

**Дубовской С.В.,** докт. техн. наук, **Коберник В.С.,** науч. сотр.

**Институт общей энергетики НАН Украины, Киев**

ул. Антоновича, 172, 03680 Киев, Украина, e-mail: info@ienergy.kiev.ua

## **Экономические предпосылки внедрения природоохранных технологий в тепловой энергетике Украины**

Рассмотрены экономически реальные пути выполнения экологических обязательств согласно Технологическим нормативам допустимых выбросов загрязняющих веществ теплосиловыми установками, номинальная тепловая мощность которых превышает 50 МВт. Проведено технико-экономическое сравнение по критерию средней стоимости производства электрической энергии за жизненный цикл перспективных природоохранных технологий, готовых к внедрению в ходе реконструкции энергоблоков ТЭС. Показано, что в условиях рыночной конкуренции внедрение природоохранных технологий высокой эффективности не является инвестиционно привлекательным при действующих значениях налогов на выбросы основных загрязнителей, но станет таковым при условии увеличения налогов на выбросы до 10 раз по сравнению с уровнем, установленным согласно Налоговому кодексу Украины. *Библ. 10, рис. 1, табл. 6.*

**Ключевые слова:** тепловая энергетика, природоохранные технологии, дымовые газы, налог на выбросы.

Достижение состояния безопасного функционирования тепловых электростанций Украины является сложной технической проблемой, решение которой следует рассматривать в контексте общего процесса технологического развития энергетики страны. Сегодняшнее неудовлетворительное состояние природоохранных технологий энергетики Украины обусловлено ее недофинансированием в последние три десятилетия. Возможность экономически необременительного использования природного газа на тепловых электростанциях, существовавшая до 2005 г. включительно, позволяла искусственно ограничивать антропогенные выбросы за счет совместного сжигания угля и природного газа. Экологические проблемы тепловой энергетики были в последние два десятилетия существенно смягчены из-за общего падения уровней производства электрической энергии на ТЭС. Согласно данным Национального кадастра антропогенных выбросов Украины, в 1990–2008 гг. общие выбросы оксидов серы и азота от сжигания топлива в энергетических установках снизились более чем вдвое. Указанные факторы, усиленные действием рыночных механизмов экономической деятельности, а также политикой сдерживания цен и тарифов на электрическую энергию со стороны государства, не создавали надлежащей экономической мотивации к внедрению высокоэффективных, однако дорогостоящих технологий природоохранной деятельности.

Продуктами сжигания топлива, главным образом угля, являются твердые частицы золы (пыль), диоксид серы, оксиды азота и диоксид углерода. В настоящее время выбросы тепловых электростанций в Украине в 5–30 раз превышают стандарты Европейского Союза и остаются основным валовым загрязнителем воздуха. Так, на отрасль приходится почти 80 % общенациональных выбросов диоксида серы и 25 % оксидов азота.

Качество энергетического угля, который сжигают украинские ТЭС, не достигает проектных значений и характеризуется сниженной калорийностью и повышенной зольностью. Пониженное качество угля приводит к увеличению объемов вредных выбросов в атмосферу. Для очистки дымовых газов на ТЭС и ТЭЦ Украины установлены только золоуловители: электрофильтры и мокрые скрубберы. Очистка от диоксида серы, оксидов азота и других компонентов выбросов отсутствует.

Начиная с 2005 г., вследствие удорожания природного газа и мазута и принятой политики по переводу энергетики страны на собственные топливные ресурсы, проблемы природоохранной деятельности становятся более актуальными. В последнее время они значительно обострились в связи с присоединением Украины к Договору об учреждении Энергетического сообщества, ратифицированному Законом Украины от 15.12.10 № 2787. Указанный договор обязывает стороны до 31.12.17 выполнить требования

Директивы Европейского парламента и Совета 2001/80/ЕС «Об ограничении выбросов некоторых загрязняющих веществ в атмосферу из крупных сжигающих установок» от 23.10.01.

