

## **Экономические аспекты диверсификации тепловой энергетики с учетом экологических требований**

**С.А. Манжина, И.А. Денисова, К.К. Популиди**

Экологизация энергетического производства, особенно крупного, имеет основной целью достижение реального экономического роста на основе передовых технологий, но без увеличения нагрузки на окружающую среду (ОС). Результаты (продукты) экологизации должны быть востребованы, иметь стабильные рынки сбыта и, естественно, обеспечивать достижение поставленных социальных и экологических целей [1-5].

Согласно [6], изменение цены на угольное топливо в России, начиная с 2005 г. (рис. 1), должны будут соответствовать тенденции приведения ценового соотношения газ/ уголь к общемировым показателям (рис. 2). Укажем, что на рис. 2 приведены фактические цены в 2000-2010 гг., далее – на 2015-2020 гг. прогнозные. При сохранении указанной тенденции будет иметь место повышение конкурентоспособности пылеугольных ТЭС перед газовыми в выработке тепловой и электрической энергии.

Энергетической стратегией России на период до 2020 г. за счет государственного регулирования цен, прежде всего на газ, намечалось увеличение соотношения газ/ уголь с 0,97 в 2003 г. до 1,6-1,7 в 2020 г. Такая тенденция, хотя и не так резко, но проявляется: например, в 2009 г. соотношение отпускной цены 1 кВт·ч, вырабатываемой на газе (4,02 руб.) и угле (3,29 руб.), составило 1,22.

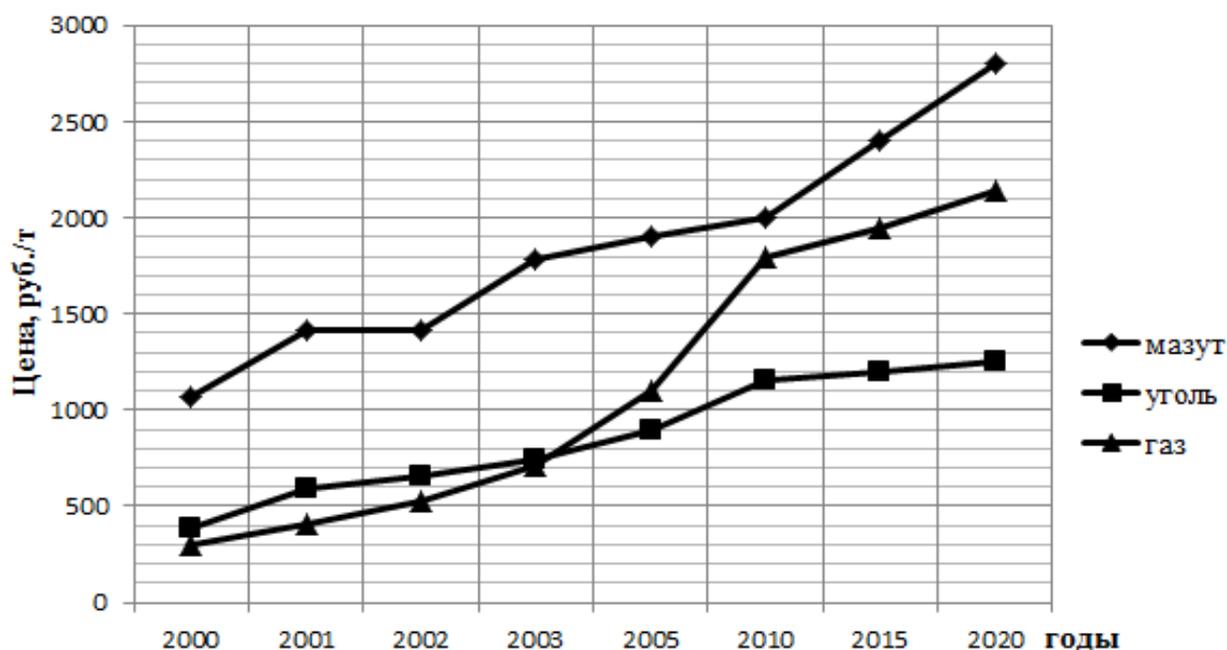


Рис. 1. – Динамика цен на основные виды котельно-печного топлива 2000-2020 гг.

