

ЭНЕРГО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ТОПЛИВНЫХ ЦИКЛОВ ПРОИЗВОДСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И ТЕПЛА

А.В. ГАЛУЗО, Р.И. СОКОЛОВСКИЙ

(Московский государственный текстильный университет им. А.Н. Косыгина)

1. Текстильные предприятия являются настолько крупными потребителями энергии, что создание новых предприятий целесообразно либо вблизи электростанций, либо совместно с ними. Наметившийся рост экономики сталкивается с дефицитом энергетических мощностей, преодоление которого становится одним из главных направлений энергетического строительства. Эта ситуация не была предусмотрена в энергетической стратегии России на период до 2020 года [1] и связана с недооценкой роли научно-технического прогресса в развитии общества [2]. Существует достаточно много различных типов технологий получения энергии от традиционных источников энергии на органическом топливе. В качестве основного критерия их сравнения в мировой и отечественной практике часто используют экономический критерий типа приведенные или расчетные затраты на производство энергии. Использование такого критерия позволяет суммировать различные статьи доходов и расходов на строительство и эксплуатацию электростанций и соответствующих предприятий внешнего топливного цикла с учетом различий во времени осуществления этих финансовых операций. Однако

практика использования этого критерия показала и определенную ограниченность использования чисто экономического подхода. 1. Результаты сравнения различных энергоустановок, отличающихся между собой по структуре капитальных и текущих затрат, заметным образом зависят от принятого в расчетах коэффициента дисконтирования. Такой подход не является универсальным. Величина этого коэффициента меняется от страны к стране. В нашей стране в прежние годы даже в разных отраслях использовались разные значения этого коэффициента. 2. Использование цен на материалы, энергоресурсы и трудовые ресурсы при определении суммарных экономических издержек предполагает, что эти цены каким-то образом учитывают реальную практическую относительную значимость этих статей расходов. В топливной промышленности и энергетике, отличающейся науко- и капиталоемкостью, а также большим сдвигом во времени от момента принятия решения до момента осуществления проекта трудно избавиться от гигантов монополистов. Это существует и на Западе и еще в большей степени у нас. 3. Особую сложность проведения экономических исследований представляет собой

сегодняшняя действительность в условиях плохо предсказуемой инфляции и неустойчивости мировых валют.

В этих условиях вполне обоснованным является (помимо чисто экономических показателей энергоустановок) использование также и натуральных показателей, характеризующих их эффективность. В годы нефтяного кризиса семидесятых годов прошлого столетия на Западе серьезное внимание уделялось энергетическому анализу различных источников энергии и их сравнению. Различные источники энергии тратят на свое функционирование значительную часть [3...5] от вырабатываемой энергии за срок службы источника энергии. Сопоставление выработанной энергии и энергии, затраченной на функционирование источника (энергетический показатель), является важной характеристикой эффективности производства энергии. Минимизация энергетических затрат при заданном количестве полученной энергетической продукции направлена на повышение коэффициента полезного использования энергетических ресурсов и снижение энергоемкости промышленного производства. Энергетические технологии потребляют кроме топлива много других ресурсов, дефицит которых может стать препятствием в развитии энергетики, и загрязняют окружающую среду. Формируется определенная система ограничивающих факторов в первую очередь экологических. В настоящей работе, используя натуральные показатели, с целью уменьшения энергоемкости производства строится система показателей, характеризующих в целом рассматриваемую технологию получения энергии с учетом существующих ограничений.

2. По мере приближения к стадиям конечного потребления энергии в продукции аккумулируются полные затраты энергии всех предшествующих стадий ее производства. В результате количество располагаемой энергии существенно уменьшается. Сопоставление добытой и затраченной на добычу энергий является той основой, на базе которой возникают количественные оценки технологий. Критерием энергетической

эффективности служит минимизация затрат (прямых и косвенных) энергии, затрачиваемой при производстве энергии за весь технологический цикл [6].

Расчет полных затрат энергии, затраченной на получение энергетической продукции, основан на определении связей между потоками материальных ресурсов, технологиями и энергетическими затратами, позволяющими учесть изменения эффективности технологической цепочки в результате динамики производственной системы и влияния научно-технического прогресса.