Для выполнения этих требований в Украине были приняты Технологические нормативы допустимых выбросов загрязняющих веществ из теплосиловых установок, номинальная мощность которых превышает 50 МВт, утвержденные приказом Министерства охраны окружающей природной среды Украины от 22.10.08 № 541, предусматривающие оснащение энергогенерирующих объектов газоочистным оборудованием с целью доведения удельных выбросов до уровня европейских нормативов в период до 31.12.15 по пыли и оксидам азота и до 31.12.17 по оксидам серы. Для усиления экономической мотивации по внедрению необходимого комплекса природоохранных технологий были внесены изменения в Налоговый кодекс Украины, которые значительно увеличили уровень сборов за выбросы вредных веществ в окружающую среду [1].

Предварительный анализ проблемы показывает, что ее решение традиционными путями, которые прошли в свое время развитые страны мира, лежит за пределами экономических возможностей Украины. В связи с этим создаются стимулы для поиска экономически реальных путей выполнения экологических обязательств или минимизации экономических последствий от их возможного несвоевременного выполнения на основе анализа мирового опыта.

Экономический анализ природоохранных технологий в энергетике осуществляется по двум разным направлениям: прибыльности проектов и сравнительной стоимости электрической энергии.

Анализ доходности применяется обычно к конкретным проектам и имеет целью определение целесообразности и необходимых условий привлечения инвестиций в конкретные объекты энергетики. Соответствующий метод анализа регламентируется действующими нормативно-техническими документами отрасли. По результатам анализа по определенному количеству объектов инвестирования могут приниматься правительственные решения о применении тех или иных экономических преференций для инвесторов в перспективные технологии энергетике.

Что касается формирования общественных предпочтений по развитию направлений технологий энергетике, то здесь более эффективны методы сравнительной оценки стоимости электрической энергии. Такие методы предназначены для определения наиболее оптимальных по экономическим и экологическим показателям

технологий в реальных условиях функционирования электрических станций (энергоблоков) за жизненный цикл.

В качестве критерия оптимальности в мировой практике в последние годы используется средняя взвешенная стоимость электрической энергии за жизненный цикл, обозначается сокращенно LCOE (Levelised Cost of Energy) [2]. Она представляет собой среднюю цену электроэнергии, которая обеспечивает самокупаемость источника ее производства за весь цикл его существования — от начала проектирования до демонтажа.

С экономической точки зрения этот показатель учитывает все расходы на протяжении жизненного цикла: начальные инвестиции, расходы на содержание и ремонты оборудования, цены топлива и др. Он вычисляется по общей формуле:

$$c^* = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{I_t + M_t + F_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+r)^t}},$$

где  $c^*$  — средняя взвешенная цена электрической энергии за жизненный цикл, грн/кВт·ч;  $n$  — срок существования проекта, годы;  $t$  — текущий возраст системы с начала сооружения (индекс в составляющих затрат);  $I_t$  — инвестиции, грн;  $M_t$  — расходы на обслуживание и ремонты, грн;  $F_t$  — условно переменные затраты, грн;  $E_t$  — производство электрической энергии нетто, кВт·ч;  $r$  — дисконтная ставка (дисконт), отражающая скорость удешевления инвестиционного капитала с годами.

Влияние природоохранных технологий на экономическую эффективность электростанции учитывается во всех составляющих ежегодных расходов. Инвестиционная составляющая  $I_t$  включает первоначальные затраты на внедрение природоохранных технологий «под ключ», но и включают стоимость обслуживания кредита, привлекаемого на их осуществление, которая может быть достаточно большой.

Расходы на обслуживание и ремонты газоочистных установок учитываются в постоянных ежегодных расходах, а затраты на реагенты и расходные материалы — в переменных затратах. Кроме того, переменные затраты включают в себя особую составляющую — экологические платежи ТЭС за выбросы вредных веществ.

