестойкой изоляции стенок выработок на границе контакта с массивом, возведения дополнительных перемычек, приобретение передвижного электрогенератора, создание комплекта котлоагрегатов, оснащение контрольно-измерительной аппаратурой. Но все эти затраты невелики в сравнении с колоссальной экономией, которую получает такой энергокомплекс вследствие избавления от необходимости расходования средств на:

- добычу угля и решение сопутствующих проблем (дорогостоящее оборудование, большое количество подземных рабочих, высокая аварийность);
- строительство транспортных выходов с угольных месторождений;
- транспортирование угля к ТЭЦ и его потери;
- складирование угля, его дробление и измельчение на ТЭЦ;
- отвалообразование и рекультивацию земель;
- улавливание выбросов от сжигания угля и плату за загрязнение окружающей среды;
- и т.д.

Реализация предлагаемой технологии в виде шахтового энергоучастка для обеспечения энергией собственных нужд шахты с годовой добычей 1 млн т угля по укрупненным расчетам требует инвестиций порядка 60-70 млн руб. Отказ от покупки электроэнергии у ОАО «Кузбассэнерго» и получение собственной энергии позволит экономить до 0,70-0,75 руб./кВт.ч. Годовые потребности шахты такой мощности в электрической энергии составляют на примере компании «Кузбассуголь» 35-53 млн кВт.ч. Потребности шахт и прилегающих поселков в тепле требуют ежегодного сжигания угля в количестве от 8,5 тыс. т (шахта «Физкультурник») до 14 тыс. т (шахта «Первомайская») и даже 21 тыс. т (шахта «Березовская»). Реализация такого количества угля на рынке обеспечит получение шахте дополнительной прибыли в среднем 4 млн руб./год. Получение экономии 34 млн руб./год только по этим двум статьям позволяет прогнозировать срок окупаемости инвестиций шахты в собственный энергоучасток в пределах 1,8-2,1 года.

Перспективность предложенного подхода к развитию угольной энергетики подтверждается имеющимся опытом и активным прогрессом технологии подземной газификации угля (ПГУ) в Китае. В настоящий момент в КНР работает 8 станций подземной газификации угля [3]. Из них: в провинции Шандун – 6 станций, в провинции Шанси – 1 станция, в провинции Нейман – 1 станция. Несколько станций находятся в стадии проектирования и строительства: в провинциях Шанси и Куецю.

В Китае газифицируются пласты каменного угля мощностью 2-6 м с углом падения пластов от 10 до 40°. Газификация угля производится по технологии близкой предлагаемой нами. При строительстве станций применяется комбинированный способ подготовки подземного

газогенератора – шахтная подготовка и бурение технологических скважин (рис. 2). При шахтной подготовке по подошве пласта проводятся выработки, служащие каналами для газификации и осуществляющие доступ дутья в газогенератор. При проведении выработок осуществляется анкерное крепление либо обделка выработок кирпичом.

В настоящий момент в КНР в основном применяется воздушное и паро-воздушное дутье. Это обусловлено низкими затратами на подготовку дутья и удовлетворительными параметрами газа. Китайские специалисты имеют опыт получения газа с теплотой сгорания до 3800 ккал/м<sup>3</sup> без применения дополнительной подачи кислорода в дутье. В настоящий момент станции ПГУ в КНР вырабатывают 150-240 тыс. м<sup>3</sup> газа в день. С 1 т угля выход газа составляет в среднем 3-5 тыс. м<sup>3</sup> для воздушного дутья и 2-2,5 тыс. м<sup>3</sup> для дутья с паром. В ближайшее время планируется доведение ряда станций до мощности 2 млн м<sup>3</sup> газа в день. На эти цели правительством выделено 100 млн юаней (8,25 млн USD) [3]. Средний состав производимого из угля газа для различных типов дутья приведен в таблице.

Таблица. Состав газа при воздушном и паровоздушном дутье (станция Синтаю).

Компоненты газа	Содержание компонентов при применении воздушного дутья, %	Содержание компонентов при применении дутья с паром, %
H <sub>2</sub>	12,8-15,9	35,1-45
CO	2,96-5,67	6,15-9,8
CH <sub>4</sub>	4,83-5,86	6,3-9,2
CO <sub>2</sub>	16,11-15,7	34-38
N <sub>2</sub>	51-60	1,7-11
Теплота сгорания, МДж/м <sup>3</sup>	3,9-4,8	8,2-11,6

Несмотря на более низкую теплотворную способность, по сравнению с природным газом, газ ПГУ используется для газовых печей, отопления и квартирных бойлеров. При этом цена газа, отпускаемого населению, составляет примерно 0,3 юаня (1,3 руб.) за 1 м<sup>3</sup>, что примерно в три раза ниже стоимости природного газа.

Газ полностью соответствует санитарным и экологическим нормам. В провинции Шандун газом ПГУ газифицировано 6000 семей шахтерского поселка Шизан, находящегося вблизи станции ПГУ.

