

Раздел третий

ОБРАЩЕНИЕ С ЗОЛОШЛАКАМИ

3.7. Аналитические материалы

3.7.15. Удельные эксплуатационные издержки обращения с золошлаками угольных тепловых электростанций на примере Каширской ГРЭС

Путилов В.Я., Луньков А.М., МЭИ

Фаткуллин Р.М., ОАО «ОГК-1»

Коновалов В.К., Торхунов С.Ф., Каширская ГРЭС – филиал ОАО «ОГК-1»

Золошлаки тепловых электростанций (ТЭС) занимают одно из первых мест по объему образования среди побочных продуктов энергетического производства. В перспективе прогнозируется увеличение доли угля в топливном балансе ТЭС России и соответствующее увеличение объемов образования золошлаков (ЗШ), что приведет к ухудшению экологической обстановки в зоне влияния ТЭС. В связи с этим возникает вопрос о реконструкции систем золошлакоудаления (ЗШУ) с целью приведения их характеристик к экологически и экономически приемлемым.

Систему ЗШУ технологически можно выделить в качестве обособленного комплекса установок, сооружений и технологических узлов для отбора шлака от холодных воронок котельных установок и золы от бункеров золоуловителей и конвективных шахт котельных установок с последующим решением задач по их утилизации [1]. При таком концептуальном подходе систему ЗШУ необходимо рассматривать в качестве технологически выделенного комплекса ТЭС и соответственно решать вопросы по оптимизации издержек обращения с золошлаками. В таком случае правильный выбор системы ЗШУ при проектировании и реконструкции ТЭС позволит существенно снизить требуемый объем инвестиций и удельные эксплуатационные издержки, что приведет либо к полной окупаемости расходов на систему ЗШУ в целом, либо к значительному их снижению.

В 1998 г. был утвержден руководящий документ РАО "ЕЭС России" РД 34.02.103-98 «Методика оценки технико-экономических показателей систем золошлакоудаления ТЭС с учетом экологических требований» [1], в котором рассматривается расчет укрупненных технико-экономических показателей систем ЗШУ в целом. В этом нормативном документе вопрос определения удельных эксплуатационных издержек только на удаление шлаков не рассматривался. Соответственно отсутствует и методика оценки экономических и экологических показателей отдельно для установок шлакоудаления ТЭС, хотя оценку издержек обращения со шлаками выполнить можно, пользуясь указанной методикой. Следует отметить, что энергетики указанным РД 34.02.103-98 практически не пользуются, поэтому нет фактических сведений об удельных эксплуатационных издержках обращения с 1 т как золошлаковой смеси, так и с 1 т золы или шлака по отдельности, включая все расходы от их отбора от котельных установок до продаж потребителям или размещения на золошлакохранилищах (ЗШХ).

В рыночных условиях функционирования энергетики все более ужесточающиеся требования к экологичности ТЭС приводят к дополнительному росту себестоимости производства электрической и тепловой энергии за счет увеличения платы за отчуждение земель под строительство ЗШХ и установок внешнего транспорта ЗШ, а также

роста экологических платежей. Кроме того, на себестоимость энергетического производства оказывают существенное влияние эксплуатационные издержки на удаление и размещение золы и шлака, которые существенно зависят от применяемых технологий [1].

Для анализа удельных эксплуатационных издержек обращения с ЗШ необходимо определить значимые факторы и оценить их влияние на величину этих издержек. Это позволит определить направления деятельности по снижению удельной себестоимости обращения с золошлаками при различных режимах работы угольных энергоблоков для улучшения экономических и экологических показателей ТЭС в целом.

Общеизвестно, что удельные эксплуатационные издержки электростанций значительно зависят от режимов работы как всей ТЭС, так и каждого энергоблока в отдельности. Особенно это относится к тем ТЭС, в составе которых имеются и угольные и газовые энергоблоки. Поэтому вопрос анализа удельных эксплуатационных издержек для таких ТЭС является очень актуальным, т. к. бывают такие режимы работы ТЭС, когда из нескольких угольных энергоблоков работает всего один энергоблок с минимальной нагрузкой.