Сущность этих методов заключается в подсчетах внешне скрытых экономических потерь общества, вызванных изменениями состояния природной среды, возникающих в результате

**Таблица 1. Характеристики технологий улавливания выбросов из отходящих газов котельных установок**

Технология очистки	Удельные капитальные затраты, долл./кВт	Удельные эксплуатационные затраты, цент/(кВт.ч)	КПД, %	Удельное энергопотребление, %
Диоксид серы [3, 4]				
Сухая известковая	63,75	0,7	60	0,2
Мокросухая упрощенная	85	0,7	95	0,03
Мокрая известковая	127,5	0,7	97,5	1,7
Оксиды азота				
Малозатратные технологии [5]				
Малотоксичные горелки	3,04		40	
Двухступенчатое сжигание	3,65		30	
Трехступенчатое сжигание	5,8		50	
Малотоксичные горелки и ступенчатое введение воздуха	15,2		70	
Затратные технологии [6–8]				
СНКВ*	8	0,14	62	0,2
СКВ**	25	0,5	90	1,25
Пылевые частицы [3, 9, 10]				
Электрофильтр	35	1,4	99,4	0,5
Рукавный фильтр	23,5	1,7	99,8	1,2

\* Селективное некаталитическое восстановление с аммиаком. \*\* Селективное каталитическое восстановление с аммиаком.

тех или иных антропогенных воздействий электроэнергетики. На основании этих оценок определяется общественная значимость тех или иных технологий энергетике. Она может использоваться для дифференциации норм сборов за загрязнение окружающей среды по общественным предпочтениям. Эти сборы трактуются как необходимые расходы на компенсацию общественных затрат, обусловленных антропогенными воздействиями.

Характеристики различных технологий сокращения вредных выбросов рассматривались во многих работах. Результаты анализа литературных данных технико-экономических показателей основных технологий улавливания выбросов из отходящих газов котельных установок приведены в табл.1.

Для проведения расчетов рациональных направлений внедрения природоохранных технологий на тепловых электростанциях страны был разработан программно-информационный комплекс сравнительной оценки стоимости электрической энергии при внедрении известных технологий очистки от выбросов основных загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу с дымовыми газами, образующимися при сжигании органического топлива в энергетических установках.

Комплекс состоит из следующих модулей: 1) формирование вариантов природоохранных технологий; расчет показателей технологий очистки: 2) от SO<sub>2</sub>; 3) от NO<sub>x</sub>; 4) от пылевых час-

тиц; 5) совместной очистки от SO<sub>2</sub> и NO<sub>x</sub>; 6) суммарных затрат. Каждый из модулей 3–6 состоит из подпрограмм – функций расчета систем очистки: а) капитальных затрат; б) эксплуатационных расходов; в) КПД; г) энергопотребления.

Сравнительные технико-экономические расчеты проводили с использованием исходных данных, приведенных ниже:

Установленная электрическая мощность энергоблока, МВт	– 300
Нижняя рабочая теплота сгорания топлива (угля), МДж/кг	– 1,16
Содержание серы в угле, %	– 1,7
Работа энергоблока, ч/год	– 6600
Удельный расход условного топлива на производство электрической энергии, кг у. т./(кВт.ч):	
до реконструкции	– 0,365
после реконструкции (без установки серо- и азотоочистки)	– 0,335
КПД энергоблока нетто до реконструкции, %	– 33,6
Стоимость угля, грн/кг у. т.	– 1,1
Стоимость известки, грн/кг	– 1,0
Срок существования проекта, лет	– 15
Ставка по кредиту, %	– 19
Дисконтная ставка	– 0,07
Курс гривны, грн/долл.	– 8,0
Ставка налога за загрязнение воздуха, грн/т [1]:	
SO <sub>x</sub>	– 1221
NO <sub>x</sub>	– 1221
твердыми частицами	– 46

Расчеты очистки дымовых газов от загрязняющих веществ проводили для вариантов, при-