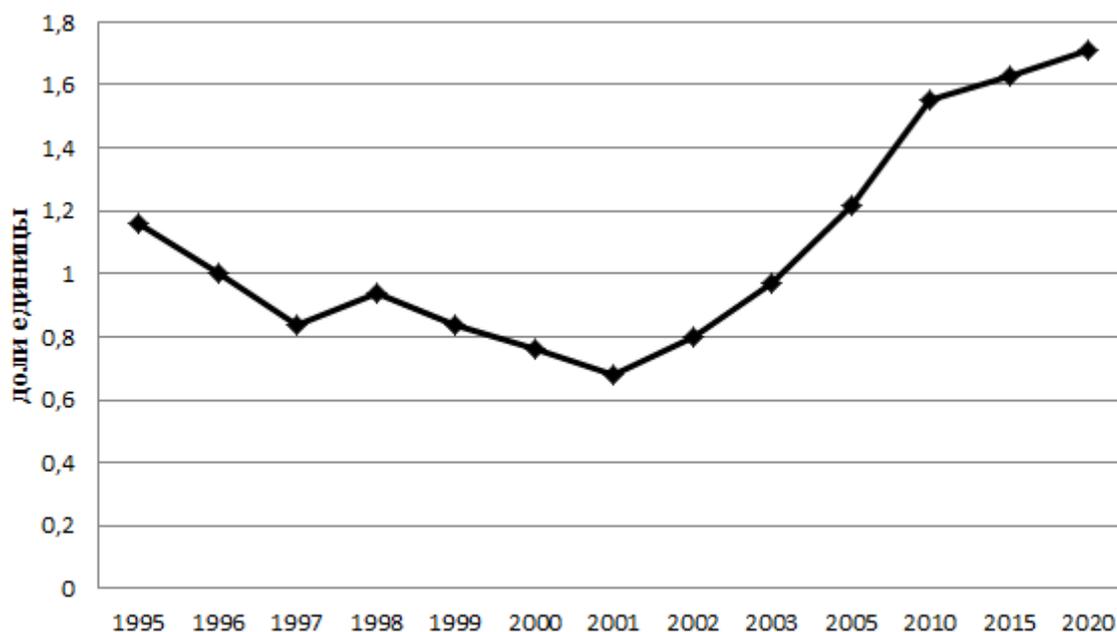


Рис. 2. – Динамика изменения ценового соотношения газ/уголь в расчете на 1 т условного топлива для ТЭС России в 1995-2020 гг.

На стабильно работающих и перспективных угледобывающих предприятиях России себестоимость угля не превышает 5-7 долл. США за 1 т условного топлива – практически самый низкий уровень среди всех ведущих угледобывающих стран. Это почти вдвое ниже, чем на новых крупных

месторождениях природного газа [7]. Более низкие затраты на топливо – основной экономический аргумент в пользу угольной энергетики, обеспечивающей меньшую стоимость конечного продукта – 1 кВт·ч электроэнергии.

Согласно [7] средняя стоимость его на угольных ТЭС США примерно на треть меньше получаемой от газовой электростанции. Поэтому на большинстве новых электростанций, спроектированных в США, предусматривается использование угольного топлива. Та же тенденция просматривается и в Японии.

С учётом того, что химическая промышленность России заметно отставала от развития этой отрасли экономики в развитых странах мира (а финансовый кризис углубил этот разрыв), назрела необходимость увеличения поставок природного газа как важнейшего сырья и энергоносителя для производства химической продукции с высокой добавленной стоимостью. Ключевое место здесь должно занимать и глубокая переработка нефти с использованием новейших технологий, в частности для получения автомобильного топлива высокой чистоты, что одновременно снижает уровень его экологической опасности.

Показательно, что Комиссия по модернизации и технологическому развитию экономики России, которую возглавляет Президент страны, среди пяти ключевых направлений выделила главные – энергоэффективность и энергосбережение. Это означает не только создание новых видов топлива, но и его глубокую переработку. Такой подход (при его реализации), несомненно, обеспечит и повышение уровня экологической безопасности ТЭК России.

Очевидно, что неизбежное в перспективе увеличение доли высокосернистых углей в балансе топлива для отечественных теплоэлектростанций, приведет в свою очередь к повышению выбросов оксидов серы в атмосферный воздух (табл. 1).

Загрязнение атмосферы диоксидом серы предприятиями ТЭК, млн. т ([8] с добавлениями)

Отрасль	2001 г.	2005 г.	2010 г.	Прирост (2010/2001 г.), %
Газовая	0,06	0,07	0,075	25
Нефтедобывающая	0,024	0,026	0,027	12,5
Нефтеперерабатывающая	0,285	0,314	0,342	20
Угольная	0,03	0,032	0,047	56,7
Электроэнергетика	1,94	2,18	2,52	29,9
Всего по ТЭКу	2,34	2,62	3,01	28,6

Анализ табл. 1 показывает, что на предприятия электроэнергетики приходится наибольшая доля выбросов SO<sub>2</sub> в ТЭКе страны с тенденцией ее повышения.

