

рые использовались в расчете объемов пор V , заполненных сорбированной влагой. Объемы пор V , заполненные водой, рассчитывали по формуле:

$$V = aV_{\text{мол}}, \quad (2)$$

где a – количество сорбированной влаги при данной относительной влажности воздуха φ , 1/кг; $V_{\text{мол}}$ – молярный объем воды, м³.

По полученным результатам количество микрокапилляров в жоме, имеющих радиус $16 \cdot 10^{-9} \text{ м} < R < 40 \cdot 10^{-9} \text{ м}$, составляет примерно одинаковую величину. Этому интервалу радиусов соответствует равновесная влажность свекловичного жома $24 \% < W_p^c < 40 \%$.

При этом наблюдается резкое увеличение количества пор имеющих радиус свыше $44 \cdot 10^{-9} \text{ м}$. То есть можно предположить, что в свекловичном жоме имеются не только микро-, но и макрокапилляры. Но необходимо отметить, что формула (1) применима в интервале радиусов пор $10^{-10} \text{ м} < R < 10^{-7} \text{ м}$. Нижнее ограничение обусловлено радиусом молекулы воды, а верхнее тем, что для макрокапилляров давление насыщенного пара равно давлению насыщенного пара над плоской поверхностью и является постоянной величиной.

Поэтому нами был использован метод статической обработки микрофотографий свекловичного жома, полученных с помощью растровой электронной микроскопии (РЭМ). Исследования проводились на установке ВУП – 5 в вакууме $10^{-5} \text{ мм. рт. ст.}$

Анализ фотографий показал, что структура свекловичного жома вдоль и поперек среза одинакова, представляющая собой в основном совокупность макрокапилляров радиус которых может достигать $1,2 \cdot 10^3 \text{ см}$.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что жом легко поддается сушке и не требует значительных дополнительных затрат на преодоление энергии связи материала с влагой.

Работа представлена на научную конференцию с международным участием «Технологии 2005», г. Анталия (Турция), 22-29 мая 2005 г. Поступила в редакцию 11.04.2005 г.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ТОПЛИВОПРИГОТОВЛЕНИЯ С СУШКОЙ УГЛЯ ПРОДУКТАМИ СГОРАНИЯ

Зацаринная Ю.Н., Мингалеева Г.Р.,
Вачагина Е.К., Назмеев Ю.Г.

*Исследовательский центр проблем энергетики,
Казанского научного центра РАН,
Казань*

При оценке эффективности технологических схем подготовки топлива к сжиганию с использованием термодинамического метода одним из основных показателей степени термодинамического совершенства системы является эксергетический коэффициент полезного действия (к.п.д.) η_{ex} , определяется как отношение полезного технического эффекта системы к затраченному. В данном случае полезным техническим эффектом можно считать получение угольной пыли требуемой

влажности и температуры. Оценка термодинамических параметров системы проводилась с целью выявления наиболее энергозатратных ее участков.

В работе рассмотрены системы топливоприготовления с промежуточным бункером угольной пыли и сушкой топлива продуктами сгорания, отбираемыми из газоходов котельного агрегата. В системах такого типа чаще всего используются шаровые барабанные и среднеходные мельницы. Сушка топлива продуктами сгорания позволяет повысить температуру сушильного агента, обеспечивая при этом пожаровзрывобезопасность системы, которая объясняется малым содержанием кислорода в сушильном агенте, а также позволяет сушить угли практически с любой влажностью.

Система является разомкнутой, так как отработанный сушильный агент, пройдя одну или две ступени очистки, выбрасывается в атмосферу.

На первом этапе проводился тепловой и аэродинамический расчет системы топливоприготовления. На втором этапе определялись термодинамические характеристики входящих и выходящих потоков, внутренние и внешние потери и общий эксергетический к.п.д. системы. Эксергия сушильного агента определялась как сумма физической и химической эксергии продуктов сгорания топлива. Эксергетический к.п.д. системы определялся как отношение полезного технического эффекта системы к затраченному. В данном случае полезным техническим эффектом можно считать только получение угольной пыли требуемой влажности и температуры.

