

МИНИСТЕРСТВО ЭКОЛОГИИ И ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ УКРАИНЫ
МИНИСТЕРСТВО РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ, СТРОИТЕЛЬСТВА
И ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА УКРАИНЫ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ АГЕНТСТВО ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИНВЕСТИЦИЙ
УКРАИНЫ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ АГЕНТСТВО ПО ВОПРОСАМ НАУКИ,
ИННОВАЦИЙ И ИНФОРМАЦИИ УКРАИНЫ
НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНЫ
ИНСТИТУТ ТЕХНИЧЕСКОЙ ТЕПЛОФИЗИКИ НАН УКРАИНЫ
ИНСТИТУТ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКОЛОГИИ
«ЭНЕРГОСАНТЕХПРОЕКТ» (РОССИЯ)

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ОБЪЕКТОВ ЭНЕРГЕТИКИ

Материалы XXI международной конференции

(7–11 июня 2011 г., г. Ялта, пгт. Кореиз)

*Под редакцией
кандидата технических наук
А. И. Сигала*

КИЕВ
ИПЦ АЛКОН
2011

УДК 504.03+620.9
ББК 28я43+31.19я43
П 78

Редакционная коллегия:

*канд. тех. наук А. И. Сигал,
канд. физ.-мат. наук Д. Ю. Падерно,
канд. тех. наук Н. Ю. Павлюк*

Проблемы экологии и эксплуатации объектов энергетики :

П 78 Материалы XXI международной конференции (7–11 июня 2011 г., г. Ялта, пгт. Кореиз) / Институт промышленной экологии. – К. : ИПЦ АЛКОН НАН Украины, 2011. – 248 с.

ISBN 978-966-8449-44-4

В сборнике помещены труды XXI международной конференции «Проблемы экологии и эксплуатации объектов энергетики», 7–11 июня 2011 г., г. Ялта, пгт. Кореиз).

Доклады посвящены общим проблемам энергоэкологии, экологическим проблемам теплоэнергетики, вопросам снижения выбросов парниковых газов, уменьшения загрязнения окружающей среды энергообъектами, проблемам эксплуатации объектов промышленной и муниципальной энергетики, современным технологиям сжигания топлив, экологически чистым и энергосберегающим технологиям, процессам сжигания промышленных и бытовых отходов, проблемам энерго-экологического мониторинга, обзору устройств учета и контроля потребления тепловой энергии, анализу автономных источников теплоснабжения.

**УДК 504.03+620.9
ББК 28я43+31.19я43**

ISBN 978-966-8449-44-4

© Институт промышленной экологии, 2011

СОДЕРЖАНИЕ

Долинский А. А. РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОГРАММЫ КОМПЛЕКСНОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ КОММУНАЛЬНОЙ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ УКРАИНЫ	9
Сигал А. И. О ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЦЕЛЕВОЙ ПРОГРАММЕ МОДЕРНИЗАЦИИ И РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ УКРАИНЫ НА 2012–2022 гг.	13
Борисов Н. А. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭКОЛОГИЯ В ТЭК УКРАИНЫ	19
Лир В. Э., Лифанова Я. В. ФОРСАЙТ ЭНЕРГОРЕЛЕВАНТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ КАК ЭЛЕМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ	24
Шенец Л. В., Седнин В. А. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ КАК ФАКТОР УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ	28
Куруленко С. С. РАМОЧНАЯ КОНВЕНЦИЯ ООН ОБ ИЗМЕНЕНИИ КЛИМАТА В КОНТЕКСТЕ СТРАТЕГИИ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ УКРАИНЫ НА ПЕРИОД ДО 2020 ГОДА И НАЦИОНАЛЬНОГО ПЛАНА ДЕЙСТВИЙ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ.....	32
Павлюк Н. Ю. УГЛЕРОДНЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ В ПРЕДДВЕРИИ ДУРБАНА	36
Шмурак А. Л. НАЦИОНАЛЬНЫЙ РЕЕСТР УГЛЕРОДНЫХ ЕДИНИЦ УКРАИНЫ	40
Соколов И. Г. ОПЫТ И ПРАКТИКА ДЕТЕРМИНАЦИИ И ВЕРИФИКАЦИИ ПРОЕКТОВ СОВМЕСТНОГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ НА УКРАИНЕ. АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЕДИНИЦ СОКРАЩЕНИЙ	44
Маслова Е., Атякшев А. ТЮФ ЗЮД	49
Калтаєв С. К. ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ РІЧНИХ ЗВІТІВ ПРО МОНІТОРИНГ ЗА ПРОЕКТАМИ СПІЛЬНОГО ВПРОВАДЖЕННЯ В ГАЛУЗІ ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА	50
Новицкий Д. Ю. ПРИВЛЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИНВЕСТИЦИЙ В РЕКОНСТРУКЦИЮ МУСОРОСЖИГАТЕЛЬНОГО ЗАВОДА «ЭНЕРГИЯ»	53

Шепель Т. П. ПРАВОВІ ОСОБЛИВОСТІ РЕГУЛЮВАННЯ ОТНОШЕНЬ В СФЕРІ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТОВ ПО МЕХАНІЗМАМ КИОТСЬКОГО ПРОТОКОЛА В УКРАЇНІ	55
Сігал А. І., Падерно Д. Ю. ОПЫТ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТОВ СОВМЕСТНОГО ОСУЩЕСТВЛЕННЯ ПО РЕКОНСТРУКЦІЇ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕННЯ В УКРАЇНІ	58
Фомич С. В., Лайтерман І. А., Падерно Д. Ю., Павлюк Н. Ю. ПРОЄКТ СПІЛЬНОГО ВПРОВАДЖЕННЯ «РЕКОНСТРУКЦІЯ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ МІСТА ЗАПОРІЖЖЯ» Моніторинг скорочення викидів парникових газів	65
Юдін М. А., Козіс О. В., Падерно Д. Ю., Павлюк Н. Ю., Логвин В. О. ПРОЄКТ СВ «ЕКОНОМІЯ ПАЛИВА ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ В МИКОЛАЇВСЬКІЙ ОБЛАСТІ ТА ВПРОВАДЖЕННІ В ЕКСПЛУАТАЦІЮ ГАЗОПОРШНЕВИХ ДВИГУН-ГЕНЕРАТОРІВ ВИРОБНИЦТВА ТДВ «ПЕРВОМАЙСЬКДИЗЕЛЬМАШ» ДЛЯ КОМБІНОВАНОГО ВИРОБНИЦТВА ТЕПЛОВОЇ ТА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ»	69
Тахтерін Я. Л., Падерно Д. Ю., Логвин В. О. РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЄКТУ СВ «ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧОГО УСТАТКУВАННЯ І ТЕХНОЛОГІЙ НА ДЕРЖАВНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ «ВИРОБНИЧЕ ОБ'ЄДНАННЯ ПІВДЕННИЙ МАШИНОБУДІВНИЙ ЗАВОД ІМЕНІ О. М. МАКАРОВА»	72
Падерно Д. Ю., Пузанов І. В. ПРОЄКТ СПІЛЬНОГО ВПРОВАДЖЕННЯ ЗІ СКОРОЧЕННЯ ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ В РЕЗУЛЬТАТІ РЕКОНСТРУКЦІЇ, ВІДНОВЛЕННЯ ТА БУДІВНИЦТВА МАЛИХ ГЕС ЗЕА «НОВОСВІТ» ТА ТОВ «ЕНЕРГОІНВЕСТ»	75
Рєпін А. П., Падерно Д. Ю., Корінчук К. О. ПРОЄКТ СПІЛЬНОГО ВПРОВАДЖЕННЯ «СКОРОЧЕННЯ ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ ЗА РАХУНОК МОДЕРНІЗАЦІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО ПЕРЕОСНАЩЕННЯ КОМУНАЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ»	79
Сігал О. І., Падерно Д. Ю., Корінчук К. О. РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЄКТУ СПІЛЬНОГО ВПРОВАДЖЕННЯ ЗІ СКОРОЧЕННЯ ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ «РЕКОНСТРУКЦІЯ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ В ДНІПРОПЕТРОВСЬКІЙ ОБЛАСТІ» ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЙОГО РОЗШИРЕННЯ	81
Єхімець М. М., Падерно Д. Ю., Павлюк Н. Ю. ПРОЄКТ СПІЛЬНОГО ВПРОВАДЖЕННЯ «ЗБІР ТА УТИЛІЗАЦІЯ ЗВАЛИЩНОГО ГАЗУ НА ЧЕРНІГІВСЬКОМУ ПОЛІГОНІ ТПВ»	84

Даниленко А. Г., Барановский Н. В. ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС НА БАЗЕ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ И КОГЕНЕРАЦИОННЫХ УСТАНОВОК В КАМЫШОВОЙ БУХТЕ ГОРОДА СЕВАСТОПОЛЯ	87
Тарадай А. М., Шушляков А. В., Кириленко Е. Г. АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ, ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ	90
Клименко В. Н. ПОВЫШЕНИЕ ТЕПЛОВОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТОПИТЕЛЬНЫХ КОТЕЛЬНЫХ ПРИ ПОМОЩИ ТЕПЛОНАСОСНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	98
Virginijus Strioga REMODELING OF THE DISTRICT HEATING SCHEME 2001–2011: AKMENE MODERNIZATION CASE, LITHUANIA	104
Кучеренко В. Н. МОДЕРНИЗАЦИЯ КОМУНАЛЬНОЙ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ ДОНЕЦКОЙ ОБЛАСТИ НА БАЗЕ ОКП «ДОНЕЦКТЕПЛОКОМУНЭНЕГРО»	106
Никитин Е. Е. НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА РАЗРАБОТКИ ОПТИМИЗИРОВАННЫХ СХЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ	111
Шеренковський Ю. В., Фіалко Н. М., Прокопов В. Г., Іваненко Г. В., Юрчук В. Л., Мєранова Н. О., Гнєдаш Г. О., Малєцька О. Є. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМБІНОВАНИХ СИСТЕМ ТРАДИЦІЙНОГО ТА ЕЛЕКТРИЧНОГО ОПАЛЕННЯ	114
Волков Р. А. ЭФФЕКТИВНОСТЬ КАПИТАЛОВЛОЖЕНИЙ В МОДЕРНИЗАЦИЮ КОМУНАЛЬНОЙ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ УКРАИНЫ	116
Стариков І. В. ШЛЯХИ ЗАЛУЧЕННЯ ГОЛЛАНДСЬКИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЖКГ УКРАЇНИ	120
Сігал О. І., Скрипко В. Я., Бикоріз Є. Й., Капітонов В. І., Логвин В. О. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ПСЕВДОЗРІДЖЕННЯ СУМІШЕЙ	124
Сігал О. І., Кучин Г. П., Скрипко В. Я., Бикоріз Є. Й., Канигін О. В., Капітонов В. І., Логвин В. О. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ РОЗПАЛЮВАННЯ НИЗЬКОЯКІСНОГО ВУГІЛЛЯ В ТОПКАХ З НТКШ	127
Сігал О. І., Бикоріз Є. Й., Канигін А. В., Логвин В. О. ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИЧНИХ ТА ГІДРОДИНАМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАТЕРІАЛІВ ХОЛОДНОГО ПСЕВДОЗРІДЖЕНОГО ПАЛИВНОГО ШАРУ	130

Сігал О. І., Скрипко В. Я., Бикоріз Є. Й., Капітонов В. І., Логвин В. О. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ АЕРОДИНАМІКИ ПСЕВДОЗРІДЖЕНОГО ШАРУ НА ЛАБОРАТОРНІЙ УСТАНОВЦІ	133
Любчик Г. Н., Фиалко Н. М., Реграги А. ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОНАРНЫХ ГАЗОПАРОВЫХ УСТАНОВОК ПРИ ЧАСТИЧНОМ ЗАМЕЩЕНИИ ГАЗОТУРБИННЫХ ТОПЛИВ	137
Гусалов М. Ю., Кулик К. В. УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТОПОЧНЫХ КАМЕР ЖАРОТРУБНЫХ КОТЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВТОРИЧНЫХ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ	139
Фиалко Н. М., Прокопов В. Г., Шеренковский Ю. В., Сариогло А. Г., Юрчук В. Л., Иваненко Г. В. ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕМБРАННЫХ ПАНЕЛЕЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЙ	142
Чернокрылюк В. В. ПРИМЕНЕНИЕ ГОРЕЛОЧНЫХ УСТРОЙСТВ RIELLO ПРИ МОДЕРНИЗАЦИИ КОТЛОВ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА РАЗЛИЧНОЙ МОЩНОСТИ	144
Гомон В. І. УТИЛИЗАТОРЫ ТЕПЛОТЫ УХОДЯЩИХ ГАЗОВ И ОСОБЕННОСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ	148
Жилковский Р. Г. ГЕНПОДРЯД И КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ ПРИ ВНЕДРЕНИИ КОНДЕНСАЦИОННЫХ ТЕПЛОУТИЛИЗАТОРОВ	153
Д. Будовой ЭКОНОМИЯ ЭНЕРГИИ ПРИ ПОМОЩИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ НАСОСНЫХ СИСТЕМ	157
Запороженко Р. ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ОТ КОМПАНИИ BROEN	159
Собокар А. М. ГЛАВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ КОТЛОВ RENDAMAX В СИСТЕМАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ОТОПЛЕНИЯ	162
Сигал И. Я., Смихула А. В. СНИЖЕНИЕ ВЫБРОСА NO _x И ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ КОТЛОВ ПРИ СЖИГАНИИ ПРИРОДНОГО ГАЗА	164
Фиалко Н. М., Шеренковский Ю. В., Прокопов В. Г., Алёшко С. А., Бутовский Л. С., Серый А. А., Новицкий В. С., Швецова Л. А. ОСОБЕННОСТИ СМЕСЕОБРАЗОВАНИЯ ПРИ ЭШЕЛОНИРОВАННОМ РАСПОЛОЖЕНИИ СТАБИЛИЗАТОРОВ ПЛАМЕНИ В МИКРОФАКЕЛЬНЫХ ГОРЕЛОЧНЫХ УСТРОЙСТВАХ	167

Демченко В. Г. КИНЕТИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ И ЕГО ВОЗДЕЙСТВИЕ НА МАКРОСКОПИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ГОРЕНИЯ ...	171
Фіалко Н. М., Альошко С. О., Рокитько К. В., Шеренковський Ю. В., Меранова Н. О., Малецька О. Є., Борисенко А. О. ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕЧІЇ В СИСТЕМІ ПЛОСКИХ СТАБІЛІЗАТОРІВ ПОЛУМ'Я З ПЛАСТИНЧАСТИМИ ТУРБУЛІЗАТОРАМИ ПОТОКУ	175
Прокопов В. Г., Фіалко Н. М., Шеренковський Ю. В., Альошко С. А., Тимощенко О. Б., Меранова Н. О., Абдулін М. З., Кутняк О. М. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ АЕРОДИНАМІКИ ТА ТЕПЛООБМІНУ В СИСТЕМАХ ОХОЛОДЖЕННЯ СТАБІЛІЗАТОРНИХ ПАЛЬНИКОВИХ ПРИСТРОЇВ	177
Прокопов В. Г., Фіалко Н. М., Полозенко Н. П., Меранова Н. О., Алешко С. А., Харченко А. А., Голубинский П. К., Милко Е. И. КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СМЕСЕОБРАЗОВАНИЯ ТОПЛИВА И ОКИСЛИТЕЛЯ В ГОРЕЛОЧНЫХ УСТРОЙСТВАХ СТАБИЛИЗАТОРНОГО ТИПА	180
Фіалко Н. М., Альошко С. О., Майсон М. В., Абдулін М. З., Озеров А. А., Іваненко Г. В., Новіцький В. С., Ночовний О. В. ОСОБЛИВОСТІ СТРУКТУРИ ТЕЧІЇ В РЕШІТЦІ СТАБІЛІЗАТОРІВ ПОЛУМ'Я З ПОЛУМ'ЯПЕРЕКИДНИМИ ПЕРЕМІЧКАМИ	183
Навродська Р. О., Фіалко Н. М., Пресіч Г. О., Глушак О. Ю., Шевчук С. І., Гнедаш Г. О., Мороз Н. М. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПАЛИВА СКЛОВАРНИХ ПЕЧЕЙ.....	187
Фіалко Н. М., Прокопов В. Г., Шеренковський Ю. В., Алешко С. А., Меранова Н. О., Абдулін М. З., Озеров А. А. СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ МИКРОФАКЕЛЬНЫХ ГОРЕЛОЧНЫХ УСТРОЙСТВ	190
Киричок А. С. ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В УКРАИНЕ	194
Корінчук Д. М. ТЕПЛОТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТВЕРДИХ БІОПАЛИВ З ТОРФУ І БІОМАСИ ЯК ЕНЕРГЕТИЧНОГО РЕСУРСУ МАЛОЇ ЕНЕРГЕТИКИ	200
Меллер В. Я., Жуховицкий В. Б. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТВЕРДЫМИ БЫТОВЫМИ ОТХОДАМИ В ДНЕПРОПЕТРОВСКОЙ ОБЛАСТИ НА ПРИМЕРЕ г. ДНЕПРОПЕТРОВСКА	204
Серебрянский Д. О., Пузанов І. В., Семенюк М. В. ВІДЦЕНТРОВИЙ ФІЛЬТР	208

Арnaud де Вилт

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В УКРАИНЕ	212
РЕШЕНИЕ КОНФЕРЕНЦИИ.....	214

НА ПРАВАХ РЕКЛАМЫ

• РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ ИНСТИТУТОМ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКОЛОГИИ	216
• ПОДГОТОВКА ПРОЕКТОВ СОВМЕСТНОГО ВНЕДРЕНИЯ ПО СОКРАЩЕНИЮ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В АТМОСФЕРУ ОБЪЕКТАМИ ЭНЕРГЕТИКИ, СИСТЕМ КОММУНАЛЬНОГО ТЕПЛОВОДОСНАБЖЕНИЯ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ УКРАИНЫ.....	219
• КОТЕЛ ВОДОГРЕЙНЫЙ ВОДОТРУБНЫЙ, РАБОТАЮЩИЙ НА ПРИРОДНОМ ГАЗЕ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ, ТЕПЛОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ 2,0 МВт (КВВ-2,0 Гн).....	221
• КОТЕЛ ВОДОГРЕЙНЫЙ ВОДОТРУБНО-ДЫМОГАРНЫЙ ТЕПЛОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ 0,63 МВт (КВВД-0,63 Гн)	222
• УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛОТЫ И СНИЖЕНИЕ ВЫБРОСОВ ОКСИДОВ АЗОТА КОТЛАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОНТАКТНОЙ КОМБИНИРОВАННОЙ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ.....	224
• МОДЕРНИЗИРОВАННЫЕ ПОДОВЫЕ ГОРЕЛКИ ТИПА МПИГ ДЛЯ КОТЛОВ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ ДО 10 ГКАЛ/ЧАС	226
• ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТОПОЧНОГО ТЕПЛООБМЕНА В КОТЛАХ ПУТЕМ УСТАНОВКИ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ (ВТОРИЧНЫХ) ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ	228
• РЕЦИРКУЛЯЦИЯ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ	230
• МОДЕРНІЗАЦІЯ КОТЛІВ ПТВМ-50	231
• ЭКОНОМИЯ ГАЗА И ПРОДЛЕНИЕ РЕСУРСА КОТЛОВ ТВГ-8, ТВГ-8М, КВГ-7,56	233
• ПЕРЕОБОРУДОВАНИЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ ГОРЕЛОК КОТЛОВ ТИПА ДЕ И ДКВР С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ РАСХОДА ПРИРОДНОГО ГАЗА (ОСОБЕННО В ОСЕННЕ-ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД)	234
• СКРУББЕРЫ ИНТЕНСИВНОЙ ПРОМЫВКИ (СИП).....	235
• СНИЖЕНИЕ ЗАТРАТ ЖИДКОГО ТОПЛИВА НА СОБСТВЕННЫЕ НУЖДЫ КОТЕЛЬНОЙ ЗА СЧЕТ ПОДОГРЕВА ТОПЛИВА УХОДЯЩИМИ ГАЗАМИ..	237
• ЦЕНТРОБЕЖНЫЙ ФИЛЬТР	238
• ВИПРОБУВАЛЬНА ЛАБОРАТОРІЯ ІТТФ НАН УКРАЇНИ	240
• КОТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ, РАБОТАЮЩИЕ НА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ВИДАХ ТОПЛИВА	241
• ПРОДУКЦИЯ КОМПАНИИ BROEN.....	244
• АП «ЯЛТИНСКИЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ЭКОЛОГИИ»	246
• ИНФОРМАЦИЯ О КОНФЕРЕНЦИИ 2012 ГОДА	

А. А. Долинский

Институт технической теплофизики НАН Украины, г. Киев

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОГРАММЫ КОМПЛЕКСНОЙ МОДЕРНИЗАЦИИ КОММУНАЛЬНОЙ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ УКРАИНЫ

Энергетическая безопасность Украины сегодня зависит от объемов потребления природного газа. Доля природного газа в энергетическом балансе Украины неоправданно высока – около 40%, что почти **в 2 раза выше**, чем в мире в целом. В 2010 г. Украина потребляла 57,113 млрд. м³ природного газа, 46,5% которого было использовано для нужд теплоснабжения (рисунок).

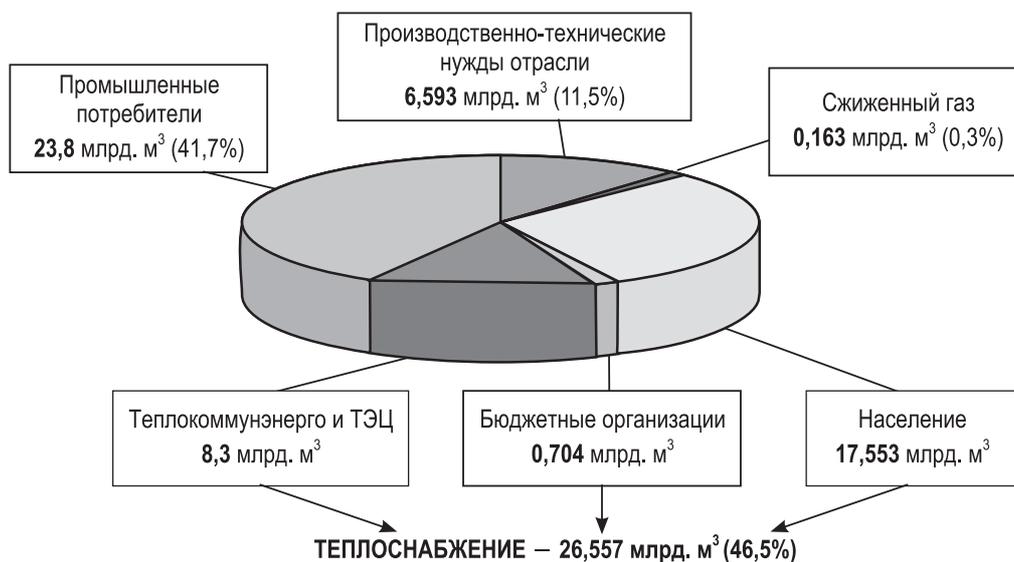


Рисунок. Баланс потребления природного газа в Украине в 2010 году

В связи со стремительным подорожанием природного газа (в IV кв. 2010 г. цена составляла 256 \$/тыс. м³, а в конце 2011 г. она будет составлять 347 \$/тыс. м³ (в соответствии с прогнозом Министра топлива и энергетики Украины Бойко Ю. А.)), сокращение потребления природного газа в коммунальном секторе является стратегическим вопросом экономической независимости страны.

Институт технической теплофизики НАН Украины с 2004 г. разрабатывает региональные программы модернизации систем теплоснабжения

для регионов и городов Украины. В рамках региональной программы проводится анализ текущего состояния котельного хозяйства и тепловых сетей, разрабатывается план мероприятий по повышению эффективности и оптимизации систем тепловой генерации, транспортировки и использования тепловой энергии, приводятся рекомендации по внедрению на предприятиях теплофизических приборов и информационных систем.

Программы направлены на экономию и замещение до 30% природного газа на предприятиях жилищно-коммунального хозяйства при сроке окупаемости до 3–4 лет. В табл. 1 приведены результаты внедрения мероприятий программы модернизации коммунальной теплоэнергетики Донецкой области. Внедрение программы позволило сэкономить 80,15 млн. м³ природного газа (27,5%). Финансовые затраты составили 368,35 млн. грн. (срок окупаемости 3,8 года). В табл. 2 обобщены ожидаемые результаты выполнения региональных программ в АР Крым, ОКП «Донецктеплокомуненерго» Донецкой обл., другими предприятиями Донецкой обл., г. Севастополь, Харьковской обл. и г. Харьков, Житомирской обл., Днепропетровской обл., Запорожской обл., Черкасской обл., Тернопольской обл., Луганской обл.

Таблица 1

Результаты внедрения региональной программы модернизации коммунальной теплоэнергетики Донецкой области (ОКП «Донецктеплокомуненерго»)

№ п/п	Наименование	Объем внедрения	Снижение затрат газа млн. м³/год	% экономии газа от базового потребления	Срок окупаемости, лет	Объем финансирования, млн. грн.
1	Замена малоэффективных котлоагрегатов мощностью до 2,5 МВт на высокоэффективные с КПД не ниже 91%	518 ед.	36,10	12,40	2,60	141,50
2	Оптимизация теплоснабжения с закрытием низкоэффективных котельных	51 кот.	5,60	1,90	2,30	19,20

№ п/п	Наименование	Объем внедрения	Снижение затрат газа млн. м ³ /год	% экономии газа от базового потребления	Срок окупаемости, лет	Объем финансирования, млн. грн.
3	Внедрение теплоутилизаторов	48 ед.	3,15	1,08	2,51	11,80
4	Внедрение энергоэффективных горелок, в т.ч. струйно-нишевых	66 ед.	1,04	0,36	2,90	4,49
5	Внедрение технологии комбинированного производства тепловой и электрической энергии	2 ед.	0,96	0,32	3,60	5,20
6	Индивидуальные тепловые пункты	29 од.	2,50	0,86	3,60	13,30
7	Частотно регулируемые электроприводы на двигателях	179 ед.	7,44	2,56	1,60	19,80
8	Тепловые насосы	20 ед.	1,65	0,57	8,30	20,40
9	Приборы и средства автоматизации, диспетчеризации, контроля, диагностики	14 ед.	0,76	0,26	0,94	1,07
10	Замена теплосетей (с использованием предизолированных труб (изопрофлекс, касофлекс))	272,3 км	6,05	2,07	12,70	268,09
11	Комплексная наладка котельных и теплосетей	205 ед.	20,50	5,12	1,10	24,20
	Всего:		80,15	27,50	3,80	368,35

**Обобщенные результаты выполнения региональных программ,
разработанных с участием ИТТФ НАНУ)**

№ п/п	Регион	Уменьшение потребления газа по окончании программы, млн. м ³	% к общему годовому потреблению природного газа	Объем инвестиций на выполнение, млн. грн.	Удельные инвестиции, грн./м ³ газа за 5 лет
1	АР Крым	205,10	57,0	610,00	3,0
2	Донецкая обл. (ОКП «Донецктеплокомуненерго»)	144,10	33,2	719,60	5,0
3	Донецкая обл.	370,00	33,0	2268,30	6,1
4	г. Севастополь	48,30	42,0	507,80	10,5
5	Харьковская обл. и г. Харьков	295,60	26,6	1843,10	6,2
6	Житомирская обл.	90,10	55,2	539,50	6,0
7	Днепропетровская обл.	757,70	53,7	5568,40	9,5
8	Запорожская обл.	173,83	39,5	1171,90	5,2
9	Черкасская обл.	56,30	42,1	324,03	5,8
10	Тернопольская обл. (Разрабатывалась собственными силами ЖКГ ТОГА)	27,70	30,0	343,00	12,4
11	Луганская обл.	Проводится тендер на разработку			
По всем регионам		2168,73		13,90 млрд.	

Для реализации государственной целевой программы модернизации коммунальной теплоэнергетики необходимо решить на государственном уровне:

1. Вопросы кредитования региональных программ (льготный государственный кредит, кредиты ЕБРР, Мирового Банка).
2. Способствовать привлечению инвестиционных ресурсов за счет установления льготного режима (без пошлины и начислений НДС) ввоза в Украину энергосберегающего оборудования для коммунальной теплоэнергетики, которое не производится в Украине.
3. Усовершенствовать, разработать и законодательно закрепить обязательное использование для коммунального теплоснабжения вторичных тепловых энергоресурсов промышленности, сельскохозяйственных отходов, переработки древесины, сопутствующих газов нефтедобычи, геотермальных вод и т.п.
4. Согласовать государственную целевую программу модернизации коммунальной теплоэнергетики (постановление КМУ № 1216 от 4.11.2009 г.) в соответствии с утвержденными региональными программами всех регионов Украины.

УДК 66.048.94

А. И. Сигал

Институт промышленной экологии, г. Киев

О ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЦЕЛЕВОЙ ПРОГРАММЕ МОДЕРНИЗАЦИИ И РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ УКРАИНЫ НА 2012–2022 гг.

Теплоснабжение Украины является единым комплексом генерации, транспортировки и потребления тепловой энергии. В большинстве городов областного и районного значения оно осуществляется системами централизованного теплоснабжения (ЦТ).

Системы централизованного теплоснабжения обеспечивают тепловые потребности около 55% населения страны, около 25% населения используют автономные и индивидуальные котлы, печным отоплением пользуется 20 % граждан.

Жилищный фонд по состоянию на 01.01.2011 г. насчитывает 434 млн. м² многоквартирных зданий, из них 82% составляют дома, построенные после 1960 года.

© А. И. Сигал, 2011

Потребление тепловой энергии в жилищном фонде почти вдвое превышает европейские показатели. Энергетически неэффективная изоляция стен, крыши, пола приводит к потере почти 50% тепловой энергии.

Централизованное теплоснабжение населенных пунктов Украины обеспечивают 8250 предприятий всех форм собственности, которыми ежегодно реализуются 91 млн. Гкал теплоты, в т.ч. населению – 52,0 млн. Гкал (57,3% общего объема). Средний показатель ежегодного потребления природного газа системами централизованного теплоснабжения составляет 11 млрд. м³.

Проблемой отрасли является также несоответствие состояния тепловых сетей требованиям технической эксплуатации. Их низкая надежность приводит к частым авариям и значительным объемам ремонтных работ, а вследствие неудовлетворительной теплоизоляции теряется значительное количество тепловой энергии (в отдельных случаях до 30%), что приводит к существенным экономическим убыткам. Большинство центральных тепловых пунктов не оборудованы системой погодного регулирования.

Централизованное горячее водоснабжение в течение всего года осуществляется лишь в 19 городах Украины.

Главной проблемой предприятий отрасли является ее финансовое состояние. За последние 15–20 лет были использованы все внутренние технические резервы систем и оборудования.

Основными причинами, которые привели к критическому состоянию систем теплоснабжения населенных пунктов Украины, является:

- отсутствие механизмов финансирования мероприятий по модернизации систем генерации и транспортировки тепловой энергии и термомодернизации зданий;
- несоответствие зданий, систем генерации и транспортировки тепловой энергии современным требованиям энергосбережения;
- экономическая необоснованность тарифов, которые не учитывают энергоэффективную составляющую (в среднем по стране тарифы покрывают себестоимость на 72,1%);
- оптовая цена газа для предприятий коммунальной теплоэнергетики почти вдвое превышает розничную цену для индивидуальных потребителей, что приводит к массовому отказу последних от услуг централизованного отопления и снабжения горячей водой и, наряду с возрастающим превышением имеющихся генерирующих мощностей, предопределяет еще большее удорожание тепловой энергии;

– недостаточный уровень обеспечения потребителей и поставщиков тепловой энергии приборами учета.

Целью Программы является: обеспечение бесперебойного, надежного, качественного и социально доступного отопления и горячего водоснабжения для населения и объектов бюджетно-социальной сферы, уменьшение энергетической зависимости.

Оптимальный вариант Программы модернизации и развития систем теплоснабжения должен обеспечивать решение проблем за счет внедрения стимулирующих к экономии энергоресурсов принципов ценообразования и замещения импорта на рынке тепловой энергии и природного газа, определения целесообразности и приоритетности мероприятий по термомодернизации зданий и энергосбережению в соответствии с инвестиционными капитальными расходами и прогнозными показателями стоимости энергоносителей.

Мировой опыт свидетельствует о неопровержимой перспективе централизованного теплоснабжения. Преимущество централизованного теплоснабжения перед индивидуальным заключается в возможности использования местных и альтернативных видов топлива, экологической и технологической безопасности, низкой себестоимости при равном ценообразовании на энергоносители, технической возможности повышения энергоэффективности процесса теплоснабжения.

Индивидуальное и автономное теплоснабжение в условиях сниженных тарифов на энергоносители имеет для потребителя ряд существенных преимуществ. Однако такие потребители являются отягчающим фактором для государственной политики, нацеленной на энергетическую независимость, они остаются вне пределов централизованных процессов снижения расходов природного газа и нефтепродуктов, которые в больших масштабах могут быть реализованы только на системах ЦТ. Безусловно, есть места, где автономное и индивидуальное теплоснабжение целесообразно, но при этом такие решения должны быть технически и экономически обоснованы.

Существуют две основных модели построения систем ЦТ в рыночных условиях, которые могут использоваться по отдельности или комплексно: модель конкурентного развития и модель регуляторного развития. Учитывая экономическое и техническое состояние систем теплоснабжения, а также перспективы значительного повышения цены на импортируемый природный газ, оптимальным для Украины является сочетание регулируемой модели централизованного теплоснабжения (для больших населенных пунктов) и индивидуальных систем отопле-

ния (для малых населенных пунктов) на основании разработанных схем развития системы теплоснабжения населенного пункта и региональных программ, в которых проанализированы и сбалансированы все технологии теплогенерации с использованием различных, в том числе местных, энергоресурсов. Эффективность энергосберегающих мероприятий будет оптимальной лишь в случае применения систем параллельной модернизации объектов потребления, транспортировки и генерации тепловой энергии. Именно такая схема позволит почти вдвое сократить объемы производства тепловой энергии и, как следствие, потребление природного газа.

Для достижения цели предлагается программа, которая строится на отказе от рассмотрения «услуг по теплоснабжению». Теплота рассматривается исключительно как товар в рамках последовательного цикла:

- производства на предприятиях генерации всех форм собственности (с обязательным резервированием мощностей коммунальной собственности) на конкурентной основе;
- транспортировки монопольным транзитером;
- использования на основе коммерческого учета.

Программа рассчитана на период с 2012 до 2022 года и предусматривает такие пути и способы решения проблем:

1. Термомодернизация зданий и сокращение объемов потребления тепловой энергии.

2. Модернизация и развитие систем транспортировки тепловой энергии:

- отделение системы транспортировки теплоты от системы генерации, отход от открытых систем теплоснабжения, которые еще сохранились в Украине;
- внедрение 100-процентного учета транспортировки тепловой энергии для формирования энергетического баланса;
- внедрение государственной регуляции монопольного рынка в транспортировке тепловой энергии;

3. Модернизация и развитие систем производства тепловой энергии:

- создание конкуренции на рынке производства тепловой энергии путем отделения объектов производства от монопольного рынка транспортировки тепловой энергии;
- формирование системы привлечения частного капитала в системы производства тепловой энергии, в частности на принципах государственно-частного партнерства;

– создание условий для использования избыточных тепловых мощностей технологических процессов промышленных предприятий для теплоснабжения;

– возобновление отечественного теплоэнергетического машиностроения (собственное производство современного котельного оборудования, горелочных устройств, контрольно-измерительных приборов, систем автоматики, теплообменников, тепловых насосов, когенерационных установок, блочных центральных и индивидуальных тепловых пунктов, оборудования для использования солнечной и геотермальной энергии);

– обеспечение равной цены на энергоносители для всех типов генерации всех форм собственности;

– развитие рынка генерации теплоты и создание конкурентной среды;

– широкое внедрение аренды и концессии на рынке генерации теплоты.