В табл. 2 приведены размеры выполненных и ожидаемых экологических платежей от ТЭКа, следует подчеркнуть, платежи, однако, лишь частично компенсируют отрицательное воздействие отрасли на природную среду, поскольку не учитывают целый ряд негативных последствий.

Таблица № 2

Распределение экологических платежей от предприятий ТЭКа в 2001-2010 гг.

(в ценах 2001 г.), (извлечение по [8], с добавлениями)

Плата за нормативные (а) и сверхнормативные (б) выбросы	2001 г.	2005 г.	2010 г.	Прирост, разы
а) млрд. руб.	0,676	3,96	5,23	~7,7
б) млрд. руб.	0,023	0,132	0,17	

Авторы [8] указывают, что свести до минимума ущерб ОС от угольной энергетики можно только на основе использования «облагороженного» угля, в частности угольных суспензий, синтетических, газообразных и жидких топлив, полученных путем химической переработки угля. Альтернативой этой весьма сложной технологически и экономически затратной процедуре известна – это глубокое обогащение угля. Актуальность обогащения в настоящее время увеличивается не только в связи с объективным

ухудшением качественных показателей добываемых углей на ряде месторождений России, но и субъективными причинами, в частности обусловленными технологией угледобычи (разработка межпластовых прослоек, попадание породных масс в товарный уголь и др.).

На начало XX века в системе Минэнерго России действовали 37 углеобогачительных фабрик, при этом обогащению обычно подвергаются коксующиеся угли для производства коксового концентрата и каменные энергетические угли для получения высококачественного экспортного продукта [6, 9]. Необходимо подчеркнуть, что углеобогачительные фабрики (УОФ) России загружены меньше, чем на 50 %, а на ТЭС страны поставлялись ежегодно менее 10-15 % обогащенных углей, а остальное в основном шло на экспорт. В настоящее время ситуация с обогащением углей стала еще более напряженной.

С другой стороны, в процессе угледобычи и углеобогащения накапливается огромное количество отходов. Сообщается [10, 11], например, что на предприятиях одной Донецкой области (Украина) к настоящему времени скопилось более 44 млн. т отходов (24 млн. т – металлургические производства, примерно 4 млн. т – зола и золошлаковые отходы, более 5 млн. т – вскрышных пород добычи нерудных материалов и отходов обогащения и др.). Такому положению способствует и низкий уровень использования отходов как вторичного сырья (порядка 15-20 %).

Обогащение российских углей стало насущной задачей, решение которой обусловлено экологическими, экономическими, социальными и даже факторами политического характера (необходимость выполнения Россией своих международных обязательств, в частности, по уменьшению трансграничного переноса SO<sub>2</sub> и стабилизации его эмиссии к 2010 г.).

Вышеизложенное заставляет согласиться с мнением ряда ученых, в частности изложенным в работах [12-14], о назревшей необходимости: 1) перехода на новую стратегию развития ТЭК страны – от превалирования нефтегазовой доли в энергобалансе к стратегии, предусматривающей

повышение доли угля (при сохранении тенденции ускоренного развития атомной энергетики); 2) повышения эффективности углеобогащения с максимальным извлечением серы, что, с одной стороны, резко снизит выбросы в атмосферу ее оксидов, а с другой, - обеспечит появление нового сырьевого источника для производства серной кислоты или ценных продуктов на ее основе; 3) перехода к восприятию угля не только как энергоносителя, но прежде всего как реального крупномасштабного источника многих ценных для экономики веществ. То же самое относится и к золе-уносу и золошлаку: стоимость содержащихся в них веществ многократно превышает стоимость основного горючего компонента углей – углерода (табл. 3 и 4) [12].

Таблица № 3

Химический состав золы-уноса и золошлака Новочеркасской (НчГРЭС)

Среднее значение, % по массе на сухое вещество	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	MnO	SO <sub>3</sub>	Сумма Na <sub>2</sub> O+K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>
зола-унос	52,74	21,49	7,28	2,97	2,05	-	0,52	2,44	0,93
золошлак	51,52	23,45	6,63	5,10	1,97	0,04	0,54	2,61	-

Таблица № 4

Микроэлементы в золошлаковых отходах НчГРЭС

Среднее значение, г/т сухого вещества	Mn	Cr	V	Pb	Ni	Co	Be
зола сухого отбора	443,6	102,5	101	92,5	73,3	22,4	2,6
Золошлаковая смесь из гидроотвала	319,8	120,8	102,8	27,1	89,7	24,2	1,9