Результаты расчетов позволяют сделать вывод о том, что наиболее энергоемким процессом является сушка топлива. Процесс сушки осуществляется в мельницах и совмещается с процессом размола угля, поэтому тип применяемых мельниц оказывает значительное влияние на эффективность всей системы топливоприготовления. Значения η_{ex} для систем со среднеходными мельницами составляет 19,6 %, в системах с шаровыми барабанными мельницами – 20,6 %. Более низкое значение η_{ex} для среднеходных мельниц обусловлено большим расходом сушильного агента и малой удельной размольной производительностью мельниц.

Значение h_{ex} указывает на целесообразность поиска способов снижения энергетических затрат, повышение эффективности таких систем может быть достигнуто путем интенсификации процессов теплообмена в отдельных элементах системы, а также путем утилизации теплоты, отводимой от системы.

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ГОСУДАРСТВЕННОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ В РАЗНЫХ СТРАНАХ И РЕГИОНАХ МИРОВОГО ХОЗЯЙСТВА

Зуев В.А.

Виртуализация экономики, пристальное внимание к экологии, действия тенденций дерегулирования и саморегуляции энергетического рынка формируют новый набор требований к управлению производством и потреблением энергии, которые могут быть

разрешены с помощью распределенной генерации - системы децентрализованных малых и средних генерирующих станций, которые призваны снабжать электрической и тепловой энергией объекты корпоративной или социальной инфраструктуры, а также передавать (или продавать) излишки электроэнергии в центральную сеть¹.

До недавнего времени в большинстве стран мира электроэнергетика часто представляла собой в качестве организационного устройства вертикально интегрированные компании, объединяющие функции генерации, передачи, распределения и сбыта электроэнергии, находившиеся под контролем государства. Сейчас в большинстве развитых стран происходят серьезные изменения в электроэнергетике – дерегулирование, приватизация энергетических объектов, внедрение конкурентного рынка электроэнергии. Выбор модели реструктуризации в значительной мере зависит от экономических условий. Мы рассматриваем четыре модели реструктуризации электроэнергетики: Вертикально-интегрированная модель (Северные страны, Франция), Конкурентная модель (Англия и Уэльс), Модель независимых производителей (Германия), Модель единого закупщика (Италия).

Модель I. Вертикально-интегрированная модель (значительная степень централизации и государственного регулирования)

В Норвегии, Швеции, Финляндии продажа и покупка электрической энергии ведется через энергетическую биржу (ЭБ) — Северный пул, состоящий из оптового рынка (на сутки вперед), фьючерского рынка (на неделю вперед) и регулируемого рынка, которым управляет системный оператор — государственная сетевая энергокомпания - ЭК Statnett.

Все субъекты рынка имеют лицензию, обязывающую их работать в соответствии с указанием системного оператора. Государственная энергокомпания (ГЭК) составляет графики нагрузок своих агрегатов на получасовой основе с учетом заявок. Так как торговля ведется на конкурентном рынке с оценкой риска и прогнозированием поведения конкурентов, осуществляется измерение перетоков энергии на рынке и установка соответствующих приборов в сети. Северный пул (оператор рынка) задает правила для конкурентного рынка, но рынком управляет Statnett. Цены на регулируемом рынке Statnett устанавливает каждый час и направляет данные Северному пулу, который использует их при оплате необъявленных перетоков электрической энергии. Поставщики и потребители взаимодействуют с оператором рынка — Северным пулом. Все поставщики и потребители электрической энергии участвуют в оперативном (суточном) и фьючерском (недельном) рынках. Рыночная цена определяется пересечением цена/объем для покупателей и продавцов. Никакие добавки к полученным ценам не вводятся².

¹ Workshop on the restructuring and privatisation of district heating and combined heat and power production in central and eastern Europe: towards local energy systems//WEC Group Central and Eastern Europe. -Ljubljana, 2002. -June.

² Семенов В.А. Диспетчерское управление в условиях оптового рынка электроэнергии. СПб.: ПЭИПК, 1998.

Опыт Скандинавских стран свидетельствует о возможности создания рынка тепло- и электроэнергии без осуществления приватизации энергокомпаний. Генерирующие компании стали работать на рыночных принципах. Для выполнения своих обязательств генерирующим компаниям стало выгоднее покупать электроэнергию по низкой рыночной цене. В период же высоких цен на электроэнергию им выгоднее даже останавливать производство и не участвовать в торгах. В результате либерализации электроэнергетики в странах Скандинавии отмечена стабилизация цен на передачу и распределение электроэнергии, а также повышение эффективности работы сетевых компаний.