Эффективность программы оценивается достижением таких целей:

– сокращение потребления природного газа предприятиями генерации тепловой энергии на 30–50% до 4–5 млрд. м³ в год;

– сокращение удельного потребления тепловой энергии индивидуально-бытовым сектором, жилищно-коммунальным хозяйством и объектами социально-бюджетной сферы в 1,5–2 раза;

Анализируя основные мировые тенденции развития современной техники для производства теплоты, следует отметить:

– использование для мощностей до 2 МВт исключительно парапетных модульных котлов единичной мощностью 100 кВт;

– установку новых водотрубных котлов свыше 20 МВт на основе литых трубных панелей из алюминиевых сплавов;

– использование новых котлов от 4 МВт и выше с выносным конденсационным модулем из нержавеющей стали.

Реализация Программы возможна за счет внедрения следующих мероприятий:

– В котельных работают около 8 тыс. шт. малых (до 10 Гкал/ч) малоэффективных котлов (с КПД ≤ 80%), которые потребляют до 2 млрд. м³ природного газа. Предлагается 4750 из них заменить на современные котлы (с КПД > 93%). Экономия природного газа составит ~ 0,59 млрд. м³/год.

– 180 шт. больших (20–100 Гкал/ч) малоэффективных котлов (с КПД ≤ 85%), которые потребляют 1,14 млрд. м³ природного газа, предлагается заменить на тепловые насосы с COP = 3,5 (необходимая

электрическая мощность для этого мероприятия ~ 1150 МВт (около ночного провала электропотребления)).

– 500 газовых котлов малой мощности уместно заменить на 100 угольных котлов: 50 котлов мощностью 6,5 МВт и 50 котлов мощностью 10 МВт. Экономия природного газа составит ~ 0,6 млрд. м³ (это приведет к увеличению выбросов парниковых газов на 0,28 млн. т CO₂/год).

– 4750 обветшалых газовых котлов предлагается заменить на аналогичные современные газовые котлы (с КПД > 93%). Экономия природного газа составит ~ 0,59 млрд. м³.

– Предлагается установить утилизаторы теплоты на 20 тыс. котлов мощностью от 6 до 30 МВт. Экономия природного газа составит ~ 0,5 млрд. м³.

– Замена 1750 газовых котлов на котлы на биомассе (соломе, отходах древесины, отходах деревообработки, торфе). Экономия природного газа составит ~ 0,84 млрд. м³.

– Замена 500 газовых котлов на отопление электроэнергией (400 МВт):

200 МВт – за счет 1600 котлов мощностью 0,12 МВт, 200 МВт – за счет аккумуляционного электрокабельного отопления. Экономия природного газа составит ~ 0,05 млрд. м³.

– Замена 500 газовых котлов на мазутные котлы (газ – резервное топливо). Экономия природного газа составит ~ 0,125 млрд. м³ (но это мероприятие приведет к увеличению выбросов парниковых газов на 0,15 млн. т CO₂/год).

– Использование низкокалорийных газов (ВЭР металлургического и коксохимического производства, сопутствующего газа нефтедобычи, газа со свалок, полигонов ТБО, биогаза животноводства, биогаза пищевой промышленности, биогаза коммунальных стоков, шахтного метана). Экономия природного газа составит ~ 0,5 млрд. м³.

– Внедрение индивидуальных тепловых пунктов (ИТП). Экономия теплоты достигает 15%. Экономия природного газа составит ~ 0,35 млрд. м³.

– Замена изношенных тепловых сетей на предварительно изолированные трубы (до 50 км в год). Экономия природного газа составит ~ 0,3 млрд. м³.

– Установка 280 МВт тепловых насосов с COP = 4 и 100 МВт когенерации. Экономия природного газа составит ~ 0,12 млрд. м³/год.

Объем необходимых финансовых ресурсов будет определен во время разработки программы.

Н. А. Борисов

*Департамент стратегической политики и перспективного
развития ПЕК Минтопэнерго Украины, г. Киев*

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ И ЭКОЛОГИЯ В ТЭК УКРАИНЫ

Доклад посвящен выбору направлений и технических решений по модернизации ТЭК Украины на базе современных технологий с учетом расширения топливной базы и ее диверсификации, выполнения современных энергосберегающих технологий, экологических требований, минимизации капитальных и эксплуатационных затрат.

Актуальность темы связана с тем, что в докладе поставлены задачи сравнительного анализа применимости и разработки методов адаптации современных технологий для технического перевооружения основных фондов ТЭК. Работа большинства основного оборудования ТЭК не выдерживает элементарной критики по современным требованиям по эффективности и экологии, с другой стороны они подошли к критически допустимой наработке и практически исчерпали свой расчетный ресурс.

Энергоэффективность в тепловой генерации Украины

ТЭС используются для регулирования графика электропотребления, из-за чего эксплуатируются в непроектных переменных режимах. Удельный расход топлива превысил 410 г у. т./($\text{кВт} \cdot \text{ч}$) против среднемирового 310 г у. т./($\text{кВт} \cdot \text{ч}$). Выбросы на ТЭС превышают 16 г/($\text{кВт} \cdot \text{ч}$). За счет вывода устаревших блоков Украина через 5–10 лет может стать энергодефицитной страной. Без технического перевооружения будут постоянно возрастать затраты на топливо, ремонты, экологические платежи, как следствие – тариф на отпуск электроэнергии также будет возрастать. В альтернативном сценарии, учитывающем затраты на модернизацию, можно ожидать снижения тарифа после 2017 г. за счет уменьшения эксплуатационных затрат и экологических платежей на обновленных энергоблоках. Возможным решением является использование бурого угля и отходов углеобогащения, при условии внедрения технологий их эффективного сжигания. Меньшая их стоимость в

пересчете на условное топливо – залог окупаемости реконструкции. Другое условие окупаемости – повышение энергоэффективности (снижение удельных расходов топлива). Предыдущие программы развития тепловой энергетики носили преимущественно «точечный», не системный характер, с чем связана низкая эффективность их реализации. Комплексный подход требует ранжирования проектов реконструкции по стоимости и содержанию технических решений по котлу, турбине, топливу и экологии.

Сопоставляя удельные затраты и получаемую эффективность, проанализированы возможности адаптации современных технологий сжигания угля к существующим ТЭС и требованиям к качеству топлива. Современные технологии сжигания угля:

– с интегрированными плавильными предтопками (плечевая схема) и арочная технология с твердым шлакоудалением (менее чувствительны к качеству топлива, расширяют диапазон регулирования нагрузки);

– технологии сжигания отходов углеобогащения в ЦКС. Они еще менее требовательны к топливу, допускают зольность до 60%, регулирование нагрузки от 30 до 100% без подсветки, снижают выбросы оксидов серы и азота до европейских норм без газоочистки. Повышенные капитальные затраты на строительство ЦКС окупаются за счет снижения эксплуатационных затрат. Накопленных запасов отходов достаточно для обеспечения топливом 12–16 блоков по 200 МВт на 25–30 лет.

Для ТЭС целесообразны комбинированные схемы топливных поставок: обогащенные угли – на существующие и модернизированные пылеугольные блоки, высокзолые рядовые угли и угольные отходы – на создаваемые ЦКС-энергоблоки. Природный газ целесообразно использовать на газотурбинных надстройках к существующим блокам.

Анализ составляющих резерва эффективности пылеугольных блоков показывает, что наибольшего прироста КПД можно добиться за счет модернизации паровых турбин (наибольший прирост мощности дает вариант модернизации турбины с заменой ЦНД).

Эволюция развития эффективности ($\eta_{\text{нетто}}$) угольных энергоблоков:
до 1955 г.: До 100 МВт с естественной циркуляцией (100 ата, 540 °С, $\eta_{\text{нетто}} = 34\%$)
1955–1960 гг.: 200 МВт (140 ата, промперегрев – 545/545 °С, $\eta_{\text{нетто}} = 35\%$)
1958–1962 гг.: Принудительная циркуляция (180 ата, 545 °С, $\eta_{\text{нетто}} = 35\%$)
1963–1985 гг.: Сверхкритические параметры (240–280 ата, 550/550 °С, $\eta_{\text{нетто}} = 37\%$)

1990–1995 гг.: Новые материалы тепловых схем, (260 ата, 580/600 °С, $\eta_{\text{н}}=44\%$)

1995–2010 гг.: Оптимизация процессов (280 ата, 600/620 °С, $\eta_{\text{нетто}}=46\%$)

2010 г. Суперсверхкритические параметры, сверхпрочные материалы (350 ата, 700/720 °С, $\eta_{\text{нетто}}=52\%$).

Обобщен опыт строительства новых блоков с суперсверхкритическими параметрами пара и рекомендованы новые материалы для элементов.

В зависимости от состояния блоков, планируемого топлива, требований к продлению ресурса, технико-экономическим и экологическим показателям предусматриваются различные уровни реабилитации:

- малозатратный в объеме расширенного капремонта с модернизацией части оборудования;
- средnezатратный с реконструкцией котла и турбины;
- кардинальный с заменой котла и турбины.

Для конкретизации совокупности технических решений и эффективности по каждому уровню выполнен анализ опыта реконструкции Приднепровской, Трипольской, Буршынской, Змиевской и Старобешевской ТЭС.

Обобщение зарубежного и отечественного опыта реконструкции энергоблоков ТЭС Украины, в зависимости от их состояния, планируемых сроков службы, топливной базы и других показателей, позволяет уточнить уровни их реабилитации по совокупности технических решений и внедряемым технологиям, удельным затратам, достигаемому технико-экономическому и экологическому эффекту.

До 2017–2020 гг. наиболее приоритетным должно быть не широко-масштабное новое строительство и не косметический ремонт, а модернизация оборудования ТЭС с продлением ресурса, улучшением технико-экономических и экологических показателей, характеристик маневренности, расширением топливной базы за счет низкосортных углей и отходов обогащения.

Перспектива развития ТЭС в рамках Обновляемой энергетической стратегии до 2030 г.:

- Модернизация 14 ГВт ТЭС (инвестиции 96 млрд. грн.)
- Ввод 12 ГВт ТЭС (178 млрд. грн., в т.ч. 43 млрд. грн. на пылегазоочистку – ПГО)
- Реконструкция ТЭЦ (инвестиции 8 млрд. грн.)
- За счет уменьшения удельного расхода топлива на ТЭС экономия за 2011–2030 гг. составит 40 млн. т у. т., или 70 млн. т угля.

<p>Основные проблемы:</p> <ul style="list-style-type: none"> • присоединение Украины к Соглашению про Энергетическое Сотрудничество; • выполнение Директивы 2001/80/ЕС до 31.12.17; • в мире уделяется особое внимание экологической безопасности; • все ТЭС Украины требуют модернизации; • на ТЭС Украины серо-азотоочисток нет; • отсутствие опыта очисток дымовых газов; • приватизация активов ТЭС; • ограниченность привлечения инвестиций; • ограниченность увеличения инвестиционной составляющей тарифа ОРЦ. 	<p>Перспективные технологии Сероочисток (DeSOx):</p> <ul style="list-style-type: none"> • мокро-известняковая (в 3 модификациях – классическо скрубный, ST-121, FLOWPAC); • NID полусухая (в 2 модификациях – с рукавными фильтрами и электрофильтрами); • ввод сорбентов в газовые потоки; • технология DEEMIS. <p><u>Критерии выбора технологий DeSOx:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • эффективность; • возможность компоновки в условиях генплана; • возможность утилизации хвостов; • апробированность технологий; • затраты на строительство и эксплуатацию.
---	--

Энергоэффективность в газотранспортном секторе Украины СОСТОЯНИЕ ПАРКА ГПА ГАЗОПРОВОДОВ

Наименование	«Союз»	«Уренгой–Помары–Ужгород»	«Прогресс»
Год ввода	1979	1984	1989–1998
Остаточный ресурс	исчерпан (продлен)	исчерпан (продлен)	>25%
КПД	<27%	<27%	27–35%

ВТОРИЧНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ГТС

Наименование	Стар ГТД	Нов ГТД
Средний КПД ГТД ГПА%	25	34
Годовое потребление газа ГТС, млрд. м ³	5,5	4,0
Энергетический потенциал выхлопных газов млрд. кВт·ч	39	25,5
условное топливо, млн.	4,8	3,1
т у. т.		
Объем производства электроэнергии, млрд. кВт·ч	6,5	4,5

МОДЕРНИЗАЦИЯ ДВУХНИТОЧНОГО ГАЗОПРОВОДА УПУ – ПРОГРЕСС

Наименование	Ед. изм.	Величина
Число ГТД, заменяемых на новые	шт.	15
Общая установленная мощность новых ГТД	МВт	375
Средняя мощность по году ГТД	МВт	340
Число когенерационных установок (КУ)	шт.	6
Общая установленная мощность КУ	МВт	96
Средняя мощность по году когенерационных установок	МВт	87
Снижение потребления технологического газа за счет замены ГТД	млн. куб. м	368
Стоимость сэкономленного газа в год	млн. долл. США	101
Стоимость выработанной КУ электроэнергии	млн. долл. США	45,4
Стоимость замены ГТД	млн. долл. США	262,5
Стоимость когенерационных установок	млн. долл. США	163,2
Срок окупаемости модернизации	лет	3

Энергоэффективность и экология в ТЭК Украины / Н.Борисов / Одесса / 22.06.11.

Энергоэффективность в гидроэнергетическом секторе Украины



Гидроэнергетический потенциал – 17,5 млрд. кВт·ч
 Используется – 11 млрд. кВт·ч ;
 Неиспользуемый – 6,5 млрд. кВт·ч (60%).
 Италия, Франция, Швейцария – 95–98 %,
 США – 82%
 Гидроэнергетические мощности – 413,3 МВт:
 – ГЭС Днепровского каскада – 3660,8 МВт
 – ГЭС Днестровского каскада – 743 МВт
 – Киевской ГАЭС – 235,5 МВт
 – Ташлыцкой ГАЭС 2х302 (906/1370 МВт)
 – Днестровской ГАЭС 1х324(2268/2947 МВт)
 – малые ГЭС – 148 МВт (Закарпатская, Львовская
 Ивано-Франковская области).

Программы энергоэффективности на 2010–2014 гг.

• Программы определяют стратегические задания, направления и механизмы реализации мероприятий, цель которых – снижения энергоёмкости добычи транспортировки газа и нефти, выработки и транспортировки энергии

• Программы предусматривают механизмы решения проблем энергоэффективности по компаниям: НАК «Нафтогаз Украины»; ТЭС; ГЭС; НАЭК «Энергоатом»; НЕК «Укрэнерго».

Объемы финансирования по ТЕК – 7 млрд. USD:

- НАК «Нафтогаз Украины» – 0,8 млрд. USD;
- НАЭК «Энергоатом» – 7,7 млрд. USD;
- Тепловая генерация Украины – 4 млрд. USD;
- НЭК «Укрэнерго» – 7,7 млрд. USD.

Объемы экономии по ТЕК – 9,5 млн. т у. т.:

- НАК «Нафтогаз Украины» – 2,5 млн. т у. т.;
- ТЭС – 7 млн. т у. т.;
- ГЭС – 4 млн. т у. т.;
- НАЭК «Энергоатом» – 1,3 млн. т у. т.;
- НЭК «Укрэнерго» – 4,7 млн. т у. т.

Киотский протокол: Программа снижения выбросов парниковых газов (целевых экологических «зеленых» инвестиций и совместного сопровождения).

УДК 043.86

В. Э. Лир, Я. В. Лифанова

Институт экономики и прогнозирования НАНУ, г. Киев

ФОРСАЙТ ЭНЕРГОРЕЛЕВАНТНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ КАК ЭЛЕМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Целью доклада является презентация современных методологических подходов к прогнозированию развития новых технологий, в частности распространению высокоэффективных энергорелевантных технологий.

© В. Э. Лир, Я. В. Лифанова, 2011

Начало XXI века характеризуется глубокими трансформациями представлений общественного мнения о наиболее эффективных и рациональных источниках энергетических ресурсов. Поиск оптимальной конфигурации возможностей при существующих экономических, экологических и социальных ограничениях в энергетической политике является сложной проблемой и вызовом для современной цивилизации.

Несмотря на широкое внедрение энергоэффективных технологий, развитие мировой экономики сопровождается наращиванием объемов энергопотребления, главным образом, из-за увеличения в структуре мирового энергопотребления доли динамично развивающихся стран (Индия, Китай и др.). Такая ситуация свидетельствует о том, что и в дальнейшем будет наблюдаться относительно высокий спрос на энергоресурсы и, соответственно, уровень цен на мировом энергетическом рынке. Современный мировой финансово-экономический кризис чрезвычайно обостряет проблему энергообеспечения устойчивого развития человечества.

К современным тенденциям и рискам стабильного энергообеспечения можно отнести следующие: стабильное лидерство ископаемых углеводородов в мировом энергетическом балансе (природного газа и каменного угля); трансформация структуры и перераспределение рисков на рынке природного газа; рост волатильности цен на углеродное топливо; перераспределение инвестиций и рост вложений в альтернативную энергетику; ощутимые изменения климата и рост объемов торговли квотами на выбросы CO₂, экологические инвестиции; увеличение частоты и масштаба природных катаклизмов и техногенных катастроф; появление на энергетических рынках новых игроков из других секторов; блоковая конфронтационность по вопросам энергетической безопасности; возможное изменение сфер влияния на мировом рынке нефти в связи с арабо-африканскими революциями.

В условиях глобализации и роста конкуренции на мировых рынках товаров и услуг, повышение конкурентоспособности промышленно развитые страны связывают с развитием прогрессивных технологий, способных производить наукоемкую продукцию. Эта продукция относится к приоритетным для внешнего рынка. Годовой объем ее на мировом рынке сегодня составляет почти 2,5 триллиона долларов, а по прогнозам, через 20 лет он достигнет четырех триллионов долларов в год. Как показывает анализ, производство всей этой наукоемкой продукции обеспечивается всего 50 макротехнологиями, причем большинство этих технологий (почти 80%) относятся к промышленно развитым

странам. Большинство макротехнологий относится к V и VI технологическим укладам. Согласно прогнозам, при сохранении нынешних темпов технико-экономического развития, VI технологический уклад вступит в фазу распространения в 2010–2020 гг., а в фазу зрелости – в 2040-е гг. При этом в 2020–2025 годах произойдет новая научно-техническая и технологическая революция, основой которой станут разработки, синтезирующие достижения в вышеназванных базовых (макро) технологиях. В США, например, уже сейчас доля V технологического уклада составляет 60%, 4-го – 20%.

По подсчетам Института экономики и прогнозирования НАН Украины, доля III технологического уклада в выпуске продукции в Украине составляет 57,9%, IV – 38%, V – 4%. Из общего объема средств, направляемых на научно-технические разработки, почти 70% приходится на IV технологический уклад и только 23% – на V. Инновационные затраты составляют соответственно: 60% – на IV технологический уклад, 30% – на III, на V – только 8,6%. Распределение инвестиций осуществляется следующим образом: 75% инвестиций направляется в III уклад и лишь 20% и 4,5% – в IV и V технологические уклады соответственно. Таким образом, в Украине практически отсутствует VI технологический уклад, что не позволит стране в будущем быть конкурентоспособным участником мирового рынка.

Между тем, в рейтинге Всемирной конкурентоспособности мировых экономик среди главных причин отставания Украины (54 место из 55 стран) эксперты Международного института развития менеджмента (Лозанна) отмечают очень высокую энергоемкость экономики Украины. Энергоемкость ВВП в Украине в 2008 г. составляла 0,62 кг у. т./грн., или 0,46 кг н.э./долл. США (ППС), что более чем в 2 раза превышает средний уровень энергоемкости ВВП развитых стран мира (0,21 кг н.э. / долл. США). Такое позитивное явление последних лет, как уменьшение энергоемкости ВВП, не может считаться исключительно результатом целенаправленной государственной политики энергоэффективности или рыночными факторами проявления ценовой эластичности энергопотребления. Значительно в большей степени повлияли другие факторы, например, эффект масштаба производства – уменьшение доли условно-постоянных затрат в себестоимости продукции. Уменьшение удельных затрат энергоресурсов на производство отдельных видов товаров и услуг произошло вследствие относительно небольшого количества энергосберегающих проектов по модернизации производства, что свидетельствует об отсутствии радикального и

системного характера государственной политики энергоэффективности, а также о несовершенстве экономического механизма реализации этой политики.

В условиях относительно низкой эффективности программно-целевого метода планирования развития энергетического сектора и внедрения энергоэффективных технологий возникает необходимость в поиске современных и распространенных в развитых странах методов прогнозирования, планирования и управления указанными сферами, что позволит отчасти снизить негативные последствия названных выше рисков. В этой связи, Европейская комиссия недавно завершила общественные консультации и представила «Второе стратегическое энергетические ревю». Происходящие сегодня события в мировой экономике и политике осложнили анализ проявившихся тенденций. Они ясно продемонстрировали, что уровень применяемых инструментов моделирования мировой энергетики явно недостаточен, вследствие чего политический диалог часто строится не на точных оценках, выполненных на основе прозрачных методик, а на не всегда корректном информационном соперничестве. Сегодня мировая энергетика, осваивавшая в последние годы все возможные направления развития, приблизилась к точкам бифуркаций. После них дальнейшее развитие энергетики может оказаться неустойчивым, более того – его многочисленные разветвления приведут к распылению ресурсов, что сделает их недостаточными для достижения глобальной энергетической безопасности.

Говоря о перспективах форсайта в отношении энергетики, можно обратить внимание на три момента. Во-первых, это проблема обеспечения глобальной энергобезопасности. Одна из важнейших проблем в этом отношении заключается, как известно, в энергетическом диалоге, в том, чтобы все страны, играющие весомую роль на мировых энергетических рынках, предъявляли, обсуждали и, в идеале, согласовывали друг с другом свои энергетические стратегии и, тем самым, снижали свои риски. Форсайт, в этом смысле, мог бы стать элементом управления рисками развития энергетики на соответствующем уровне. Во-вторых, форсайт мог бы способствовать трансферу энергоэффективных технологий. В-третьих, он мог бы придать новое качество разработке нового варианта Энергетической стратегии Украины до 2030 года.

Таким образом, внедрение новейших наукоемких технологий требует обоснованного определения приоритетов развития определенных макротехнологий и связанных с ними критических технологий, разработки соответствующего организационного и информационно-аналити-

ческого обеспечения, в частности, проведения национальных промышленно-энергетических форсайт-проектов.

Внедрение новейших наукоемких технологий требует обоснованного определения приоритетов развития определенных макротехнологий и связанных с ними критических технологий, разработки соответствующего организационного и информационно-аналитического обеспечения, в частности, проведения национальных промышленно-энергетических форсайт-проектов.

Современной тенденцией развития энергетических систем является процесс конвергенции информационно-коммуникационных и энергетических технологий, формирование так называемых активно-адаптивных систем («умных сетей»). Для устранения дисбаланса энергетических, финансовых и информационных потоков в энергетическом секторе и жилищно-коммунальном хозяйстве необходим переход к Единой системе мониторинга производства, потребления, транспортировки и оплаты за топливно-энергетические ресурсы и жилищно-коммунальные услуги.

УДК 502.5.504.38:613.5

Л. В. Шенец¹, В. А. Седнин²

*¹Государственный комитет по стандартизации и метрологии
Республики Беларусь, г. Минск*

²Белорусский национальный технический университет, г. Минск

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ КАК ФАКТОР УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

В сфере энергосбережения и использования альтернативных источников энергии в Республике Беларусь в настоящее время действует ряд законодательных документов:

– Закон Республики Беларусь «Об энергосбережении» от 15 июля 1998 г. № 190-З;

– Директива Президента Республики Беларусь «Экономия и бережливость – главные факторы экономической безопасности государства» от 14 июня 2007 г. № 3;

– Закон Республики Беларусь «О возобновляемых источниках энергии» от 27 декабря 2010 г. № 204-3;

– Концепция энергетической безопасности Республики Беларусь (Указ Президента Республики Беларусь от 17 сентября 2007 г. № 433);

– Республиканская программа энергосбережения на 2011–2015 годы (утверждена постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 24 декабря 2010 г. № 1882);

– Национальная программа развития местных и возобновляемых энергоисточников на 2011–2015 годы (утверждена постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 10 мая 2011 года № 586).

В таблице 1 представлена динамика роста валового продукта Республики Беларусь на фоне ряда стран и мировой тенденции. Легко видеть, что данный показатель за восемнадцать лет снизился почти в 2,5 раза.

Таблица 1

Динамика энергоемкости валового внутреннего продукта по странам мира (тонн нефтяного эквивалента на тыс. долларов США в ценах 2000 г. по ППС)

Страны	Годы				
	1990	1995	2000	2005	2008
МИР	0,26	0,24	0,22	0,21	0,19
<i>Беларусь</i>	<i>0,78</i>	<i>0,70</i>	<i>0,51</i>	<i>0,39</i>	<i>0,31</i>
Россия	0,58	0,66	0,60	0,47	0,42
Украина	0,55	0,74	0,68	0,50	0,40
Канада	0,32	0,33	0,29	0,27	0,25
США	0,27	0,26	0,24	0,21	0,19
Финляндия	0,26	0,28	0,24	0,23	0,21
Швеция	0,24	0,25	0,20	0,19	0,17

По данным Международного энергетического агентства.

Достижения в области повышения энергоэффективности в энергетике и промышленности республики отражены на рисунке, на котором приведена динамика снижения удельного расхода топлива на выработку электрической и тепловой энергии на фоне объема их производства (рисунок).

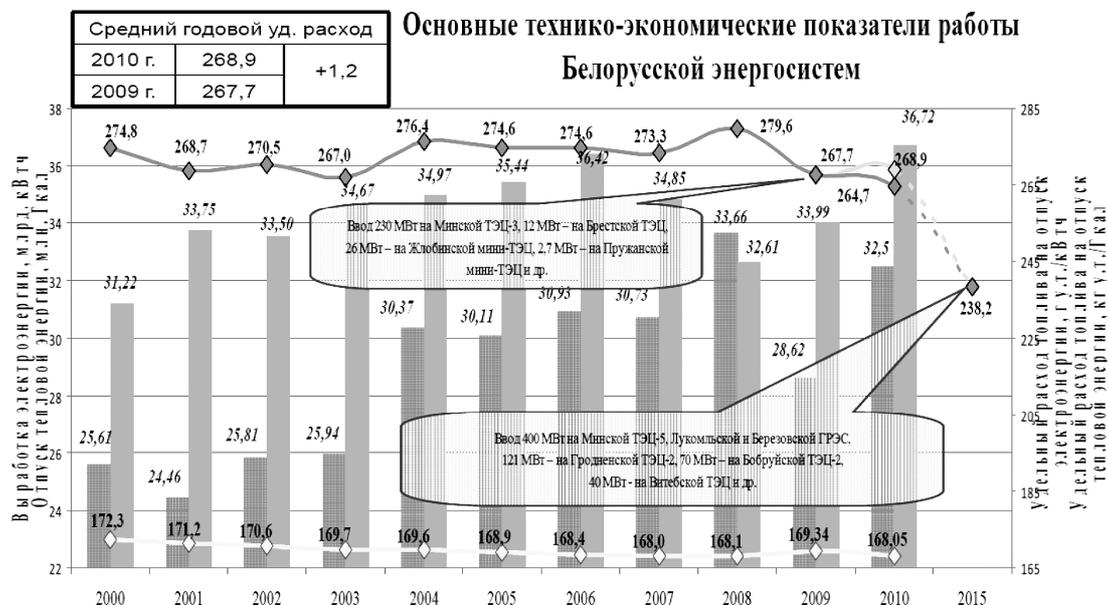


Рисунок. Фактические и планируемые показатели работы энергосистемы Республики Беларусь

За счет ввода в эксплуатацию ряда парогазовых энергоблоков планируется к 2015 году довести данный показатель до уровня 238 г у. т./кВт·ч.

Активно ведется сотрудничество с международными и иностранными организациями. В частности, с Международным агентством по возобновляемой энергии (IRENA). В соответствии с Указом Президента Республики Беларусь от 11 февраля 2009 г. № 88, Республика Беларусь присоединилась к Международному агентству по возобновляемой энергии путем подписания Устава Агентства. Республика Беларусь ратифицировала Устав Агентства в соответствии с Законом Республики Беларусь от 16 ноября 2010 г. № 188-З. Департаментом по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь подписаны протоколы о намерениях в области повышения энергоэффективности и использования возобновляемых источников энергии с Австрийским энергетическим агентством, Германским энергетическим агентством (DENA) и Немецким энергетическим агентством GmbH. В таблице 2 отражены данные по взаимодействию с Международным Банком реконструкции и развития.

В период с 2011 по 2015 годы планируется обеспечить:

- реализацию мероприятий Республиканской программы энерго-сбережения на 2011–2015 годы;
- строительство 124 энергоисточников, работающих на местных энергоресурсах;

- строительство 36 энергоисточников, работающих на биогазе;
- ввод в эксплуатацию электрогенерирующего оборудования – 3483,3 МВт, в т.ч. ГПО «Белэнерго» – 3300 МВт и блок-станции – 183,3 МВт;
- строительство 33 ГЭС суммарной мощностью 102,1 МВт.

Таблица 2

Сотрудничество с Международным банком реконструкции и развития

№ п/п	Наименование проекта	Срок реализации, годы	Объем кредитных средств, млн. долл. США	Количество объектов реконструкции
1	Модернизация инфраструктуры в социальной сфере Республики Беларусь	2002–2008	22,6	674
2	Модернизация инфраструктуры в социальной сфере Республики Беларусь (дополнительный заем)	2008–2010	15,0	190
3	Проект по реабилитации районов, пострадавших в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС	2007–2011	50,0	370
4	Проект по реабилитации районов, пострадавших в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС (дополнительный заем)	2011–2013	30,0	92
5	Повышение энергоэффективности в Республике Беларусь	2009–2014	125,0	6

В период с 2011 по 2015 годы планируется обеспечить:

- реализацию мероприятий Республиканской программы энергосбережения на 2011–2015 годы;
- строительство 124 энергоисточников, работающих на местных энергоресурсах;
- строительство 36 энергоисточников, работающих на биогазе;

– ввод в эксплуатацию электрогенерирующего оборудования – 3483,3 МВт, в т.ч. ГПО «Белэнерго» – 3300 МВт и блок-станции – 183,3 МВт;

– строительство 33 ГЭС суммарной мощностью 102,1 МВт.

В заключение следует остановиться на планируемых результатах в области энергоэффективного использования Республики Беларусь в ближайшую пятилетку:

– снижение энергоемкости ВВП в 2015 году не менее, чем на 29% к 2010 году;

– достижение доли местных топливно-энергетических ресурсов в балансе котельно-печного топлива республики 28–30%;

– снижение удельного расхода на выработку электрической энергии на 10% к уровню 2010 года.

УДК 502.5:504.38:613.5

С. С. Куруленко

*Министерство охраны окружающей природной среды Украины,
г. Киев*

**РАМОЧНАЯ КОНВЕНЦИЯ ООН ОБ ИЗМЕНЕНИИ
КЛИМАТА В КОНТЕКСТЕ СТРАТЕГИИ
ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ
УКРАИНЫ НА ПЕРИОД ДО 2020 ГОДА
И НАЦИОНАЛЬНОГО ПЛАНА ДЕЙСТВИЙ ПО ОХРАНЕ
ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ**

Верховный Совет Украины 21 декабря 2010 года принял Закон Украины «Об основных принципах (стратегии) государственной экологической политики Украины на период до 2020 года»

Целью государственной экологической политики, определенной Законом, является стабилизация и улучшение состояния окружающей природной среды Украины путем интеграции экологической политики в социально-экономическое развитие Украины для гарантирования экологически безопасной природной среды для жизни и здоровья насе-

ления, внедрение экологически сбалансированной системы природопользования и сохранения природных экосистем.

Во исполнение Закона Кабинет Министров Украины своим Распоряжением от 25 мая 2011 года № 577 утвердил Национальный план действий по охране окружающей природной среды Украины на 2011–2015 года (далее НПД) и обязал Министерства, другие центральные и местные органы исполнительной власти по согласованию с Министерством экологии и природных ресурсов привести до 30 июня 2012 г. отраслевые программы развития, программы из охраны окружающей природной среды и местные программы экономического и социального развития в соответствии с Основными принципами (стратегией) государственной экологической политики Украины на период до 2020 года, утвержденными Законом Украины от 21 декабря в 2010 г., и планом.

В Законе и НПД большое внимание уделяется вопросам выполнения Украиной Рамочной конвенции ООН «Об изменении климата» и Киотского протокола к ней.

Законом ставятся задачи об оптимизации структуры энергетического сектора национальной экономики путем увеличения объема использования энергетических источников с низким уровнем выбросов двуокиси углерода до 2015 года на 10 процентов и до 2020 года на 20 процентов, а также обеспечении сокращения объема выбросов парниковых газов в соответствии с задекларированными Украиной международными обязательствами в рамках Киотского протокола к Рамочной конвенции ООН об изменении климата, определении до 2015 года основных принципов государственной политики по адаптации к изменению климата, разработка и поэтапное выполнение национального плана мероприятий по смягчению последствий изменения климата, а также предотвращение антропогенного влияния на изменение климата на период до 2030 года, в том числе в рамках реализации механизма Киотского протокола к Рамочной конвенции ООН об изменении климата, проектов совместного внедрения и проектов целевых экологических (зеленых) инвестиций.

При разработке программ научного и инновационного развития необходимо учитывать потребность в рационализации и оптимизации природопользования, в частности технологического переоснащения производства путем энергосбережения, развития восстанавливаемых и альтернативных источников энергии, а также увеличения объема использования источников энергии с низким уровнем выбросов двуокиси углерода.

Для осуществления на должном уровне международного сотрудничества в сфере охраны окружающей природной среды и обеспечения

экологической безопасности необходимо безусловное выполнение международных обязательств в соответствии с многосторонними и двусторонними международными договорами Украины, а так же предотвращение глобального изменения климата.

В числе показателей эффективности Стратегии в Законе приняты следующие показатели:

- количество проектов совместного внедрения;
- количество проектов целевых экологических (зеленых) инвестиций;
- объем инвестиций, обусловленный продажей (передачей) единиц (частей) установленного количества парниковых газов;
- часть источников энергии с более низким уровнем выбросов двуокиси углерода;
- часть использования возобновляемых и нетрадиционных источников энергии в общем выработывании энергии.

Национальный план действий по охране окружающей природной среды Украины на 2011–2015 года в числе мероприятий включает:

– Уменьшение объема выбросов общераспространенных загрязняющих веществ: стационарными источниками до 2015 года на 10 процентов и до 2020 года на 25 процентов базового уровня; передвижными источниками путем установления нормативов содержания загрязняющих веществ в отработанных газах до 2015 года в соответствии со стандартами Евро-4, до 2020 года – Евро-5, для чего предусматривается создание национальной модели наблюдения и прогнозирования антропогенного влияния на окружающую среду для оценки регионального и трансграничного переносов загрязняющих веществ и парниковых газов.

– Стимулирование субъектов хозяйствования к использованию шахтного метана, биоэнергетики, малой гидроэнергетики, солнечной, геотермальной энергетики, ветроэнергетики и других альтернативных источников энергии, путем грантовой поддержки разработки ТЕО и предоставления льготных кредитов (не менее 10 инвестиционных проектов ежегодно).

– Обеспечение проведения научно-практических исследований относительно устойчивости экологических и социально-экономических систем к изменению климата.

Подготовка и предоставление на рассмотрение Правительства проекта акта Президента Украины относительно национальной климатической доктрины.

Подготовка и предоставление на рассмотрение Правительства проектов актов по обеспечению функционирования системы государственного учета, мониторинга, отчетности и осуществление проверок данных относительно антропогенных выбросов парниковых газов, а также национальной системы обращения и торговли углеродными единицами, в соответствии с законодательством, и их адаптацией к требованиям экологического законодательства ЕС в рамках Соглашения об ассоциации между Украиной и ЕС.

Информационное и технологическое сопровождение программного обеспечения «Национальный центр кадастра выбросов и абсорбции парниковых газов» с учетом Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния и Протоколов к ней.

Разработка и утверждение специальным уполномоченным органом исполнительной власти по вопросам стандартизации проектов национальных стандартов относительно регулирования выбросов парниковых газов путем гармонизации с международными стандартами (ISO).