При анализе технических, экономических и экологических показателей традиционных систем гидрозолошлакоудаления (ГЗУ) было установлено, что величина удельных эксплуатационных издержек обусловлена в первую очередь технологическими особенностями, а точнее — недостатками, самих систем ГЗУ. Еще в 1974 г. отмечались следующие основные недостатки систем ГЗУ [2]:

- значительные затраты труда на поддержание сооружений внешнего гидрозолоудаления, гидрозолошлакоотвалов, наращивание дамб и ограждающих отвалов;
- необходимость обработки сточных вод систем ГЗУ, содержащих вредные растворимые вещества, перед их сбросом в водоемы общего пользования;
- большие затраты на ремонт насосов, самотечных каналов и трубопроводов внешнего ГЗУ;
- Достаточно полно анализ недостатков традиционных систем ГЗУ приведен в [3]. К ранее указанным существенным недостаткам необходимо отнести следующие:
- образование твердых отложений в напорных трубопроводах системы ГЗУ, которые могут привести ее в неработоспособное состояние;
- необходимость очистки оборотной воды системы ГЗУ от растворенных соединений во избежание образования отложений в трубопроводах возврата осветленной воды;

- необходимость достаточно частой замены напорных золошлакопроводов вследствие их абразивного и коррозионного износа;
- неоправданно высокие энергетические затраты на внешний гидротранспорт ЗШ из-за практической нерегулируемости производительности установок внешнего ГЗУ в зависимости от массы транспортируемых золошлаков;
- чрезмерно большой удельный расход воды – до 50 м³ воды на 1 т ЗШ (известны случаи и до 80 м³ воды на 1 т ЗШ);
- изъятие из рационального землепользования значительных площадей для размещения ЗШХ и трубопроводов внешнего ЗШУ;
- загрязнение атмосферного воздуха за счет пыления ЗШХ;
- загрязнение подземных вод растворами соединений токсичных и тяжелых металлов, фильтрующихся через ложе золошлакоотвала;
- деградация почв в зоне влияния ЗШХ.

Для анализа эколого-экономической эффективности работы традиционно применяемых систем ГЗУ была рассмотрена система гидрозолошлакоудаления Каширской ГРЭС (рис. 1).

На Каширской ГРЭС введены в эксплуатацию в 1966-1968 гг. три пылеугольных энергоблока по 300 МВт каждый, один из которых сейчас находится в стадии реконструкции. Кроме того, эксплуатируются введенные в работу в 1974-1975 гг. три газомазутных энергоблока мощностью по 300 МВт каждый и газомазутный энергоблок мощностью 80 МВт.

Для оценки удельных эксплуатационных издержек обращения с ЗШ были использованы фактические данные работы Каширской ГРЭС за 2004—2006 гг. Для оценки влияния основных значимых факторов на удельные эксплуатационные издержки был рассмотрен альтернативный вариант организации золошлакоудаления [5], суть которого состоит в том, что вся уловленная электрофильтрами зола в сухом виде отгружается потребителям или размещается на сухом золохранилище, а шлак удаляется по пневмомеханической технологии, исключающей использование воды в качестве несущей среды (рис. 2). Для анализа использовались сведения об эффективности применения технологии пневмомеханического шлакоудаления *MAC* (фирма *Magaldi Power S.p.A*, Италия), достаточно подробное описание которой приведено в [4].