Таблица 2. Варианты технологий очистки от выбросов

Вариант	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	Пылевые частицы
1	—	двухступенчатое сжигание	электрофильтр
2	мокро-сухая	двухступенчатое сжигание	электрофильтр + рукавный фильтр
3	сухая известковая	двухступенчатое сжигание	электрофильтр
4	мокро-сухая	СКВ	электрофильтр + рукавный фильтр
5	сухая известковая	СКВ	электрофильтр
6	сухая известковая	СНКВ	электрофильтр
7	мокро-сухая	СНКВ	электрофильтр + рукавный фильтр
8	—	—	электрофильтр
9	сухая известковая	—	электрофильтр
10	мокрая известковая	двухступенчатое сжигание	электрофильтр + рукавный фильтр
11	мокрая известковая	СНКВ	электрофильтр + рукавный фильтр
12	мокрая известковая	СКВ	электрофильтр + рукавный фильтр

Таблица 3. Конечные концентрации выбросов основных загрязняющих веществ (2009 г.)

Выбросы	Концентрация, мг/нм <sup>3</sup>	Нормы выбросов, мг/нм <sup>3</sup>	Вариант											
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SO <sub>2</sub>	3300	400	3300	165	1320	165	1320	1320	165	3300	1320	82,5	82,5	82,5
NO <sub>x</sub>	1050	400	525	525	525	105	105	420	420	1050	1050	525	420	105
Твердые частицы	1200	50	130,9	43,64	130,9	43,64	130,9	130,9	43,64	130,9	130,9	43,64	43,64	43,64

Таблица 4. Экономические показатели энергоблока

Показатель	Вариант											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Средняя стоимость электроэнергии, грн/кВт.ч	0,725	0,867	0,801	1,011	0,940	0,822	0,889	0,725	0,802	0,922	0,944	1,072
В том числе затраты, связанные с сокращением выбросов	0,239	0,381	0,316	0,525	0,454	0,337	0,403	0,239	0,316	0,436	0,458	0,586

Примечание. Средняя стоимость электроэнергии, выработанной энергоблоком без реконструкции, — 0,678 грн/кВт.ч.

веденных в табл.2. В качестве базового был выбран вариант с очисткой дымовых газов только от твердых частиц в новом электрофильтре, оборудование для очистки от диоксида серы и оксидов азота не установлено (вариант 8).

Результаты расчетов конечных концентраций основных загрязняющих веществ и средней стоимости электрической энергии при внедрении технологий сокращения выбросов загрязняющих веществ (плата за выбросы согласно Налоговому кодексу Украины [1]) приведены в табл.3, 4.

Приведенные данные показывают, что при существующих налогах на выбросы основных загрязняющих веществ с уходящими газами, согласно Налоговому кодексу Украины, установка природоохранного оборудования приводит к увеличению средней цены производства электрической энергии по всем технологиям, кроме технологии, предусматривающей реконструкцию энергоблоков с заменой электрофильтров на новые, более эффективные. Таким образом,

в условиях рыночной конкуренции внедрение природоохранных технологий высокой эффективности на отдельных энергоблоках ТЭС не является инвестиционно привлекательным при существующих налогах на выбросы.

Проведены расчеты средней стоимости электрической энергии за жизненный цикл при внедрении технологий сокращения выбросов основных загрязняющих веществ в условиях увеличения ставок налогов на такие выбросы в 2, 6, 8, 10 раз. Результаты расчетов очистки дымовых газов от этих веществ при увеличенных ставках налогов приведены в табл.5.

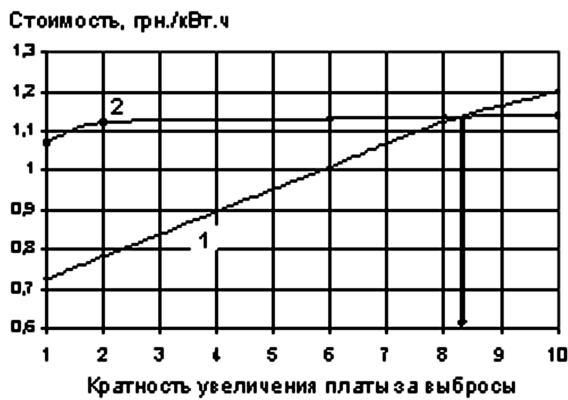
На рисунке показана средняя стоимость электрической энергии за жизненный цикл в зависимости от кратности увеличения платы за выбросы согласно Налоговому кодексу Украины (2010 г.) для базового варианта (8) и варианта с минимальной конечной концентрацией выбросов (12).