Рис. 1

Расчеты построены по иерархическому принципу от геологической разведки сырья до получения конечной продукции (электроэнергии и тепла). Весь топливный цикл делится на этапы (рис.1 – схема цикла).

Полные затраты энергии включают:

- прямой расход энергии на данном этапе производства;
- полные затраты энергии на материалы и ресурсы, потребляемые на данном этапе производства;
- расход энергии на прочие нужды (вспомогательный транспорт, освещение, отопление и т.п.);
- косвенные затраты, включающие полные затраты энергии на создание основных производственных фондов.

Затраты энергии на материалы, потребляемые в процессе производства, учитываются по прямым затратам энергии, если

эти затраты производятся в пределах отрасли, и по полным затратам энергии, если они производятся в других отраслях. Косвенные затраты энергии представляют собой расход энергии на создание и обновление основных производственных фондов, на производство материалов, расходуемых во вспомогательном производстве.

В основу проводимых расчетов положены формулы, описывающие производство электрической и тепловой энергии на ТЭС и потребности ее в органическом топливе. Количество отпущенной ТЭС в сеть за год электроэнергии (кВт·ч/год) рассчитывается по следующей формуле:

$$W_0 = 8760N(1 - k)k_m, \quad (1)$$

где N – установленная электрическая мощность ТЭС (брутто) в кВт; k – коэффициент расхода энергии на собственные нужды; k_m – среднегодовой коэффициент использования установленной мощности (КИМ).

Годовая потребность G в органическом топливе в натуральном исчислении (т/год) вычисляется по формуле:

$$G = q(g_E W_0 + g_T T) \cdot 10^{-3}, \quad (2)$$

где g_E – средний удельный расход условного топлива на 1кВт·ч отпущенной в сеть электроэнергии в кг у.т./кВт·ч; g_T – средний удельный расход условного топлива в кг на 1 Гкал отпущенного тепла; T – количество отпущенного тепла в Гкал за год; q – коэффициент относительной калорийности условного топлива по сравнению с натуральным.

Схема расчета ТЭЦ исходит из установленной электрической и тепловой мощностей. Количество отпущенной ТЭЦ в сеть за год электроэнергии (кВт·ч/год) рассчитывается по формуле (1), а количество отпущенной тепловой энергии – по формуле

$$T = 8760Vk_T, \quad (3)$$

где V – установленная тепловая мощность ТЭЦ в Гкал/ч; k_T – среднегодовой коэффициент использования установленной тепловой мощности.

Формулы (1)...(3) лежат в основе расчетов, так как по ним находится количество сжигаемого потребителем топлива, а следовательно, определяются потоки топлива и энергии на всех этапах топливного цикла от добычи до утилизации отходов. Суммарной характеристикой технологии является энергетическое отношение ϵ , равное отношению полученной энергии к энергии, затраченной на функционирование цикла. Распределение затрат по этапам цикла представлено в виде их доли в произведенной энергии.

При энерго-экологическом анализе технологий основным критерием является минимизация затрат энергии на реализацию топливного цикла при ограничениях на количество выработанной энергии и нагрузке на окружающую среду. Комбинируя входящие в цикл технологии, система находит приемлемые цепочки, обеспечивающие достаточно высокое энергетическое отношение при фиксированных объемах производства энергии и минимальному воздействию по вредным факторам на окружающую среду.

Результаты расчета представляются в виде следующей совокупности данных:

- количество отпущенной электроэнергии и тепла;
 - количество угля, которое необходимо добыть;
 - интегральные характеристики производства энергии;
 - энергоемкости этапов и входящих в них технологий;
 - экологические характеристики цикла и энергообъекта,
- а также выводятся в виде графической информации, характеризующей топливный цикл (распределение затрат энергии по этапам по прямым и косвенным затратам энергии, энергетическое отношение и удельные характеристики вредных выбросов и т.д.) (рис.2, 3).