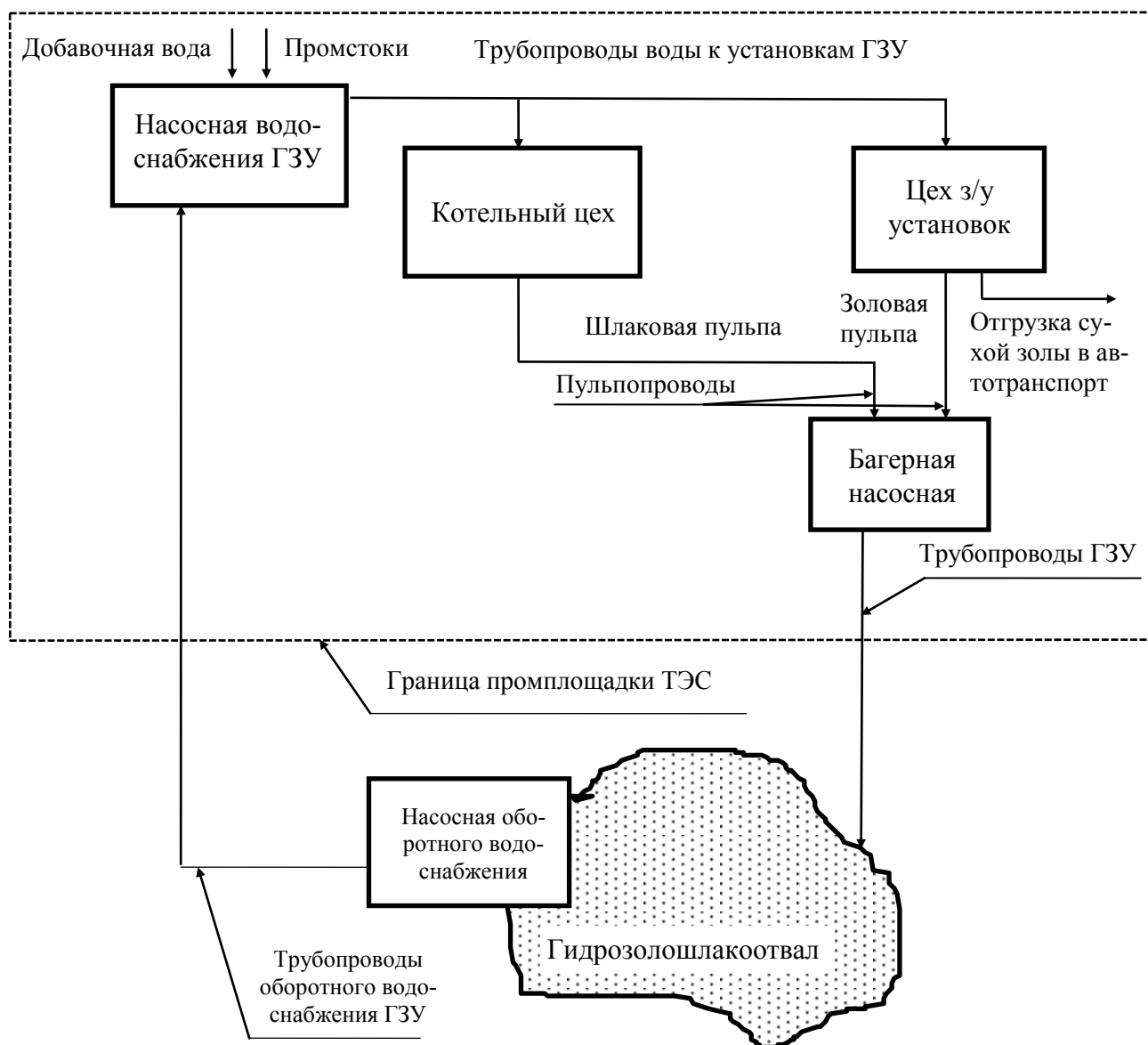


Рис. 1. Блок-схема системы гидрозолошлакоудаления Каширской ГРЭС

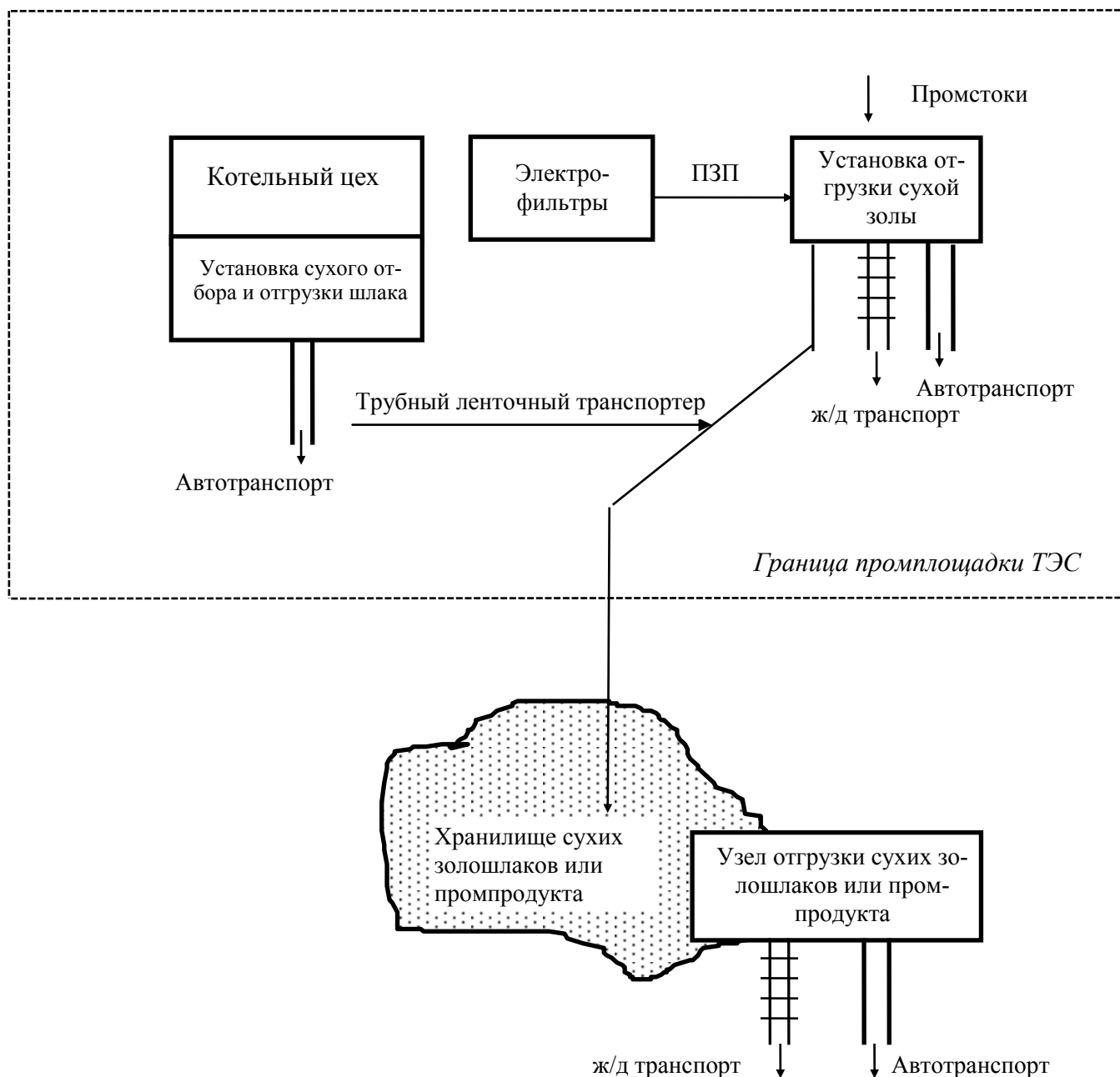


Рис. 2. Блок-схема системы золошлакоудаления при раздельном удалении, отгрузке потребителям, транспортировании и складировании золы и шлака

Внедрение систем пневмомеханического шлакоудаления взамен систем гидрошлакоудаления на ТЭС позволяет [4]:

- повысить надежность работы не только системы шлакоудаления, но и ТЭС в целом;
- снизить себестоимость производства энергии;
- повысить КПД котла;
- осуществлять отгрузку шлака потребителям в соответствии с их техническими требованиями;
- значительно улучшить экологические показатели ТЭС;
- снизить выбросы парникового газа CO_2 за счет уменьшения удельных расходов топлива при производстве энергии и использования шлаков в качестве

ценного материала техногенного происхождения при производстве продукции различного назначения предприятиями других отраслей экономики.

ОЦЕНКА И АНАЛИЗ УДЕЛЬНЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ИЗДЕРЖЕК ОБРАЩЕНИЯ С ЗОЛОШЛАКАМИ

Для оценки и анализа удельных эксплуатационных издержек обращения с ЗШ на Каширской ГРЭС были использованы сведения, приведенные в табл. 1. Удельные эксплуатационные издержки обращения с золошлаками представлены в табл. 2. Все затраты приведены без учета НДС. Для анализа издержек обращения с золошлаками в качестве базового принят 2006 г.