Видно, что при установке природоохранного оборудования (вариант 12) она равна

**Таблица 5. Средняя стоимость электрической энергии при условии увеличения платы за выбросы**

Показатель, грн/кВт·ч	Вариант											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Средняя стоимость электроэнергии (в 2 раза)	0,778	0,920	0,828	1,058	0,959	0,845	0,937	0,782	0,833	0,976	0,995	1,122
В том числе затраты, связанные с сокращением выбросов (в 2 раза)	0,292	0,434	0,343	0,572	0,473	0,359	0,451	0,296	0,347	0,491	0,509	0,636
Средняя стоимость электроэнергии (в 6 раз)	0,989	0,967	0,936	1,072	1,034	0,935	0,967	1,010	0,957	1,019	1,020	1,132
В том числе затраты, связанные с сокращением выбросов (в 6 раз)	0,504	0,481	0,451	0,586	0,548	0,449	0,481	0,525	0,472	0,533	0,534	0,646
Средняя стоимость электроэнергии (в 8 раз)	1,095	0,991	0,990	1,079	1,071	0,980	0,982	1,125	1,020	1,041	1,033	1,137
В том числе затраты, связанные с сокращением выбросов (в 8 раз)	0,610	0,505	0,505	0,593	0,585	0,495	0,496	0,639	0,534	0,555	0,547	0,651
Средняя стоимость электроэнергии (в 10 раз)	1,201	1,014	1,044	1,086	1,109	1,026	0,996	1,239	1,082	1,062	1,045	1,142
В том числе затраты, связанные с сокращением выбросов (в 10 раз)	0,715	0,528	0,559	0,600	0,623	0,540	0,511	0,753	0,596	0,576	0,559	0,656

Примечание. В скобках – увеличение платы за выбросы.



Средняя стоимость электроэнергии за жизненный цикл в зависимости от кратности увеличения платы за выбросы: 1 – базовый вариант (8); 2 – вариант максимальной очистки (12).

**Таблица 6. Нормативы платы за выбросы в европейских странах и в Украине (евро/т) [4]**

Страна	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>
Дания	5400,0	–
Франция	27,40	22,90
Италия	53,20	105,0
Швеция	6940,0	4630,0
Украина*	116	116
Украина (увеличение в 8 раз)	928	928
Украина (увеличение в 10 раз)	1160	1160

\* 1 евро = 10,55 грн (курс НБУ на 01.01.13).

1,137 грн/кВт·ч и близка по экономичности к базовой (1,125 грн/кВт·ч) при условии увеличения ставок налогов на выбросы основных загрязнителей более чем в 8 раз по сравнению уровнями, установленными согласно Налогового кодекса Украины.

В условиях рыночной конкуренции внедрение природоохранных технологий высокой эф-

фективности на отдельных энергоблоках ТЭС станет инвестиционно привлекательным в условиях увеличения налога на выбросы основных загрязняющих веществ в 10 раз по сравнению с уровнями, установленными согласно Налоговому кодексу Украины.

В табл.6 представлены данные по плате за выбросы загрязняющих веществ в некоторых европейских странах и в Украине. Приведенные данные показывают, что плата за выбросы диоксида серы и оксидов азота в Украине больше, чем во Франции и Италии, но значительно меньше, чем в Дании и Швеции, и останется меньше даже при ее увеличении в 10 раз по сравнению с уровнями, установленными согласно Налоговому кодексу Украины.