Таким образом, нынешние успехи специалистов из Китая, взявших за основу современной технологии, экономики и культуры работы с угольными месторождениями технологию станций газификации угля бывшего СССР, показывают ее прогрессивность и перспективность по сравнению с угледобычей, транспортированием угля и сжиганием его на нынешних ТЭЦ. Освоение российскими тепло- и электрогенерирующими компаниями предлагаемой технологии производства энергии на угольных месторождениях может привести к появлению в составе топливно-энергетического комплекса страны новой отрасли – подземной энергодобычи. Ее развитие позволит человеку получать конкурентоспособную энергию из угля, не добывая его. При реализации такого подхода к развитию энергетики возможно прорывное изменение экономического положения энергопроизводящих компаний и угольных территорий.

#### **Литература**

1. Имамутдинов И., Медовников Д. Неторопливые киловатты Земли / [www.energotrade.ru](http://www.energotrade.ru)
2. Прокопенко С.А. Новая концепция развития энергетики в угольном регионе // *Вестн. КузГТУ*. 2004. № 6 (1). С. 133-137.
3. Кондырев Б.И., Белов А.В. Подземная газификация угля в Китайской Народной Республике / *Отчет о научной стажировке, Владивосток-Пекин*. 2002. 80 с.
4. Liang Jie. An overview of the Chinese Programme on UCG // *Underground gasification engineering research centre of coal industry and China university of mining & technology*. Oct., 2003.

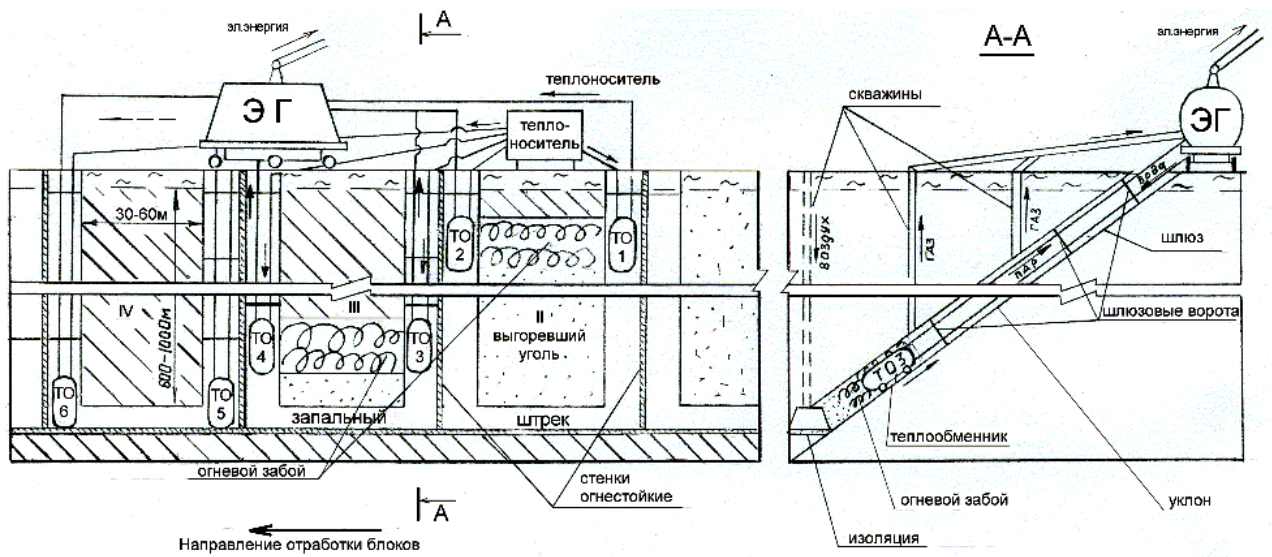


Рис. 1. Изолированные блоки пласта:  
 I – выжженный; II – III – выжигаемые; IV – подготовленный;  
 1-6 – теплообменники (парогенераторы); ЭГ – электрогенератор.

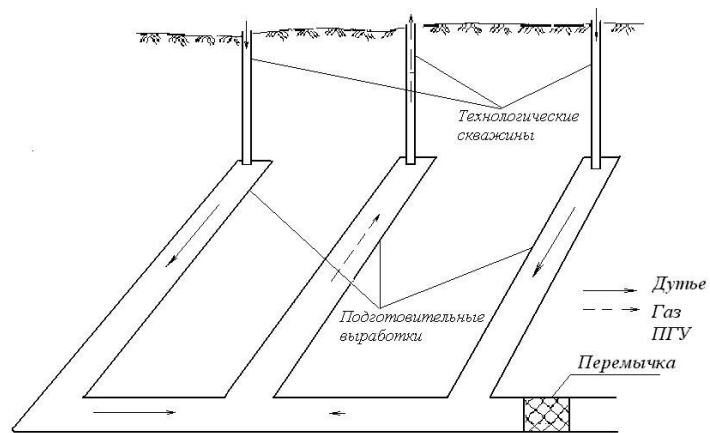


Рис. 2. Схема подготовки подземных газогенераторов в Китае.