Таблица 1. Исходные данные для оценки удельных эксплуатационных издержек обращения с золошлаками Каширской ГРЭС

№ п/п	Показатели	2004 г.	2005 г.	2006 г.
1.	Число часов работы пылеугольных энергоблоков, ч/год	5230+5802 = 11032	7510+2615 = 10125	7929+3061 = 10990
2.	Выработанная э/энергия на ГРЭС, всего, млн кВт·ч/год	5803,2	6197,7	6337,5
3.	Выработанная э/энергия на пылеугольных энергоблоках, млн кВт·ч/год	2595,6	2457,9	2820,4
4.	Себестоимость производства электроэнергии, коп/(кВт·ч)	71,6	67,6	74,5
5.	Удельный расход топлива пылеугольных энергоблоков, г у.т./(кВт·ч)	355,1	354,2	355,9
6.	Топливо			
6.1.	Кузнецкий тощий уголь: - количество сожженного угля, т/год - % от общего кол-ва топлива (по тепловому балансу) - низшая теплота сгорания Q_H^P , ккал/кг - зольность A^p , %	650483 28 5901 16,84	508793 21,8 6032 16,95	832332 31,8 6001 16,67
6.2.	Мазут: - количество сожженного мазута, т/год - % от общего кол-ва топлива (по тепловому балансу) - низшая теплота сгорания Q_H^P , ккал/кг - зольность A^p , % - содержание серы S^p , %	271936 17 8696 0,06 1,9	46222 2,6 8126 0,06 1,86	179857 10,1 8799 0,06 2,37
6.3.	Природный газ: - количество сожженного газа, м ³ /год - %, от общего кол-ва топлива (по тепловому балансу) - низшая теплота сгорания Q_H^P , ккал/м ³	945987 55 7964	1400180 76,5 8014	1138865 58,1 8017
6.4.	Затраты на топливо всего, млн руб/год в том числе: кузнецкий тощий уголь мазут природный газ	2321,6 527,5 684,8 1109,3	2656,1 503,1 128,0 2025,0	3486,2 874,4 811,5 1800,3