В качестве примера: используя данные вышеприведенных таблиц, можно установить, что в золе, образовавшейся при сжигании 4 млн. т угля, содержится только чистого алюминия ~ 12 тыс. т, а ведь Новочеркасская

ГРЭС эксплуатируется почти 50 лет и это время работала в основном на угле. Сколько же алюминия скопилось в техногенных месторождениях – золоотвалах и не лучше ли использовать это попутно «приобретенное» сырье (отечественное к тому же) для промышленного производства этого ценнейшего металла. Причем не таким крайне затратным, каким является электролитическая выплавка алюминия (18 тыс. кВт·ч на 1 т) в сочетании с выбросами экологически опасного фтора и других вредных веществ, а намного более экономичным и чистым способом – гидрометаллургическим. Очевидно, что в решении этой проблемы очень будет полезным союз углехимии и энергетики.

#### **Литература:**

1. Москаленко А.П. Эколого-экономический механизм инвестиционных решений экологизации теплоэнергетики. [Текст] Ростов н/Д: Изд-во СКНЦ ВШ, 2007. – 264 с.

2. Страхова Н.А. Анализ энергетической эффективности экономики России. / Н.А. Страхова, П.А. Лебединский // Инженерный вестник Дона [Электронный журнал]. – 2012. - № 3. URL: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n3y2012/999> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.

3. Шегельман И.Р. Развитие рынка электроэнергии: мнение финских специалистов / И. Р. Шегельман, С. С. Гладков // Инженерный вестник Дона [Электронный журнал]. – 2013. - № 3. URL: <http://www.ivdon.ru/magazine/archive/n3y2013/1752> (доступ свободный) – Загл. с экрана. – Яз. рус.

4. Silbergliitt R., Anton P., Howell D., Wong A. The Global Technology Revolution 2020: RAND Technical Report. Santa Monica – Arlington – Pittsburg, 2006. – 44 с.

5. RENEWABLES 2012 GLOBAL STATUS REPORT // Renewables Energy Policy Network for the 21st Century. REN21 c/o UNEP 15, Rue de Milan, 2012. – 171 с.

6. Алешинский, Р.Е. Анализ рынков энергетических углей для ТЭС РАО «ЕЭС России» в 1992-2003 гг. [Текст] / Р.Е. Алешинский, А.А Вагнер, Е.Р. Говсиевич // Энергия. – 2005. - № 9. – С. 5-7.

7. Зыков, В.М. О необходимости корректировки энергостратегии России [Текст] // Энергия. – 2005. - № 3. – С. 2-9.

8. Глухова, М.В. Топливо-энергетический комплекс Российской Федерации и экологическая безопасность [Текст] / М.В. Глухова, Ю.С. Кудинов. – М.: ЗАО «Издат. дом «Новый век»», 2003. – 172 с.

9. Алешинский, Р.Е. Обогащение углей – результативное направление повышения эффективности функционирования ведущих отраслей ТЭК [Текст] / Р.Е. Алешинский, Е.Р. Говсиевич, Я.С. Давыдов // Уголь, 2005, ноябрь. – С. 63-67.

10. Базаянц, Г.В. Ресурсосберегающие технологии и установки газоочистки и утилизации отходов угольных ТЭС [Текст]. Дис. д-ра техн. наук по спец. 05.14.14 – «Тепловые энергетические станции, их энергетические системы и агрегаты». ЮРГТУ(НПИ), Новочеркасск, 2003. – 360 с.

11. Мартышок, А.А. Экологические и технические аспекты обращения с отходами в теплоэнергетике [Текст] / А.А. Мартынюк, Э.В. Янковский, В.А. Шулюк. – Донецк, ДПИНИИ «Теплоэлектропроект», 2004. – 72 с.

12. Буравчук, Н.И. Переработка и использование отходов добычи и сжигания углей [Текст] / Н.И. Буравчук, К.И. Рутьков. – Ростов н/Д: СКНЦ ВШ, 1997. – 224 с.

13. Денисова, И.А. Целесообразность диверсификации тепловых электростанций: экология и экономика [Текст] / И.А. Денисова, В.В. Гутенев, А.П. Москаленко // Экология урбан. территорий. – 2006. - № 3. – с. 8-19.

14. Москаленко, А.П. Экологизация угольной теплоэнергетики: эколого-экономический подход [Текст] / А.П. Москаленко, И.А. Денисова, В.В. Гутенев // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2006. Прил. к № 4. – С. 142-153.