– Подготовка проекта постановления Кабинета Министров Украины относительно внесения изменений в постановление Кабинета Министров Украины от 29 ноября в 2001 г. № 1598 относительно включения парниковых газов к перечню наиболее распространенных и опасных загрязняющих веществ, выбросы которых в атмосферный воздух подлежат регулированию.

Внесение изменений в Методику расчета размеров возмещения убытков, причиненных государству в результате сверхнормативных выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (относительно парниковых газов), утвержденной приказом Минприроды от 10 декабря 2008 г. № 639.

– Разработка и внедрение методических рекомендаций по разработке, производству и внедрению энерго- и ресурсосберегающих, а также экологически дружелюбных технологий и материалов в строительстве.

– Подготовка и представление на рассмотрение Правительства проекта акта о внесении изменений в Государственную целевую экономическую программу энергоэффективности и развития сферы производства энергоносителей из возобновляемых источников энергии и альтернативных видов топлива на 2010–2015 года, утвержденной постановлением Правительства от 01.03.2010 № 243 с целью приведения в соответствие с Законом Украины «Об основных принципах (стра-

тегии) государственной экологической политики Украины на период до 2020 года».

Проведение мониторинга выполнения мероприятий Государственной целевой экономической программы энергоэффективности и развития сферы производства энергоносителей из возобновляемых источников энергии и альтернативных видов топлива на 2010–2015 года.

– Увеличение объема использования возобновляемых и альтернативных источников энергии на 25 процентов до 2015 года и на 55 процентов до 2020 года от базового уровня для чего предусматривается:

Подготовка и представление на рассмотрение Правительства законопроекта относительно внедрения льготного налогообложения для субъектов хозяйствования, которые начинают использование возобновляемых и альтернативных источников энергии при взыскании экологического налога.

УДК 339.9.(551.58+502.15)(477)

Н. Ю. Павлюк

Институт промышленной экологии, г. Киев

УГЛЕРОДНЫЕ ПЕРСПЕКТИВЫ В ПРЕДДВЕРИИ ДУРБАНА

Немного истории

Проблема изменения климата является одной из важнейших проблем человечества. Межправительственная группа экспертов по изменению климата установила, что изменение климата объясняется, главным образом, стремительным увеличением количества антропогенных выбросов парниковых газов (ПГ) в атмосферу. Мировое сообщество консолидировано пытается остановить рост выбросов ПГ с 1992 г., когда была принята Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК ООН). В 1997 г. в г. Киото (Япония) на третьей Конференции Сторон Конвенции (СОР-3) был принят Киотский Протокол (КП) к РКИК ООН, согласно которому страны Приложения 1 взяли на себя обязательство к 2012 г. сократить или стабилизировать свои выбросы ПГ.

© Н. Ю. Павлюк, 2011

В 2007 г. на Бали (COP-13), в 2009 г. в Копенгагене (COP-15), и в 2010 г. в Канкуне (COP-16) ведущие страны мира обсуждали глобальные подходы к новому климатическому соглашению по сокращению антропогенных выбросов парниковых газов. И хотя окончательное решение не было принято, известно, что будущее соглашение будет основано на количественных обязательствах по сокращению выбросов парниковых газов и выработке эффективных схем торговли сокращениями выбросов. На семнадцатой Конференции Сторон (COP-17) РКЗК ООН, которая будет проходить в Дурбане с 28 ноября по 9 декабря в 2011 г., мировое сообщество планирует окончательно согласовать условия климатического соглашения на новый период действия обязательств.

Для Украины очень важно, на каких условиях будет основываться будущее соглашение. Условия первого периода обязательств по Киотскому протоколу (2008–2012 гг.) были чрезвычайно благоприятны для Украины. Использование гибких механизмов КП позволили Украине получить беспроцентные углеродные инвестиции для модернизации промышленности за счет реализации¹ 92,3 млн. т CO₂экв. верифицированных сокращений выбросов парниковых газов в рамках проектов Совместного осуществления и 47 млн. единиц установленного количества по схеме целевых экологических (зеленых) инвестиций.

Неопределенность с условиями заключения будущего климатического соглашения связана не с сомнениями в необходимости ограничения влияния человека на климат планеты, а с тем, все ли страны должны принимать на себя количественные обязательства по ограничению выбросов ПГ и насколько жесткими должны быть ограничения и способы их достижения. Поскольку рост антропогенных выбросов парниковых газов зависит, главным образом, от увеличения масштабов сжигания ископаемого топлива, в этой статье проанализировано динамику выбросов только диоксида углерода (CO₂).

В 1990 г. страны Приложения 1 выбрасывали 68% от общего количества выбросов CO₂; доля развивающихся стран составляла 32%. В результате экономического кризиса и спада производства, начавшегося в странах Приложения 1 в 2008 г., выбросы развивающихся стран превысили выбросы стран Приложения 1 (соотношение выбросов составило уже 46% : 54%) (рис. 1).

Рост выбросов CO₂ в развивающихся странах объясняется влиянием двух факторов: увеличением потребления энергоносителей вследствие

¹ <http://www.neia.gov.ua>

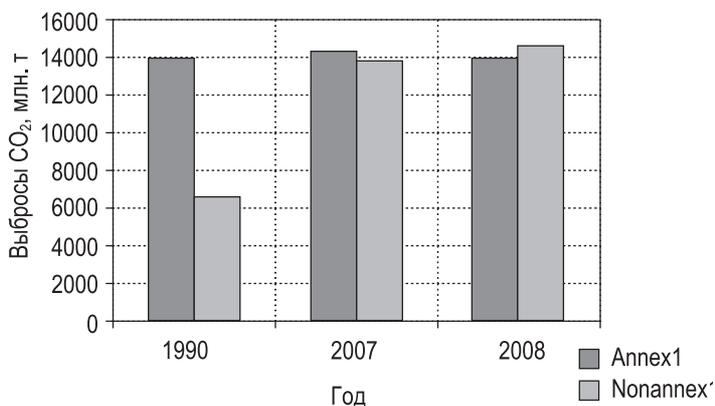


Рис. 1. Тренд выбросов CO₂ стран Приложения 1 и стран, которые не вошли в Приложение 1

да по 2007 (докризисный) год – на 4,8% в год.

Усилия ведущих стран (главным образом, Евросоюза) по сокращению выбросов парниковых газов теряются на фоне глобальных выбросов,

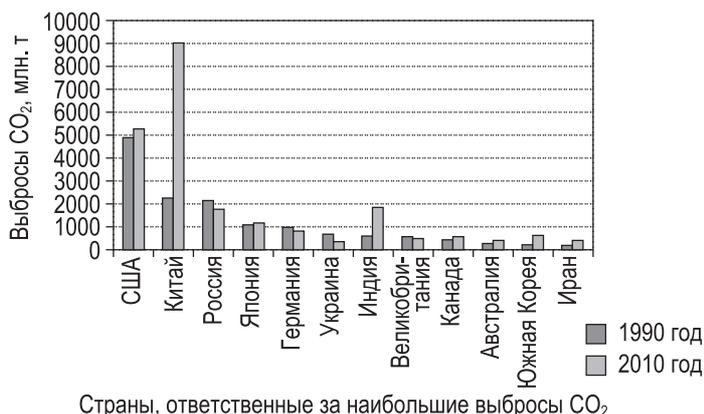


Рис. 2. Динамика выбросов стран, ответственных за 2/3 выбросов CO₂, и Украины

будущего соглашения является определение базового года: сохранится ли 1990 г. в качестве базового, либо отстоят свою позицию Китай, Япония, США, Канада (и т.д.), предлагающие в качестве базового года 2005 г.

Влияние базового года на выполнение климатических обязательств стран показано на рис. 3.

Если базовым годом останется 1990 г., Украина, Россия, Германия, Великобритания не должны сокращать выбросы CO₂ (-54%, -28%, -16% и -5% соответственно). Главные проблемы появляются у стран, которые быстро развивают свою экономику: у Китая, Индии, Ирана и

стремительного роста производства в странах, для которых основным топливом является наиболее углеродоемкое топливо – уголь, и увеличением выработки электроэнергии на угольных электростанциях из-за повышения цен на природный газ. Темп выбросов ПГ от потребления угля в период с 1990 по 2000 гг. увеличивался на ~0,6% в год, а с 2000 го-

да по 2007 (докризисный) год – на 4,8% в год.

Поэтому все страны декларируют главное условие заключения климатического соглашения: обязательное участие в Договоре ВСЕХ стран, ответственных за основные выбросы парниковых газов.

Для Украины принципиально важным условием бу-

Кореи. Превышение базового уровня для этих стран составляет 171%, 133%, 180% и 114% соответственно.

Как видно из анализа, оставить базовым годом 1990 г. выгодно странам Евросоюза, которые приложили огромные усилия для сокращения своих выбросов, и постсоветским странам – России и Украине, которые будут иметь резерв «Горячего воздуха». Базовый 2005 г. удобный для стран, которые находятся в стадии галопирующего роста своей экономики.

Следовательно, при принятии 2005 г. за базовый, Украина рискует потерять свои позиции экспортера углеродных квот на международном углеродном рынке и может превратиться в покупателя, поскольку основное топливо на ТЭС Украины составляет уголь (96%), а энергоемкость производства чрезвычайно высока (Справка 1).

Справка 1	
Удельные выбросы диоксида углерода при производстве электрической энергии в 2008 г., г CO ₂ /кВт·ч:	
Германия	– 827
Китай	– 900
США	– 901
Япония	– 911
Украина	– 1063
Индия	– 1295

в котором прописаны правила функционирования внутреннего углеродного рынка, в основу которого закладывается государственное регулирование выбросов парниковых газов. Для этого планируется создать Национальную систему оценки и контроля выбросов и поглощения парниковых газов, целью которой является:

- государственный контроль за выбросами ПГ;
- разработка программ и способов уменьшения выбросов ПГ;

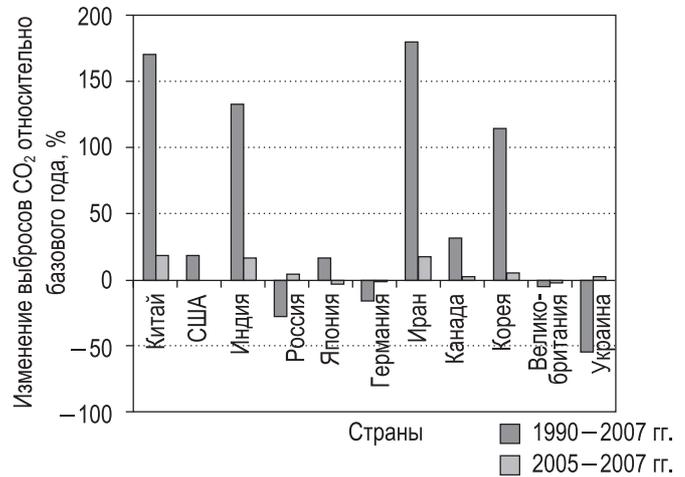


Рис. 3. Влияние базового года на обязательства стран по сокращению выбросов CO₂

– учет установок, деятельность которых приводит к выбросам ПГ;
– проведение инвентаризации количества выбросов ПГ этими установками.

На основе собранной информации планируется разработать Национальный план распределения квот на выбросы ПГ между предприятиями.

УДК 502.175

А. Л. Шмурак

Госэкоинвестагентство Украины, г.Киев

НАЦИОНАЛЬНЫЙ РЕЕСТР УГЛЕРОДНЫХ ЕДИНИЦ УКРАИНЫ

Национальный электронный реестр антропогенных выбросов и абсорбции парниковых газов www.carbonunitsregistry.gov.ua – это автоматизированная система учета и обработки информации относительно антропогенных выбросов и абсорбции парниковых газов. Реестр был принят к эксплуатации с 10.12.2007 г., перешел к эксплуатационному режиму (GO LIVE) с 28.10.2008 г.

Реестр состоит из программно-аппаратного комплекса и информационного ресурса. В Реестре содержатся сведения, которые подаются в электронной форме и на бумажных носителях юридическими или физическими лицами – субъектами предпринимательства, которые реализуют проекты совместного осуществления по снижению антропогенных выбросов или увеличению абсорбции парниковых газов.

Реестр создан с целью обеспечения введения в обращение, учета, хранения, передачи, поступления, аннулирования и исключения из обращения углеродных единиц, в частности, единиц сокращения выбросов, единиц сертифицированного сокращения выбросов, единиц (частей) установленного количества, единиц поглощения, их перенесения на следующий период в соответствии с обязательствами Сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата.

Формирование и ведение Реестра предусматривает:

– внесение сведений о резервировании углеродных единиц, в частности, для реализации проектов, направленных на уменьшение объема

антропогенных выбросов или увеличение абсорбции парниковых газов в соответствии со статьей 6 Киотского протокола;

– регистрацию введения в обращение, хранения, передачи, поступления, аннулирования, исключения из обращения и перенесения из счета на счет углеродных единиц;

– передачу сведений об углеродных единицах из Реестра в Международный журнал трансакций (ITL) для проверки действительности операций относительно введения в обращение, учета, хранения, передачи, поступления, аннулирования или исключения из обращения отмеченных единиц.

Внесение в Реестр сведений, связанных с введением в обращение, продажей (передачей) и исключением из обращения единиц (частей) установленного количества осуществляется на основании решения Кабинета Министров Украины.

Сведения, которые содержатся в Реестре, являются собственностью государства. Часть информации, содержание которой определяется Администратором Реестра, распространяется через средства массовой коммуникации.

Администратор Реестра

Реестр формируется и ведется Государственным агентством экологических инвестиций (ранее – Национальным агентством экологических инвестиций), которое является его администратором.

Программное обеспечение Реестра

Реестр работает на программном обеспечении Community Registry (специальное программное обеспечение Community Registry (CR) разработано в 2005–2006 годах разработчиками компанией Innofactor (Финляндия) и компанией Trasys (Бельгия)). В 2007 году программное обеспечение было передано Европейским содружеством Украине (Минприроды Украины) бесплатно для использования в качестве основного программного элемента и веб-интерфейса работы с базами данных Национального электронного реестра антропогенных выбросов и абсорбции парниковых газов. Стандартное программное обеспечение (Oracle Database, Oracle Weblogic, IBM Tivoli).

Технический администратор Реестра

Информационно-программный комплекс сопровождается Техническим администратором Реестра (ООО «Softline – IT», в прошлом ЗАО «Softline»).

Информационно-программный комплекс

Архитектурно аппаратно-программный комплекс состоит из трех площадок, каждая из которых связана с соответствующей средой ИТЛ соответствующими каналами связи:

- Основная площадка;
- Резервная площадка;
- Площадка для тестирования;

Состояние

Обеспечивается функционирование Реестра и его взаимодействие с ИТЛ, а также предание огласке информации Реестра в соответствии с требованиями Рамочной конвенции ООН об изменении климата. Реестр находится в рабочем состоянии на территории (с использованием программно-аппаратных средств и технической поддержки) ООО «СОФТЛАЙН-ИТ».

Настроено взаимодействие с международным журналом транзакций, согласно технических и организационных требований которого происходят плановые технические работы и тестирование, результаты которого поступают к ИТЛ согласно установленным срокам и объемам.

Регулярно предоставляются отчетные документы (на английском языке) о работе Реестра в Секретариат Рамочной конвенции для оценивания, а также соответствующие разделы относительно работы Реестра (главы 12, 14 и дополнение 6) для ежегодного Национального отчета инвентаризации антропогенных выбросов и абсорбции парниковых газов в Украине (NIR).

По просьбе Секретариата Рамочной конвенции и оператора ИТЛ, Администратор украинского Реестра осуществлял в качестве международного независимого эксперта проверку национальных реестров Эстонии и Исландии на соответствие правилам ведения реестров.

Информация о выполненных транзакциях, соответствующие документы согласно п.п. 44–48 Решения 13/СМР.1 Конференции сторон Киотского протокола публикуются на веб-сайте www.carbonunitsregistry.gov.ua.

При сравнении работы Реестров стран Киотского протокола следует отметить высокий уровень защищенности украинского Реестра от ошибок. Украинский Реестр принадлежит к 21 реестру из 38, которые не делали ошибок в течение периода с 01.11.2008 г. по 31.10.2011 г.

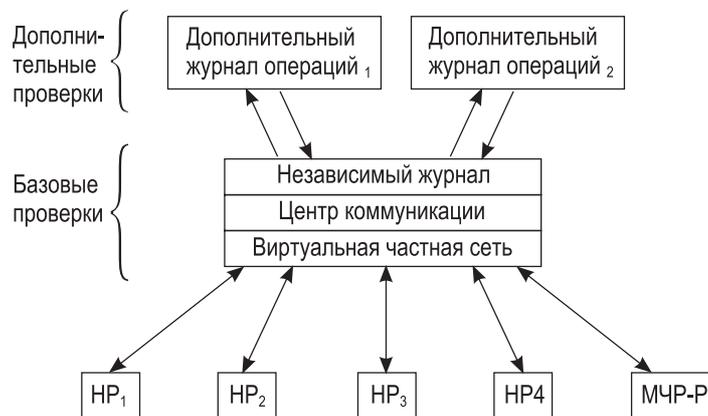


Рис. 1. Общая схема работы реестров стран Киотского протокола

Независимый журнал регистраций операций, созданный Секретариатом:

- Проверяет операции с единицами, когда они предложены не по правилам.
- Гарантирует целостность сделок перед завершением.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
XX	1		000,000,000,000,001	999,999,999,999,999	01	01	1	0000001	1	XX/YY/ZZ
Серийный номер единиц и разрешений на выбросы										
*Приведенные ниже данные носят иллюстративный характер										
◆ Каждой единице и разрешению на выбросы (т-СО ₂) присваивается индивидуальный серийный номер.										
◆ Каждая ЕСВ, ССВ, ЕУК и ЕА в определенный период времени должна содержаться только на одном счету в одном реестре. [CP/2001/13/Ad, p61 para20]										
Идентификаторы серийного номера:										
	Идентификатор			Коды						
1	Реестр			Двухбуквенные коды страны согласно стандарту ISO3166, по состоянию на 1 января 2005 г.						
2	Тип единицы			1 = ЕУК, 2 = ЕА, 3 = ЕСВ, конвертированные из ЕУК, 4 = ЕСВ, конвертированные из ЕА, 5 = ССВ, 6 = вССВ, 7 = дССВ						
3	Тип добавочной единицы			Ячейка только для киотских единиц, либо как определяется STL						
4	Серийный номер начала блока данных			Индивидуальные цифровые значения, присвоенные реестром от 1 до 999,999,999,999,999						
5	Серийный номер конца блока данных			Индивидуальные цифровые значения, присвоенные реестром от 1 до 999,999,999,999,999						
6	Первоначальный бюджетный период			1 - 99						
7	Применимый бюджетный период			1 - 99						
8	Деятельность в области землепользования, изменения в землепользовании			1 = облесение и лесовозобновление, 2 = вырубка лесов, 3 = управление лесами, 4 = управление пахотными угодьями, 5 = управление пастбищными угодьями, 6 = рекультивация						
9	Идентификатор проекта			Индивидуальные цифровые значения, присвоенные проекту реестром						
10	Схема			1 или 2						
11	Дата истечения срока действия			Дата истечения срока действия вССВ или дССВ						

Рис. 2. Структура обозначения киотской единицы

Пояснение к единицам

Код	Англо-язычные аббревиатуры	Определение	Русско-язычные аббревиатуры	Перевод определения
0		Non-Kyoto Unit		Не киотские единицы европейские, новозеландские, швейцарские, французские и др. единицы определяются дополнительным кодом
1	AAU	Assigned Amount Unit	ЕУК	Единицы установленного количества
2	RMU	Removal Unit	ЕА	Единицы абсорбции
3	ERU	Emission Reduction Unit (converted from an AAU)	ЕСВ	Единицы сокращения выбросов (конвертированные из ЕУК)
4	ERU	Emission Reduction Unit (converted from an RMU)	ЕСВ	Единицы сокращения выбросов (конвертированные из единиц абсорбции)
5	CER	Certified Emission Reduction Unit	ССВ	Сертифицированные сокращения выбросов
6	tCER	Temporary CER	вССВ	Временные сертифицированные сокращения выбросов
7	ICER	Long-term CER	дССВ	Долгосрочные сертифицированные сокращения выбросов

УДК 502.5:504.38:613.5

И. Г. Соколов

Бюро Веритас Украина, г. Киев

ОПЫТ И ПРАКТИКА ДЕТЕРМИНАЦИИ И ВЕРИФИКАЦИИ ПРОЕКТОВ СОВМЕСТНОГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ НА УКРАИНЕ. АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ПОЛУЧЕНИЯ ЕДИНИЦ СОКРАЩЕНИЙ

За последние 100 лет средняя температура поверхности Земли увеличилась на 0,6 °С, с прогнозом увеличения на 1,4–5,8 °С к 2100 г. Экономические потери от природных катастроф удваиваются каждые 10 лет, и достигнут в следующую декаду \$150 млрд. Ожидаются более

© И. Г. Соколов, 2011

мощные тепловые волны, новые ветровые режимы, усиление засухи в одних и более сильные осадки в других регионах.

Предполагают, что повышение концентрации парниковых газов – углекислый газ (CO₂), метан (CH₄) закись азота (N₂O), гидрофторуглероды (HFCs), перфторуглероды (PFCs), гексафторид серы (SF₆), которые входят в состав атмосферы Земли и отражают инфракрасное излучение ее поверхности, вызывает эффект глобального потепления. Без парникового эффекта температура поверхности Земли была бы на 30 °С ниже.

Протокол к Рамочной Конвенции ООН об Изменении Климата содержит согласие участников, на период 2008–2012 гг. совместно сократить общий уровень выбросов парниковых газов, по крайней мере, на 5% по сравнению с уровнем 1990 года. Организации, которые не могут сократить выбросы в рамках своей структуры, могут купить недостающие квоты у других сторон. Киотским протоколом определены 3 механизма получения кредитов в результате действий, предпринятых по отношению к другим сторонам: «Совместное осуществление» (Joint Implementation – JI) совместное внедрение проектов по сокращению эмиссий парниковых газов; «Механизм чистого развития» (Clean Development Mechanism – CDM) и Торговля выбросами (Emission Trading).

К перспективным секторам внедрения проектов JI относятся:

– энергетика:

- замена топлива, например, уголь на природный газ;
- использование возобновляемых источников энергии;
- модернизация существующих генерирующих мощностей;
- внедрение новых технологий для производства энергии, например, когенерация;
- потери при передаче и распределении (первичные источники энергии, электрическая и тепловая энергия);
- сокращение выбросов при добыче, переработке, транспортировке топлива;

– потребление энергии:

- замещение светового, охлаждающего, нагревающего оборудования;
- эффективная эксплуатация существующего оборудования;

– промышленные процессы:

- полезные ископаемые;
- химическая промышленность;

- цементная промышленность;
- производство металлов;
- сельское хозяйство:
 - утилизация отходов животноводства, птицеводства, свиноводства и т.д., включая компостирование;
- отходы:
 - утилизация твердых бытовых отходов;
 - утилизация твердых промышленных отходов;
 - хранение и обработка сточных вод;
- лесоводство:
 - лесонасаждение;
 - избежание исчезновения лесов.

Из проектов, связанных с поглощением CO₂ (землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство), в 2008–2012 гг. разрешены только проекты по лесному хозяйству. На данном этапе в рамках СО нельзя выполнять проекты по ядерной энергетике, проекты в области морских и авиационных перевозок.

На текущий момент на сайте JISC зарегистрированы детерминации и верификации Л по треку 1 и 2: Бюро Веритас Сертификейшн – 52, TÜV–SÜD – 12, DNV – 4, SGS -1.

Помимо проектов в рамках Киотского протокола, существуют и другие схемы, т.н. «Добровольные» стандарты – Voluntary Standards. Добровольные стандарты по карбоновым кредитам отвечают росту рынка вне режима Киотского Протокола. Например, стандарты, используемые в Австралии и которые приведены в соответствие со стандартами ЕС, Великобритании, США.

Добровольный карбоновый стандарт – Voluntary Carbon Standard (VCS). Это один из первых механизмов сертификации карбоновых кредитов в мире. Первые проданные карбоновые кредиты, генерированные лесоводством. Сертификаты по возобновляемой энергии – Renewable Energy Certificates (REC). Сертификаты REC подтверждают количество МВт·ч электроэнергии, полученное из возобновляемого источника.

Помимо вышеперечисленных стандартов, существуют стандарты «Premium». Наиболее известны: Социальный карбоновый стандарт – Social Carbon Standard (SC), и Золотой стандарт – Gold Standard (GS). SC требует оценки социальной, экологической, и экономической результативности проектов. Сертификация гарантирует вклад в устойчи-

вое развитие. GS применяется на рынках CDM, JI и добровольном, для предоставления карбоновых кредитов высокой надежности за счет жестких требований к оценке.

Описанные выше проекты по снижению выбросов парниковых газов, как правило, являются «точечными», т.е. охватывают один или несколько связанных производственных процессов. Подход к менеджменту выбросов парниковых газов всего предприятия на постоянной основе предлагают стандарты ISO по предупреждению изменения климата:

▶ ISO 14064:2006 Парниковые газы. Часть 1: *Технические требования и руководство для организаций по количественному определению эмиссий и поглощения парниковых газов, и ведению отчетности*

▶ ISO 14064:2006 Парниковые газы. Часть 2: *Технические требования и руководство для проектов по количественному определению, мониторингу сокращений эмиссий и увеличения поглощения парниковых газов, и ведению отчетности*

▶ ISO 14064:2006 Парниковые газы. Часть 3: *Технические требования и руководство для валидации и верификации заявлений о парниковых газах*

▶ ISO 14065:2007 Парниковые газы – Требования к органам, выполняющим валидацию и верификацию парниковых газов, с целью их аккредитации или признания в иной форме.

▶ ISO 14066:2011 Парниковые газы – Требования к компетентности групп, выполняющих валидацию и верификацию парниковых газов.

▶ ISO/CD 14067 Углеродный след продуктов.

▶ ISO/WD TR 14069 Парниковые газы – Количественное определение эмиссий парниковых газов и отчетность (Углеродный след организаций). – Руководство по применению ISO 14064-1

▶ ISO 14046, *Water footprint – Requirements and guidelines (Водный след – требования и руководство)*:

- основан на оценке жизненного цикла (LCA), подход аналогичен оценке показателей углеродного следа;
- требования и руководство к оценке и отчетности по водному следу:
 - показатели для продуктов, процессов, организаций на основе руководства по оценке воздействия ISO 14044;
 - определяет, как различные типы источников (например, подземные воды) и отпускаемой воды (например, серая вода)

должны приниматься во внимание, и как должны учитываться условия среды (засушливые/влажные регионы) и социально-экономические (развитые/развивающиеся страны);

- вопросы связи (на базе ISO 14020 – экомаркировка).

К предупреждению изменения климата приводит и внедрение энергетического менеджмента согласно ISO 50001. Данный подход оправдан в связи со следующими аргументами:

- Рост стоимости ископаемого топлива
- Рост стоимости энергии:
 - прямые затраты;
 - расходы на меры по предупреждению изменения климата
- Требования энергетической безопасности:
 - истощение запасов ископаемого топлива;
 - политическая нестабильность стран-поставщиков
- Требования законодательства
- Наличие скрытого резерва мер повышения энергоэффективности.

Меры по повышению энергоэффективности, которые позволяют снизить риск глобального потепления, по данным Международного Энергетического Агентства, распределяются по эффекту следующим образом:

Энергосбережение	54%
Энергия из возобновляемых источников	22%
Ядерная энергетика	10%
Связывание углерода	10%
Биотопливо	4%

Услуги Бюро Веритас в области проектов, направленных на предупреждение изменения климата:

- Валидация и верификация проектов механизма чистого развития (CDM) в рамках UNFCCC
- Детерминация и верификация проектов совместного осуществления (JI) в рамках UNFCCC
- Верификация в рамках схемы торговли выбросами Евросоюза EU ETS
- Верификация добровольных схем (Registry CCAR, Japan Voluntary Emissions Trading Scheme JVETS)
- Верификация инвентаризации выбросов, ISO 14064
- Верификация производства биотоплива
- Сертификация энергоменеджмента по ISO 50001

Е. Маслова¹, А. Атякшев²

ТЮФ ЗЮД, г. Бонн¹, г. Киев²

ТЮФ ЗЮД

«Больше уверенность. Больше прибыль!» является основой услуг TÜV–SÜD (ТЮФ ЗЮД). ТЮФ ЗЮД – это больше, чем просто испытания и сертификация. Как надежный и ответственный партнер по вопросам комплексной экспертизы в промышленности, ТЮФ ЗЮД имеет в своем штате квалифицированных специалистов и технических консультантов, способных оказывать услуги на протяжении всей цепочки производственного процесса в области Консалтинга, Испытаний, Сертификации и Обучения.

Услуги ТЮФ ЗЮД включают полный спектр глобальных продуктов в области сертификации, инспекции и экспертизы промышленных предприятий, оценки промышленной безопасности, сертификации продукции и систем менеджмента в области качества, экологии и охраны труда. В ТЮФ ЗЮД работает более 16 000 сотрудников в более чем 600 офисах по всему миру, что позволяет ТЮФ ЗЮД оперативно реагировать на запросы клиентов.

Услуги ТЮФ ЗЮД направлены на повышение эффективности и безопасности, снижение эксплуатационных расходов, оптимизацию и снижение рисков на производстве, а также улучшение качества продукции и услуг.

Наши решения в промышленности включают следующие услуги:

- Детальное обследование энергетических и материальных потоков предприятия с целью повышения энергетической эффективности
- Экспресс-обследование технологических установок/узлов/линий с целью повышения энергетической эффективности
- Детерминация и верификация проектов направленных на защиту климата (ПСО и МЧР)
- Техническая оценка (TechnicalDueDiligence) проектов в возобновляемой энергетике
- Экспертные услуги третьей стороны при реализации проектов в возобновляемой энергетике

- Экспертные и инспекционные услуги третьей независимой стороны
- Испытание и сертификация продукции

Логотип компании ТЮФ ЗЮД в форме синего октагона является символом надежности, безопасности и качества продуктов и услуг на протяжении 140 лет.



Ukraine

УДК 502.175

С. К. Калтаєв

Держекоінвестагенство України, м. Київ

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ РІЧНИХ ЗВІТІВ ПРО МОНІТОРИНГ ЗА ПРОЕКТАМИ СПІЛЬНОГО ВПРОВАДЖЕННЯ В ГАЛУЗІ ЖИТЛОВО- КОМУНАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА

Ключові питання:

- порядок розгляду звітних матеріалів за проектами спільного впровадження в Державному агентстві екологічних інвестицій України;
- типові питання;
- головні зауваження;
- пропозиції з усунення помилок при підготовці річних звітів про моніторинг;
- вплив проектів спільного впровадження з реконструкції систем теплопостачання на навколишнє природне середовище та суспільство.

Порядок розгляду звітних матеріалів за проектами спільного впровадження в Державному агентстві екологічних інвестицій України

Заявник або уповноважена ним особа надає пакет документів до Державного агентства екологічних інвестицій України. Далі за процеду-

рою пакет документів реєструється у Відділі спільного впровадження та реєстру, після чого надається на розгляд до Відділу обліку парникових газів. Після закінчення розгляду пакету документів Відділ обліку парникових газів надає свій висновок та повертає пакет документів до Відділу спільного впровадження та реєстру, який в свою чергу надає пакет документів на розгляд до Відділу правового забезпечення.

Типові питання

В деяких проектах спільного впровадження з реконструкції систем теплопостачання в межі проекту включені як весь регіон, так і окремі об'єкти міста обласного значення. Проблема в зазначеному питанні полягає в тому, що розрахунок скорочення викидів парникових газів може проводитися з урахуванням скорочень за іншим проектом, що, зазвичай, не пояснюється в річних звітах про моніторинг та верифікацію.

Проблеми з використанням у річних звітах про моніторинг різних коефіцієнтів викидів парникових газів для енергосистеми України. Також у описі параметрів помилково зазначаються викиди вуглецю для різних видів палива. Зазначені помилки призводять до хибних розрахунків скорочення викидів парникових газів. Зауваження полягає в тому, що розробник та верифікатор приділяють мало уваги аналізу документів та перекладу тексту звіту про моніторинг на українську мову, що, в свою чергу, призводить до помилок та хибних розрахунків.

У звітах про моніторинг зазначаються першоджерела коефіцієнтів викидів парникових газів для видів палива без чіткого посилання на зазначений документ та сайт. Це призводить до того, що фактично перевірити зміст першоджерела неможливо.

Зазначені скорочення викидів парникових газів у річному звіті про моніторинг перевищують заплановані скорочення викидів парникових газів, які зазначені в проектно-технічній документації. Питання полягає в тому, що, як у звіті про моніторинг, так і в верифікаційному звіті відсутні пояснення про розрахунок, чому фактичні скорочення викидів парникових газів перевищили заплановані.

В електронній формі звіту про моніторинг відсутні додатки, на які в тексті мають місце посилання (системний недолік). Відсутність всіх додатків у електронній формі звіту свідчить про його не повну відповідність друкованій формі.

Зазначені додатки, які представлені в друкованій формі, мають нечітку структуру таблиць, що, в свою чергу, унеможливує об'єктивний розгляд та, як наслідок – надання позитивного висновку Відділом.

Головні зауваження:

- недотримання визначень та параметрів у звітних матеріалах відповідно до детермінованої проектно-технічної документації;
- низька якість технічного перекладу тексту звіту про моніторинг на українську мову;
- недостатній аналіз верифікатором первинних даних та звіту про моніторинг;
- недбале написання звіту про моніторинг.

Пропозиції з усунення помилок при підготовці річних звітів про моніторинг:

- дотримання плану моніторингу відповідно до детермінованого плану моніторингу в проектно-технічній документації;
- детальний опис з розрахунками в звітах про моніторинг та верифікацію випадків, коли фактичні скорочення викидів парникових газів перевищують заплановані;
- підвищення якості перекладу тексту звіту про моніторинг на українську мову;
- включення в якості додаткових матеріалів до річного звіту про моніторинг первинної документації щодо споживання паливно-енергетичних ресурсів.

Вплив проектів спільного впровадження з реконструкції систем теплопостачання на навколишнє природне середовище та суспільство

Реалізація проектів з реконструкції систем теплопостачання позитивно впливає як на навколишнє природне середовище, так і на соціальне середовище, суттєво покращує послуги з теплопостачання, що робить умови життя людей кращими. Реалізація таких проектів призводить до скорочення споживання паливно-енергетичних ресурсів, що в свою чергу, впливає на скорочення викидів забруднюючих речовин та парникових газів, що робить вагомий внесок у боротьбу з глобальним потеплінням клімату.

**ПРИВЛЕЧЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИНВЕСТИЦИЙ
В РЕКОНСТРУКЦИЮ МУСОРОСЖИГАТЕЛЬНОГО
ЗАВОДА «ЭНЕРГИЯ»**

В современной жизненной среде для населения Земли нет второстепенных проблем. Но проблему обезвреживания (утилизации) твердых бытовых отходов можно назвать глобальной. Человечество задыхается в отходах потребления. Есть два основных направления решения этой проблемы: первый – захоронение отходов на полигонах, что, согласно Директиве Европейского сообщества, планируется запретить после 2011 года; второй – утилизация отходов, в частности термическая, с получением тепловой и электрической энергии.

Строительство Киевского мусоросжигательного завода «Энергия» было начато в 1984 г. В эксплуатацию завод введен в январе 1988 г. Уничтожение мусора на заводе «Энергия» позволило закрыть два киевских полигона ТБО.

В настоящее время на заводе сжигается до 20% твердых бытовых отходов г. Киева с выработкой тепловой энергии, которая используется для нужд завода и частично отдается в теплотель.

Киевская городская Государственная Администрация (КГГА) начинает проект реконструкции мусоросжигательного завода «Энергия» с привлечением средств Киотского протокола по механизму целевых (экологических) зеленых инвестиций (рисунок).

В рамках реконструкции предполагается:

– установка нового мусоросжигательного котла японского производства;

– установка 2 турбогенераторов общей мощностью 10,0 МВт с использованием тепловой и электрической энергии на собственные нужды завода, а также реализацией в городские сети;

– внедрение системы химической очистки дымовых газов.