№ п/п	Показатели	2004 г.	2005 г.	2006 г.
7.	Золошлаки			
7.1.	Объем образования золошлаков, всего, т/год: в том числе: зола шлак	123881 99104,8 24776,2	93913 75130,4 18782,6	157832 126265,6 31566,4
7.2.	Объем реализации золошлаков, всего, т/год в том числе: ЗПС из ЗШХ сухая зола шлак	3050 — 3050 —	2727 — 2727 —	1927 — 1927 —
7.3.	Объем складирования золошлаков, всего, т/год: в том числе: зола шлак	120831,0 96054,8 24776,2	91186,0 72403,4 18782,6	155905,0 124338,6 31566,4
7.4.	Стоимость размещения 1 т золошлаков на ЗШХ, руб/т	12,3	8,6	9,0
8.	Площадь отвода земель под ЗШУ, га	97,3	97,9	97,9
9.	Ставка платы за землю, руб/(м ² ·год)	22,5	16,4	4,4
10.	Численность эксплуатационного и привлеченного персонала для обслуживания системы золошлакоудаления, чел	31,4	31,4	31,4
11.	Средняя заработная плата одного работающего на эксплуатации системы ЗШУ с ЕСН, руб/мес	23953	26756	30073
12.	Потребление электроэнергии системой ЗШУ, млн кВт·ч/год	5,242	4,541	4,967
13.	Водопользование по системе ЗШУ	оборотное	оборотное	оборотное
13.1.	Объем сбросов промышленных сточных вод в систему ГЗУ, м ³ /год	462500	414000	475340
13.2.	Объем сбросов сточных вод из системы ГЗУ, м ³ /год	462500	414000	475340
13.3.	Объем воды, перекаченной системой ГЗУ, м ³ /год	4800000	4800000	4800000
14.	Металлоемкость системы ЗШУ, т	1930	1930	1930
15.	Материалоемкость системы ЗШУ, м ³ ж.б.	5720	5720	5720

Таблица 2. Удельные эксплуатационные издержки обращения с золошлаками

№ п/п	Показатели	2004 г.	2005 г.	2006 г.
1.	Издержки на оплату труда с учетом ЕСН, тыс. руб/год	9025,4	10081,5	11331,7
2.	Затраты на содержание ГЗУ, всего, тыс. руб/год	8359,3	16564,7	9935,2
2.1.	Затраты на содержание дамб, тыс. руб/год	4000,0	6440,7	6628,2
2.2.	Затраты на обслуживание каналов осветленной воды, тыс. руб/год	206,0	4950,0	1500,0
2.3.	Затраты на капитальный ремонт каналов ГЗУ, тыс. руб/год	3743,3	4804,0	1387,0
2.4.	Затраты на отбор проб с дамб, тыс. руб/год	410,0	370,0	420,0
3.	Плата за использование природных ресурсов, всего, тыс. руб/год	23737,2	17147,8	6058,3
3.1.	Плата за землю, тыс. руб/год	21885,7	16093,8	4342,8
3.2.	Экологические платежи, всего, тыс. руб/год	1851,5	1054,1	1715,5
3.2.1.	Плата за размещение золошлаков, всего, тыс. руб/год в том числе: зола шлак	1487,4 1190,0 297,5	788,4 630,7 157,7	1407,7 1126,2 281,5
3.2.2.	Плата за загрязнение атмосферного воздуха золовыми частицами, тыс. руб/год	210,2	122,7	178,8
3.2.3.	Плата за загрязнение водного бассейна, тыс. руб/год	153,9	143,0	129,0
4.	Издержки на электроэнергию, тыс. руб/год	3754,8	3071,1	3700,9
5.	Суммарные эксплуатационные издержки обращения с золошлаками, тыс. рублей (сумма п. 1 — п. 4)	44876,7	46865,1	31026,1
6.	Доход от продажи золошлаков, всего, тыс. руб/год в том числе: ЗШС из ЗШХ сухая зола шлак	305,0 — 305,0 —	327,2 — 327,2 —	758,0 — 758,0 —
7.	Эксплуатационные издержки обращения с золошлаками, тыс. рублей с учетом дохода от реализации ЗШ (п.5 – п. 6)	44571,7	46537,9	30268,1
8.	Удельные эксплуатационные издержки обращения с золошлаками, руб/т ЗШ	359,8	495,5	191,8