### Выводы

Внедрение эффективных технологий сокращения выбросов основных загрязнителей атмосферного воздуха, согласно современным требованиям, регламентированным Директивой Европейского парламента и Совета 2001/80/ЕС, в ходе реконструкции существующих энергоблоков ТЭС с удлинением ресурса их работы на 15–20 лет требует значительных дополнительных инвестиций в природоохранные мероприятия. Однако в условиях рыночной конкуренции внедрение природоохранных технологий высокой эффективности на отдельных энергоблоках ТЭС не является инвестиционно привлекательным при существующих значениях ставок налогов на выбросы.

Создание финансового основания для обеспечения достаточной привлекательности частных инвестиционных вложений в природоохранные мероприятия высокой эффективности возможно за счет увеличения уровня налога на

выбросы в 10 раз, что приведет к росту среднего уровня рыночной цены реализации электрической энергии от ТЭС на 50–60 %. В связи с этим следует уделять большее внимание научному поиску и содействию внедрения новейших наукоемких технологий природоохранной деятельности, способных обеспечить достаточную эффективность сокращения выбросов основных загрязняющих веществ без существенного роста цен на электрическую энергию от ТЭС.

#### Список литературы

1. Податковий кодекс України від 02.12.2010. Ст. 243.1. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.zakon1.rada.gov.ua>
2. Projected Costs of Generating Electricity. — Nuclear energy agency. International energy agency, 2010. — 230 p.
3. Долгополов В.Н. Системы DALSIKA газифицируют золу угольных ТЭС // Будівництво. Наука. Економіка. — 2012. — № 1. — С. 1–19.
4. Біла С.О. Державне регулювання екологізації виробництва в Україні : реалії та перспективи // Наук. пр. Донец. нац. техн. ун-ту. Сер. економ. — 2008. — Вип. 33-2. — С. 19–26.
5. Котлер В.Р. Одновременное улавливание оксидов азота и серы из дымовых газов котлов // Электрические станции. — 1997. — № 2. — С. 59–67.
6. Ольховский Г.Г., Тумановский А.Г., Глебов В.П. и др. Проблемы охраны воздушного бассейна от воздействия тепловых электростанций и их решение // Изв. РАН. Энергетика. — 1997. — № 5. — С. 5–19.
7. Ходаков Ю.С., Еремин Л.М., Алфеев А.А. Современное состояние исследований по денитрификации дымовых газов ТЭС // Там же. — С. 74–100.
8. Ежова Н.Н., Власов А.С., Делицын Л.М. Современные методы очистки дымовых газов // Экология пром. производства. — 2006. — № 2. — С. 50–57.
9. Попета В.В. Использование рукавных фильтров для улавливания ванадийсодержащей золы продуктов сгорания. [Электронный ресурс]. — Режим доступу: [http://www.sovstroymat.ru/2000\\_07\\_05.php](http://www.sovstroymat.ru/2000_07_05.php)
10. Степанов А.В., Кухарь В.П. Достижения энергетики и охрана окружающей среды. — Киев : Наук. думка, 2004. — 206 с.

Поступила в редакцию 14.01.13

**Дубовський С.В.,** докт. техн. наук, **Коберник В.С.,** наук. співр.

**Інститут загальної енергетики НАН України, Київ**

*вул. Антоновича, 172, 03680 Київ, Україна, e-mail: info@ienergy.kiev.ua*

## Економічні передумови впровадження природоохоронних технологій у тепловій енергетиці України

Розглянуто економічно реальні шляхи виконання екологічних зобов'язань згідно з Технологічними нормативами допустимих викидів забруднюючих речовин теплосило-вими установками, номінальна теплова потужність яких перевищує 50 МВт. Проведено техніко-економічне порівняння за критерієм середньої вартості виробництва електричної енергії за життєвий цикл перспективних природоохоронних технологій, готових до впровадження у ході реконструкції енергоблоків ТЕС. Показано, що в умовах ринкової конкуренції впровадження природоохоронних технологій високої ефективності не є інвестиційно привабливим за чинних значень податку на викиди, але стане таким за умов збільшення податку на викиди основних забруднювачів до 10 разів у порівнянні з встановленими згідно Податкового кодексу України. *Бібл. 10, рис. 1, табл. 6.*