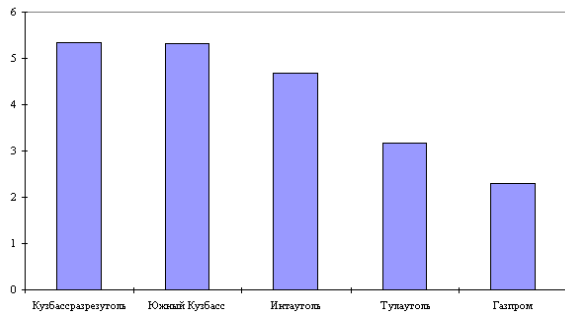


Рис. 2

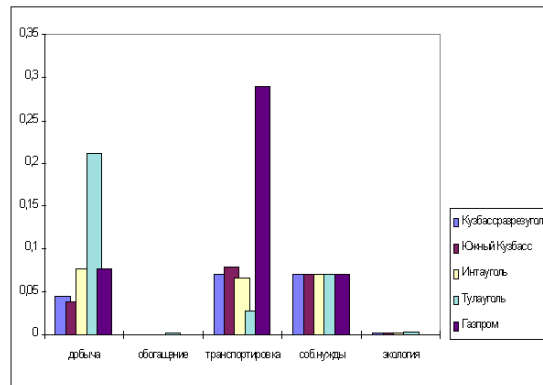


Рис. 3

В качестве иллюстрации численной характеристики эффективности различных технологий рассмотрим различных поставщиков топлива для электростанции мощностью 2666 МВт (Рязанская ГРЭС). Результаты расчетов представлены на рис. 2 – зависимость энергетического отношения от поставщиков топлива и рис. 3 – распределение затрат энергии в ту/тут по этапам топливного цикла. Из рис.2 видно, что Газпром является самым энергетически неэффективным поставщиком топлива. Объяснение этому – большой расход энергии на транспортировку газа от мест добычи до потребителя. На втором месте по неэффективности находится Подмосковский бассейн, но уже по причине (см. рис. 3) больших энергетических затрат на добычу низкокачественного угля.

3. Предложенная методика расчета энергетической эффективности дает завышенные значения энергетического отношения, так как полученная потребителем энергия учитывается точно, а затраты – в той мере, насколько есть о них информация, то есть занижены. Соответственно энергетическое отношение – завышено. Полученные результаты кратко можно сформулировать следующим образом.

Разработана комплексная методика оценки различных технологий получения энергии при различных ограничивающих факторах на основе анализа натуральных показателей, включая экологические, которая решать следующие задачи:

– находить оптимальное сочетание по заданным критериям нескольких различных энергетических технологий получения энергии или нескольких вариантов

реализации внутри одной технологии;

– проводить многокритериальную численную оценку нескольких вариантов технологий;

– исследовать взаимное влияние технологических этапов на конечную эффективность способа получения энергии;

– находить звенья технологического процесса, существенно влияющие на эффективность производства энергии, и на основе численного анализа формулировать задачи научно-технической политики в энергетике;

– оценивать влияние мероприятий по энергосбережению на эффективность производства энергии и структуру ее потребления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основные положения "Энергетической стратегии России на период до 2020 года". – М.: ГУИЭС, 2001.
2. Барский В.Г., Миклашевский А.В., Соколовский Р.И. К вопросу рационального энергоиспользования в энергетической стратегии //Препринт Внешнеполитической ассоциации. – М., 2001.
3. P.Chapman. The ins and outs of nuclear energy // New Scientist. – Vol.64, № 928, 1974. P.866...869.
4. Baron. The embedded energy costs in solar energy systems // Solar and Wind Technology. – V.1, №1, 1984.
5. Проценко А.Н. Энергетический анализ-нетто топливных циклов ядерной энергетики // АТЭР. – 1985, №4.
6. Стратегия жизни в условиях планетарного экологического кризиса – Т.3. Проблемы безопасности в условиях природно-антропогенных воздействий // Под ред. Красногорской Н.В. – С-Пб.: Гуманистика, 2002.

Рекомендована кафедрой физики. Поступила 01.12.06.