В результате реализации проекта будет увеличено количество сжигаемых ТБО до 300 тыс. т в год (на 25%). Выбросы загрязняющих веществ будут отвечать требованиям Европейских нормативов. Также

будет реализовано больше 227 тыс. Гкал тепловой энергии и до 50,7 млн. кВт электрической энергии в год.

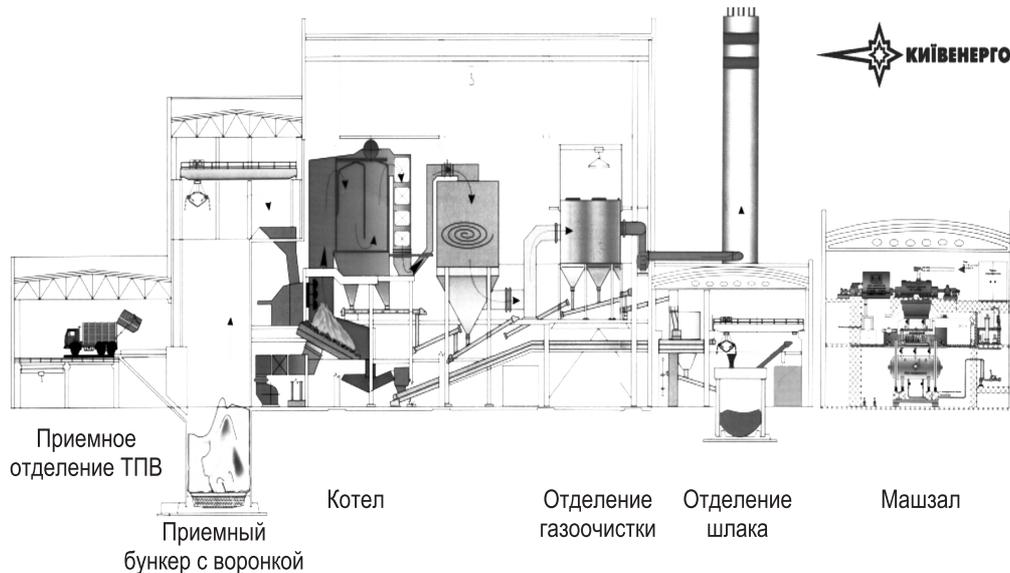


Рисунок. Проект реконструкции мусоросжигательного завода «Энергия»

Расчет сокращения выбросов парниковых газов выполнен специалистами Сити Центра по заказу Главного управления коммунального хозяйства КГГА. Алгоритм расчета сокращения выбросов учитывает выбросы по базовому сценарию (текущее состояние) и выбросы по проектному решению (после реализации проекта).

Рассматриваются четыре источника выбросов парниковых газов по базовому сценарию:

- сжигание твердых бытовых отходов (ТБО);
- размещение ТБО на полигоне, в количестве, эквивалентном увеличению количества сжигаемых на заводе отходов после реализации проекта;
- потребление электрической энергии из энергосистемы базового уровня;
- потребление тепловой энергии в магистральных тепловых сетях базового уровня.

Выбросы по проектной деятельности учитывают:

- выбросы от сжигания ТБО на заводе после реконструкции;
- часть электрической энергии собственной генерации.

Планируется сокращение выбросов парниковых газов 110 тыс. т CO₂экв. в год.

Такое снижение образуется благодаря замещению 63,3 ГВт/час электрической энергии и 950 ГДж/час тепловой энергии.

ПРАВОВЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕГУЛИРОВАНИЯ ОТНОШЕНИЙ В СФЕРЕ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ ПО МЕХАНИЗМАМ КИОТСКОГО ПРОТОКОЛА В УКРАИНЕ

В целом, за прошедший год регулирование отношений в сфере реализации проектов по механизмам Киотского протокола в Украине не претерпело существенных изменений, по части юридической техники осуществления такой деятельности.

Постановлением Кабинета министров Украины № 348 от 23.03.2011 г. был утвержден порядок использования средств, предусмотренных в государственном бюджете для осуществления мероприятий, направленных на уменьшение объемов выбросов парниковых газов.

Однако, этот акт затрагивает больше интересы государственных структур и касается детализации организационно-распорядительских функций в сфере определения критериев и механизмов распределения властных полномочий, чем интересы участников рынка.

Наиболее волнующим вопросом остался вопрос налоговых аспектов реализации проектов по Киотскому протоколу.

В этой части законодательство Украины претерпело существенные изменения, что обусловлено принятием Налогового кодекса, в котором появились нормы, изменившие налогообложение некоторых хозяйственных операций.

Продавцов ЕСВ (единиц сокращения выбросов) по-прежнему волнуют вопросы – является ли экспортная операция по продаже единиц объектом налогообложения налогом на добавленную стоимость (НДС).

Ранее специалисты приходили к выводу, что экспортная операция по продаже единиц сокращения выбросов являлась объектом налогообложения: налогом на добавленную стоимость в качестве экспортной операции по оплатной поставке услуги в форме «предоставления обязанности воздержаться от осуществления отдельных видов деятельности частично или полностью» (абзац 5 пп. «д» п. 6.5 ст. 6 Закона «О

НДС») с применением ставки НДС при осуществлении такой операции в размере «0» процентов (п. 6.2. ст. 6 Закона «О НДС»).

Такой же смысл содержался в письме Государственной налоговой администрации Украины «О рассмотрении письма относительно налогообложения НДС единиц сокращения выбросов» от 9 июня 2009 г. № 5350/6/ 16-1515-12, в котором такие операции классифицируются как вид услуг по предоставлению обязанности воздержаться от осуществления отдельных видов деятельности частично или полностью.

Однако, с принятием Налогового кодекса (далее – НК), с учетом действия норм Таможенного кодекса Украины, положение радикально изменилось не в пользу продавцов ЕСВ.

По действующему законодательству продажа единиц сокращения выбросов (передача прав на сокращение выбросов парниковых газов (углеродных единиц)) в таможенном режиме экспорта является объектом налогообложения – налогом на добавленную стоимость в качестве экспортной операции по оплатной поставке услуги (в соответствии с п.п. «г» п. 185.1. ст. 185 Налогового кодекса Украины), как имеющая место поставки по месту регистрации получателя (п.п. «а» п. 186.3 ст. 185 НК).

Ставка НДС при осуществлении такой операции составляет «0» процентов (п.п. 195.1.1. п. 195.1. ст. 195 НК) при условии, если экспорт подтвержден таможенной декларацией, оформленной в соответствии с требованиями таможенного законодательства.

В соответствии со ст. 185 НК объектом налогообложения являются операции налогоплательщиков по вывозу товаров (сопутствующих услуг) в таможенном режиме экспорта или реэкспорта (далее – экспорт).

Местом поставки указанных услуг считается место, в котором получатель услуг зарегистрирован как субъект хозяйствования или – в случае отсутствия такого места – место постоянного или преобладающего его нахождения. К таким услугам относится предоставление (передача) прав на сокращение выбросов парниковых газов (углеродных единиц).

Статья 195 НК определяет состав хозяйственных операций, подлежащих налогообложению по нулевой ставке.

Это в том числе экспорт товаров (сопутствующих услуг), если их экспорт подтвержден таможенной декларацией, оформленной соответственно требованиям таможенного законодательства.

В соответствии со ст. 194 Таможенного кодекса Украины, экспорт – таможенный режим, в соответствии с которым товары вывозятся за границы таможенной территории Украины для свободного обращения

без обязательства об их возвращении на эту территорию и без установления условий их использования за пределами таможенной территории Украины.

Резюме всех указанных выше норм – фактическое отсутствие возможности реализации права на «0» ставку НДС без предоставления таможенной декларации.

Как известно, ранее таможенные органы отказывались понимать суть операции по отчуждению ЕСВ, фактически «не видя» их.

В этих условиях продавцу ЕСВ было фактически невозможно получить от таможенных органов таможенную декларацию, и соответственно, воспользоваться правом на применение «0» ставки по НДС.

Глобально изменить ситуацию мог бы системный подход к институциональным изменениям законодательства, который бы определял как сами объекты правоотношений, и разрешил бы вопросы определения правовых дефиниций, в частности, являются ли ЕСВ товаром, либо деятельность по их генерированию является услугой «воздержанием от деятельности».

Это позволило бы найти правовую форму закрепления перемещения за пределы таможенной территории Украины «продукта» с соответствующим оформлением.

Однако, эти вопросы не нашли разрешения и нормативного закрепления на протяжении ряда лет, и этот процесс теряет актуальность в преддверии 2012 года – года окончания срока действия Киотского протокола.

Возможно, учитывая наличие проблем, вызванных изменением налогового законодательства, будет актуальным компромисс в виде уступок со стороны таможенного ведомства, и закрепление порядка таможенного оформления перемещения через таможенную границу Украины сгенерированных ЕСВ, с оформлением и предоставления продавцам таможенных деклараций.

Это обусловлено тем, что ранее заключенные контракты основаны на расчетах налогового бремени, существующего на момент их заключения, и изменение «правил игры» в этой сфере может привести к невозможности исполнения обязательств сторонами, и, соответственно, к убыткам, что отразится на имидже государства, как участника международных соглашений в сфере сокращения выбросов парниковых газов.

Данные отношения подлежат существенной ревизии по факту изменения международных норм в сфере экологии, по мере их внедрения и присоединения Украины к подобным обязательствам.

В этой ситуации уместно работать на опережение в нормотворческой сфере, учитывая, что по масштабам развития экологических технологий и их внедрению Украина существенно отстает от развитых стран, и к ней вполне могут быть выдвинуты отдельные претензии и требования со стороны мирового сообщества.

УДК 502.5:504.38:613.5

А. И. Сигал, Д. Ю. Падерно

Институт промышленной экологии, г. Киев

ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ СОВМЕСТНОГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ПО РЕКОНСТРУКЦИИ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ В УКРАИНЕ

Отрасль коммунального теплоснабжения в Украине потребляет около трети всего топлива, используемого в стране, и при этом в структуре топлива преобладает природный газ, так что доля его потребления этой отраслью в последние годы приблизилась к 45%. В связи с продолжающимся подорожанием импортируемого природного газа, сокращение его потребления является одним из важных направлений энергетической стратегии страны.

Удельные затраты энергоресурсов на производство 1 Гкал теплоты чрезмерно высоки и составляют более 160–170 кг у. т., в то время как среднеевропейский уровень не превышает 140–150 кг у. т. Такой перерасход топлива свидетельствует об имеющихся значительных резервах энергосбережения и соответственно сокращения выбросов парниковых газов в этой отрасли.

Принимая во внимание описанную ситуацию, вскоре после принятия на третьей сессии Конференции сторон Рамочной Конвенции ООН об Изменении Климата (РКИК ООН) в декабре 1997 г. Киотского протокола к ней (в котором впервые были предусмотрены гибкие механизмы снижения выбросов парниковых газов путем рыночного международного сотрудничества), задолго до его вступления в силу (которое

состоялось 16 февраля 2005 г.), Институт промышленной экологии стал инициатором разработки проектов Совместного осуществления (СО) по сокращению выбросов парниковых газов за счет реконструкции систем централизованного теплоснабжения городов и областей Украины.

К настоящему времени Институт выполнил подготовку более 15 таких проектов, в том числе первых представленных от Украины проектов СО, для ряда городов (Винница (1999–2003), Хмельницкий (2000–2001), Луганск (2000–2008), Чернигов (2003–2008), Ровно (2004–2006), Харьков (2004–2008), Запорожье (2005–2011), Севастополь (2005–2011)) и регионов Украины (Автономная Республика Крым (2004–2008), Черниговская (2003–2008), Донецкая (2004–2008), Ровенская (2004–2009) и Днепропетровская (2002–2011) области). В процессе подготовки находятся проекты по реконструкции систем теплоснабжения Харьковской и Николаевской областей, городов Макеевка, Мариуполь и Артемовск Донецкой области, городов Житомир, Херсон, Полтава, Кировоград и др.

Отметим, что кроме проектов по реконструкции систем теплоснабжения, Институтом разработаны и разрабатываются проекты СО в сфере энергосбережения также для ряда тепловых электростанций, малых гидроэлектростанций (в Винницкой, Черкасской, Хмельницкой, Тернопольской, Черновицкой, Ивано-Франковской областях) и промышленных предприятий Украины (ПО «Южмаш», Черниговский полигон ТБО, АООТ «Первомайскдизельмаш» и др.).

В то время, когда Институт промышленной экологии начал разработку проектов Совместного осуществления по реконструкции систем теплоснабжения городов и областей Украины (конец 2003–2004 годы), не существовало никаких утвержденных на международном уровне методологий для этой отрасли проектной деятельности.

Даже с появлением в декабре 2006 г. утвержденной методологии определения базовой линии и мониторинга для этой области деятельности АМ0044 «Проекты по улучшению энергоэффективности: реконструкция или замена котлов в секторах промышленности и централизованного теплоснабжения» оказалось, что по условиям применения она не пригодна для таких проектов в условиях Украины, в частности из-за требования обязательного наличия счетчиков отпущенной тепловой энергии котельными, которые практически отсутствуют в котельных украинских предприятий, и т.п.

Такая ситуация обусловила необходимость разработки собственной специализированной для таких проектов СО методологии определения базовой линии и мониторинга. Специалисты Института промыш-

ленной экологии в сотрудничестве со специалистами Европейского Института санирования, безопасности, страхования, оборудования и средств для защиты окружающей среды «SVT eV» (Германия) разработали методологические основы специализированного подхода, позволяющего учесть все мероприятия, применяемые в проектах, и особенности проектов СО по реконструкции систем коммунального теплоснабжения в Украине (подробно изложен в [1]).

Разработанная методология определения базовой линии и мониторинга базируется на постоянном измерении потребления топлива котельной, то есть того единственного параметра, который реально регулярно с высокой точностью контролируется и измеряется на всех без исключения котельных в стране независимо от их принадлежности, и корректировке базовой линии при возможных изменениях внешних и внутренних факторов в отчетном году. Переменными параметрами могут быть: теплотворная способность топлива, качество теплоснабжения, погодные условия, количество потребителей и т.д. Принятие во внимание только лишь изменения эффективности работы оборудования не устраняет возможности недопоставки тепла потребителям (ухудшение услуги теплоснабжения), а возможное потепление в отчетный год, изменение качества топлива, отключение части потребителей и другие факторы могут привести к искусственному преувеличению количества Единиц сокращения выбросов (ЕСВ). Разработанная методология исключает любую возможность занижения потребления топлива и соответственно выбросов парниковых газов за счет недопоставки тепла потребителям.

Эта методология уже одобрена уполномоченными независимыми международными экспертными организациями TÜV-SÜD Industrie Service GmbH и Bureau Veritas Certification Holding SAS, проводившими детерминации подготовленных Институтом проектов СО по реконструкции систем коммунального теплоснабжения.

По состоянию на июнь 2011 г. по 14 проектам получены Письма поддержки от Министерства охраны окружающей природной среды Украины и Национального (с 13 апреля 2011 г. Государственного) агентства экологических инвестиций Украины. Восемь проектов успешно прошли процесс международной детерминации, получили Письма одобрения от правительства Украины и правительств стран покупателей ЕСВ; сгенерированные в процессе реализации этих проектов за прошедшие годы ЕСВ уже переданы покупателям, в результате чего теплоснабжающие предприятия Украины получили значи-

тельные целевые безвозвратные инвестиции в реконструкцию и модернизацию оборудования.

Некоторые примеры реализованных проектов СО по сокращению выбросов парниковых газов за счет реконструкции систем централизованного теплоснабжения, подготовленных Институтом промышленной экологии, и фактически достигнутые объемы сокращений выбросов парниковых газов по ним приведены в таблице.

По результатам мониторинга реализации проектов СО, достигнутые сокращения выбросов парниковых газов отличаются от указанных как прогнозная оценка в Проектно-технической документации (ПТД). В основном, достигнутое сокращение выбросов превышает оценочные расчеты по ПТД. Основными причинами этих отличий являются:

1) Использование принципиально различных подходов и методик для прогнозной оценки сокращений выбросов в ПТД и для расчета фактически достигнутых сокращений выбросов в Отчетах по Мониторингу (МО) реализации проектов, в частности невозможность учета в ПТД фактических условий в отчетном году.

2) Использование жесткого консервативного подхода для оценки сокращений выбросов в ПТД: принимался минимально гарантированный эффект от всех внедряемых мероприятий на основании известных результатов аналогичных мероприятий, а в некоторых случаях, когда невозможно было его определить конкретно в цифрах, вообще не брался в расчет, хотя эффект очевидно должен был быть положительным.

3) Внедрение в первую очередь мероприятий, которые позволяют обеспечить достижение наибольших сокращений выбросов парниковых газов.

4) Улучшение качества предоставляемых услуг по теплоснабжению, например, подача горячей воды населению или обеспечение более высокой (нормативной) температуры внутри помещений, ставшее возможным в результате реконструкции систем теплоснабжения в рамках проектов СО. За счет увеличения производства основной продукции - тепла, с учетом динамической базовой линии, это приводит к увеличению сокращений выбросов.

5) В связи с участием в проекте СО, в процессе реализации проекта на предприятиях обычно устанавливается система ответственности сотрудников от оператора до директора за оптимальное потребление топливно-энергетических ресурсов, вследствие чего на объектах предприятий проводятся внеплановые мониторинги и регулирование всех ключевых параметров работы системы в целом, таких как соотношение

Примеры реализованных проектов СО по сокращению выбросов парниковых газов за счет реконструкции систем централизованного теплоснабжения, разработанных Институтом промышленной экологии

№	Место внедрения, Организация	Реконструкция котельного оборудования	Реконструкция тепловых сетей	Внедрение когенерационного оборудования	Сокращение выбросов, т СО ₂ э		
					Ранние кредиты (ЕУК), до 31.12.2007	ЕСВ за 2010 г.	Всего ЕСВ за 2008–2010 гг.
1	Автономная Республика Крым, АП «Крымтеплогоскоммунэнерго»	188 (489 котлов)	48,6	3,0	215 674	127 559	411 324
2	Черниговская область, ОАО «Облтеплогоскоммунэнерго»	189 (435 котлов)	197,0	–	105 971	108 386	236 481
3	Донецкая область, ОКП «Донецктеплогоскоммунэнерго»	325 (732 котла)	141,2	10,2	453 358	437 969	1 138 425
							626 998
							342 452
							1 591 783

4	Город Харьков, КП «Харьковские тепловые сети»	277 (288 котлов)	330,0	2,0	456 963	367 384	1 012 994	1 469 957
5	Город Ровно и Ровенская область, ООО «Ровнотепло- энерго»	19 (33 котла)	20,8	33,7	104 072	177 985	278 621	382 692
6	Город Луганск, ГКП «Теплокомму- энерго»	130 (316 котлов)	176,0	12,8	0	68 148	147 459	147 459
7	Днепропетровская область, ОКП «Днепртепло- энерго»	159 (456 котлов)	93,0	0,5	281 606	28 839	137 597	419 203
8	Город Запорожье, Концерн «Город- ские тепловые се- ти»	41 (159 котлов)	164,0	14,0	131 031	212 297	516 081	647 112

газ–воздух, соответствие температурных режимов теплоносителя, оптимизация распределения нагрузки по котельным и по котлам котельной, и т.д., а также вместе с основными мероприятиями практически всегда внедряются дополнительные или сопутствующие малозатратные организационные и режимные мероприятия, которые также приводят к снижению расходов топлива и электроэнергии и выбросов парниковых газов. Такие мероприятия, большинство которых невозможно было учесть в ПТД, в частности, включают:

- дополнительные внеочередные техническое обслуживание и режимную наладку котельного оборудования;
- оптимизацию режимов работы оборудования, в том числе с использованием автоматизации:

– обеспечение рационального теплоснабжения, т.е. соответствия количества теплоты, отпускаемой потребителям, той, которая определяется потребностью удовлетворять нормативным параметрам в конкретных условиях, в зависимости от наружной температуры, времени суток и т.д., т.е. избежание так называемых «перетоков»;

– обеспечение режима работы оборудования при максимальной эффективности в соответствии с режимными картами или паспортами оборудования;

- сокращение времени работы котельного оборудования (насосов, дымососов, вентиляторов и т.д.) на холостом ходу;
- оперативное выявление и устранение мелких утечек теплоносителя (негерметичностей) и теплоты (дефектов теплоизоляции);
- очистку поверхностей нагрева (экранных, конвективных труб) котлов механическим и/или химическим способами;
- повышение газоплотности обшивки (обмуровки) котлоагрегата с минимизацией потерь теплоты в окружающую среду через ограждающие поверхности и устранением / минимизацией притоков наружного воздуха, что способствует оптимизации топочного режима и снижению перерасхода электроэнергии на тягу;
- повышение газоплотности внутренних перегородок с предотвращением протекания газов мимо конвективных пакетов труб;
- настройку приборов автоматики управления на тепловых пунктах на экономичный режим, что также способствует уменьшению «перетоков»;
- улучшение качества воды подпитки котлов путем оптимизации работы систем водоподготовки с целью предотвращения внутренних отложений в трубах котельного агрегата;

- сокращение потерь конденсата (в паровых котлах) из-за несовершенства схем сбора конденсата, неплотностей оборудования линий трубопроводов, чрезмерного слива (при пусках, остановках котлов, с непрерывной продувкой, перелива в дренаж и т.п.).

Экономия энергоресурсов за счет внедрения организационных и режимных мероприятий достигает 10% и более.

б) Использование в Отчетах по Мониторингу в 2010 году коэффициентов удельных выбросов парниковых газов при производстве и потреблении электрической энергии, разработанных и утвержденных Национальным агентством экологических инвестиций Украины, которые значительно выше использовавшихся в ПТД в соответствии с ранее действовавшими нормативными документами.

Таким образом, реально достигнутые сокращения выбросов, при надлежащем выполнении всех мероприятий и соблюдении условий предоставления услуг теплоснабжения потребителям, практически обязательно будут большими, чем прогнозная оценка.

УДК 502.5: 504.38: 613.5

С. В. Фомич¹, І. А. Лайтерман¹, Д. Ю. Падерно², Н. Ю. Павлюк²

¹*Концерн «Міські теплові мережі», м. Запоріжжя*

²*Інститут промислової екології, м. Київ*

ПРОЕКТ СПІЛЬНОГО ВПРОВАДЖЕННЯ «РЕКОНСТРУКЦІЯ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ МІСТА ЗАПОРІЖЖЯ»

Моніторинг скорочення викидів парникових газів

Теплопостачальна організація м. Запоріжжя – Концерн «Міські теплові мережі» – лідер в області підвищення ефективності української комунальної теплоенергетики. Керівництво Концерну активно шукає шляхи залучення інвестицій в реконструкцію котельного господарства, впровадження енергозберігаючого обладнання, заміну тепломереж, тощо.

Концерном розроблено цілий ряд інвестиційних програм у сфері модернізації теплопостачання, зокрема, з 2005 р. реалізується проект

спільного впровадження «Реконструкція системи тепlopостачання міста Запоріжжя», направлений на скорочення викидів парникових газів.

В цій статті представлені результати впровадження проекту за звітний період (2006–2010 рр.). За ці роки було реалізовано наступні заходи: встановлено нові котли, реконструйовано котельне обладнання, проводилось переоснащення вузлів обліку газу, за котлами ПТВМ-30, ТВГ-8 та НІСТУ-5 встановлено поверхневі теплоутилізатори конденсаційного типу для утилізації теплоти газів, що відходять від котлів, проводилась реконструкція ЦТП з встановленням системи погодного регулювання, встановлено перетворювачі частоти до електроприводів тягодуттєвого обладнання, проводилась реконструкція теплових мереж, у тому числі зменшення довжини трубопроводів і заміна 4-трубних систем на 2-трубні з встановленням нової ізоляції та попередньо-ізольованих труб.

Реконструкція котлів включала, в комплексі або окремо, реконструкцію труб екранів (топкових та конвективних), в тому числі їх заміну та очищення від відкладень (механічне та хімічне), заміну пальників та автоматики управління, позаплановий контроль та регулювання режимів роботи (наладку) котлів, заміну теплообмінників, оновлення футеровки та обмурівки котлів, тощо.

В рамках проекту реалізується програма по встановленню теплоутилізаторів за всіма котлами Концерну. За звітний період встановлено 4 теплоутилізатори за котлами ПТВМ-30, 26 теплоутилізаторів за котлами ТВГ-8 та 8 теплоутилізаторів за котлами НІСТУ-5.

З метою скорочення використання викопного палива, в 2010 р. замінено два котли ДКВР-10/13, які споживали природний газ, на котли «Kriger», в яких спалюються відходи деревини, які утворюються в КСП «Запоріжзеленхоз».

У таблиці представлені заходи, реалізовані в рамках проекту СВ за звітний період.

Таблиця

Впроваджені енергозберігаючі заходи

Впроваджені енергозберігаючі заходи	Обсяг виконаних робіт				
	2006	2007	2008	2009	2010
Встановлено нові котли, шт.:					
ВК-21		1			
КВГМ-7.56			1		
КСВ-2.0				1	

Впроваджені енергозберігаючі заходи	Обсяг виконаних робіт				
	2006	2007	2008	2009	2010
«Kriger», які працюють на деревині					2
Реконструкція котлів, шт.	26	14	29	15	6
Технічне переоснащення вузлів обліку газу, шт.		24	12	1	–
Встановлення теплоутилізаторів за котлами, шт.	4	6	26	2	–
Реконструкція ЦТП, шт.		2	1	3	3
Впровадження частотних регуляторів, шт.		1	10	21	3
Заміна тепломереж з використанням попередньоізольованих труб, км	17,73	25,65	21,69	27,01	13,62

Протягом періоду моніторингу була досягнута наступна кількість скорочення викидів ПГ:

Рік	Скорочення викидів, тСО ₂ е
2006	58 624
2007	72 407
2008	146 491
2009	157 293
2010	212 297

За результатами звітів з Моніторингу по проекту «Реконструкція системи тепlopостачання міста Запоріжжя», досягнуте фактичне скорочення викидів парникових газів більше, ніж було вказано як прогнозна оцінка у ПТД за цей період моніторингу.

Основними причинами різниці між прогноною оцінкою скорочення викидів у ПТД та фактичним скороченням викидів у Звітах з Моніторингу є:

1. Використання принципово різних підходів та методик для прогноної оцінки скорочень викидів у ПТД та для розрахунку фактично досягнутих скорочень викидів в Звітах з моніторингу (обидва підходи описані детально у ПТД), зокрема неможливість врахування у ПТД фактичних умов в звітний період (тривалість опалювального періоду,

теплотворна спроможність палива, зовнішні температури повітря, зміни кількості споживачів, тощо).

2. Використання жорсткого консервативного підходу до оцінки скорочень викидів в ПТД: ефект від впровадження всіх енергозберігаючих заходів приймався мінімально гарантований (на основі відомих результатів аналогічних заходів), а у деяких випадках, коли його неможливо було визначити конкретно у цифрах, не брався до розрахунків у ПТД, хоча вочевидь повинен бути позитивним.

3. Використання при розрахунках у Звітах з Моніторингу значень коефіцієнтів викидів двоокису вуглецю для споживання електроенергії відповідно до чинного наказу Нацєкоінвестагентства України, які суттєво вищі за використані у ПТД відповідно до раніше чинних нормативних документів.

В зв'язку з участю у проєкті Спільного впровадження, в процесі реалізації проєкту на підприємстві встановлена система відповідальності кожного співробітника від оператора до технічного директора за оптимальне споживання паливно-енергетичних ресурсів, внаслідок чого на об'єктах підприємства проводяться позапланові моніторинги всіх ключових параметрів роботи системи в цілому, зокрема співвідношення газ–повітря при спалюванні палива, відповідності температурних режимів теплоносія, оптимізації розподілу навантаження по котлах котельні, тощо, а також впроваджуються додаткові та супутні заходи для скорочення викидів.

Таким чином, реально досягнуті скорочення викидів перебільшують прогностні оцінки при додержанні всіх належних умов надання послуг з теплопостачання.

**М. А. Юдін¹, О. В. Козіс¹, Д. Ю. Падерно²,
Н. Ю. Павлюк², В. О. Логвин²**

¹*ТДВ «Первомайськдизельмаш», м. Первомайськ*
²*Інститут промислової екології, м. Київ*

**ПРОЕКТ СВ «ЕКОНОМІЯ ПАЛИВА
ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ
В МИКОЛАЇВСЬКІЙ ОБЛАСТІ ТА ВПРОВАДЖЕННІ
В ЕКСПЛУАТАЦІЮ ГАЗОПОРШНЕВИХ
ДВИГУН-ГЕНЕРАТОРІВ ВИРОБНИЦТВА
ТДВ «ПЕРВОМАЙСЬКДИЗЕЛЬМАШ»
ДЛЯ КОМБІНОВАНОГО ВИРОБНИЦТВА ТЕПЛОВОЇ
ТА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ»**

Звичайною практикою для підприємств, що надають послуги з теплопостачання, є споживання електричної енергії від загальнодержавної електромережі та виробництво теплової енергії застарілим та морально зношеним обладнанням. Низький рівень ефективності використання палива та електроенергії призводить до їх перевитрати, що, в свою чергу, є причиною надмірних викидів парникових газів (ПГ).

Перспективним рішенням проблеми є реконструкція та заміна котельного обладнання та розподільчих тепломереж, а також використання технології комбінованого виробництва теплової та електричної енергії, зокрема когенераційними установками на базі газопоршневих двигун-генераторів з утилізацією теплової енергії, які виробляє товариство з додатковою відповідальністю (ТДВ) «Первомайськдизельмаш», з додатковим залученням інвестицій в результаті реалізації одиниць скорочень викидів (ОСВ) в рамках проекту спільного впровадження (СВ).

Саме цей шлях обрали ТДВ «Первомайськдизельмаш», ОКП «Миколаївоблтеплоенерго» та СП ТОВ «Світловодськпобут», розпочавши впровадження проекту СВ «Економія палива при реконструкції систем теплопостачання в Миколаївській області та впровадженні в експлуатацію газопоршневих двигун-генераторів виробництва ТДВ «Первомайськдизельмаш» для комбінованого виробництва теплової та електричної енергії».

Проект СВ охоплює реконструкцію 117 котелень з 365 встановленими котлами, реконструкцію 20,4 км розподільчих тепломереж у двотрубному обчисленні. Встановлення когенераційних установок загальною електричною потужністю 4,78 МВт передбачене на наступних підприємствах:

1. ТДВ «Первомайськдизельмаш», місто Первомайськ: газові двигун-генератори ДвГ1А-500 – 2 шт., та ДвГ1А-630 – 2 шт. Загальна встановлена електрична потужність 2,26 МВт.

2. ОКП «Миколаївоблтеплоенерго»: газові двигун-генератори ДвГ1А-630 – 2 шт. Загальна встановлена електрична потужність 1,26 МВт.

3. СП ТОВ «Світловодськпобут»: газові двигун-генератори ДвГ1А-630 – 2 шт. Загальна встановлена електрична потужність 1,26 МВт.

Впровадження когенераційних установок дозволяє зменшити залежність від постачання електроенергії та покращити операційну стабільність та надійність роботи споживачів, знизити споживання палива на електростанціях, втрати електроенергії на її передачу, та, відповідно, зменшити забруднення навколишнього середовища.

Основний об'єм впровадження проекту представлений у таблиці 1.

Таблиця 1

Енергозберігаючі заходи, які заплановано до впровадження

Енергозберігаючі заходи	Кількість, шт.
Заміна старих котлів на нові з більшою ефективністю	193
Реконструкція котлів з підвищенням їх ефективності	198
Впровадження когенераційних установок	8
Заміна пальників	21
Впровадження теплоутилізаційного обладнання	23
Впровадження насосного обладнання	54
Встановлення частотних регуляторів до електроприводів тягодуттєвого обладнання та насосів електроприводів насосів	36
Заміна газових лічильників	91

Впровадження цих заходів призведе до зниження споживання енергоресурсів (палива та електроенергії), та, відповідно, до скорочення викидів ПГ (табл. 2).

Заплановане скорочення викидів парникових газів

Рік	Скорочення викидів, тСО ₂ е
2005	11 727
2006	17 157
2007	23 867
2005–2007	52 751
2008	30 084
2009	31 672
2010	38 783
2011	45 988
2012	53 321
2008–2012	199 848
Всього: 2005–2012	252 599

На рисунку показано, за рахунок яких заходів з енергозбереження будуть отримані скорочення викидів ПГ у 2012 р.

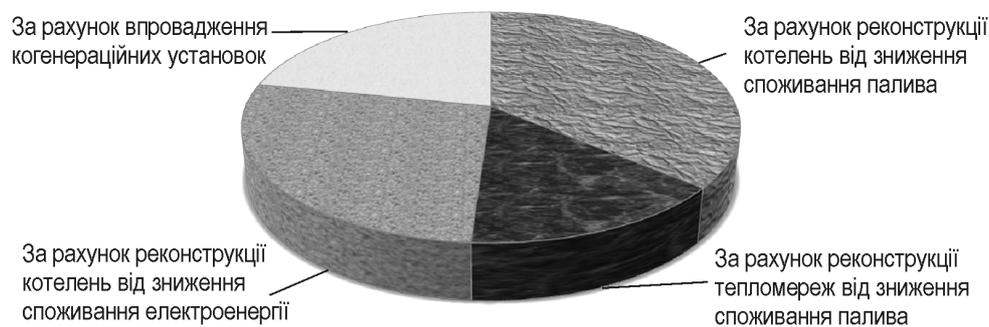


Рисунок. Очікувані скорочення за 2012 р.

Після впровадження проекту, починаючи з 2013 року щорічно, планується отримати економію близько 14,5 млн. м³ природного газу, 106 т вугілля та 11,8 ГВт-год електроенергії, та додатково отримати ще 8,5 ГВт-год електроенергії за рахунок власного виробництва.

Таким чином, модернізація існуючого та встановлення нового сучасного енергозберігаючого устаткування дозволить підвищити ефективність використання палива та електроенергії, зменшити викиди парникових та шкідливих для здоров'я людини речовин, що сприяє поліпшенню екологічної ситуації в Миколаївській області.

Я. Л. Тахтерін¹, Д. Ю. Падерно², В. О. Логвин²

¹*Державне підприємство «Виробниче об'єднання Південний машинобудівний завод імені О. М. Макарова», м. Дніпропетровськ*

²*Інститут промислової екології, м. Київ*

**РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЕКТУ СВ
«ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧОГО
УСТАТКУВАННЯ І ТЕХНОЛОГІЙ НА ДЕРЖАВНОМУ
ПІДПРИЄМСТВІ «ВИРОБНИЧЕ ОБ'ЄДНАННЯ
ПІВДЕННИЙ МАШИНОБУДІВНИЙ ЗАВОД
ІМЕНІ О. М. МАКАРОВА»**

Державне підприємство «Виробниче об'єднання Південний машинобудівний завод імені О. М. Макарова» (ДП «ВО ПМЗ імені О. М. Макарова») є одним із світових науково-виробничих комплексів, що здійснюють розробку та серійне виробництво зразків сучасної ракетно-космічної техніки. Воно володіє потужною базою для виконання найскладніших замовлень для оборонних і наукових цілей. Підприємство має власні металургійне, металообробне, зварювальне, інструментальне та інші виробництва. Багато технологій, що використовуються підприємством, залишаються унікальними, створеними спеціально для космосу, містять «Ноу-хау» та не мають аналогів у світі.

Разом з тим, енергоспоживче обладнання, що використовується для забезпечення технологічних процесів та надання послуг опалення, в основному було встановлено в 50–70 роках минулого століття. Значна частка його мала велику енергоемність і морально застаріле.

Основні вторинні енергоносії, що споживались підприємством (теплоенергія у вигляді гарячої води та пари, частково електроенергія і стиснуте повітря), вироблялися на ТЕЦ підприємства, яка була введена в експлуатацію в 1950 році. Обладнання ТЕЦ морально застаріле, і не відповідає сучасним вимогам з енергоефективності. Перевитрата палива (природного газу) та електроенергії призводить до надмірних викидів парникових газів (ПГ) та забруднюючих шкідливих речовин.