Издержки на оплату труда являются наибольшими из эксплуатационных издержек (36,5 % суммарных эксплуатационных издержек) и имеют устойчивую тенденцию к росту. Рост заработной платы на эксплуатацию системы ЗШУ с 2004 по 2006 гг. объясняется ее индексацией в соответствии с инфляцией.

Затраты на содержание ГЗУ являются вторыми по величине (32,0 % суммарных эксплуатационных издержек). Основную часть затрат на содержание ГЗУ составляют затраты на содержание дамб (21,4 % суммарных эксплуатационных издержек), имеющие постоянную тенденцию к росту — с 4,0 в 2004 г. до 6,6 млн рублей в 2006 г. Также достаточно велики расходы на капитальный ремонт каналов ГЗУ (4,5 % суммарных эксплуатационных издержек) и на обслуживание каналов осветленной воды (4,8 % суммарных эксплуатационных издержек), которые существенно различаются по годам и не имеют какой-то постоянной динамики. Затраты, связанные с отбором проб с дамб относительно малы и не имеют устойчивой тенденции к изменению.

Плата за использование природных ресурсов является третьей по величине группой затрат, которая составляет 19,5 % суммарных эксплуатационных издержек. В этой группе затрат определяющей является плата за землю (14 % суммарных эксплуатационных издержек), отведенную вне территории промплощадки ТЭС под систему ЗШУ. Причем в 2004 г. эта плата являлась самой большой составляющей эксплуатационных затрат (52,9 %). Но в связи с пересмотром кадастровой оценки земли ставка платы за землю уменьшилась с 22,5 руб/(м²·год) в 2004 г. до 4,4 руб/(м²·год) в 2006 г. (более чем в 5 раз). Вследствие этого плата за землю в суммарных эксплуатационных издержках не стала столь значимой как раньше.

К этой группе эксплуатационных затрат относятся и экологические платежи (5,5 % суммарных эксплуатационных издержек) плата за загрязнение атмосферного воздуха, водного бассейна и за размещение ЗШ. Плата за размещение золошлаков является наиболее существенной составляющей экологических платежей и составляет 4,5 % суммарных эксплуатационных издержек.

Издержки на электроэнергию, потребляемую системой ЗШУ, составляют 12,0 % суммарных эксплуатационных издержек. Т.к. насосы системы ГЗУ работают в постоянном режиме в течение года вне зависимости от нагрузки энергоблоков, то эти издержки зависят практически только от стоимости потребляемой электроэнергии.

Выше была рассмотрена расходная часть эксплуатационных издержек обращения с золошлаками. Единственной доходной статьей при обращении с золошлаками может быть их реализация, которая либо частично, либо полностью покрывала бы эксплуатационные издержки. Однако существующая система совместного гидрозолошлакоудаления технологически не приспособлена для отгрузки сухой золы и шлака потребителям в значительных объемах, что лишает Каширскую ГРЭС возможности получения существенных доходов от реализации золошлаков. Существующая установка отгрузки сухой золы может обеспечить загрузку в автоцементовозы всего лишь нескольких тысяч тонн сухой золы в год.