**Ключові слова:** теплова енергетика, природоохоронні технології, димові гази, пода-ток на викиди.

**Dubovskyy S.V.**, Doctor of Technical Science,  
**Kobernik V.S.**, Scientific Associate

**The General Energy Institute of NASU, Kiev**

172, Antonovicha Str., 03680 Kiev, Ukraine, e-mail: info@ienergy.kiev.ua

## Economic Preconditions Implementation of Environmental Protection Technologies Thermal Energy in Ukraine

The article deals with discovering of economically real ways of meeting environmental commitments under the technological standards of permissible emissions from heat power plants with rated thermal input over 50 MW. Technical and economic comparison by average cost of electricity production during life cycles of promising environmental technologies ready for implementation at power units reconstruction was carried out. Under conditions of competitive market introduction of high efficient environmental technologies is proved not to be an attractive investment at current values of taxes on emissions of major pollutants, but it can become attractive due to a 10 times increase of the tax as compared to the current level, set by the Tax Code of Ukraine. *Bibl. 10, Fig. 1, Table 6.*

**Key words:** thermal energy, environmental technologies, flue gas, emission tax.

### References

1. Tax Code of Ukraine 02.12.2010. Article 243.1. [Electronic resource]. — Mode of access: <http://www.zakon1.rada.gov.ua> (Ukr.)
2. Projected Costs of Generating Electricity. — Nuclear energy agency. International energy agency, 2010. — 230 p.
3. Dolgoplov V.N. (2012). Systems DALSICA gasified ash coal-fired plants. *Building. Science. Economy*, (1), pp. 1–19. (Rus.)
4. Bila S.O. (2008). State regulation of cleaner production in Ukraine : Reality and Perspectives. *Naukovi praci Donec'kogo nacional'nogo tehničnogo universytetu. Serija ekonomichna [Proceedings of Donetsk National Technical University. Series: Economic]*, 33–2, pp. 19–26. (Ukr.)
5. Kotler V.R. (1997). The simultaneous capture of nitrogen and sulfur oxides from the flue gases of boilers. *Elektricheskie stancii [Power plants]*, (2), pp. 59–67. (Rus.)
6. Olkhovskiy G.G., Tumanovskiy A.G., Glebov V.P. (1997). The problems of air protection from the effects of thermal power plants and their solution. *Izvestija RAN. Energetika*, (5), pp. 5–19. (Rus.)
7. Hodakov Y.S., Eremin L.M., Alpheus A. (1997). The current state of research on flue gas denitrification TPP. *Izvestija RAN. Energetika*, (5), pp. 74–100. (Rus.)
8. Yezhov N.N., Vlasov A.S., Delitsyn L.M. (2006). Modern methods of flue gas cleaning. *Ekologija promyshlennogo proizvodstva [Ecology of industrial production]*, (2), pp. 50–57. (Rus.)
9. Popeta V.V. (2000). Use of bag filters to trap vanadium ash combustion products. [Electronic resource]. — Mode of access: [http://www.sovstroyamat.ru/2000\\_07\\_05.php](http://www.sovstroyamat.ru/2000_07_05.php) (Rus.)
10. Stepanov A.V., Kuhar V.P. (2004). Achieving energy and environmental protection. — Kiev : Naukova Dumka, 206 p. (Rus.)

Received January 14, 2013

---

Подписывайтесь на журнал  
«Энерготехнологии и ресурсосбережение» (индекс 74546)  
на 2013 г. по Каталогу изданий Украины,  
Каталогу Агентства «Роспечать»,  
Информацию о журнале  
и правилах оформления статей можно найти на сайтах:

<http://www.energytech-ua.org/>  
<http://www.ingas.org.ua/index.files/Page765.htm>  
<http://www.nbu.gov.ua/portal/natural/ETRS/index.html>