Усвідомлюючи це, керівництвом ДП «ВО ПМЗ імені О. М. Макарова» у 2003 було прийнято рішення про реалізацію проекту СВ

«Впровадження енергозберігаючого устаткування і технологій на Державному підприємстві «Виробниче об'єднання Південний машинобудівний завод імені О. М. Макарова», який включає реконструкцію та модернізацію основного та допоміжного обладнання (ТЕЦ та технологічного), реорганізацію схеми енергозабезпечення технологічних процесів, реконструкцію мережевого обладнання, тощо. Зведений перелік впроваджених за роки реалізації проекту СВ до цього часу заходів з підвищення загальної ефективності наведений в таблиці.

Таблиця

Впроваджені енергозберігаючі заходи

Енергозберігаючі заходи	Тривалість етапу, роки
<p>Демонтаж парового котла ТП-150 ст. та встановлення на його місці парового котла Е-100-3,9 440ГМ; Реконструкція та заміна насосного обладнання, трубопроводів та запірної арматури водогону; Впровадження 4 електричних турбокомпресорів «Samsung» ТМ-1500 замість 4 електричних турбокомпресорів К-250-61-2; Реконструкція розподільчих мереж; Встановлення нового технологічного устаткування.</p>	<p>2004–2007</p>
<p>Встановлення локальних парогенераторів сумарною потужністю 6069 кВт; Встановлення локальних електродогрівачів сумарною потужністю 2400 кВт та локальних електрокалориферів сумарною потужністю 2205 кВт; Встановлення локальних електроводонагрівачів сумарною потужністю 2250 кВт; Закриття котельні теплосилового цеху; Впровадження електричного турбокомпресора «Samsung» ТМ-400 замість електрокомпресора ЦК-135/8; Впровадження компресора високого тиску «Gardner Denver» Н280Н-WL замість компресора високого тиску 402ВП-4-400; Впровадження компресора високого тиску «Gardner Denver» Н280Н-WL замість 2 компресорів високого тиску 2РВ-350; Реконструкція розподільчих мереж; Встановлення нового технологічного устаткування.</p>	<p>2008–2009</p>

Енергозберігаючі заходи	Тривалість етапу, роки
Демонтаж парового котла ТП-36 ст. № 9 та встановлення на його місці водогрійного котла КВ-ГМ-116,3-150-1; Реконструкція розподільчих мереж; Встановлення нового технологічного устаткування	2008–2010
Пусконаладка водогрійного котла КВ-ГМ-116,3-150-1; Реконструкція парових турбін АП-25-2 та АТ-25-2; Впровадження системи опалення на базі 23 повітряно-опалювальних агрегатів типу «Протон Р65» та 10 стельових вентиляторів «Протон-DTR-400»; Встановлення 8 ультрафіолетових обігрівачів стельового типу У-4000; Реконструкція розподільчих мереж; Впровадження автоматизованої системи комплексного обліку електроенергії (АСКОЕ) – перша черга.	2011

Впровадження цих заходів надало можливість знизити питоме споживання енергоресурсів (палива та електроенергії) підприємством на одиницю товарної продукції, і це зниження питомих витрат палива та електроенергії дозволило скоротити викиди ПГ (в основному CO₂).

Протягом періоду моніторингу була досягнута наступна сума зниження викидів ПГ:

Рік	Скорочення викидів, тCO ₂ e
2005	149 233
2006	328 637
2007	354 287
Разом – 2005–2007	832 157
2008	388 633
2009	241 007
2010	125 887
2011	652 162
Разом – 2008–2011	1 407 689

Таким, чином модернізація існуючого та встановлення нового сучасного котельного, турбінного та іншого енергетичного устаткування дозволила підвищити ефективність використання палива та електроенергії, суттєво зменшити викиди парникових та шкідливих для здоров'я людини речовин, що в свою чергу дозволило поліпшити екологічну ситуацію в центрі густонаселеного міста Дніпропетровська, де розташоване ДП «ВО ПМЗ ім. О. М. Макарова».

УДК 338.521:621.22:504

Д. Ю. Падерно, І. В. Пузанов

Інститут промислової екології, м. Київ

**ПРОЕКТ СПІЛЬНОГО ВПРОВАДЖЕННЯ
ЗІ СКОРОЧЕННЯ ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ
В РЕЗУЛЬТАТІ РЕКОНСТРУКЦІЇ, ВІДНОВЛЕННЯ
ТА БУДІВНИЦТВА МАЛИХ ГЕС ЗЕА «НОВОСВІТ»
ТА ТОВ «ЕНЕРГОІНВЕСТ»**

Проект Спільного впровадження «Зниження викидів парникових газів за рахунок заміщення електроенергії, виробленої електростанціями на традиційному паливі, в результаті реконструкції, відновлення та будівництва малих ГЕС ЗЕА «Новосвіт» та ТОВ «Енергоінвест» було ініційовано у 2000 році.

Головною метою проекту є зниження викидів парникових газів електростанціями, що споживають традиційне паливо, шляхом заміщення електроенергії, виробленої електростанціями на традиційному паливі до державної енергосистеми, електроенергією, виробленою малими ГЕС, завдяки реконструкції, відновленню та модернізації існуючих застарілих малих ГЕС та будівництву нових. Збільшення виробничих потужностей та частки виробництва електроенергії гідроелектростанціями призведе до зниження викидів парникових газів енергогенеруючими підприємствами ОЕС України відносно поточної практики.

Проектом передбачене збільшення виробництва електроенергії шляхом збільшення потужності, реконструкції існуючих та будів-

ництва нових гідроагрегатів на існуючих і нових малих ГЕС, що експлуатуються ЗЕА «Новосвіт» та ТОВ «Енергоінвест» на річках Південний Буг, Збруч, Ущиця, Рось, Гірський Тикич, Гнилий Тикич, Случ, Коропець, Білий Черемош, Перклаб, Сарата, Яловечора, Мурафа, Прут, Стрий та Золота Липа.

Від ЗЕА «Новосвіт» до проекту включені 12 вже реконструйованих/побудованих малих ГЕС, а також 9 малих ГЕС, які планується відновити/побудувати, в цілому 21 мала ГЕС із загальною запланованою потужністю 13,360 МВт. Від ТОВ «Енергоінвест», яке на цей час експлуатує 11 вже реконструйованих/побудованих малих ГЕС із загальною встановленою потужністю 13,038 МВт, до проекту включені 10 з цих малих ГЕС, а також ще 2 ГЕС, які планується побудувати, в цілому 12 малих ГЕС із загальною запланованою потужністю 12,488 МВт.

Необхідні інвестиції на впровадження проекту становлять біля 8,4 млн. євро.

Проектно-технічна документація (ПТД) для цього проекту СВ була позитивно детермінована акредитованою незалежною організацією Bureau Veritas Certification Holding SAS.

Державне Агентство Екологічних Інвестицій України (ДАЕІУ) та Міністерство Економіки Нідерландів (країна покупця) видали Листи Схвалення від імені України та Нідерландів для цього проекту; та ДАЕІУ у 2011 р. затвердило цей проект за національною процедурою (Track 1 – Шлях 1).

На цей час проект знаходиться у стадії завершення запланованої реалізації.

Впроваджена діяльність за проектом та дати пуску в роботу реконструйованих/відбудованих малих ГЕС наведені в таблицях нижче.

Впроваджено	Обсяг виконаних робіт (кількість малих ГЕС), до 01.01.2008 р.	Обсяг виконаних робіт (кількість малих ГЕС), 2008–2010 рр.	Обсяг виконаних робіт (кількість малих ГЕС), до 31.12.2010 р.
Реконструкція/будівництво малих ГЕС ЗЕА «Новосвіт»	10	2	12
Реконструкція/будівництво малих ГЕС ТОВ «Енергоінвест»	9	1	10
Всього	19	3	22

**Інформація про пуск в роботу малих ГЕС,
реконструйованих/побудованих ЗЕА «Новосвіт» у 2002–2010 рр.**

##	Назва ГЕС	Дата пуску в роботу
N1	Корсунь-Шевченківська	09.2002
N2	Стеблівська	09.2002
N3	Ново-Костянтинстянтинівська	07.2003
N4	Щедрівська	07.2003
N5	Коропецька	01.2002
N6	Лисянська	02.2004
N7	Коржівська	09.2004
N8	Звенігородська	11.2006
N9	Великокужелевецька	02.2007
N10	Корсунь-Шевч. міні-ГЕС	08.2007
N11	Лоташівська	11.2008
N12	Яблуницька	09.2009
N21	Стеблівська міні-ГЕС	(будується)

Стеблівська міні-ГЕС згідно з ПТД повинна була бути введена в експлуатацію у 2010 році, але закінчення будівництва затримується.

**Інформація про пуск в роботу малих ГЕС,
реконструйованих/побудованих ТОВ «Енергоінвест» у 2002–2010 рр.**

##	Назва ГЕС	Дата пуску в роботу
E1	Сутиська	05.2002
E2	Брацлавська	10.2002
E3	Скалопільська	10.2002
E4	Глибочанська	07.2004
E5	Чернятська	02.2004
E6	Дмитренківська	12.2003
E7	Снятинська	05.2004
E8	Гальджбіївська	01.2004
E9	Петрашівська	05.2005
E10	Явірська	03.2008

Для проведення моніторингу цього проекту був використаний специфічний підхід, заснований головним чином на затвердженій консолідованій методології визначення базового рівня та моніторингу АСМ0002 «Консолідована методологія базового рівня для вироблення електроенергії до загальнодержавної електромережі на поновлюваних джерелах».

Відповідно до цієї методології, для визначення належного базового рівня історичні дані про відпуск електроенергії ГЕС враховувались за 5 останніх років (60 місяців).

Система контролю та моніторингу реалізації проекту досить проста та фактично зводиться до вимірювання кількості електроенергії, відпущеної до загальнодержавної мережі. Інші потрібні параметри визначаються розрахунками або беруться з статистичних даних. Вимірювання відпущеної електроенергії реалізуються в контрольних центрах кожної з малих ГЕС, і дані передаються до об'єднаного диспетчерського центру ЗЕА «Новосвіт» та ТОВ «Енергоінвест». У 2004 році, ЗЕА «Новосвіт» та ТОВ «Енергоінвест» розроблена і впроваджена автоматизована система комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ). Створена система призначена для автоматизованого збору, обробки, зберігання, візуалізації та передачі даних з обліку перетоків активної та реактивної потужності та організації багатотарифного комерційного обліку електроенергії та потужності. Дані від ГЕС передаються до об'єднаного диспетчерського центру ЗЕА «Новосвіт» та ТОВ «Енергоінвест».

Досягнуті в результаті впровадження проекту скорочення викидів парникових газів наведені в таблиці:

Скорочення викидів, т CO _{2e}	2002–2007	2008–2009	2010	Разом 2002–2010
ЗЕА «Новосвіт»	74 535	29 829	19 978	124 342
ТОВ «Енергоінвест»	43 726	18 840	18 326	80 892
Усього:	118 261	48 669	38 304	205 234

В цілому, реалізація проекту має вельми позитивний вплив на навколишнє середовище. У ході відновлення малих ГЕС було здійснено оновлення та очищення водосховищ при цих ГЕС і частин річок від мулу та відходів. Скорочення витрат палива на традиційних електростанціях, що працюють з використанням викопного палива, дозволило скоротити викиди SO_x, NO_x, CO та твердих часток до навколишнього середовища.

А. П. Рєпін¹, Д. Ю. Падерно², К. О. Корінчук²

¹КП «Харківські теплові мережі», м. Харків

²Інститут промислової екології, м. Київ

ПРОЕКТ СПІЛЬНОГО ВПРОВАДЖЕННЯ «СКОРОЧЕННЯ ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ ЗА РАХУНОК МОДЕРНІЗАЦІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО ПЕРЕОСНАЩЕННЯ КОМУНАЛЬНИХ ПІДПРИЄМСТВ ХАРКІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ»

Проект «Скорочення викидів парникових газів за рахунок модернізації та технічного переоснащення комунальних підприємств Харківської області» було ініційовано у 2004 році. Основною метою проекту є зменшення споживання палива, зокрема природного газу, який імпортується до України, а також зменшення споживання електроенергії в результаті реконструкції систем тепlopостачання, що включає реконструкцію і заміну обладнання котелень та розподільчих тепломереж. Результатом цього зменшення буде скорочення викидів парникових газів (в основному CO₂).

До меж Проекту входять 248 котелень з 703 встановленими котлами та 278,5 км теплорозподільчих мереж у двотрубному обчисленні, що експлуатуються тепlopостачальними підприємствами області, а саме: КП «Харківські теплові мережі»; ХОКП «Дирекція розвитку інфраструктури території»; Ізюмським КПТМ; Красноградським ПТМ; Нововодолазьким ПТМ; Первомайським КП «Тепломережі»; КПБРР «Балаклійські теплові мережі»; КП «Теплові мережі» Лозівської МР; ТОВ «Котельні лікарняного комплексу»; МРК «Теплоенергія»; КП «Чугуївтепло»; КПТМ Харківського району Харківської районної державної адміністрації; Борівським КПТМ. Проект охоплює майже всі райони Харківської області.

Проект забезпечує збільшення ефективності споживання палива та електричної енергії з метою скорочення викидів парникових газів по відношенню до поточної практики за рахунок ліквідації малоефективних котелень та переведення навантаження на більш ефективні котельні або будівництва модульних топкових; заміни застарілих котлів

на високоефективні; реконструкції котлів, зокрема заміни пальників, заміни поверхні нагріву котла, впровадження автоматики регулювання, впровадження технології утилізації теплоти димових газів; оптимізації організації тепломереж; послідовного переведення тепломереж на попередньоізольовані труби; технічного переоснащення теплових пунктів з заміною існуючих теплообмінників на високоефективні; впровадження частотного регулювання приводів насосів та тягодуттєвого обладнання; заміни насосів; оптимізації розподілу навантаження; впровадження систем контролю та моніторингу; та інших заходів з енергозбереження.

Загальні капітальні інвестиції, що потрібні для виконання цього проекту, складають близько 24 млн. Євро.

Реалізація Проекту дозволить щорічно заощаджувати близько 50 млн м³ природного газу (30% від базового споживання у 2005 році) та більше 10 ГВт-год електроенергії (30% від базового споживання у 2005 році) після повного його впровадження. Розрахункові щорічні скорочення викидів парникових газів після повного впровадження складатимуть 112,861 тис. т CO₂e на рік. Загальне очікуване скорочення викидів ПГ за ранній період кредитування (AAUs) складає 30,6 тис. т CO₂e, загальне очікуване скорочення викидів ПГ за перший

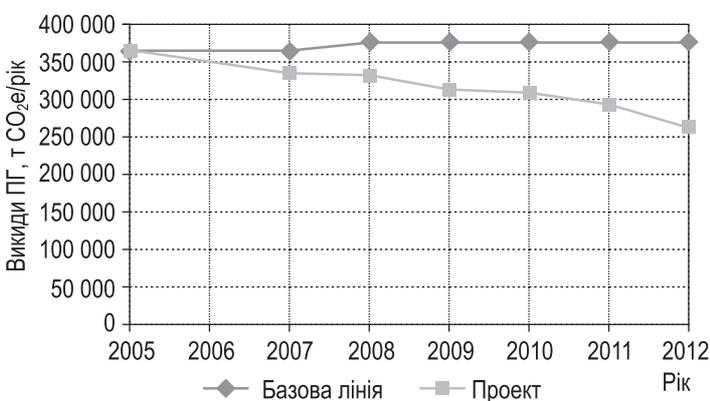


Рисунок. Скорочення викидів парникових газів за Проектом

період зобов'язань (ERUs) – 371,1 тис. т CO₂e.

Скорочення викидів парникових газів у процесі впровадження проекту по роках до закінчення першого періоду зобов'язань за Кіотським протоколом наведено на рисунку.

В процесі розробки проекту застосовується специфічний для проекту СВ підхід [1], розроблений спільно спеціалістами Європейського інституту санування, безпеки, страхування, обладнання та засобів для захисту довкілля «SVT e.V.» (Німеччина) та Інституту промислової екології (Україна). Він враховує всі заходи, включені у проект, та особливості проектів СВ з реконструкції систем комунального тепlopостачання в Україні.

Список використаної літератури

1. Сігал О. І., Падерно Д. Ю., Гомон В. І. Методології прогнозування оцінки, визначення базової лінії та моніторингу для проектів спільного впровадження з реконструкції систем теплопостачання міст України // Проблемы экологии и эксплуатации объектов энергетики: Материалы XX междунациональной конференции (8–12 июня 2010 г., г. Ялта, пгт. Корез). – К.: ИПЦ АЛКОН НАН Украины, 2010. – С. 78–98.

УДК 502.5:504.38:613.5

О. І. Сігал, Д. Ю. Падерно, К. О. Корінчук

Інститут промислової екології, м. Київ

РЕАЛІЗАЦІЯ ПРОЕКТУ СПІЛЬНОГО ВПРОВАДЖЕННЯ ЗІ СКОРОЧЕННЯ ВИКИДІВ ПАРНИКОВИХ ГАЗІВ «РЕКОНСТРУКЦІЯ СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ В ДНІПРОПЕТРОВСЬКІЙ ОБЛАСТІ» ТА ПЕРСПЕКТИВИ ЙОГО РОЗШИРЕННЯ

Проект «Реконструкція систем теплопостачання в Дніпропетровській області» було ініційовано у 2002 році. Системи теплопостачання майже всіх територіальних районів Дніпропетровської області залучені до цього проекту. Комунальне підприємство ОКП «Дніпротеплоенерго» включає 9 дочірніх підприємств: ДП «Новомосковськтеплоенерго», ДП «Петриківкатеплоенерго», ДП «Васильківкатеплоенерго», ДП «Покровкатеплоенерго», ДП «П'ятихаткатеплоенерго», ДП «Верхньодніпровськтеплоенерго», ДП «Софіївкатеплоенерго», ДП «Перещепинотеплоенерго», ДП «Солонетеплоенерго». Крім цього, до проекту залучені наступні підприємства: КП «Дніпродзержинськтепломережа», НКП «Нікопольтеплоенерго», КП «Павлоградтеплоенерго» та ОМКП «Орджонікідзетеплоенерго» [1].

Всього проект охоплює 282 котельні з 917 встановленими котлами (загальне максимальне підключене навантаження 1186,65 Гкал/год на 2002 рік) та 495,5 км теплорозподільчих мереж, в м. Дніпропетровську та Дніпропетровській області. Ефективність котлів до реалізації про-

екту знаходилась в діапазоні 65–89%, розподільчі тепломережі характеризувались втратами тепла до 30%.

За проектом було впроваджено наступні енергозберігаючі заходи: заміна застарілих котлів на нові з вищою ефективністю; реконструкція котлів; заміна пальників; встановлення утилізаторів теплоти; реконструкція теплових мереж, у тому числі зменшення довжини трубопроводів і заміна 4-трубних систем на 2-трубні, з встановленням нової ізоляції та попередньо-ізольованих труб; будівництво квартальних котелень на базі центральних теплових пунктів (ЦТП); переобладнання теплових пунктів новими теплообмінниками; встановлення частотних регуляторів до електроприводів тягодуттєвого обладнання; використання сучасних приладів обліку газу; теплового обліку; систем контролю теплових мереж; контролю, управління і автоматизації теплогенеруючих об'єктів; створення оптимальних систем моніторингу і енергоаудиту об'єктів теплоенергетики. Необхідні інвестиції на впровадження проекту становлять біля 15 млн. Євро.

Проект вже схвалено країнами-учасниками. Проектно-технічна документація цього проекту була позитивно детермінована АНО «Bureau Veritas Certification Holding SAS». Національне Агентство Екологічних Інвестицій України видало Лист Схвалення для цього проекту № 569/23/7 від 16.03.2011. Федеральний офіс довкілля (FOEN), Швейцарія (країна покупця) видав Лист Схвалення для цього проекту № J294-0485 від 24.01.2011. Проект отримав реєстраційний номер ITL UA1000254.

В процесі розробки проекту був використаний специфічний для проекту підхід [2], розроблений спільно спеціалістами Європейського інституту санування, безпеки, страхування, обладнання та засобів для захисту довкілля «SVT e.V.» (Німеччина) та Інституту промислової екології (Україна). Він враховує всі заходи, включені у проект, та особливості проектів СВ з реконструкції систем комунального теплопостачання в Україні.

За результатами Звітів з Моніторингу реалізації цього проекту досягнуте наступне фактичне скорочення викидів парникових газів, т CO₂e (таблиця).

Досягнуті фактичні скорочення викидів парникових газів по роках з одного боку більші, ніж було вказано як прогнозна оцінка у ПТД, але з іншого – цілком відповідають плану впровадження проекту і розраховані згідно зареєстрованого плану моніторингу і, таким чином, відображають реальну ефективність впровадження проектної діяльності.

**Досягнуте фактичне скорочення викидів парникових газів
за проектом, т CO₂e**

	2003–2007	2008–2010	Всього
ОКП «Дніпротеплоенерго»	45 474	9 488	54 962
ДП «П'ятихаткитеплоенерго»	4 093	1 631	5 724
ДП «Покровкатеплоенерго»	4 628	2 818	7 446
ДП «Софіївкатеплоенерго»	1 719	1 674	3 393
ДП «Васильківкатеплоенерго»	2 944	3 615	6 559
ДП «Перещепинотеплоенерго»	4 389	1 580	5 969
ДП «Верхньодніпровськтеплоенерго»	4 531	3 057	7 588
ДП «Солонетеплоенерго»	7 824	3 428	11 252
ДП «Петриківкатеплоенерго»	3 345	3 485	6 830
ДП «Новомосковськтеплоенерго»	9 183	4 584	13 767
КП «Павлоградтеплоенерго»	122 801	106 164	228 965
НКП «Нікопольтеплоенерго»	38 972	–2 354	36 618
ОМКП «Орджонікідзетеплоенерго»	22 082	–6 513	15 569
КП «Дніпродзержинськтепломережа»	9 621	4 940	14 561
Всього:	281 606	137 597	419 203

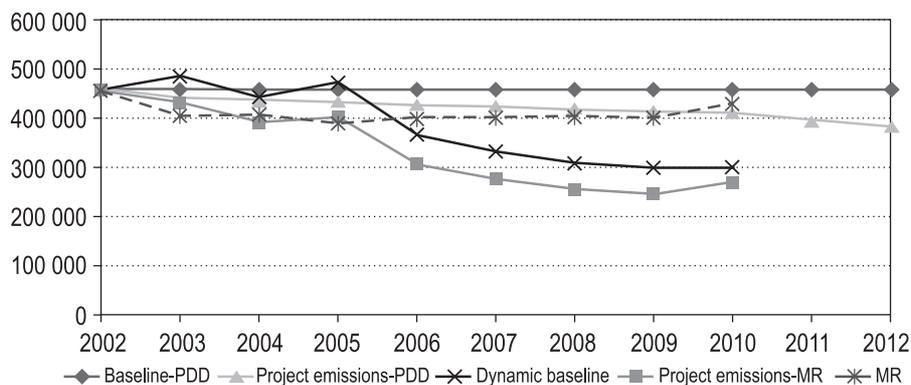


Рисунок. Порівняння досягнутих фактичних скорочень викидів парникових газів за проектом (за Звітами з Моніторингу) з прогнозуною оцінкою (за ПТД)

На рисунку скорочення викидів за ПТД є різницею базових та проектних викидів (див. криві Baseline-PDD та Project emissions-PDD), досягнуті фактичні скорочення викидів за Звітами з Моніторингу є

різницею динамічної базової лінії та фактичних проектних викидів (див. криві Dynamic baseline та Project emissions-MR). Також побудовано криву (крива MR) для порівняння досягнутих фактичних скорочень викидів парникових газів за проектом (за Звітами з Моніторингу) з прогновною оцінкою (за ПТД).

У 2011 році планується розширення проекту за рахунок приєднання до Спільної діяльності (як партнерів за проектом) теплопостачальних підприємств області КП «Теплоенерго» Дніпропетровської міської ради, МКП «Дніпропетровські міські теплові мережі» та КПТМ «Криворіж-тепломережа».

Список використаної літератури

1. Дерев'яно В. І., Падерно Д. Ю., Корінчук К. О. Проект спільного впровадження зі скорочення викидів парникових газів «Реконструкція систем теплопостачання в Дніпропетровській області» // Проблемы экологии и эксплуатации объектов энергетики: Материалы XX между. конференции (8–12 июня 2010 г., г. Ялта, пгт. Кореиз). – К.: ИПЦ АЛКОН НАН Украины, 2010. – С. 102–105.

2. Сігал О. І., Падерно Д. Ю., Гомон В. І. Методології прогновної оцінки, визначення базової лінії та моніторингу для проектів спільного впровадження з реконструкції систем теплопостачання міст України // Там же. – С. 78–98.

УДК 502.5: 504.38: 613.5

М. М. Єхімець¹, Д. Ю. Падерно², Н. Ю. Павлюк²

¹*ВАТ «Облтеплокомуненерго», м. Чернігів*

²*Інститут промислової екології, м. Київ*

ПРОЕКТ СПІЛЬНОГО ВПРОВАДЖЕННЯ «ЗБІР ТА УТИЛІЗАЦІЯ ЗВАЛИЩНОГО ГАЗУ НА ЧЕРНІГІВСЬКОМУ ПОЛІГОНІ ТПВ»

Призначенням проекту є скорочення викидів парникового газу (ПГ) (метану) до атмосфери шляхом впровадження енергозберігаючої технології збору звалищного газу (ЗГ), що утворюється в природних умовах в результаті анаеробного розкладу сміття органічного походження на Чернігівському полігоні твердих побутових відходів (ТПВ), та утилізації його енергетичного потенціалу.

© М. М. Єхімець, Д. Ю. Падерно, Н. Ю. Павлюк, 2011

Неконтрольовані викиди звалищного газу, який більше ніж на 50% складається з метану (CH_4), до атмосфери чинять негативний вплив на навколишнє середовище як локального, так і глобального характеру. На глобальному рівні метан є потужним фактором парникового ефекту на планеті, потенціал глобального потепління якого в 21 раз перевищує потенціал двоокису вуглецю (CO_2). На локальному рівні звалищний газ є причиною підвищеної пожеже- та вибухонебезпечності звалищ, пригнічує розвиток рослинного покриву в районі їх розташування, має здатність заповнювати підземні комунікації і тим самим створювати загрозу для життя людини.

Чернігів є обласним центром Чернігівської області, з населенням близько 300 тис. жителів, налічує близько 30 великих та багато середніх і малих підприємств. З 1961 року весь обсяг відходів надходить і зберігається на Чернігівському полігоні ТПВ. Полігон відноситься до категорії високонавантажуваних. На полігоні відбувається анаеробний розклад ТПВ з постійною емісією метану, яка повільно зменшується у часі. Технологія уловлювання звалищного газу і утилізації його енергетичного потенціалу широко застосовується в світовій практиці, однак для України вона ще нова, досвіду з її впровадження практично немає.

На цей час площа під розміщення відходів на полігоні практично вичерпана, полігон вже майже повністю заповнений і підлягає закриттю в найближчі роки, проте проекту нового полігону поки що немає, і експлуатація старого полігону вочевидь буде деякий час продовжуватись (реально як мінімум до 2012 р.).

Проектом передбачається будівництво на території полігону газовідвідних свердловин для відбору звалищного газу. Зібраний ЗГ через систему транспорту та систему підготовки буде подаватись в котельню системи ВАТ «Облтеплокомуненерго» до енергетичного комплексу (ЕК) на базі чотирьох газотурбінних установок в комплекті з утилізатором теплоти відпрацьованих димових газів, а також до існуючих котлів з заміщенням (частково або повністю) природного газу для виробництва гарячої води для опалювання та гарячого водопостачання (ГВП). Електрична енергія від ЕК споживатиметься для потреб котельні, тепла енергія буде використовуватись для підігріву оборотної мережевої води. Також передбачена локальна факельна система для можливості спалювання ЗГ у аварійних випадках.

Діяльність за Проектом передбачує наступні заходи:

- буріння і конструктивне облаштування газовідвідних свердловин;
- прокладка трубопроводів газового дренажу;

- будівництво колодязів газового дренажу;
- прокладка магістрального трубопроводу до технологічного майданчику;
- будівництво технологічного майданчику;
- монтаж основного обладнання, яке включає:
 - блок підготовки ЗГ;
 - систему обліку ЗГ;
 - факельну установку для аварійного спалювання ЗГ;
 - блок компресування;
- прокладка магістрального трубопроводу до котельні;
- встановлення когенераційного комплексу;
- заміна палинкових пристроїв на котлах та переобладнання котельні для можливості спалювання ЗГ.

Система збору, транспортування, підготовки та утилізації ЗГ буде працювати наступним чином:

- всі свердловини з перфорованими поліетиленовими трубами (52 одиниці, які приблизно рівномірно охоплюють всі існуючі робочі карти основного тіла полігону) з'єднані поліетиленовими перфорованими трубопроводами з 4 колодязями газового дренажу, які зв'язані магістральним трубопроводом з технологічним майданчиком;
- ЗГ з газозбірних свердловин подається через горизонтальні дренажні трубопроводи до колодязів газового дренажу за рахунок декомпресії, створеної вакуумними насосами;
- зібраний ЗГ з колодязів газового дренажу через магістральний трубопровід подається до технологічного майданчику;
- на технологічному майданчику відбувається відокремлення ЗГ від краплинної вологи та його очищення, а також аналіз його складу і реєстрація кількості;
- ЗГ прокачується компресором через систему моніторингу та через магістральний трубопровід в котельню для утилізації його енергетичного потенціалу;
- передбачене впровадження резервної системи для можливості факельного спалювання ЗГ в аварійних ситуаціях або у випадку перевищення технічних можливостей споживання енергетичним комплексом та котельнею.

Моніторинг реалізації проекту передбачає постійне вимірювання кількості та якості звалищного газу, який буде збиратись та подаватись на котельню для спалювання в ГТУ та котлах. Виміри мають прово-

дяться з використанням витратоміра та газоаналізатора. Температура і тиск звалищного газу будуть також вимірюватися аналізатором газів.

Згідно проведеним розрахункам, зібраний звалищний газ буде повністю утилізований енергетичним комплексом та котельнею, причому потреби останньої у неопалювальний сезон будуть задовільнені практично повністю, тоді як для покриття значно більших потреб котельні під час опалювального сезону на додаток до ЗГ потрібно буде використовувати природний газ.

УДК 697.341:658.264

А. Г. Даниленко, Н. В. Барановский

Корпорация «Укртеплоэнерго», г. Киев

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС НА БАЗЕ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ И КОГЕНЕРАЦИОННЫХ УСТАНОВОК В КАМЫШОВОЙ БУХТЕ ГОРОДА СЕВАСТОПОЛЯ

В настоящее время Корпорацией «Укртеплоэнерго» завершена разработка технико-экономического обоснования создания энергетического комплекса на базе тепловых насосов и когенерационных установок в Камышовой бухте города Севастополя. Работа выполнена по заказу КП «Севтеплоэнерго» СГС согласно результатов проведенного тендера. Данный проект является развитием идей, изложенных в «Региональной программе модернизации коммунальной теплоэнергетики города Севастополя», разработанной ИТТФ в 2009 году. Учитывая важность и ответственность поставленной задачи, к разработке отдельных специализированных разделов ТЭО были привлечены ведущие профильные организации, в том числе японские компании Sumitomo Corp. и Marubeni Corp., Глобал Дизайн Инститьют, Институт экологии и энергосбережения, ГП «ЧерноморНИИпроект» г. Одесса, Севастопольский «Стройпроект», «УкрЭкоАудит» г. Донецк и другие.

В качестве исходных данных для проектирования были приняты следующие индикативные величины: 42 МВт тепловой нагрузки и 20 МВт электрической. В дальнейшем эти исходные данные были под-

тверждены соответствующим анализом. При этом в качестве отправных точек при проектировании были использованы следующие положения:

- проектируемый энергетический модуль с тепловыми насосами и когенерацией должен быть объединен в единый энергокомплекс с существующей котельной Рыбаков, 1. При этом догрев теплоносителя, согласно температурного графика, в отопительный период должен осуществляться за счет использования котлов этой котельной;

- в качестве источника низкопотенциального тепла должна использоваться морская вода;

- потребность тепловых насосов в электрической энергии для собственных нужд должна полностью покрываться за счет электроэнергии, вырабатываемой когенерационной установкой;

- суммарная выработка тепла тепловыми насосами и когенерацией должна обеспечить присоединенную нагрузку горячего водоснабжения.

С целью оптимального подбора основного технологического оборудования, используемого в проекте, т.е. тепловых насосов и когенерационных установок, был проведен детальный анализ рынка соответствующего оборудования, выведен интегральный критерий его для выбора. В результате данной проработки выбор был остановлен на четырех тепловых насосах швейцарской фирмы Friotherm марки Unitop 34FY-10179U с установленной тепловой мощностью 7,5 МВт и на трех когенерационных установках 18MACH-II-SI фирмы Mitsubishi с электрической мощностью 5,75 МВт. Ожидаемый суммарный энергетический баланс энергомодуля приведен на рис. 1.

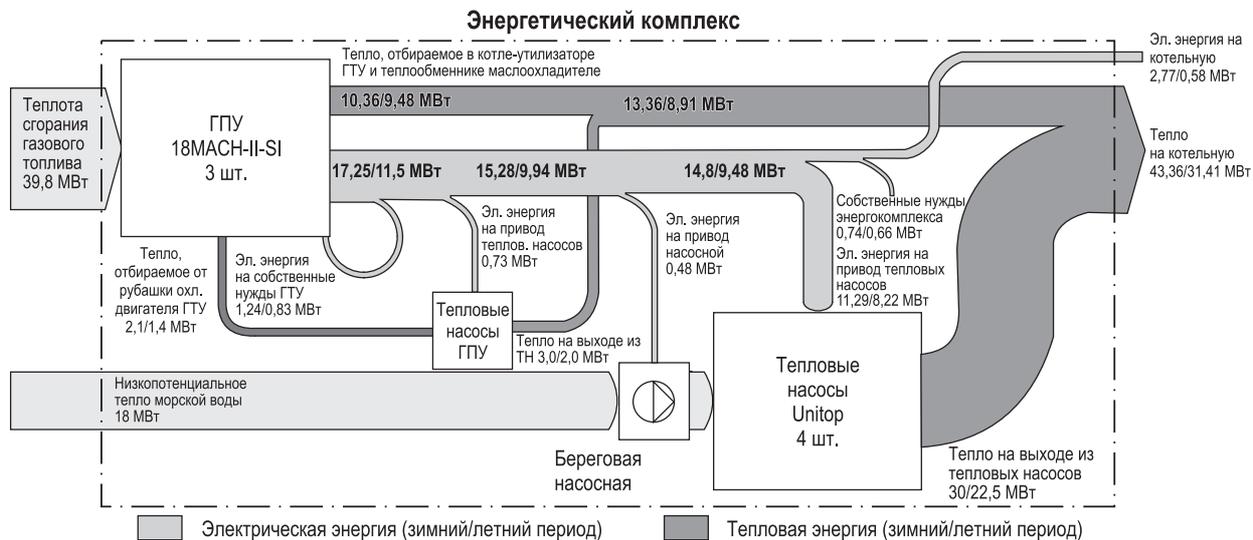


Рис. 1. Энергетический баланс энергомодуля

С учетом вышеизложенного, была разработана принципиальная тепловая схема комплекса, которая позволила интегрировать вновь

проектируемый энергетический модуль и существующую котельную через блок пластинчатых водоподогревателей, установленных в обратной магистрали тепловых сетей, в единый комплекс.

Для обеспечения низкопотенциальным теплом энергомодуля, проектом предусматривается строительство береговой насосной станции с комплексом водозаборных и водовыпускных сооружений. В качестве насосных агрегатов использованы пять погружных насосов Wilo SCH 2350-1, для напорных трубопроводов – 5 ниток стальных труб Ø 630x10, глубоководный выпуск реализован в одну нитку с помощью полиэтиленовых композитных труб.

В ТЭО так же были проработаны основные архитектурно-строительные решения и требования инженерным коммуникациям и системам, что позволило определить их инвестиционную составляющую и оценить затраты на эксплуатацию.

В ходе разработки специализированного раздела ОВОС был проведен анализ воздействия на окружающую среду от реализации проекта, в т.ч. влияние на атмосферный воздух и водные ресурсы, влияние шума и электромагнитных полей. Данный анализ показал допустимость создания энергокомплекса. Одновременно, в соответствии с действующими международными методиками было подсчитано сокращение выбросов парниковых газов, которое может быть достигнуто при реализации проекта. Эта величина составляет около 60 т CO₂ в год.