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА УДЕЛЬНЫХ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ИЗДЕРЖЕК ОБРАЩЕНИЯ С ЗОЛОШЛАКАМИ

Было установлено, что удельные эксплуатационные издержки обращения с золошлаками в 2004 г. составили 359,8 руб/т. Это обстоятельство объясняется тем, что доля сжигаемого угля по тепловому балансу составляла

всего около 25 % при различных нагрузках и количестве работающих пылеугольных энергоблоков. В 2005 г. удельные эксплуатационные издержки обращения с золошлаками составили 495,5 руб/т. Это объясняется в основном тем, что общее количество сожженного угля было меньше, чем в 2004 г., что соответственно привело к меньшему объему образования золошлаков. Кроме того, выросли суммарные эксплуатационные издержки. В 2006 г. удельные эксплуатационные издержки обращения с золошлаками составили 191,8 руб/т. Это объясняется тем, что существенно выросла доля сжигаемого угля (на 63,6 % по сравнению с 2005 г.), а также существенно снизилась ставка платы за землю, что соответственно привело к значительному снижению платы за использование природных ресурсов.

Относительные эксплуатационные издержки обращения с золошлаками в себестоимости производства электроэнергии (по данным 2006 г.):

при 100 % нагрузке трех энергоблоков, % 0,75
 при 70 % нагрузке одного энергоблока, % 2,91
 фактические, % 1,44

При организации отгрузки всего объема сухой золы потребителям на переработку, а шлака — по эксплуатируемой системе ГЗУ на существующий гидрозолошлакоотвал, удельные эксплуатационные издержки обращения со шлаками существенно возрастут (табл. 3).

Из табл. 3 видно, что при проектной нагрузке трех энергоблоков и минимальной нагрузке одного энергоблока удельные эксплуатационные издержки обращения со шлаками при гидрозолошлакоудалении составили бы соответственно в 2006 г. 310,0 и 1298,8 руб/т. При использовании технологии пневмомеханического шлакоудаления (например, технология Магалди) удельные эксплуатационные издержки обращения со шлаками при проектной нагрузке трех энергоблоков и минимальной нагрузке одного энергоблока зависят от вида отгружаемого шлака: крупнодробленый, мелкодробленый или шлаковая пыль (табл. 4).

Таблица 3. Влияние нагрузки энергоблоков на удельные эксплуатационные издержки обращения со шлаками при гидрозолошлакоудалении (по данным 2006 г.)

№ п/п	Показатели	Проектная нагрузка трех энергоблоков	Минимальная нагрузка одного энергоблока
1.	Затраты на содержание ГШУ	9935,2	9935,2
1.1.	Затраты на содержание дамб, тыс. руб/год	6628,2	6628,2
1.2.	Затраты на обслуживание каналов осветленной воды, тыс. руб/год	1500,0	1500,0
1.3.	Затраты на капитальный ремонт каналов ГЗУ, тыс. руб/год	1387,0	1387,0
1.4.	Затраты на отбор проб с дамб, тыс. руб/год	420,0	420,0
2.	Издержки на оплату труда с учетом ЕСН, тыс. руб/год	9527,3	9527,3
3.	Плата за использование природных ресурсов	5298,2	4664,6
3.1.	Плата за землю, тыс. руб/год	4342,8	4342,8
3.2.	Экологические платежи	955,4	321,8
3.2.1.	Плата за размещение шлаков, тыс. руб/год	826,4	192,8
3.2.2.	Плата за загрязнение водного бассейна, тыс. руб/год	129,0	129,0
4.	Издержки на электроэнергию, тыс. руб/год	3700,9	3700,9
5.	Суммарные эксплуатационные издержки обращения со шлаками, тыс. рублей (сумма п. 1 — п. 4)	28461,6	27828,0
6.	Удельные эксплуатационные издержки обращения со шлаками, руб/т шлака	310,0	1298,8

Таблица 4. Удельные эксплуатационные издержки обращения со шлаками при использовании пневмомеханической технологии шлакоудаления МАС

№ п/п	Показатели	2006 г.
1.	Отгрузка золы в сухом виде на переработку и крупнодробленого шлака	
1.1.	Удельные эксплуатационные издержки обращения со шлаками при 100 % нагрузки трех энергоблоков, руб/т	42,8
1.2.	Удельные эксплуатационные издержки обращения со шлаками при 70 % нагрузки одного энергоблока, руб/т	173,5
2.	Отгрузка золы в сухом виде на переработку и мелкодробленого шлака	
2.1.	Удельные эксплуатационные издержки обращения со шлаками при 100 % нагрузки трех энергоблоков, руб/т	54,4
2.2.	Удельные эксплуатационные издержки обращения со шлаками при 70 % нагрузки одного энергоблока, руб/т	189,9
3.	Отгрузка золы в сухом виде на переработку и шлаковой пыли на silosный склад	
3.1.	Удельные эксплуатационные издержки обращения со шлаками при 100 % нагрузки трех энергоблоков, руб/т	64,6
3.2.	Удельные эксплуатационные издержки обращения со шлаками при 70 % нагрузки одного энергоблока, руб/т	204,6