Во Франции свободный доступ к выбору поставщика электроэнергии открыт с 1999г. Франция – наиболее зависимая от энергетики страна, где три четверти электроэнергии вырабатывается на АЭС. С начала 70-х годов XX в. в стране было построено и введено в эксплуатацию 59 реакторов. АЭС принадлежат компании EDF – национальной энергетической компании Франции. Электроэнергия во Франции считается одной из самых дешёвых в Европе³ причём цена на электроэнергию для промышленности ниже. В сентябре 2001г. завершилось создание ядерного суперхолдинга Areva. Коммерческому подразделению комиссариата по атомной энергии Франции – государственной компании CEA-Industrie принадлежит 79% акций, ещё 5% – напрямую правительству Франции. Таким результатом завершилась проводимая в течение нескольких лет программа, нацеленная на усиление роли государства в атомной отрасли страны⁴. Французский рынок электроэнергии является примером почти полной иерархии. Основной целью государственного регулирования является руководство отраслью. Государство обладает сильными позициями в отрасли, поддерживая и усиливая её развитие, главным образом, в соответствии с политическими приоритетами, одним из которых является ядерная энергетика. При существующих условиях EDF является монополистом, и для вступления в рынок третьих участников нет возможности. Существующую систему можно назвать очень стабильной. Однако и во Франции ожидается развитие отрасли в сторону либерализуемой иерархии, включающей некоторую ценовую координацию. Предложение Франции о введении Единого закупщика, регулирующего всю международную торговлю внутри ЕС, может быть шагом в этом направлении. По заявлению правительства Франции, окончательный выбор в пользу либерализации электроэнергетического сектора страны будет сделан между 2007–2009 гг.

Модель II. Конкурентная модель: Англия и Уэльс

Великобритания (23% всей электроэнергии производится атомными электростанциями) одной из первых либерализовала свою электроэнергетическую отрасль и является примером мягкого регулирования. Произведённая электроэнергия распределялась между

³ 11,53 центов США/кВт.ч; более низкие цены только в Швеции – 10,12 центов США/кВт.ч и Финляндии – 10,23 центов США.

⁴ Сошина В.В. Либерализация электроэнергетического рынка и развитие ядерной энергетики в зарубежных странах //Росэнергоатом, 2003.

12 региональными правлениями, контролируемые правительством страны, которые реализовывали её конечным потребителям.

При проведении реформы электроэнергетики в Великобритании было учтено, что электроэнергетика Англии находилась в государственной собственности. В 1989г. был принят основной закон отрасли – «Закон об энергоснабжении Англии и Уэльса»⁵, в котором были чётко расписаны роли всех участников реформ. На государственном уровне был принят Системный Кодекс. Именно государственная собственность и контроль в электроэнергетике позволила проводить реформы, не оглядываясь на частных владельцев. Было признано целесообразным:

- выделить в отдельную энергокомпанию национальную электроэнергетическую сеть высокого напряжения совместно с диспетчерским управлением (National Grid);
- образовать несколько генерирующих компаний, обеспечивающих основные объёмы производства электроэнергии;
- приватизировать 12 распределительных энергокомпаний, обеспечивая оптовую закупку электроэнергии и продажу её потребителям;
- создать специальную структуру переходного периода, обслуживающую механизм продажи-покупки электроэнергии – Пул.

В марте 2001г. Пул был ликвидирован. Его заменило новое соглашение о продаже электроэнергии (New Electricity Trading Arrangements (NETA), в соответствии с которым было принято правило, что все сделки по купле-продаже электроэнергии должны производиться непосредственно между продавцом и покупателем и каждый участник сделки получает или платит взаимосогласованную цену. В результате в первый же год действия нового механизма ценообразования цены на электроэнергию в Англии и Уэльсе упали более чем на 30%.