Расчеты капитальных затрат были выполнены согласно ДБН Д.1.1-2000 «Правила определения стоимости строительства», на основании данных по аналогичным объектам. При этом структура инвестиционной составляющей проекта выглядит следующим образом (рис. 2).

№ п/п	Наименование статьи затрат	Сумма, тыс. грн.
1	Строительно-монтажные работы	152 810
2	Оборудование, мебель и инвентарь, в т.ч.	496 555
2.1	Оборудование когенерации	212 198
2.2	Тепловые насосы	203 195
3	Пусконаладочные работы	21 942
4	Проектные работы	9 544
5	Государственная экспертиза	99
6	Прочее	142 386
	Всего:	823 336



Рис. 2. Структура инвестиционной составляющей проекта

Расчеты экономических показателей проекта подтверждают, что, несмотря на его значительную капиталоемкость, он является экономически обоснованным и целесообразным.

В экономический раздел ТЭО включен возможный график реализации проекта, составленный в виде диаграммы Ганта.

Выводы

Проанализировав полученные результаты расчетов, авторы считают возможным сделать следующие выводы:

- Проект может быть рекомендован для дальнейшей реализации.
- Только при оперативном решении организационных вопросов, связанных с финансированием работ по созданию энергокомплекса, возможно завершение работ по его строительству до 31 декабря 2012 года, т.е. в рамках действующего Киотского протокола.

УДК 658.264

А. М. Тарадай, А. В. Шушляков, Е. Г. Кириленко

*Харьковский государственный технический университет
строительства и архитектуры, г. Харьков*

АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ, ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Дефицит топливно-энергетических ресурсов и возрастающая потребность в тепловой энергии являются объективными причинами поиска путей повышения энергоэффективности и экологической безопасности получения и использования тепловой энергии (ТЭ), снижения затрат традиционных видов топлива.

Основными путями решения актуальной проблемы повышения энергоэффективности источников ТЭ, систем теплоснабжения являются: повышение КПД существующих генераторов тепловой энергии (ГТЭ), снижение потерь ТЭ в тепловых сетях и у потребителей.

© А. М. Тарадай, А. В. Шушляков, Е. Г. Кириленко, 2011

Анализ информации об эффективности работы существующих генераторов тепловой энергии (ГТЭ) показал, что КПД промышленных нагревательных печей составляет примерно 25% [1], котлов котельных жилищно-коммунальных хозяйств (ЖКХ) – 50–70% [2, 3]. Потери тепла в системах трубопроводов централизованных систем теплоснабжения составляет до 18% [2, 3], а потери тепла в инженерных системах потребителей ТЭ составляют до 22% [2, 4]. В среднем потери теплоты ГТЭ, в тепловых сетях и у потребителей составляют 50–60% [2, 3]. Потребители используют всего около 40–50% тепловой энергии, которая получается при сжигании топлива [2, 4].

Основными причинами больших теплопотерь на всех переделах централизованных систем теплоснабжения (ЦСТС) являются:

- морально устаревшие и физически изношенные модели существующих котлов, которые выработали свой ресурс и подлежат замене;
- изношенные трубы существующих систем теплоснабжения;
- нарушенная тепловая изоляция труб и, как следствие изношенности труб, большие утечки теплоносителя (воды);
- низкий уровень эксплуатации участков систем теплоснабжения, подведомственных потребителям тепловой энергии.

Чтобы потребитель получил требуемое количество тепловой энергии с учетом всех потерь, производительность ТЭ котла должна быть равна:

для централизованных систем теплоснабжения:

$$Q_{K_{\text{ЦСТС}}} = Q_{\text{П}} + \Delta Q_{\text{К}} + \Delta Q_{\text{С}} + \Delta Q_{\text{П}}, \quad (1)$$

для децентрализованной системы теплоснабжения:

$$Q_{K_{\text{ДЦСТС}}} = Q_{\text{П}} + \Delta Q_{\text{К}} + \Delta Q_{\text{П}}, \quad (2)$$

где $Q_{K_{\text{ЦСТС}}}$; $Q_{K_{\text{ДЦСТС}}}$ – производительность котла по теплу;

$Q_{\text{П}}$ – расчетная потребность в ТЭ потребителя;

$\Delta Q_{\text{К}}$; $\Delta Q_{\text{С}}$; $\Delta Q_{\text{П}}$ – потери тепловой энергии, соответственно, котлом, наружными тепловыми сетями и трубопроводами, подведомственными потребителю.

Расчетное количество ТЭ, которое должно быть доставлено потребителю от котла $Q_{\text{П}}$, рассчитывается по формуле:

Для ЦСТС

$$Q_{\text{П}_{\text{ЦСТС}}} = Q_{\eta_{\text{К}} \eta_{\text{С}} \eta_{\text{П}}}. \quad (3)$$

То же, для ДЦСТС

$$Q_{\text{ЛДЦСТС}} = Q\eta_{\text{К}}\eta_{\text{П}}, \quad (4)$$

где Q – теплотворная способность расчетного количества топлива при полном его сгорании в котлах;

$\eta_{\text{К}}; \eta_{\text{С}}; \eta_{\text{П}}$ – КПД, соответственно, котла, наружных тепловых сетей, системы теплоснабжения потребителя.

Потери тепловой энергии на всех переделах системы теплоснабжения можно рассчитать по формулам.

Потери ТЭ в котлах равны:

$$\Delta Q_{\text{К}} = Q(1 - \eta_{\text{К}}). \quad (5)$$

То же, системы трубопроводов наружных тепловых сетей:

$$\Delta Q_{\text{С}} = Q\eta_{\text{К}}(1 - \eta_{\text{С}}). \quad (6)$$

То же, системы теплоснабжения здания (потребителя):

$$\Delta Q_{\text{П}} = Q\eta_{\text{К}}\eta_{\text{С}}(1 - \eta_{\text{П}}). \quad (7)$$

Для децентрализованных систем теплоснабжения потери тепловой энергии рассчитываются по аналогичным зависимостям:

$$\Delta Q_{\text{К}} = Q(1 - \eta_{\text{К}}). \quad (8)$$

$$\Delta Q_{\text{П}} = Q\eta_{\text{К}}(1 - \eta_{\text{П}}). \quad (9)$$

Энергетическая эффективность ЦСТС рассчитывается по формуле:

$$\varepsilon_{\text{ЦСТС}} = \frac{Q\eta_{\text{К}}\eta_{\text{С}}\eta_{\text{П}}}{Q[\eta_{\text{К}}\eta_{\text{С}}\eta_{\text{П}} + (1 - \eta_{\text{К}}) + \eta_{\text{К}}(1 - \eta_{\text{С}}) + \eta_{\text{К}}\eta_{\text{С}}(1 - \eta_{\text{П}})]} 100\%. \quad (10)$$

То же, для ДЦСТС:

$$\varepsilon_{\text{ДЦСТС}} = \frac{Q\eta_{\text{К}}\eta_{\text{П}}}{Q[\eta_{\text{К}}\eta_{\text{П}} + (1 - \eta_{\text{К}}) + \eta_{\text{К}}(1 - \eta_{\text{П}})]} 100\%. \quad (11)$$

Для сравнения энергоэффективности ЦСТС и ДЦСТС рассмотрим два варианта этих систем.

Вариант 1. Существующие системы теплоснабжения. Котлы ЦСТС и ДЦСТС имеют КПД 70%. Потери ТЭ на котлах 30%; потери ТЭ наружными тепловыми сетями 18%, а тепловыми сетями потребителя 22% [2; 5].

Вариант 2. Системы теплоснабжения после реконструкции. Существующие котлы заменены на современные котлы с КПД 90%. Трубы наружных тепловых сетей заменены на новые, с тепловой изоляцией из полимерных материалов. Потери ТЭ в наружных тепловых сетях не более 8%. Потери в тепловых сетях потребителя – 1% [4].

Энергоэффективность ЦСТС составляет:

Вариант 1.

$$\eta_{\text{ЦСТС}} = \frac{Q \cdot 0,7 \cdot 0,82 \cdot 0,78}{Q[0,7 \cdot 0,82 \cdot 0,78 + 0,3 + 0,7 \cdot 0,18 + 0,7 \cdot 0,82 \cdot 0,22]} \cdot 100\% = 44,8\%.$$

Вариант 2.

$$\eta_{\text{ЦСТС}} = \frac{Q \cdot 0,9 \cdot 0,92 \cdot 0,99}{Q[0,9 \cdot 0,92 \cdot 0,99(1 - 0,9) + 0,9(1 - 0,92) + 0,9 \cdot 0,92(1 - 0,99)]} \cdot 100\% = 82\%.$$

Энергоэффективность ДЦСТС:

Вариант 1.

$$\eta_{\text{ДЦСТС}} = \frac{Q \cdot 0,7 \cdot 0,78}{Q[0,7 \cdot 0,78 + (1 - 0,7) + 0,7(1 - 0,78)]} \cdot 100\% = 54,6\%.$$

Вариант 2.

$$\eta_{\text{ДЦСТС}} = \frac{Q \cdot 0,9 \cdot 0,99}{Q[0,9 \cdot 0,99 + (1 - 0,9) + 0,9(1 - 0,99)]} \cdot 100\% = 89,1\%.$$

Из приведенных расчетов видно, что реконструкция систем ЦСТС позволит повысить их энергоэффективность на 37,2%, что существенно уменьшит расходы традиционных видов топлива.

Энергоэффективность ДЦСТС до их реконструкции выше энергоэффективности ЦСТС на 9,8%, а после реконструкции ДЦСТС – их эффективность увеличилась до 89,1%, что на 44,3% выше по сравнению с существующими (без реконструкции) ЦСТС и на 7,1% выше энергоэффективности ЦСТС после их реконструкции.

Таким образом, энергоэффективность ДЦСТС всегда будет выше по сравнению с ЦСТС, если КПД сравниваемых котлов одинаковые.

На основании полученных результатов, очевидно, что системы централизованного теплоснабжения целесообразно использовать, если тепловая нагрузка распределяется равномерно и компактно относительно источников теплоснабжения [2, 4, 5].

Потребители, удаленные от источников теплоснабжения, а так же потребители с незначительной тепловой нагрузкой, целесообразно переводить на децентрализованное теплоснабжение.

Для обеспечения высокой энергоэффективности ДЦСТС необходимо использовать котлы с КПД 90–95%. Трубопроводы ДЦСТС следует тщательно теплоизолировать.

В качестве генераторов тепловой энергии (котлов) в ДЦСТС могут использоваться электрические, газовые котлы, котлы, работающие на жидком или твердом топливе, либо комбинированные котлы.

С учетом подорожания электроэнергии и газа, в настоящее время целесообразно использовать твердотопливные котлы (ТТК).

В зависимости от назначения котла и вида топлива наиболее эффективно можно использовать те твердотопливные котлы, в которых сжигаются традиционные виды топлива, уголь, дрова, торф, а так же переработанные отходы древесины или продукции сельского хозяйства.

В твердотопливных котлах могут быть реализованы слоевой, вихревой или двухстадийный способы сжигания топлива. Наиболее широко используются котлы со слоевым способом сжигания топлива, которые можно считать универсальными, так как в их топках могут сгорать все виды топлива. Однако, топливо, содержащее щелочные металлы, например, лузга и стебли подсолнечника, целесообразно измельчать и сжигать в котлах с вихревым способом сжигания, чтобы пары щелочных металлов не конденсировались на поверхности теплообменников [6] и не снижали энергоэффективность котлов.

По количеству камер твердотопливные котлы могут быть одно-, двух- или трехкамерные. Однокамерные котлы имеют топку и зольник. В топке сжигают топливо. Зола при этом собирается в зольнике. Двухкамерные котлы (газогенераторные котлы) имеют камеру для пиролиза топлива, в которую загружают топливо, нагревают его до температуры пиролиза, а продукты пиролиза поступают во вторую камеру, где сгорают. Кокс (древесный уголь) сгорает в первой камере. Трехкамерные котлы имеют топку, в которой топливо подвергается пиролизу и частично сгорает. В продуктах сгорания топлива содержатся несгоревшие компоненты пиролиза топлива. Поэтому, смесь газов и несгоревших продуктов пиролиза топлива поступают во вторую камеру, в которую дополнительно подается воздух, и происходит дожигание несгоревших компонентов топлива. Продукты сгорания из второй камеры поступают в третью, где газы охлаждаются, и отделяется зола.

Твердотопливные котлы могут изготавливаться из чугуна (секционными) или жаропрочной стали. С футеровкой из огнеупорного материала либо без футеровки.

Большинство твердотопливных котлов малой мощности имеют температуру газов в топке 800–850 °С, а температура газа на выходе из котлов составляет 110–160 °С. КПД таких котлов находится в пределах 70–85%.

Современные твердотопливные котлы работают с естественным или принудительным способом удаления дымовых газов. Пиролизные и вихревые котлы работают с принудительным удалением газа.

Продолжительность сгорания топлива в котлах регулируется путем изменения расхода воздуха, подаваемого на горение. Котлы длительного горения могут работать от одной загрузки топлива до 14 дней. Мощность и КПД котла при медленном горении будут минимальными. Если в зону горения подается оптимальный расход воздуха, то котел будет работать с максимальным КПД и максимальной мощностью. Расход воздуха регулируется автоматически.

Загрузка крупнокускового топлива в топку котла производится вручную. Переработанное топливо, как правило, загружается с помощью специальных устройств. Объем воздуха на горение топлива и продуктов сгорания можно рассчитать по методике [1, 7, 8].

Геометрические размеры котлов зависят от вида и объема загружаемого в топку котла топлива, способа удаления продуктов сгорания топлива, конструкции топки, зольника, теплообменника, размеров каналов для подвода воздуха и удаления газов.

В настоящее время на рынок энергетического оборудования Украины поставляют свою продукцию такие страны, как Германия, Италия, Россия, Польша, Турция, Испания и др. Только в Германии производят котлы более пяти тысяч фирм. Поэтому рынок предлагает широкий выбор котлов малой мощности, которые могут работать на разных видах топлива. Из-за отсутствия единых обобщенных критериев выбора котлов потребителю трудно подобрать оптимальную модель для конкретных условий ее эксплуатации.

При сравнении энергетической эффективности ЦСТС и ДЦСТС было установлено, что децентрализованные системы имеют более высокую энергоэффективность. При этом экологическая эффективность, большинства современных котлов малой мощности, не может быть высокой, так как котлы с КПД 70–85% выбрасывают в приземный слой атмосферы 15–30% горючих компонентов топлива, загрязняя окружающую

щую среду. Кроме того, недостатком ДЦСТС является то, что в качестве теплоносителя необходимо использовать воду, очищенную от солей жесткости и агрессивных газов. Известны разные способы водоподготовки [9, 10, 11]. На практике для предотвращения отложения солей жесткости часто используют химические реагенты, которые связывают соли жесткости и частично предотвращают отложение накипей [9, 10, 11].

Одним из путей предотвращения отложения накипей на поверхности теплообменника является использование теплоносителя из трубопроводов систем централизованного теплоснабжения (с разрешения владельцев ЦСТС).

Для сравнения экологической эффективности ЦСТС и ДЦСТС будем считать, что топливо, используемое в котлах одинаковое. Котлы имеют одинаковый КПД и не оборудованы устройствами для очистки дымовых газов. В процессе сгорания топлива образуются оксиды углерода, оксиды азота, сажа, бенз(а)пирен и другие углеводороды. Такие газы, как CO_2 , NO_2 , CH_4 , попадая в атмосферу создают парниковый эффект. А CO , NO_x , а также сажа вместе с загрязняющими веществами, которые содержатся в атмосферном воздухе, образуют группы, обладающие эффектом суммации действия, которые негативно влияют на здоровье людей и экологическую ситуацию в приземном слое атмосферы.

Таким образом, если котлы ЦСТС и ДЦСТС не укомплектованы оборудованием для очистки газа, то их экологическая эффективность тем меньше, чем меньше КПД.

С целью повышения экологической эффективности котлов необходимо изменять способ сжигания твердого топлива так, чтобы продукты сгорания топлива перед выходом из топки проходили через слой кокса, раскаленного до температуры 1300–1500 °С, чтобы при этих температурах выгорали все компоненты топлива, способные гореть, а также бенз(а)пирен и другие загрязняющие вещества [12].

Выводы

1. Энергетическая эффективность ЦСТС будет тем выше, чем выше КПД котла и меньше непроизводительные потери тепловой энергии в наружных тепловых сетях и у потребителя.

2. Причиной низкого КПД котлов может являться несовершенные способы сжигания топлива.

3. Экологическая эффективность систем теплоснабжения будет тем выше, чем выше КПД котлов, а также при использовании оптимально-

го способа сжигания топлива и наличия оборудования для очистки газов.

Оптимальным способом сжигания топлива может считаться способ сжигания топлива в твердотопливных котлах с двумя зонами пиролиз.

Список использованной литературы

1. Григорьев В. А., Зорина В. М. Справочник. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 551 с.
2. Лукьянов А. В. Теоретические основы и способы повышения энергоэкологических характеристик теплогенераторов для локальных систем теплоснабжения: Автореф. дис. ... доктора техн. наук: 05.23.03 / Донбасская национ. академия строительства и архитектуры. – Макеевка, 2008. – 26 с.
3. Ключниченко Е. Е. Современные проблемы и задачи формирования энергоэффективности городов // Коммунальное хозяйство городов: Научн. техн. сб. «Техника», вып. 49. – 2003. – С. 8–14.
4. Колієнко А. Г. Енергоефективність систем централізованого теплопостачання, комплексний підхід до вирішення проблеми. ЕКОінформ, № 2 (262). – 2011. – С. 14–15. (W.W.W. solotube).
5. Кшановский В. И., Власюк А. В., Мельниченко О. В. Ренесанс централизованного отопления // Отопление, водоснабжение, канализация, кондиционеры, № 2. – 2005. – С. 85–88.
6. Малышев А. Ф., Зарицкий С. А., Лантратов М. Ф. Натрий и калий. – Л.: Гос. научн.-технич. издат. химической литературы, 1959. – 392 с.
7. Щеголев М. М., Гусев Ю. А., Иванова М. С. Котельные установки. – М.: Изд. лит. по строительству, 1966. – 424 с.
8. Ривкин С. Л. Термодинамические свойства воздуха и продуктов сгорания топлив. – М.–Л.: Гос. Энергетическое издат., 1962. – 142 с.
9. Кострыкин Ю. М., Мищерский Н. А., Коровин О. В. Справочник. Водоподготовка и водный режим энергообъектов низкого и среднего давления. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 254 с.
10. Гомен Н. Д., Носачева Ю. В. Разработка доступных ионитов для ресурсосберегающих процессов умягчения воды // Экотехнологии и ресурсосбережения, № 6. – 2004. – С. 51–54.
11. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов. – М.: НПО ОБТ, 1993. – 192 с.
12. Патент України № 49221. МПК (2009) F24B 7/00. Генератор теплової енергії / Шушляков О. В. (Україна), Паламарчук О. Ю. (Україна) та ін.; Заявл. 12.10.2009; Опубл. 26.04.2010; Бюл. № 8. – 3 с.

В. Н. Клименко

Институт технической теплофизики НАН Украины, г. Киев

ПОВЫШЕНИЕ ТЕПЛОВОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТОПИТЕЛЬНЫХ КОТЕЛЬНЫХ ПРИ ПОМОЩИ ТЕПЛОНАСОСНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Представляет практический интерес оценка топливной эффективности водогрейного (или парового) котла, надстроенного тепловым насосом, утилизирующим сбросную теплоту котла. При сжигании в котле природного газа или влажных твердых органических топлив (древесины, торфа и др.) в продуктах сгорания образуется большое количество водяных паров, а скрытая теплота парообразования сбрасывается с уходящими газами в окружающую среду. Особенно ощутимы потери котла с уходящими газами при сжигании биотоплив с высокой влажностью, так как львиная доля теплоты сгорания будет уходить на испарение содержащейся в топливе влаги. При использовании для утилизации сбросной теплоты теплового насоса принципиально можно обеспечить сколь угодно низкую температуру уходящих газов, то есть полезно использовать практически всю скрытую теплоту парообразования. Однако максимум топливной эффективности котла с тепловым насосом достигается при определенной оптимальной температуре уходящих газов, т.к. при ее снижении наряду с ростом количества утилизируемой теплоты увеличиваются и затраты на привод ТН в связи с ростом $\Delta t = T_k - T_{и}$ за счет снижения температуры в испарителе $T_{и}$ при температуре в конденсаторе $T_k = \text{const}$.

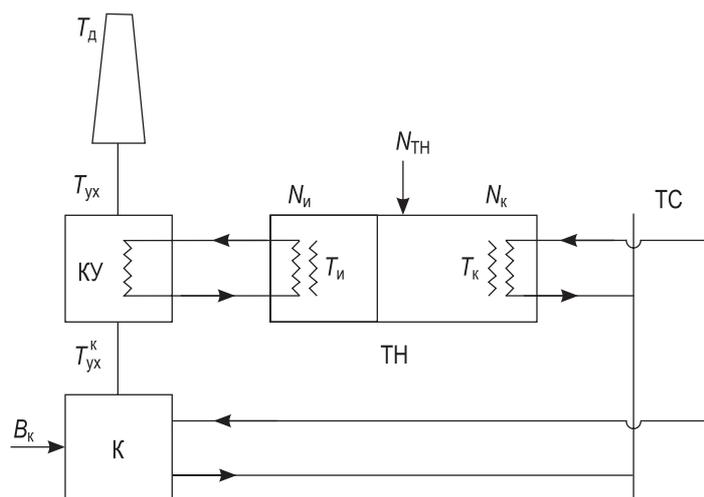


Рис. 1. Схема комбинированной установки на базе отопительного котла и теплового насоса

Схема утилизации сбросной теплоты котла при помощи ТН представлена на рис. 1.

Охлаждаясь в котле-утилизаторе от температуры T_{yx}^k до T_{yx} , сбросные газы котла отдают часть физической теплоты, соответствующую доле $\frac{T_{yx}^k - T_{yx}}{T_{yx}^k - 273}$, и часть теплоты парообразования, соответствующую

доле $\frac{T_p - T_{yx}}{T_p - 273}$, где T_p – температура точки росы уходящих газов котла.

Пренебрегая потерями от охлаждения наружных поверхностей котла, имеющего КПД котла η_k , физическая составляющая утилизируемой теплоты определяется соотношением:

$$N_{yx} = \frac{T_{yx}^k - T_{yx}}{T_{yx}^k - 273} \frac{B_k Q_H^p (1 - \eta_k)}{860}. \quad (1)$$

Конденсационная составляющая:

$$N_{\text{конд}} = \frac{T_p - T_{yx}}{T_p - 273} \frac{(Q_B^p - Q_H^p) B_k}{860}. \quad (2)$$

Суммарная теплота, отведенная в котле-утилизаторе от уходящих газов котла, составляет тепловую мощность испарителя ТН:

$$N_{\text{и}} = \frac{B_k Q_H^p}{860} \left[\left(1 - \frac{t_{yx}}{t_{yx}^k} \right) (1 - \eta_k) + \left(1 - \frac{t_{yx}}{t_p} \right) \left(\frac{Q_B^p}{Q_H^p} - 1 \right) \right] = \frac{B_k Q_H^p \gamma}{860}, \quad (3)$$

где

$$\gamma = \frac{Q_B^p}{Q_H^p} - \eta_k - \left(\frac{1 - \eta_k}{t_{yx}^k} + \frac{\frac{Q_B^p}{Q_H^p} - 1}{t_p} \right) t_{yx}. \quad (4)$$

B_k – расход топлива на котел;

Q_H^p , Q_B^p – низшая и высшая теплотворная способность топлива.

Для теплового насоса при коэффициенте преобразования ϕ :

$$N_T = \frac{\phi}{\phi - 1} N_{\text{и}}.$$

Следовательно, тепловая мощность, отдаваемая ТН в сеть, равна

$$N_T = \frac{B_K Q_H^p}{860} \frac{\varphi}{\varphi - 1} \gamma, \quad (5)$$

а требуемая мощность теплового насоса составляет

$$N_{ТН} = \frac{B_K Q_H^p}{(\varphi - 1) 860} \gamma. \quad (6)$$

Суммарная выработанная тепловая энергия комбинированной установки (котел +ТН)

$$N = N_{\text{кот}} + N_T = \frac{B_K Q_H^p}{860} \left(\eta_K + \frac{\varphi}{\varphi - 1} \gamma \right). \quad (7)$$

В общем случае расход топлива на выработку этой тепловой энергии в комбинированной установке составит с учетом уравнений (6) и

$$B^{\text{ЭКВ}} = N_{ТН} \frac{\tau_{\text{э}}}{\tau_{\text{ТОП}}}$$

$$B = B_K + B^{\text{ЭКВ}} = B_K \left[1 + \frac{\tau_{\text{э}}}{\tau_{\text{ТОП}}} \frac{\gamma}{(\varphi - 1)} \frac{Q_H^p}{860} \right]. \quad (8)$$

Удельный приведенный расход топлива для комбинированной установки, где $B^{\text{ЭКВ}}$ – расход топлива, эквивалентный мощности теплового насоса.

$$q = \frac{B}{N} = \frac{\frac{860}{Q_H^p} + \frac{\tau_{\text{э}}}{\tau_{\text{ТОП}}} \frac{\gamma}{(\varphi - 1)}}{\eta_K + \varphi \frac{\gamma}{\varphi - 1}}. \quad (9)$$

С учетом (9) и равенства $q_K = \frac{B_K}{N_K}$:

$$\bar{\delta} = \frac{q_K - q}{q_K} = \frac{\varphi - \eta_K \frac{\tau_{\text{э}}}{\tau_{\text{ТОП}}} \frac{Q_H^p}{860}}{\varphi + \eta_K \frac{\varphi - 1}{\gamma}}. \quad (10)$$

Из уравнения (10) следует, что граница эффективной работы комбинированной установки, как и отдельно работающего ТН (при $q_K - q_{ТН} = 0$ или $q_K - q = 0$), определяется соотношением:

$$\varphi_0 = \eta_k \frac{\tau_3}{\tau_{\text{ТОП}}} \frac{Q_H^p}{860}. \quad (11)$$

При $\varphi < \varphi_0$ комбинированная установка уступает по своей эффективности котлу. Если в качестве базового для сравнения принять современный отопительный котел с $\eta_k = 0,92$, работающий на природном газе с $Q_H^p = 8100$ [ккал/нм³], то при современных тарифах на электроэнергию – $\tau_3 = 0,93$ [грн./кВт·ч] (по 2-му классу с НДС) и на природный газ – $\tau_{\text{ТОП}} = 1,309$ [грн./нм³] (для ЖКХ с НДС) граничный коэффициент эффективного преобразования теплового насоса составит $\varphi_0 = 6,15$. Это означает, что при $\varphi < 6,15$ (что соответствует $T_k/T_{\text{и}} > 1,1$) генерирование теплоты при помощи теплового насоса будет производиться с большими удельными затратами топлива (или в общем случае – финансовых ресурсов), чем генерирование того же количества теплоты соответствующих параметров в котле.

Важной особенностью рассмотренной комбинированной схемы генерирования теплоты при помощи котла и теплового насоса, утилизирующего исключительно теплоту сбросных газов котла, является экстремальный характер зависимости q от температуры газов после котла-утилизатора. Поскольку в уравнении (9) коэффициенты γ и φ , зависящие от T_{yx} , влияют противоположным образом на q , то существует определенное значение T_{yx} , а следовательно и $T_{\text{и}}$, при которой q имеет минимальное значение, то есть эффективность генерирования теплоты – максимальная. Минимум функции $q = f(t_{\text{yx}})$ находим численным способом с учетом уравнения (4), $T_{\text{и}} = T_{\text{yx}} - \Delta$ и $T_k = T_c + \Delta$, где Δ – минимальный перепад температур теплоносителей в испарителе и конденсаторе ТН. На рисунке 2 представлены результаты расчетов, выполненных для условий: $\eta_k = 0,92$; $Q_H^p = 8100$ [ккал/нм³]; $Q_B^p / Q_H^p = 1,148$; $t_{\text{yx}}^k = 120$ °С; $t_p = 55$ °С; $T_k = 338$ К; $\tau_3/\tau_{\text{ТОП}} = 0,71$; $0,51$ и $0,321$ [нм³/кВт·ч]; $\Delta = 0$ и 5 °С.

Как видим, приведенные затраты топлива на выработку теплоты в комбинированной установке меньше аналогичных затрат котла лишь при температурах уходящих газов из котла-утилизатора газов выше определенного уровня, зависящего от температурного напора Δ и затратного коэффициента $\tau_3/\tau_{\text{ТОП}}$. Уменьшение Δ приводит к росту теплового коэффициента теплового насоса, как это следует из уравнения:

$$\varphi = \frac{k(T_c + \Delta)}{(T_c - T_{\text{yx}}) + 2\Delta}, \quad (12)$$

где T_c – температура теплоносителя, подаваемого в теплосеть.

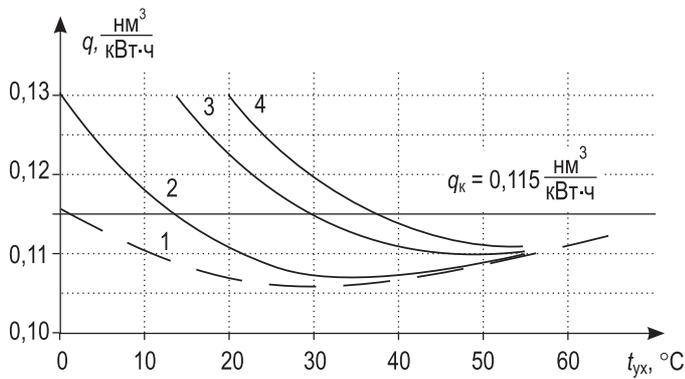


Рис. 2. Зависимость удельных приведенных затрат топлива на выработку теплоты в комбинированной установке от температуры уходящих газов ($t_k = 65 \text{ }^\circ\text{C}$):

1, 2 – $\tau_3/\tau_{\text{ТОП}} = 0,321 \text{ м}^3/\text{кВт}\cdot\text{ч}$; 3 – $\tau_3/\tau_{\text{ТОП}} = 0,51 \text{ м}^3/\text{кВт}\cdot\text{ч}$; 4 – $\tau_3/\tau_{\text{ТОП}} = 0,71 \text{ м}^3/\text{кВт}\cdot\text{ч}$; пунктирная линия – для $\Delta = 0 \text{ }^\circ\text{C}$; сплошные линии – для $\Delta = 5 \text{ }^\circ\text{C}$.

$\Delta = 0 \text{ }^\circ\text{C}$, $t_{\text{yx}}^{\text{опт}} = 32 \text{ }^\circ\text{C}$ (см. кривую 1 на рис. 2). При этом во всем диапазоне температур конденсации (от 0 до t_p) эффективность комбинированной установки остается в этом случае более высокой, чем эффективность котла. Наличие оптимума температуры уходящих газов котла при утилизации их теплоты с конденсацией влаги было отмечено также в работе [3] на основе эксергетического анализа аналогичной тепловой схемы утилизации с использованием теплового насоса, хотя влияние экономической составляющей на эффективность утилизации теплоты в этой работе и не рассматривалось.

Из вышесказанного следует, что по мере роста тарифов на природный газ модернизация отопительных котлов на базе использования тепловых насосов становится все более привлекательной. Расход топлива на модернизированный котел, работающий с ТН и обеспечивающий номинальную тепловую $N_{\text{ког}}$ комбинированной установки, может быть определен по уравнению

$$B'_k = B_k \frac{\eta_k}{\eta_k + \frac{\varphi}{\varphi - 1} \gamma}. \quad (13)$$

Относительная экономия топлива определяется равенством

Следовательно при уменьшении Δ снижаются затраты ТН на обеспечение заданной T_c и граница эффективной работы установки смещается в сторону меньших значений T_{yx} . При снижении затратного коэффициента $\tau_3/\tau_{\text{ТОП}}$, то есть при снижении тарифов на электроэнергию или увеличении на топливо, граница эффективной работы установки и минимум удельных затрат на выработку теплоты смещаются в сторону меньших t_{yx} . При $\tau_3/\tau_{\text{ТОП}} = 0,321 \text{ [м}^3/\text{кВт}\cdot\text{ч]}$ и

$$\bar{\sigma} = \frac{B_{\text{к}} - B'_{\text{к}}}{B_{\text{к}}} = \frac{1}{1 + \frac{(\varphi - 1) \eta_{\text{к}}}{\varphi \gamma}}, \quad (14)$$

которое может быть получено также из уравнения (10) при условии $\tau_{\text{э}}/\tau_{\text{ТОП}} = 0$, то есть при условии использования в ТН «бесплатной» электрической энергии.

Требуемая относительная мощность теплового насоса составляет:

$$\bar{N}'_{\text{ТН}} = \frac{N'_{\text{ТН}}}{N_{\text{КОТ}}} = \frac{1}{\varphi + \frac{(\varphi - 1)}{\varphi} \eta_{\text{к}}}. \quad (15)$$

При максимальной утилизации сбросной теплоты котла ($t_{\text{yx}} = 0$)

$$\gamma = \frac{Q_{\text{В}}^{\text{р}}}{Q_{\text{Н}}^{\text{р}}} - \eta_{\text{к}},$$

а снижение расхода топлива на котел, работающий в составе комбинированной установки, по сравнению с автономным котлом зависит полностью от температуры теплоносителя $T_{\text{с}}$ и температурных напоров Δ в теплообменниках (см. уравнения 14 и 12). Зависимости $\bar{\sigma} = f(t_{\text{с}})$ и $\bar{N}'_{\text{ТН}} = f(t_{\text{с}})$ представлены на рисунке 3.

Как следует из рисунка, величина замещенного топлива увеличивается с ростом температуры теплоносителя сети $t_{\text{с}}$ и температурных напоров в испарителе и конденсаторе ТН, что обусловлено ростом доли энергии ТН в теплоте, отдаваемой установкой в теплосеть. Естественно, при этом снижается эффективность генерирования теплоты (см. рис. 2).

Указанные выше показатели эффективности комбинирован-

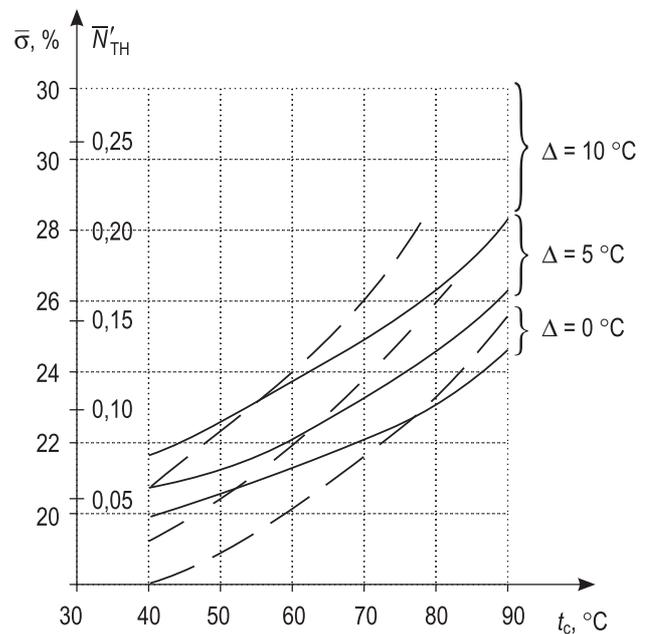


Рис. 3. Зависимость экономии топлива (сплошная линия) и относительной мощности ТН (пунктирная линия) от температуры сетевого теплоносителя при различных температурных напорах в теплообменниках ТН.

ной установки рассчитаны при тарифе на природный газ $\tau_{\text{ТОП}} = 2740$ [грн./1000 м³] и на электроэнергию $\tau_э = 0,88$ [грн./кВт·ч]. По мере увеличения $\tau_{\text{ТОП}}$ удельный расход топлива на выработку теплоты в комбинированной установке будет снижаться практически пропорционально уменьшению $\tau_э/\tau_{\text{ТОП}}$ при сохранении на том же уровне количества утилизированной теплоты и мощности теплового насоса.