Таким образом, можно сделать вывод, что при использовании технологии пневмомеханического шлакоудаления взамен эксплуатируемой системы гидрошлакоудаления ожидается снижение удельных эксплуатационных издержек обращения со шлаками при проектной нагрузке трех энергоблоков и минимальной нагрузке одного энергоблока:

- при отгрузке потребителям крупнодробленого шлака примерно в 7,2...7,5 раз;
- при отгрузке потребителям мелкодробленого шлака в 5,7...6,8 раза;
- при отгрузке потребителям шлаковой пыли в 4,8...6,3 раза.

При этом не учтены доходы от реализации шлака потребителям, что, по разным оценкам, позволяет обеспечить возвратность инвестиций в реконструкцию системы шлакоудаления в течение 4-5 лет. Это, безусловно, приведет к существенному снижению себестоимости производства электроэнергии.

Следует отметить, что на Каширской ГРЭС работают старые котлы П-50 с жидким шлакоудалением, которые не удовлетворяют требованиям по выбросам NO_x . Для использования пневмомеханической технологии шлакоудаления необходимы котлы с выводом шлака в твердом виде. При этом снижается максимальная температура факела в топке котельной установки, что приводит к уменьшению объемов образования термических оксидов азота, и, соответственно, к снижению вредного воздействия котлов на окружающую среду и уменьшению экологических платежей.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

Из результатов анализа удельных эксплуатационных издержек обращения со шлаками можно сделать следующие основные выводы:

1. традиционно применяемая система гидрозолошлакоудаления Каширской ГРЭС является экономически нецелесообразной вследствие использования воды в качестве несущей среды;
2. использование пневмомеханической технологии шлакоудаления позволяет существенно снизить удельные эксплуатационные издержки обращения с золошлаками, что приведет к снижению себестоимости производства электроэнергии;

3. относительные эксплуатационные издержки обращения с золошлаками в себестоимости производства электроэнергии относительно малы, но полные издержки обращения с золошлаками будут в несколько раз выше за счет учета инвестиционной составляющей и амортизационных затрат;

4. оценка, анализ и управление полными удельными издержками обращения с золошлаками с учетом эксплуатационных издержек, амортизационных начислений и инвестиционной составляющей в настоящее время практически невозможны в связи с отсутствием их отдельного учета по системам золошлакоудаления на подавляющем большинстве ТЭС;

5. для внедрения прогрессивной технологии пневмомеханического шлакоудаления необходимы организация вывода шлака в твердом виде из топок котлов и оценка инвестиционной привлекательности внедрения этой технологии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Методика** оценки технико-экономических показателей систем золошлакоудаления ТЭС с учетом экологических требований. РД 34.02.103-98. // Путилов В.Я., Автономов А.Б., Боричев К.П. и др. М.: НТФ "Энергопрогресс", 1998, 79 с.
2. **Рекомендации** по выбору системы удаления шлака и золы в котельных установках. М.: ГПИ Сантехпроект, 1974, 59 с.
3. **Путилов В.Я., Путилова И.В.** Анализ общемировых тенденций и перспектив решения проблемы золошлаков ТЭС в России. Междунар. научн. практ. семинара «Золошлаки ТЭС — удаление, транспорт, переработка, складирование», 23 марта 2007 г., Москва, М.: Издательство МЭИ, с.10-16
4. **Применение** технологии сухого шлакоудаления МАС — возможность значительного повышения надежности, экономичности и экологичности угольных электростанций / Коппола Д., Путилов В.Я., Путилова И.В., Савастано С. // Труды II Междунар. научн. практ. конф. и спец. выст. «Экология в энергетике – 2005», 19-21 октября 2005 г., Москва, Издательство МЭИ, - М. с.237-242
5. **Putilov V.Y., Gavlitin N.V.** Perspectives of creating ecologically sound ash removal systems at Russian TPPs by the example of Reftinskaya power plant. Monograph. „Ashes from Power Generation”, November 6-8, 2006, Cracow, (Poland), EKOTECH Sp.z.o.o., Szczecin, p.137-143.

Удельные эксплуатационные издержки обращения с золошлаками угольных тепловых электростанций на примере Каширской ГРЭС. Путилов В.Я., Луньков А.М., Фаткуллин Р.М. и др. // Энергосбережение и водоподготовка, №3, 2008, с.35-38.