Модель III. Рыночная модель при государственном регулировании инфраструктуры рынка (децентрализация)- Германия

Модель независимых производителей. Примером взвешенного подхода к реформе электроэнергетики служит Германия. В Германии конкуренция в области генерирования электроэнергии на открытых рынках привела к появлению новых компаний и к выходу на этот рынок промышленных предприятий, имеющих собственное генерирующее оборудование. В результате увеличилась эффективность генерирующих компаний, начали развиваться новые технологии, позволяющие сократить издержки на производство электроэнергии. Производители, не выдерживающие ценовой конкуренции, вынуждены были покинуть рынок. Мелкие муниципальные производители Германии отказались от производства электроэнергии и сосредоточили свои мощности на производстве тепла.

Передачей электроэнергии занимаются национальные компании, объединяющие питающие сети. Деятельность этих компаний как естественных монополий подлежит регулированию со стороны государства. Организованы национальные оптовые рынки

электроэнергии (продавцы — независимые производители, покупатели — крупные промышленные потребители и перепродавцы электроэнергии). Посредником на рынке выступает независимый сетевой оператор, который не является «игроком» рынка, а обеспечивает его услугами.

Таким образом, Германия избежала ломки сложившихся организационных структур, хозяйственные связи были максимально сохранены. Опыт реформ электроэнергетики Германии заслуживает внимания потому, что это крупнейший производитель электроэнергии в Европе после России. В Германии около 30% электроэнергии производится на атомных электростанциях. Электроэнергетика Германии является сложным сектором экономики, где преобладает частная собственность. Поэтому успех реформирования может быть достигнут сочетанием интересов государства и акционеров. На переходный период до 2005г. правительство Германии выбрало модель с «доступом к сети третьих лиц на договорной основе» (Negotiated Third Party Access). В Германии до сих пор нет регулирующего органа. Законодатели ограничились установлением определённых требований, в частности, правил недискриминации. Создание условий для добросовестной конкуренции в Германии привело к активизации борьбы за потребителей. В результате либерализации электроэнергетического сектора в Германии сегодня осталось всего 4 крупные энергокомпании (вместо 9)⁶. Последнее свидетельствует о процессе концентрации на уровне объединённых энергокомпаний с целью повышения потенциала спроса и использования эффекта от совместной деятельности. В результате либерализации электроэнергетического рынка выросло потребление электроэнергии на душу населения; снизились тарифы на электроэнергию: для промышленности почти в 2 раза; для населения – почти в 1,5 раза. Таким образом, можно сделать вывод, что либерализация повысила общую эффективность электроэнергетического рынка Германии, удалось снизить цены на электроэнергию для потребителей, появилась возможность заключать гибкие контракты и предоставлять дополнительные услуги.

Модель IV. Регионально-независимый сценарий (частичная централизация)

Модель Единого Закупщика (Италия)

Во всех странах, где была проведена либерализация рынка электроэнергии, производство энергии на мелких теплоэлектростанциях выросло (например, в Италии). Однако в Италии акцент был сделан на защите мелких потребителей. Генерирующие компании включают в себя государственную компанию Enel, частных производителей и промышленные предприятия⁷. Конечные потребители могут покупать электроэнергию только у локального поставщика, которым является Enel или местная муниципальная коммунальная компания.

До реформирования в Италии цена для конечных потребителей устанавливалась все той же компанией Enel. На данном этапе в стране созданы регулирую-

⁶ Можяева С.В. Экономика энергетического производства. СПб.: Издательство «Лань», 2003.

⁷ Международный опыт реформирования электроэнергетического сектора в применении к России/ JPMorgan, 2001.

щие органы, осуществляющие контроль над тарифами для конечных потребителей. Таким образом защищаются интересы мелких потребителей. И все же на рынке сохраняется ограниченная конкуренция и низкий уровень прозрачности, так как Enel не потеряла позицию крупнейшего игрока. Однако даже если централизованные мощности построены, существует риск того, что они останутся в изоляции, ограниченные пропускной способностью региональных и межрегиональных транспортных сетей. Статистика показывает, что потери энергии, использованной для производства электричества, на пути от центральной станции до конечного потребителя составляют до 68%⁸.