Список использованной литературы

1. Жовмір М. М. Утилізація низькотемпературної теплоти продуктів згорання палив за допомогою теплових насосів // Пром. теплотехніка. – 2008. – Т. 30, № 2. – С. 90–98.

По всем вопросам, касающемся содержания статьи, просим обращаться к автору Клименко Виктору Николаевичу по адресу: klimenko@biomass.kiev.ua

UDK 66.048.94

Virginijus Strioga

E energija, Vilnius, Lithuania

REMODELING OF THE DISTRICT HEATING SCHEME 2001-2011: AKMENE MODERNIZATION CASE, LITHUANIA

Analyzing a situation on world energy market, it is easily to see that Ukraine needs serious modernization in the system of heat-energy supply.

Similar modernization was conducted in Akmenecity, Lithuania.

Some executed measures are presented below:

1. Old boiler house with 12 boiler units (8 DKVR-10/13 type steam boiler units, 1 DE-25 type steam boiler unit, 3 PTVM-30 type hot water units) – New efficient 17,2 Gcal boiler house.

2. Replaced 21 km of old inefficient heating network pipes into new pre-insulated pipes.

3. 164 modern heat sub-stations have been installed to increase the efficiency.

4. Cost saving: biomass boiler house. 2010 launched construction of biomass (wood chips) boiler house in Akmene (5 MW+1,2 MW economizer).

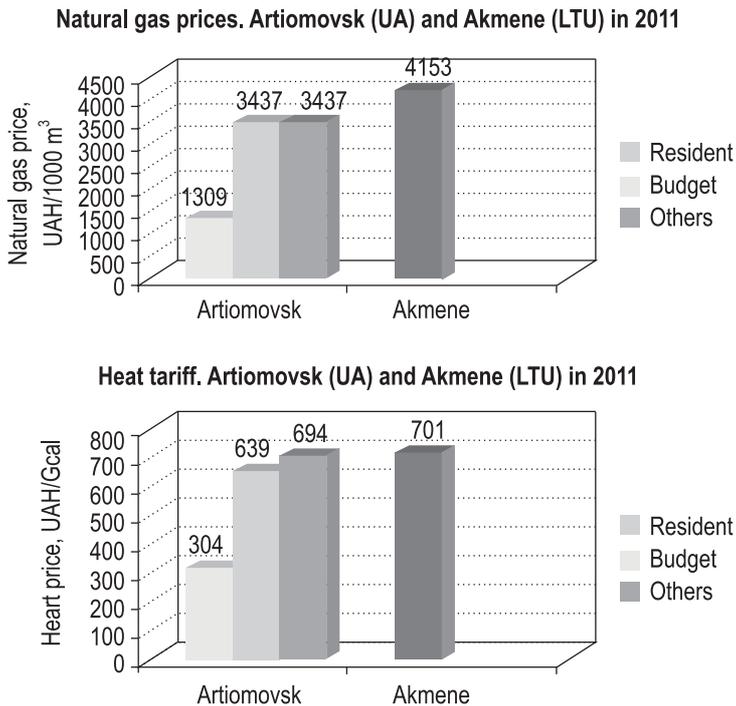


Fig. 1. Comparison: Artiomovsk (UA) and Akmene (LTU) natural gas prices and heat tariff

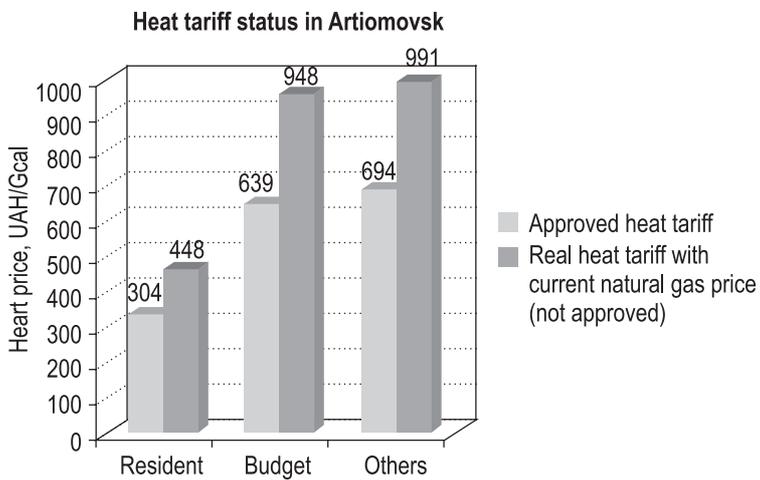


Fig. 2. Heat tariff status in Artiomovsk

Key conditions for successful development of district heating sector in Ukraine:

- Tariff correlation with natural gas price;

- Real losses in heat generation and transmission are included into heat tariff;
- Regulate, prevent and reduce disconnecting consumers from DH;
- Natural gas price – competitive for district heating companies and individual users;
- Improve legal basis for the reducing the number of insolvent users;
- Improve legal basis enabling pledge of DH assets to speed up private financing of DH modernization projects;
- Equal state support opportunities both for private and public DH companies;
- Promote social responsibility and saving of resources through modernization of DH assets.

УДК 550.367

В. Н. Кучеренко

ОКП «Донецктеплокоммунэнерго, г. Донецк

МОДЕРНИЗАЦИЯ КОМУНАЛЬНОЙ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ ДОНЕЦКОЙ ОБЛАСТИ НА БАЗЕ ОКП «ДОНЕЦКТЕПЛОКОМУНЭНЕРГО»

Областное коммунальное предприятие «Донецктеплокоммунэнерго» создано в 1978 году и предоставляет услуги теплоснабжения потребителям в 33 городах и поселках Донецкой области. Предприятие является одним из крупнейших в Украине. Среди потребителей – 6441 жилой дом и 4488 организаций.

21 производственная единица предприятия эксплуатирует огромное тепловое хозяйство, состоящее из 368 котельных и 1224 км тепловых сетей в двухтрубном исчислении. На котельных предприятия установлено 1234 котла единичной мощностью од 50 кВт до 100 МВт.

Необходимость в реконструкции систем теплоснабжения нами была осознана еще в те славные времена, когда газ был по 50 \$ за 1000 м³. Это было вызвано неудовлетворительным состоянием основного и вспомогательного оборудования котельных, ежегодно принимаемых от других ведомств, и значительной изношенностью тепловых сетей. Мо-

рально и физически устаревшие котлы исчерпали свой ресурс и работали за его пределами, что являлось причиной низкой энергоэффективности и малой надежности. Отсутствие свободных денежных средств сделало невозможным поддержание систем теплоснабжения на должном техническом уровне.

Для снижения затрат на проведение реконструкций, в 1998 году на базе производственной единицы «Константиновкатеплосеть» было создано научно-производственное подразделение ОКП «Донецктеплокоммунэнерго» по изготовлению предварительно изолированных пенополиуретаном труб диаметром 57–325 мм.

В 2001 году в г. Донецке создана производственная база по изготовлению высокоэффективных котлов типа КСВа, элементов водогрейных котлов среднего давления, водоподогревателей, блочных водоподготовительных установок ВПУ-5.

Котлы, изготовленные предприятием, комплектуются итальянскими горелками фирмы RIELLO.

На предприятии также работает лаборатория сварки, действует установка для поверки счетчиков холодной и горячей воды и тепловых счетчиков.

С 2004 года внедрение энергосберегающих мероприятий на предприятии осуществляется программно – в соответствии с проектом совместного осуществления «Реконструкция систем теплоснабжения в Донецкой области», разработанным Институтом промышленной экологии (г. Киев) в рамках Киотского Протокола, и Региональной программой реабилитации коммунальной теплоэнергетики Донецкой области, разработанной Институтом технической теплофизики НАН Украины.

В результате интенсивной работы по реализации этих Программ по состоянию на 01.06.2010 г. выполнены следующие мероприятия:

- закрыта 51 низкоэффективная котельная, а их потребители подсоединены к другим котельным предприятия;

- внедрены 512 высокоэффективных котлов с КПД не ниже 91% (типа КСВа, КВГ-6,5, КВ-ГМ, КВД), взамен 1232 низкоэффективных котлов;

- заменено 229,3 км тепловых сетей на предварительно изолированные пенополиуретаном трубы: стальные трубы ППУ, изопрофлекс, касафлекс;

- внедрено 24 теплоутилизатора за котлами средней мощности типа ТВГ, КВГ;

- внедрены 176 частотных преобразователей на электродвигателях тяго-дутьевого и насосного оборудования;
- внедрены 29 индивидуальных тепловых пунктов у потребителей котельных в городах Славянск, Ждановка;
- внедрены две когенерационные установки ДвГА-500 мощностью по 0,5 МВт каждая для комбинированной выработки тепловой и электрической энергий в котельных городов Енакиево и Славянск.

Внедрение 512 ед. высокоэффективных котлов малой мощности позволило снизить расход природного газа котельными, на которых выполнена реконструкция с 195,5 млн. м³ в 1998 году до 165,7 млн. м³ в 2009 г.

Наличие собственного подразделения по производству трубы ППУ дает возможность предприятию активно производить реконструкцию тепловых сетей. С 2008 года в дополнение к трубе собственного производства мы начали внедрять предварительно изолированные трубы из прошитого полиэтилена типа «изопрофлекс» и «касафлекс» (предварительноизолированная гофрированная труба из нержавеющей стали).

В 2010 году планируется реконструкция 33,8 км канала тепловых сетей. По состоянию на 01.06.2010 г. уже изготовлено и доставлено в производственные единицы 9,5 километров трубы ППУ. Кроме этого, на склад предприятия завезено 11,8 километров трубы «изопрофлекс» Ду40 – Ду 90 мм для замены тепловых вводов потребителям.

Результат внедрения труб ППУ – снижение потерь тепловой энергии в наружных сетях. Так, с 2003 года потери тепловой энергии снижены на 36,7 тыс. Гкал.

Относительно новое энергосберегающее мероприятие – внедрение теплоутилизаторов за котлами средней мощности типа ТВГ, КВГ. Утилизаторы тепловой энергии также изготавливаются на нашем предприятии. За счет утилизации тепла уходящих газов производится догрев «обратки» на входе в котел.

Метод апробирован в 2008 году в котельной «Центральная 2» в г. Константиновка и доказал свою состоятельность как в энергосберегающем аспекте, так и в экономическом.

На сегодня уже внедрено 24 ед. оборудования данного типа. До начала отопительного сезона планируем внедрить еще 14 теплоутилизаторов.

С 2007 года мы занимаемся установкой преобразователей частоты на электродвигателях дымососов; на котельных с качественно-количественным методом регулирования отпуска тепловой энергии частотные преобразователи установлены также на ЭД сетевых насосов.

176 единиц оборудования уже внедрено. Мероприятие окупаемое, но требует квалифицированного обслуживания. С этой целью в этом году на базе ПЕ «Константиновкатеплосеть» создан участок по обслуживанию преобразователей частоты.

Новое в коммунальной теплоэнергетике мероприятие – тепловые насосы.

В Краматорске на котельной «1 Мая» введены в действие 2 французские теплонасосные установки фирмы «Carrier», использующие в качестве источника низкопотенциальной теплоты канализационные стоки. Насосы работают на нагрузку горячего водоснабжения. На первом этапе к установке подключены потребители ТП «1 Мая» в количестве 2280 человек.

Сегодня выполнен полный мониторинг работы установки, который показал, что заявленный коэффициент преобразования COP 3,6, в летнее время при температуре канализационных стоков 16–18 °С составляет 4,8, т.е. на выработку 1 МВт тепловой энергии в горячей воде (21,5 м³) расходуется всего 210 кВт·ч электрической энергии.

В 2010 году на конкурс проектов в Министерство ЖКХ направлен проект 2-й очереди с подключением потребителей ТП «Клубный» с количеством потребителей 2121 человек.

Таким образом, результат работы предприятия по двум программам в сравнении с 2003 годом – это снижение потребления природного газа на 59,8 млн. м³; снижение потребления жидкого топлива на 1,9 тыс. тн; снижение потребления электроэнергии на 1,94 млн. кВт·час.

Но мы не живем сегодняшним днем и не останавливаемся на достигнутом. Результатом поиска эффективных решений и полученных рекомендаций энергетических аудитов, которые были проведены силами ОКП «Донецктеплокоммунэнерго», совместно с Институтом технической теплофизики НАН Украины разработана «Региональная программа модернизации коммунальной теплоэнергетики Донецкой области» на период 2010–2014 гг., которая согласована с МинЖКХ и утверждена сессией Областного Совета.

За базовый уровень потребления энергоресурсов принят 2008 год.

В рамках областной Программы модернизации перед предприятием поставлена задача дальнейшего снижения потребления энергоресурсов, максимального повышения качества предоставляемых потребителям услуг и сокращения выбросов парниковых газов. Для реализации намеченного предусмотрено установить 233 котла с КПД не ниже 91% и заменить 325 газовых горелок на котлах. Также планируется дальней-

шее внедрение теплоутилизаторов, частотных преобразователей, когенерационных установок, тепловых насосов, индивидуальных тепловых пунктов у потребителей, замена тепловых сетей на трубы в пенополиуретановой изоляции и существующих насосных агрегатов на энергоэкономичные. Также планируется внедрение новых направлений – пиролизных котлов мощностью 100, 300 и 700 кВт, работающих на древесных брикетах и стружке в г. Торез и г. Дебальцево.

На реализацию вышеперечисленных энергосберегающих мероприятий за 5 лет необходимо затратить средств в объеме 930,8 млн. грн.

Если рассмотреть текущий год, то, при плане финансирования из госбюджета в размере 92,5 млн. грн., ожидаемое финансирование из стаб. фонда составляет 6,4 млн. грн. (6,9%);

Областной бюджет при плане в 25,1 млн. грн. выделил 10,0 млн. грн. (39,8%).

Местные бюджеты теоретически подтвердили свое софинансирование на уровне 2,56 млн. грн. при запланированных 24,4 млн. грн. (10,5%).

И только само предприятие благодаря продаже Единиц сокращения выбросов за 2009 год в рамках проекта СО уже выполнило свой план капиталовложений в энергосбережение.

Такая статья финансирования, как «прочие», предусматривает привлечение средств инвесторов и «дешевых» кредитов. Но пока и эта статья не визуализировалась.

Таким образом, план действий и желание творить у нас есть. Дело за малым – за преодолением последствий экономического кризиса, за восстановлением инвестиционной привлекательности страны и за поддержкой коммунальной теплоэнергетики всеми ветвями власти.

Результаты, которых предприятие достигнет при полной реализации программы, – это 30%-ное снижение потребления природного газа; снижение потребления электроэнергии на 17%. Средний срок окупаемости мероприятий составляет 4,1 года. Значительный экологический эффект – снижение выбросов парниковых газов на 28% – будет способствовать оздоровлению экологической ситуации в регионе.

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА РАЗРАБОТКИ ОПТИМИЗИРОВАННЫХ СХЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

Рассмотрены основные этапы и задачи разработки оптимизированных схем теплоснабжения населенных пунктов.

В Украине разработано 120 схем теплоснабжения городов и населенных пунктов. Всего необходимо разработать около 400 схем. Предприятие «Арника-центр» разработало 10 схем теплоснабжения городов и населенных и провело 5 энергоаудитов городов. Научно-методическая работа в направлении модернизации систем теплоснабжения городов и промышленных предприятий проводится в Институте газа НАН Украины. Накоплен определенный опыт, который может послужить в качестве дополнения и конкретизации существующих методических рекомендаций (наказ Мінбуду України від 26 квітня 2006 р. № 147).

Разработка схем теплоснабжения включает в себя следующие основные этапы:

- Паспортизация систем теплоснабжения.
- Анализ показателей эффективности существующих систем теплоснабжения.
- Разработка энергоэффективных проектов.
- Оптимизация выбора энергоэффективных проектов в условиях финансовых ограничений.

Объектом паспортизации являться тепловые источники, тепловые пункты, тепловые сети и тепловые потребители. Паспорт системы теплоснабжения создается в виде взаимосвязанной графической и семантической информации с помощью той или иной геоинформационной программы.

Необходимо проанализировать следующие характеристики эффективности существующей системы теплоснабжения:

- уровень оснащенности приборами учета ТЭР;
- показатели энергетической эффективности;
- показатели качества услуг теплоснабжения;

- показатели надежности системы теплоснабжения;
- изменение объема услуг централизованного теплоснабжения;
- ретроспективные и прогнозируемые цены на энергоносители.

Уровень оснащенности системы теплоснабжения приборами учета потребления ТЭР определяет степень достоверности анализируемой информации. К сожалению только около 5% котельных и 30% потребителей тепловой энергии оснащены приборами учета тепловой энергии.

Характеристики энергетической эффективности системы теплоснабжения включают в себя следующие показатели: коэффициент эффективности использования природного газа в системе теплоснабжения, к.п.д. котлов, удельный расход электроэнергии на отпуск тепловой энергии, потери тепловой энергии в тепловых сетях, соотношение фактически потребленной и необходимой тепловой энергии, соотношение фактической и нормативной подпитки.

Качество услуг теплоснабжения характеризуется уровнем соответствия расчетных и фактических температур и расходов теплоносителя. Качество погодного регулирования характеризуется величиной коэффициента корреляции между потреблением природного газа и количеством градусо-дней.

С точки зрения надежности узким местом систем теплоснабжения являются трубы тепловых сетей. Увеличение из года в год количества повреждений труб является признаком исчерпания их ресурса.

Основным фактором, который влияет на объем услуг централизованного теплоснабжения является количество отключений потребителей.

Анализ этих показателей позволяет более обоснованно подходить к выбору мероприятий по энергоэффективной модернизации систем теплоснабжения.

Основным критерием оценки того или иного мероприятия являются суммарные (капитальные и эксплуатационные) затраты за рассматриваемый период (например 10 лет) работы системы теплоснабжения. Кроме указанного критерия необходимо принимать во внимание и другие критерии: такие как повышение надежности, повышение энергетической независимости, социальная значимость мероприятия по модернизации системы.

Известно большое количество различных проектов энергоэффективной модернизации систем теплоснабжения касающихся тепловых источников, тепловых сетей и тепловых потребителей. Поэтому задача энергоэффективной модернизации систем теплоснабжения является

многовариантной. Для решения этой задачи необходимо выполнение расчетов технико-экономических показателей большого количества потенциальных проектов. С целью автоматизации расчетов, сокращения трудозатрат и времени разработана библиотека электронных таблиц для экспресс-анализа технико-экономических показателей энергоэффективных проектов.

Разработан методический подход к оптимальному выбору проектов энергоэффективной модернизации систем теплоснабжения в условиях финансовых ограничений и с учетом комплекса критериев, математическая модель и соответствующая программа в среде электронных таблиц EXCEL.

Невозможно дать универсальных рецептов по внедрению конкретных проектов, так как их технико-экономическая эффективность зависит от совокупности конкретных факторов.

Тем не менее, можно указать на необходимость внедрения системы энергетического менеджмента в теплоснабжающих организациях и в городах. Реализация этого мероприятия предполагает полный охват тепловых источников и потребителей приборами учета тепловой энергии, создание структурных подразделений энергетического менеджмента в составе теплоснабжающих организаций и городских администраций, обучение персонала и внедрение систем стимулирования персонала по критериям энергоэффективности.

Системы энергетического менеджмента должны выполнять следующие функции: оперативный контроль и анализ эффективности использования ТЭР и воды, оптимальное регулирование теплоэнергетических процессов, прогнозирование характеристик работы систем теплоснабжения, разработка энергоэффективных мероприятий и программы их реализации, мониторинг фактически достигнутой экономии, оптимальное планирование ремонтно-технического обслуживания.

Ю. В. Шеренковський¹, Н. М. Фіалко^{1,2}, В. Г. Прокопов¹,
Г. В. Іваненко¹, В. Л. Юрчук¹, Н. О. Мєранова¹, Г. О. Гнєдаш¹,
О. Є. Малецька¹

¹Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

²Національний технічний університет України «КПІ», м. Київ

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМБІНОВАНИХ СИСТЕМ ТРАДИЦІЙНОГО ТА ЕЛЕКТРИЧНОГО ОПАЛЕННЯ

Актуальною для України є проблема прогресуючого зростання ціни на природний газ, більшу частину якого країна імпортує, на тлі відносно стабільних цін на власне вугілля і ядерне паливо (уран). Це створює умови для порівняно повільного зростання тарифів на електроенергію на фоні стрімкого підвищення ціни на природний газ. Така ситуація сприяє впровадженню комбінованих систем традиційного та електричного теплопостачання. Ці системи завдяки застосуванню електроенергії характеризуються, як відомо, низкою переваг, а саме:

– високою маневреністю, малої інерційністю, постійною готовністю до дії і стабільністю параметрів незалежно від пори року, погодних умов, часу доби, стану оточуючого середовища (температура, тиск, вологість) тощо;

– можливістю дозування потужності електронагріву в місці споживання від часток Ват до декількох десятків і сотень кВт;

– простотою доставки і високою керованістю процесом електронагріву, у тому числі програмованим;

– екологічною чистотою процесу електронагріву в місці споживання (немає викидів в атмосферу і забруднень середовища);

– системою багатоставкових тарифів на електроенергію.

При використанні зазначених систем важливим є питання про оптимальне поєднання традиційних енергоресурсів та електричної енергії. Як величина, що характеризує роль електричної енергії в комбінованій системі, приймається параметр β , який визначає частку компенсованих електронагрівом тепловтрат будівлі. У граничному випадку $\beta = 1$ всі тепловтрати будівлі компенсуються за рахунок електрообігріву. При $\beta = 0$

електроенергія для компенсації тепловтрат зовсім не використовується. Оптимальне значення $\beta_{\text{ОПТ}}$ відповідає такій частці електроенергії в комбінованій системі опалення, яка забезпечує її найбільшу енергетичну ефективність та істотно залежить від характеристики температурної зони, що визначається кількістю градусо-днів S опалювального періоду, типу будівлі, її площі, системи тепlopостачання, що використовується, та ін. Для знаходження оптимального значення $\beta_{\text{ОПТ}}$ проаналізовано характер залежності від параметра β коефіцієнта зведених витрат первинної енергії $K_{\text{ТОП}}(\beta)$, що відповідає конкретним значенням зазначених факторів. Як приклад, на рис. 1 представлені залежності $K_{\text{ТОП}} = f(\beta)$ при різних значеннях опалювальної площі будівлі F для різних температурних зон України. Як видно, оптимальні значення β відповідають місцям стрибкоподібної зміни функції $K_{\text{ТОП}} = f(\beta)$ або границі розглянутого інтервалу $\beta = 0$. Так, при $F = 150 \text{ м}^2$ мінімум $K_{\text{ТОП}}$ має місце для $\beta = 0,225$, при $F = 500 \text{ м}^2$ для $\beta \approx 0,4$ (див. рисунок, а). Тут вказані значення β відповідають стрибкоподібній зміні $K_{\text{ТОП}}$, для яких обсяг річного споживання газу становить 2500 м^3 та 6000 м^3 .

У випадку відносно великих значень опалювальної площі F ($F > 400 \text{ м}^2$) оптимальні значення β збільшуються з ростом F . При цьому для низькотемпературної зони України мають місце помітно більші, ніж для високотемпературної зони величини відносного значення β . Слід зазначити, що поряд з наведеним на рис. 1 можливий і інший характер залежності $K_{\text{ТОП}}(\beta)$.

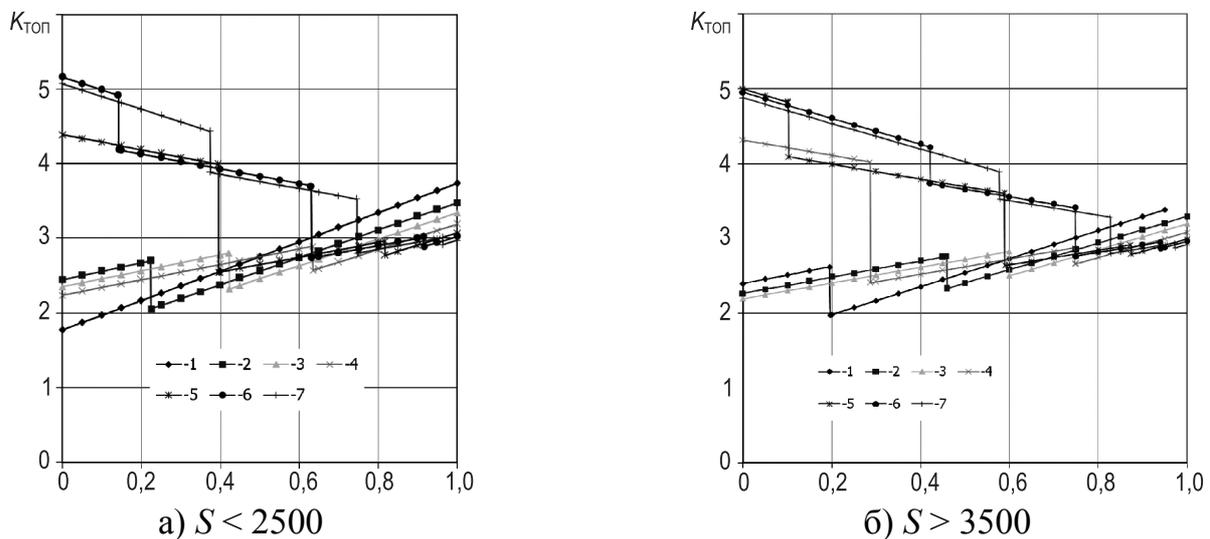


Рисунок. Залежність коефіцієнта зведених витрат енергії палива $K_{\text{ТОП}}$ від частки тепловтрат β , що компенсуються електронагрівом, при використанні у високотемпературній (а) і низькотемпературній (б) зонах України комбінованих систем водяного опалення з газоспоживаючим і електричним котлами для різних значень опалювальної площі F :

1 – $F = 100 \text{ м}^2$; 2 – 150; 3 – 200; 4 – 300; 5 – 500; 6 – 750; 7 – 1000

Таким чином, в даній роботі встановлено можливості підвищення ефективності комбінованих систем традиційного та електричного опалення шляхом оптимізації частки застосування електричної енергії в таких системах.

УДК 620.9.64.658.26

Р. А. Волков

ООО «Полимертепло-Украина», г. Москва

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КАПИТАЛОВЛОЖЕНИЙ В МОДЕРНИЗАЦИЮ КОММУНАЛЬНОЙ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ УКРАИНЫ

Присутствие на одном товарном рынке группы взаимозаменяемых товаров всегда ставит перед потребителем вопрос, связанный с выбором той или иной продукции, способной в полном объеме и максимально эффективно удовлетворить его потребности. В повседневной жизни с подобным вопросом мы сталкиваемся достаточно часто, поэтому не всегда осознаем его значимость и при этом всегда решаем его, отталкиваясь от своих личных соображений и побуждений. Но что делать, когда подобный вопрос возникает у юридического лица, модернизирующего свои основные фонды (к чему относится и реконструкция тепловых сетей), и цена вопроса выражается несколькими группами нолей, как разобраться с этими товарами-субститутами, как выбрать именно тот товар, который способен наиболее эффективно выполнять возложенные на него функции? Как принять взвешенное и рациональное управленческое решение, если продукция, из которой приходится выбирать, отличается между собой, как технико-физическими характеристиками, так и ценой, по которой она реализуется, а в добавок еще существуют годами сложившиеся традиции, которые не всегда способствуют в принятии верного решения, и при этом от нашего выбора зависит экономический результат деятельности предприятия.

Для получения ответа на этот вопрос, прежде всего, необходимо понимать, что любое управленческое решение должно основываться на детальном экономическом анализе существующей проблемы.

© Р. А. Волков, 2011

Прежде чем перейти к анализу экономической эффективности применяемых материалов, предлагаем сначала определить ресурсы, которые в дальнейшем позволят нам сделать этот анализ. Другими словами, необходимо определить цель, ради которой вкладываются средства в реконструкцию тепловых сетей. Ведь в рыночной экономике, помимо социальных аспектов деятельности предприятия, необходимо учитывать и экономические составляющие, позволяющие в дальнейшем не только возвращать вложенные предприятием средства, но и получать прибыль.

За счет снижения тепловых потерь, нам для поддержания необходимых тепловых нагрузок и удовлетворения потребителей, необходимо производить меньше тепловой энергии на 1710,44 Гкал/год. Известно, что для получения одной Гкал тепловой энергии необходимо сжечь в пределах 140 м³ природного газа, стоимость которого для отопления жилых помещений составляет 872,78 грн. за одну тысячу кубов. Поэтому теперь предприятие будет расходовать меньше топлива на 239 461 м³ (или на 11,36%), чем до реконструкции, что в свою очередь приведет к уменьшению переменных затрат предприятия, без малого на 209 000,00 грн. в год. Вот, в общем-то, и найден тот ресурс, который позволит нам со временем вернуть вложенные средства. В этой ситуации возникает парадоксальная вещь. Поскольку экономия происходит за счет уменьшения расхода топлива, то чем выше его цена, тем больше средств экономится. При этом хочу заметить, что фактическое уменьшение переменных затрат предприятия будет больше, чем указанная цифра, так как в расчетах не были учтены затраты, связанные с техническим обслуживанием, ликвидацией аварий и подпиткой тепловой сети, а ведь после реализации проекта эти затраты если не исчезнут совсем, то, по крайней мере, станут существенно меньше.

На рис. 1 видно, что трудозатраты по всем видам строительных работ, кроме «Прокладки трубопроводов», практически одинаковы. А для «Прокладки трубопроводов» в инвестиционном проекте «Изопрофлекс» необходимое количество чел/часов в 2,2 раза меньше, чем в проекте «Сталь».

Замечание абсолютно правильное, но правильное только в том случае, если бы финансовые ресурсы направлялись не на модернизацию основных фондов, а на приобретение сырья, топлива или расходных материалов. По поводу основных фондов, экономическая теория нам говорит, что основные фонды, в модернизацию которых вкладываются капитальные вложения, – это средства труда, которые многократ-

но участвуют в производственном процессе, сохраняя при этом свою натуральную форму, и имеют срок использования более года. Потому, приобретая или создавая средства труда, необходимо сравнивать не их первичную стоимость и тем более не стоимость материалов, из которых они создаются, а соотношение или разницу между планируемым результатом за все время использования средств труда и их первичной стоимостью. И в этом случае анализ эффективности капиталовложений или инвестиционных проектов должен проводиться в среднесрочном или в долгосрочном периоде.

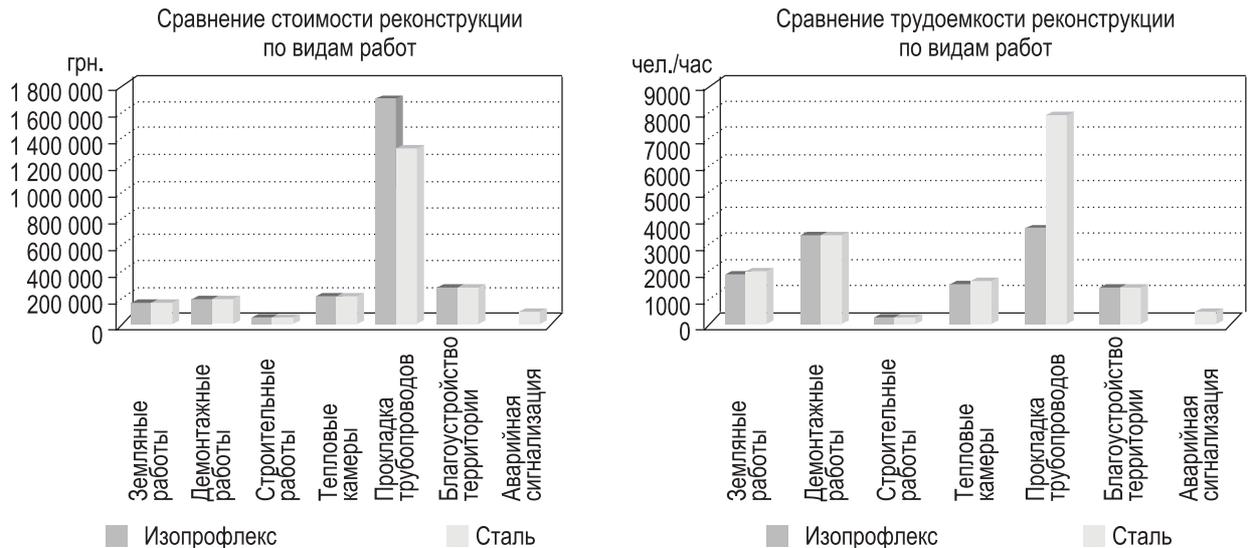


Рис. 1. Сравнение необходимого количества ресурсов

Оценка эффективности инвестиционного проекта – это математическая задача поиска оптимального решения в условиях большого количества переменных значений и неопределенностей. Результатом решения такой задачи должно быть определение проектного решения, способного обеспечить максимальную прибыль при минимальном сроке окупаемости. Эффективность инвестиционного проекта определяется методом оценивания соотношения денежных потоков по проекту. Положительный денежный поток (разница между доходами и затратами) формирует экономическую выгоду для инвестора от реализации проекта.

Следующее, что может интересовать инвестора, – это сколько денег на протяжении всего срока реализации проекта он сможет получить. Другими словами, его интересует чистая приведенная стоимость проекта, которая определяется как общая разница между приведенными доходами и затратами за все года его реализации.

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{(P_t i_t - B_{ut})}{(1+r)^t}$$

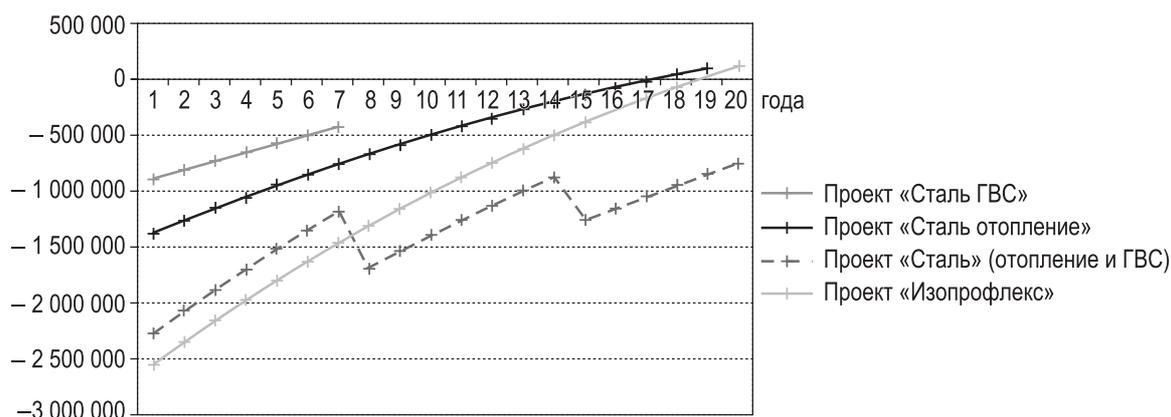


Рис. 2. Окупаемость инвестированного капитала

Сравнение затрат в долгосрочном периоде прекрасно иллюстрирует, чего может стоить предприятию управленческое решение, принятое на основании анализа эффективности взаимоисключающих проектов в краткосрочном периоде. После проведения такого сравнительного анализа возникает вполне логический и справедливый вопрос – может действительно лучше построить один раз качественно и надолго, чем пытаться сэкономить в краткосрочном периоде и при этом в долгосрочном периоде нести дополнительные затраты, которые отрицательно сказываются на экономическом результате деятельности предприятия.