Отметим, что, прежде всего, в западную модель реформирования заложено разграничение собственности между участниками рынка теплоснабжения⁹. Активное применение распределенной генерации в международной практике привело к появлению стабильно работающих, высокотехнологичных и безопасных систем, стоимость внедрения и владения которыми позволяет компаниям различного профиля деятельности использовать эти решения для получения конкурентных преимуществ на своем сегменте рынка. Конкурентная модель, для достижения которой направлены реформы теплоснабжения, предполагает наличие стимулов для повышения эффективности, необходимость значительных структурных преобразований, коррекции уровня цен до экономически обоснованного уровня¹⁰. Это особенно актуально для России.

Технологии распределенной генерации электрической и тепловой энергии и создаваемые на их основе корпоративные системы управления энергопотреблением, меняют методы работы центральной сети. Наравне с распределенной генерацией энергии происходит децентрализация и других функций - сбора и анализа данных, коммуникаций. В результате все участники энергетического рынка получают реальные инструменты для мониторинга и управления своими текущими и перспективными потребностями и оптимизации расходов¹¹. Потребители энергии, на основании анализа схем потребления и требуемого качества энергии, могут определить для себя наилучший путь развития - продолжить участие в программах лимитирования нагрузки или создать собственные корпоративные микросети на основе распределенных генерирующих мощностей.

Работа представлена на заочную электронную конференцию «Конференция по энергетике и управлению переработки отходов», 15-20 апреля 2005 г.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ШАХТНОЙ АТМОСФЕРЫ

Колмаков А.В.

*Компания "Pte Ltd Think Energy",
Кемерово*

Социальный и технический прогресс развития общества требует создания высокопроизводительных, экономически выгодных и экологически безопасных технологий производства материальных благ. Особое место в развитии и создании современных технологий занимает угольная промышленность, как наиболее важная, но трудоемкая, опасная и энергозатратная. Опыт работы показывает, что ежегодно глубина обработки угольных месторождений увеличивается и это приводит: к росту газообильности, тепловыделений, влажности, температуры, необходимости подачи большого количества воздуха для проветривания и ухудшению микроклимата при ведении горных работ. Так, в глубоких шахтах температура горных пород составляет 40-50⁰С и более, влажность воздуха достигает 100%, а скорость его движения превышает эффективную в несколько раз, с повышением атмосферного давления. При температуре воздуха 25⁰С и относительной влажности более 80% эффективность труда снижается на 35%, а длительная работа в таких условиях опасна для здоровья и требует применения охлаждающих средств. К наиболее распространенным средствам охлаждения атмосферы относятся: охлаждающие каналы, нисходящее проветривание, осушение воздуха различными сорбентами и холодильные установки.

Наиболее эффективными средствами управления кондиционированием при охлаждении рудничного воздуха являются стационарные или передвижные охлаждающие установки, которые в зависимости от мест расположения машины и воздухоохладителя могут быть централизованными, местными и комбинированными. Опыт работы показывает, что наиболее эффективными, безопасными и простыми в эксплуатации являются централизованные типы кондиционеров или комбинированные при расположении холодильных машин на поверхности, а воздухоохладителей – в шахте.

Анализ типов и размеров кондиционеров и опыт работы показывают, что технический прогресс области кондиционирования воздуха за рубежом в промышленных, жилых, торговых, транспортных, товаропроизводящих и других комплексах является более развитым, чем в России, включая горнорудные шахты. Объяснением этому служит, прежде всего, различие в теплом и холодном климатах расположения шахт.

Опыт монтажа, эксплуатации, наладки, контроля и управления кондиционированием атмосферы в поверхностных сооружениях показывает, что с подземными условиями охлаждения атмосферы есть много

⁸ Корпоративная система управления распределенными энергетическими ресурсами bpсEnergy White papers 23 сентября 2002 г.

⁹ Energy Technologies for the Twenty-First Century <http://www.worldenergy.org/wec-geis/publications/reports/et21/introduction/introduction.asp> 2003.

¹⁰ См. Fusaro P.C. Energy Risk Management: Hedging Strategies and Instruments for the International Energy Markets. NY.: McGraw – Hill, 1998.

¹¹ Однако дерегулирование электроэнергетического рынка не означает полного отказа государства от контроля над этим сегментом экономики. Помимо наблюдения за устанавливаемыми тарифами за пользование передающими сетями (естественными монополистами), государство законодательно ограничивает в той или иной степени участие одной компании в различных сегментах электроэнергетического рынка.