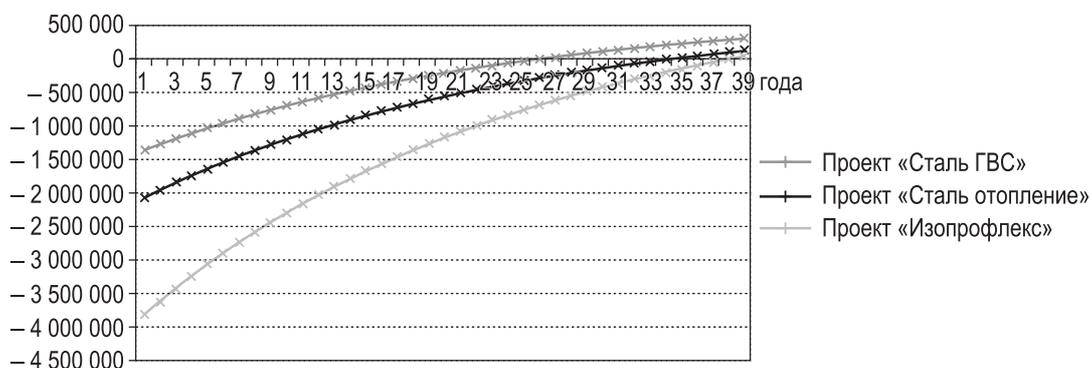


Рис. 3. Окупаемость инвестированного капитала при привлечении кредитных ресурсов

Экономический анализ, проведенный в данной работе, указывает на то, что для повышения показателей экономической эффективности в деятельности предприятий теплоэнергетической отрасли, на тех участках тепловых сетей, где технико-эксплуатационные параметры позво-

ляют применять полимерные трубы из сшитого полиэтилена – применять их просто необходимо. И это должно быть не правом выбора, а нормой, обязательной к исполнению.

УДК 620.9.64:658.26

І. В. Стариков

Нідерландсько-українська стала енергетична платформа, м. Київ

ШЛЯХИ ЗАЛУЧЕННЯ ГОЛЛАНДСЬКИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЖКГ УКРАЇНИ

Нідерландсько-українська стала енергетична платформа (НУСЕП) об'єднує нідерландські та українські організації та сприяє втіленню спільних проєктів в галузі відновлювальної енергетики, а саме енергозбереження в міському господарстві України. Місія НУСЕП полягає в наданні українським організаціям ефективного доступу до голландських технологій, досвіду розробки проєктів та фінансування. Основним фокусом НУСЕП є втілення проєктів енергозбереження в міському середовищі в Україні, включаючи приватні, комунальні і громадські об'єкти. НУСЕП представляє в Україні весь сектор енергозбереження Нідерландів, що охоплює комерційні, галузеві та державні організації. Членами платформи НУСЕП є голландські компанії в сфері енергетики, енергозбереження та відновлювальної енергії, які націлені на співпрацю в Україні.

У зв'язку з підвищенням цін на природний газ питання впровадження заходів щодо енергозбереження на об'єктах житлово-комунального господарства набувають як ніколи особливого значення.

Зокрема, ефективні заходи, які були вжиті в ЖКГ у Нідерландах.

Опалення:

- Більше 90% індивідуального опалення
- Традиційний енергоносіє: газ
- Середній тариф: €70 на людину на місяць
- Сплата за вимірюваний комфорт
- Лібералізований ринок = вибір

ОСББ:

- 56% житла у власності
- Обов'язок доглядати за будівлею:
 - обов'язкове створення ОСББ і автоматичне членство;
 - обов'язковий резерв;
 - новий власник відповідає за старого;
 - делегування завдань професійним постачальникам.

Приклад 1. Аналіз проекту «Ватерштрат»

Вихідна ситуація:

Соціальне житло кінця 1960-х;
4 квартири;
Газове опалення;
Електричний підігрів гарячої води.

Заходи, які були впроваджені:

- 80% тепловий насос;
- 20% газовий котел (пікові моменти);
- Геліосистема:
 - гаряча вода та підготовка опалення;
 - регенерація джерела
- Централізований підігрів води
- Існуюча мережа опалення
- Моніторинг систем і споживання.

Результат від впроваджених заходів:

- Мешканці:
 - рахунки не вище звичайних;
 - підвищений комфорт;
 - вільне місце від бойлеру
- Житлова корпорація:
 - інвестиція на 30 років;
 - використання існуючої системи;
 - покращення іміджу
- Навколишнє середовище:
 - енергозбереження 63%;
 - скорочення CO₂ – 61 т на рік

Приклад 2. Сміттєспалювання

В Нідерландах звалювання відходів заборонено. До 99% відходів спалюється. Сміттєспалювання – це найбільш складний і «високотехнологічний» варіант поводження з відходами. Спалювання вимагає по-

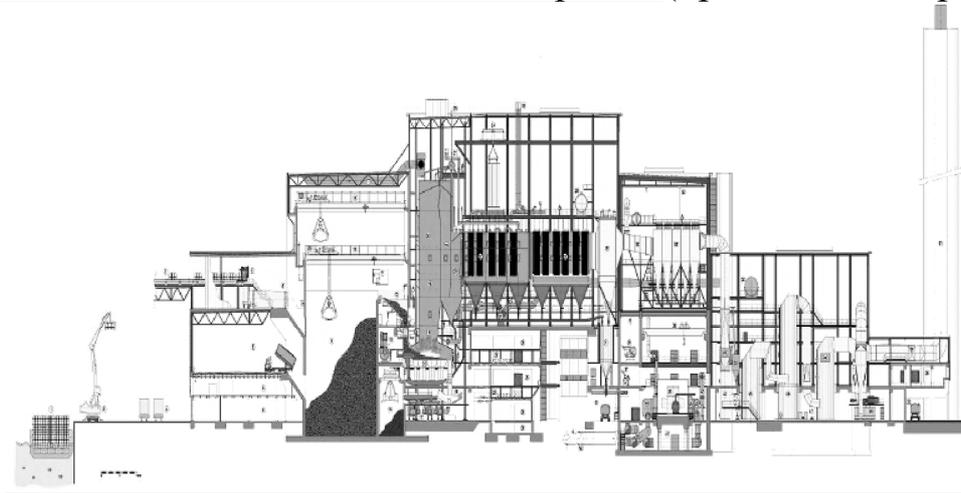
передньої обробки ТПВ (з отриманням т.зв. палива, видобутого з відходів). При поділі з ТПВ намагаються видалити великі об'єкти, метали (як магнітні, так і немагнітні), і додатково його подрібнити. Для того, щоб зменшити шкідливі викиди, з відходів також отримують батарейки та акумулятори, пластик, листя. Спалювання нерозділеного потоку відходів в даний час вважається надзвичайно небезпечним. Таким чином, сміттєспалювання може бути тільки одним з компонентів комплексної програми утилізації. Спалювання дозволяє приблизно в 3 рази зменшити вагу відходів, усунути деякі неприємні властивості: запах, виділення токсичних рідин, бактерій, привабливість для птахів і гризунів, а також отримати додаткову енергію, яку можна використовувати для отримання електрики або опалення.

Основа сучасної системи управління твердими побутовими відходами: мінімізація відходів, роздільний збір, рециклінг і безпечна утилізація відходів, які неможна повторно використати.

1 тонна сміття дає:

- 850 кВт електрики;
- алюміній (до 5 кг), нерж. сталь, цинк, свинець, мідь, срібло і золото;
- 120 кг чистого піску та глини;
- 100 кг кераміки, скла та каміння;
- 25 кг заліза;
- 7 кг солі;
- 5 кг гіпсу.

Сміттєспалювальний завод в Амстердамі (працює з 1917 року)

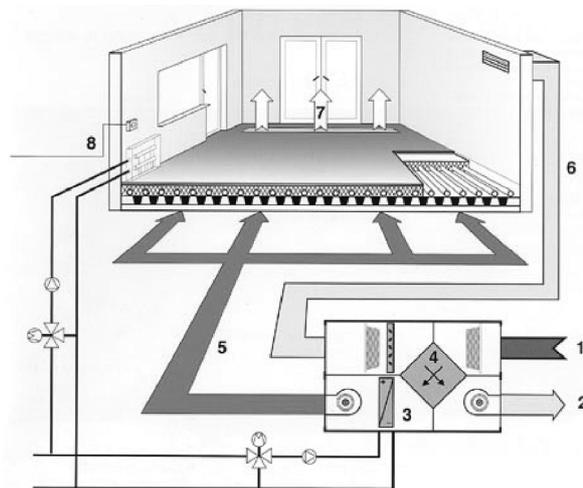


- Електрика:
 - $\frac{3}{4}$ (320 000) домогосподарств;
 - трамвай, метро;
 - 1 000 000 МВт·год/рік.

- Тепло:
 - 10 000 домогосподарств;
 - 300 000 Гкал;
 - заміна 100 000 бойлерів
 - Матеріали повторного використання:
 - маса для фундаменту доріг;
 - чистий пісок;
 - метали;
 - сіль;
 - гіпс
 - 99% переробка
- Недоліки спалювання:
- Інвестиція до €1 млрд.;
 - Плата €68 за 1 тону;
 - Вологість матеріалу;
 - Спалювання CO₂ інтенсивних матеріалів.
- Альтернатива: Сортування та переробка

Приклад 3. Тепло моря

В Гаазі вперше в Європі використано два теплові насоси, які використовують тепло морської води для обігріву будівлі на 800 квартир. Це призвело до зниження викидів CO₂e на 50%.



Пропозиції

- Пошук постачальників та проєктантів.
- Бізнес-місії:
 - для українських компаній до Нідерландів;
 - для голландських в Україну.
- Фінансування ТЕО.

О. І. Сігал, В. Я. Скрипко, Є. Й. Бикоріз, В. І. Капітонов,
В. О. Логвин

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ ПСЕВДОЗРІДЖЕННЯ СУМІШЕЙ

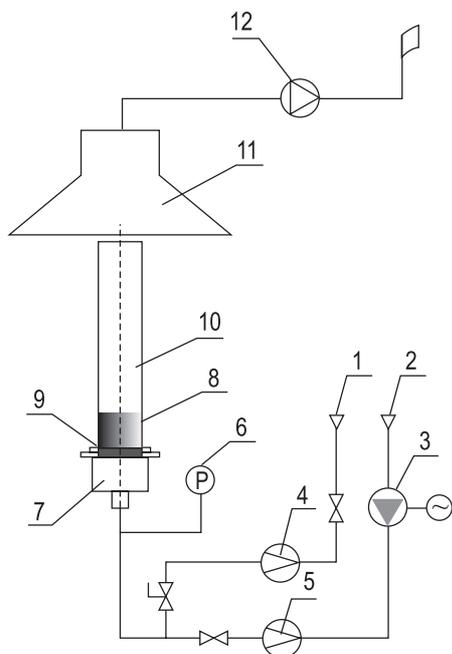


Рис. 1. Схема лабораторної установки для дослідження характеристик зрідженого шару:

1 – підведення газу (пропан-бутан);
2 – дуттьове повітря на зрідження;
3 – дуттьовий вентилятор з регулюванням подачі; 4 – прилад для вимірювання витрати газу; 5 – прилад для вимірювання витрати дуттьового повітря; 6 – прилад для вимірювання тиску повітря (газової суміші) на вході у повітророзподільну решітку; 7 – камера змішування; 8 – зріджений шар; 9 – повітророзподільна решітка; 10 – кварцова камера; 11 – вентиляційний зонт; 12 – важкий вентилятор

У зв'язку з постійним подорожанням природного газу, який є основним видом палива в комунальній та промисловій енергетиці України, все більш актуальною постає необхідність заміщення його вугіллям чи іншими видами палива, що видобуваються в Україні. Для ефективного спалювання низькоякісного вугілля використовується технологія киплячого шару (КШ). Для проектування котлів з використанням цієї технології необхідно врахувати особливості спалювання низькоякісного вугілля. Для дослідження аеродинаміки псевдозрідженого шару створено лабораторну установку, схема якої наводиться на рис. 1.

Технологія роботи лабораторного стенду полягає в наступному: підведення дуттьового повітря для зрідження (1) здійснюється за допомогою пылососа, регулювання витрати повітря (3) здійснюється з допомогою автотрансформатора. Для вимірювання витрати повітря (5) використовується ротаметр РМ-25Г. За допомогою дифманометра вимірюється тиск перед решіткою. Повітря після ротаметра потрапляє у камеру змі-

шування (7) і проходить через повітророзподільну решітку (9), діаметр отворів якої складає 1 мм. На решітку через кварцову камеру (10), яка є камерою згорання, засипається матеріал фракцією більше 1 мм, що підлягає зрідженню. Для розігріву інертного матеріалу використовується газ (1). Витяжний вентилятор (12) та зонт (11) призначені для виведення продуктів спалювання. Діаметр камери згорання складає $59 \cdot 10^{-3}$ м.

Характеристики лабораторної установки представлені у таблиці.

Таблиця

Характеристики лабораторної установки

Витрати повітря, $G, \text{ м}^3/\text{год}$	Швидкість повітря, $w_n, \text{ м/с}$	Тиск перед решіткою, $\Delta P_2, \text{ мм вод. ст.}$	Комплекс, $w_n^2 \cdot \rho/2$
9,2	0,94	3,0	0,5
10,4	1,06	3,5	0,7
11,8	1,20	4,0	0,9
13,6	1,38	5,0	1,2
15,4	1,57	7,5	1,5
17,2	1,75	8,5	1,9
18,8	1,91	10,5	2,2

Залежність аеродинамічного опору газорозподільної решітки ΔP_2 від комплексу $w_n^2 \cdot \rho/2$, де ρ – густина повітря, представлена на рис. 2.

При розпалюванні установки у якості інертного матеріалу було обрано дрібнодисперсний шамот і котловий шлак фракціями від 1 до 2 мм. Температура при розпалюванні суміші в лабораторній установці може перевищувати 1173 К, що може призвести до агломерації інертного матеріалу – котлового шлаку. Тому в якості основного інертного матеріалу було обрано вогнетривкий шамот.

Дослідження швидкості псевдозрідження при горінні паливо-інертних сумішей у співвідношенні 1:10 показали, що зазначена кількість палива практично не впливає на

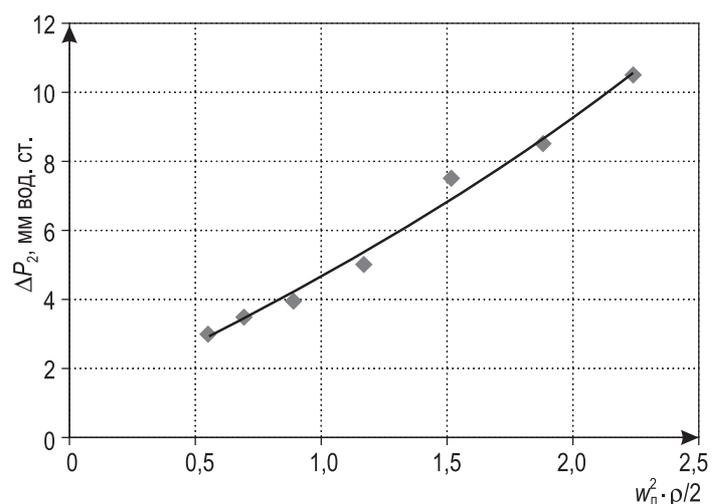


Рис. 2. Залежність аеродинамічного опору газорозподільної решітки від комплексу $w_n^2 \cdot \rho/2$

швидкість псевдозрідження суміші при середньому однаковому діаметрі фракцій шамоту і довгополум'яного вугілля ($d_{\text{ср}} = 1 \div 2$ мм) рис. 3.

При $d_{\text{ср шамоту}} = (1,5 \div 2,5) \cdot d_{\text{ср вугілля}}$ відбувається сегрегація шару і процес псевдозрідження не відбувається. Під тиском повітря легші та менші частинки вугілля піднімаються вгору та утворюють незалежний шар над шаром шамоту. Тому фракція палива не може бути використана меншою від фракції інертного матеріалу.

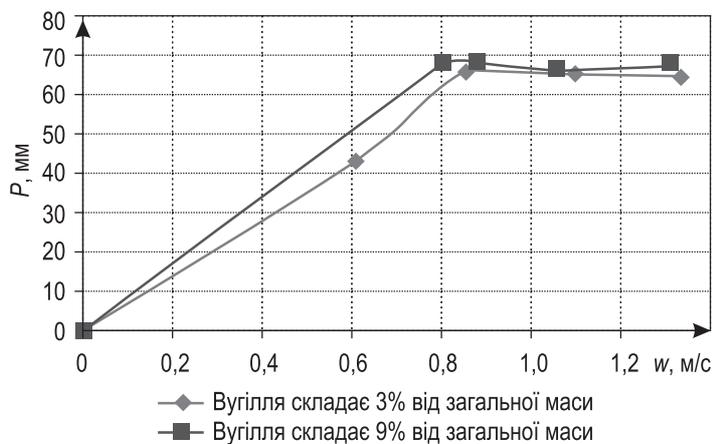


Рис. 3. Залежність опору решітки і КШ від швидкості повітря для сумішей котлового шлаку та двофазного вугілля фракції діаметром від 1 до 2 мм

(90%) та вугілля фракції від 3 до 5 мм (10%) наведено на рис. 4.

Проведені експериментальні дослідження на лабораторній установці показали, що:

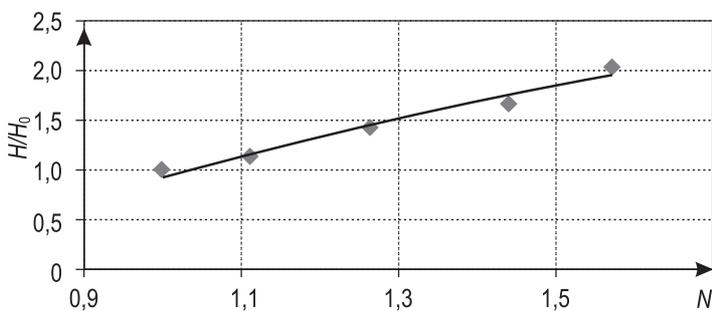


Рис. 4. Залежності ступеня розширення шару від числа псевдозрідження для робочої суміші шамоту фракції діаметром від 1–2 мм (90%) та вугілля фракції діаметром від 3 до 5 мм (10%)

Топковий об'єм розраховується від максимального розширення псевдозрідженого шару. Залежності ступеня розширення шару (H/H_0) від числа псевдозрідження (N) для робочої суміші шамоту фракції діаметром від 1–2 мм

– при розпалюванні паливно-інертної суміші використовувати котловий шлак недоцільно;

– оптимальна кількість палива (до 9%) у псевдозрідженому шарі практично не впливає на процес при $d_{\text{ср шамоту}} = d_{\text{ср вугілля}}$;

– ступінь розширення шару залежить в значній мірі від типу повітророзподільчої решітки;

– не доцільно використовувати в якості інертного матеріалу фракції більше 2 мм для даної лабораторної установки.

О. І. Сігал, Г. П. Кучин, В. Я. Скрипко, Є. Й. Бикоріз,
О. В. Канигін, В. І. Капітонов, В. О. Логвин

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСІВ РОЗПАЛЮВАННЯ НИЗЬКОЯКІСНОГО ВУГІЛЛЯ В ТОПКАХ З НТКШ

Дослідження по спалюванню низькоякісного вугілля в топці з низькотемпературного киплячого шару (НТКШ) проводились на лабораторній експериментальній вогневій установці (вогнева ділянка – кварцева труба діаметром 60 мм) з метою визначення ефективності спалювання твердого палива в топках котлів малої потужності.

У ході експериментів досліджувався аеродинамічний режим при різних температурах спалювання.

Порівняння залежностей опору решітки і киплячого шару (КШ) від швидкості повітря сумішей шамоту фракцією від 1 до 2 мм та вугілля марки Д фракцією від 1 до 5 мм при температурах 288 та 1123 К показують, що при однакових швидкостях псевдозрідження (w) опір решітки та КШ (P) при температурі 1123 К у середньому у 1,25 разів менший від опору решітки та КШ при температурах 288 К (рис. 1). Висота шару (H) при температурах 1123 К більша в середньому в два рази ніж висота шару при температурах 288 К.

Для визначення температурних режимів горіння вугілля марки Д (довгополуменева) та АШ (антрацитовий штит) на лабораторній установці проводились експерименти за схемою: засипався інертний матеріал у камеру горіння, який розігрівався до температури 1237 К за допомогою горіння пропан-бутанової суміші. Після цього припиняється подача газу та періодично і порційно подається вугілля. Відбувається різке зниження температури (рис. 1), після чого виділяються летючі речовини та вугілля починає горіти. Температура підвищується до 1173 К, після чого знову знижується до 1073 К, при якій необхідно провести повторне додавання вугілля для недопущення загасання.

На рис. 2 і 3 наведені температурні режими спалювання вугілля марки Д і АШ, які свідчать, що стабільне горіння вугілля марки Д має

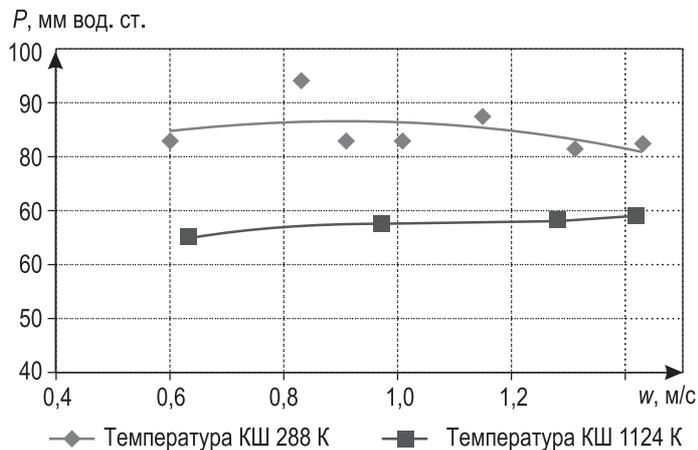


Рис. 1. Залежність опору решітки та КШ від швидкості повітря при різних температурах для суміші шамоту (90%) та вугілля марки Д (10%)

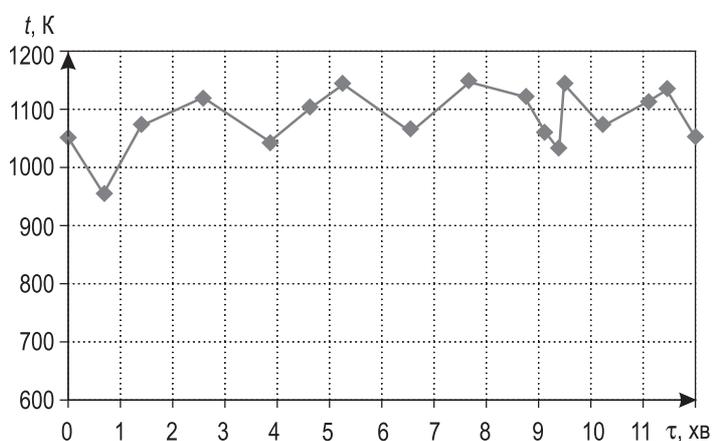


Рис. 2. Температурний режим горіння вугілля марки Д

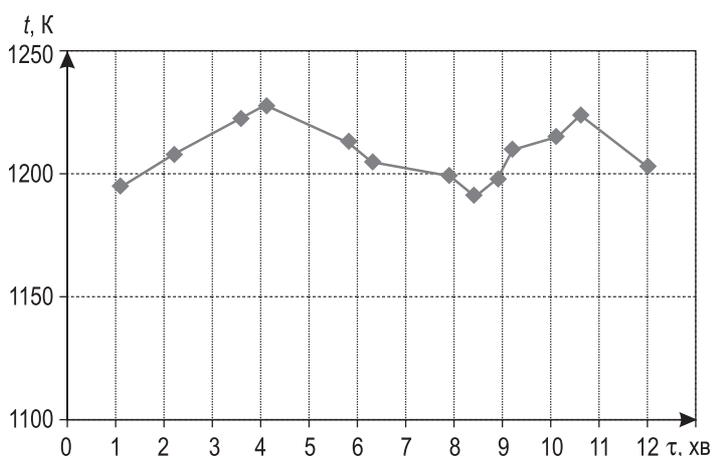


Рис. 3. Температурний режим горіння вугілля марки АШ

нижчу температуру горіння, ніж марки АШ, за рахунок більш в'язкої структури антрацитового штибу і набагато меншої кількості летючих горючих.

Для проведення експериментів була розроблена та виготовлена експериментальна вогнева модель топки розміром 300×300 мм. У ході експериментів визначені достатні та необхідні умови ефективної роботи топки: температурні та аеродинамічні режими стабільного горіння в НТКШ.

У вогневій моделі топки з НТКШ спалювався антрацит Донецького басейну класу 6–13 мм із зольністю до 20% і низькоякісний антрацитний шлам розміром частинок 0–6 мм і зольністю до 60%. При розпалюванні використовували пісок, що нагрівався за допомогою пальника, що працював на скрапленому газі. Після прогрівання топки протягом 20–30 хв витрату газу поступово зменшували і в киплячий шар піску додавали частинки антрациту. При подачі 2,5–3 кг/год антрациту температура в киплячому шарі досягала 1123–1223 К. Збільшення температури до 1273–1323 К приводило до утворення невеликих локальних спеків, легко

руйнованих частинками киплячого шару, при 1393–1423 К утворювалися міцні спеки золи; псевдозрідження порушувалося.

У деяких місцях проривалися газові струмені, спостерігалось каналування. Дослідами встановлено, що киплячий шар антрациту надійно працює при температурах 1123–1223 К, мінімально допустима температура шару складає 1033 К. Пониження її приводить до нестійкої роботи топки і припиненню горіння вугілля.

У дослідах з високозольним антрацитним штибом стійке горіння спостерігається в діапазоні температур 1173–1223 К при витраті штибу 10 кг/год і додатковій подачі природного газу 0,7 м³/год. Витрата повітря склала 25–30 м³/год, коливання температури в шарі не перевищувало ± 5 К. Коли кількість золи в об'ємі киплячого шару досягає 50% загального об'єму, починається шлакування топки при температурі 1223 К. Загасання процесу горіння високозольного антрацитного штибу в киплячому шарі відбувається, очевидно, через низьку теплотворну здатність палива і високу частку негорючого баласту, що вводиться в шар.

У псевдозрідженому шарі процес горіння частинок вугілля істотно інтенсифікується в порівнянні з шаровим спалюванням, оскільки доступ кисню повітря до поверхні частинки тут значно більше, чим до шматків вугілля, що спалюється шаровим способом. Можливість спалити подрібнене паливо робить цей процес спалювання схожим на спалювання в пилевугільній топці з тією перевагою, що час перебування частинки вугілля в псевдозрідженому шарі можна регулювати. Це не вдається зробити в пилевугільних топках. Тривале перебування дрібних частинок вугілля в топці дає можливість понизити механічне недопалювання вуглецю в часточці палива. Особливо цінною є можливість глибокого вигорання вуглецю у високозольних частинках при порівняно невисоких температурах, рівних 1123–1223 К.

Результати експериментів по спалюванню частинок вугілля в киплячому шарі піску показали, що при температурі в межах 1073–1173 К швидкість згорання частинок визначається, в основному, швидкістю масопередачі кисню; конвективна масопередача кисню дуже мала для частинок вугілля менше 3 мм, але стає значною для частинок більшого розміру.

Проведені досліди по спалюванню частинок вугілля марок Д і АШ в псевдозрідженому шарі показали, що температура частинок вугілля, що горять, вище на 100–180 К, ніж температура інертних частинок.

О. І. Сігал, Є. Й. Бикоріз, А. В. Канигін, В. О. Логвин

Институт технічної теплофізики НАНУ, м. Київ

ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИЧНИХ ТА ГІДРОДИНАМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МАТЕРІАЛІВ ХОЛОДНОГО ПСЕВДОЗРІДЖЕНОГО ПАЛИВНОГО ШАРУ

1. Загальні положення

Отримання даних при холодному зрідженні (температура 288 К) паливного шару дозволяє визначити основні характеристики, при яких відбувається зрідження, моделювати поведінку псевдозрідженого шару при його горінні, а також окреслити додаткові напрямки проведення досліджень на гарячих моделях (температура від 1123 до 1273 К).

Метою досліджень холодного зрідженого шару є отримання даних щодо:

- дисперсного складу та вагових характеристик проб та сумішей;
- визначення критичної швидкості початку псевдозрідження W_0 , робочого псевдозрідження W_p , швидкостей виносу W_v і максимальних чисел псевдозрідження $K_{\max} = W_v/W_0$;
- дослідження аеродинамічної обстановки у шарі під час процесу його формування та зрідження.

2. Матеріал проб

Матеріалом дослідних проб служили поліфракційні складові, які можуть у тих чи інших співвідношеннях використовуватися для формування псевдозрідженого шару у діючих топках котельних агрегатів. Такими складовими являються:

- подрібнений механічним шляхом антрацит АС;
- подрібнений механічним шляхом відсів довгополум'яного вугілля (марка Д);
- мелений антрацитовий штиб (АШ);
- подрібнене механічним шляхом деревне вугілля;
- шлак антрацитового штибу;
- річковий пісок.

Враховуючи складну механіку формування псевдозрідженого шару у сумішах, було прийнято рішення про проведення додаткових досліджень із зрідження сумішей (у дужках вказане відсоткове масове співвідношення наведених складових):

- антрацит АС + пісок (80/20);
- антрацит АС + пісок (50/50);
- вугілля марки Д + пісок (80/20);
- вугілля марки Д + пісок (50/50);
- мелений антрацитовий штиб + шлак антрацитового штибу (50/50).

Всі матеріали проб (за виключенням деревного вугілля), мали розміри у перетині менше 5 мм, для чого перед проведенням досліджень підвергалися механічному подрібненню, відсіву та визначенню фракційних та вагових характеристик. З метою запобігання формуванню великої кількості пиловидних фракцій, деревне вугілля після подрібнення мало дещо більші розміри у перетині (менше 6 мм).

3. Дослідження та їх результати

Для проведення дослідницької роботи із зрідження шару використовувалася лабораторна установка, схема якої наведена на рисунку. За результатами досліджень складено таблицю.

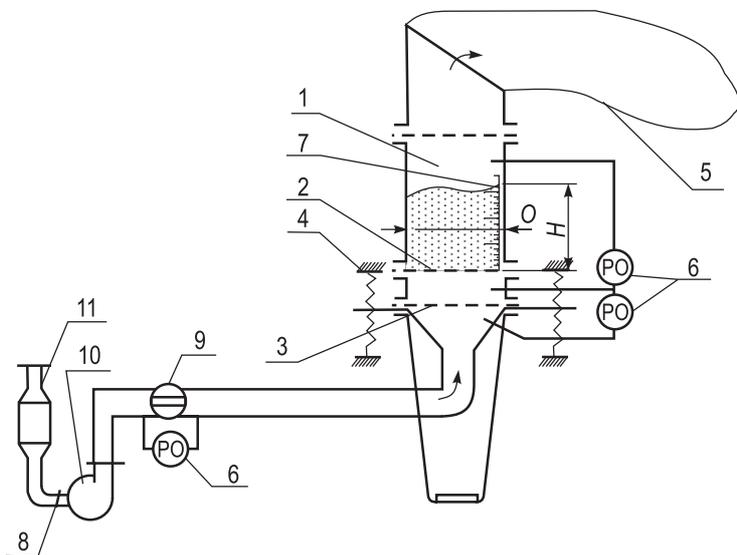


Рисунок. Схема лабораторної установки:

1 – апарат для утворення псевдозрідженого шару; 2 – підтримуюча сітка; 3 – повітрярозподільна решітка; 4 – пружні підвіски; 5 – рукавний фільтр; 6 – дифманометри; 7 – лінійка; 8 – регулюючий шиббер; 9 – вимірювальна діафрагма; 10 – ротатійна газодувка; 11 – шумопоглинач

Результати досліджень холодного зрідженого шару

Матеріал	Фракція, мм	Еквівалентний діаметр ($\sum x_i d_{срi}$), мм	Нависина густина, кг/м ³	Швидкість повітря (w), м/с			Число псевдозрідження (К)		Ступінь розширення шару (H_i/H_0)	
				Початку зрідження (w_0)	Робочого зрідження (w_p)	Виносу (w_b)	Робоче (w_p/w_0)	Виносу (w_b/w_0)	Початок зрідження	Робоче зрідження
Подрібнений антрацит АС	0-5	2,4	1064,8	0,38	0,43	0,69	1,13	1,82	1,63	1,85
Подрібнене вугілля марки Д	0-5	1,24	816,4	0,24	0,33	0,82	1,37	3,42	1,12	1,87
Мелений антрацитовий штиб	0-6	0,71	988,9	0,06	0,10	0,45	1,67	7,50	2,06	2,7
Подрібнене деревне вугілля	0-6	3,31	333,3	0,11	0,40	1,09	3,64	9,90	1,15	1,96
Шлак АШ	0-5	2,68	1331,0	0,42	0,54	0,91	1,28	2,17	1,18	1,55
Річковий пісок	0-2	0,28	1569,0	0,26	0,27	0,49	1,04	1,88	1,58	1,9
Антрацит АС + пісок (80/20)	0-5	1,98	1246,0	0,28	0,31	0,62	1,11	2,21	1,22	1,36
Антрацит АС + пісок (50/50)	0-5	1,34	1393,0	0,21	0,25	0,61	1,19	2,90	1,22	1,5
Вугілля марки Д + пісок (80/20)	0-5	1,05	973,0	0,22	0,24	0,62	1,09	2,82	0,70	0,83
Вугілля марки Д + пісок (50/50)	0-5	0,76	1233,0	0,24	0,29	0,67	1,21	2,79	1,21	1,73
Мелений антрацитовий штиб + шлак антрацитового штибу (50/50)	0-6	1,69	1160,0	0,39	0,47	1,05	1,20	2,69	1,31	1,49

О. І. Сігал, В. Я. Скрипко, Є. Й. Бикоріз, В. І. Капітонов,
В. О. Логвин

Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ АЕРОДИНАМІКИ ПСЕВДОЗРІДЖЕНОГО ШАРУ НА ЛАБОРАТОРНІЙ УСТАНОВЦІ

Для забезпечення стабільного горіння в топках з використанням технології спалювання твердих видів палива в киплячому шарі (надалі КШ) важливим фактором є аеродинамічні характеристики шару, серед яких найбільш важливими є швидкість псевдозрідження, швидкість початку псевдозрідження та аеродинамічний опір повітродозподільчої решітки та власне шару з суміші палива та інертного матеріалу.

Для визначення зазначених характеристик для шару сумішей різних типів палива та інертного матеріалу проведено експериментальні дослідження на лабораторному стенді, який дозволяє візуально спостерігати початок та хід процесу псевдозрідження (вигляд стенду на рис. 1).

В даній роботі досліджувався псевдозріджений шар, складові та розмір фракцій яких наведено в таблиці.

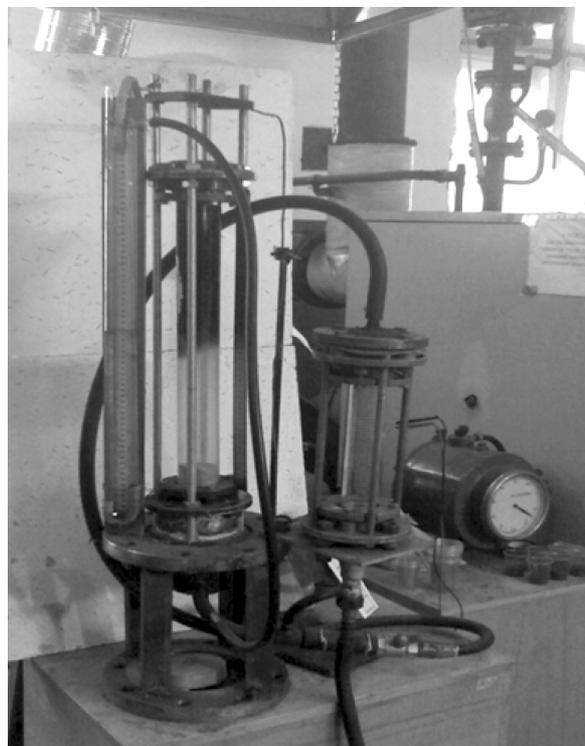


Рис. 1. Лабораторна установка

Матеріал	Діаметр фракції, мм	Діаметр фракції, мм	Діаметр фракції, мм
Шамот	1–2	2–3	3–5
Котловий шлак	1–2	2–3	3–5
Вугілля марки Д	1–2	2–3	3–5

Визначальною характеристикою киплячого шару є швидкість псевдозрідження, в першу чергу, швидкість початку цього процесу w_0 . На рис. 2 показана залежність швидкості початку псевдозрідження від густини матеріалу, тобто для псевдозрідження шару більшої густини (при меншому діаметрі частинок шару) потрібне менше значення w_0 . Для визначення умови псевдозрідження інертного матеріалу і палива без сегрегації введемо показник нахилу d . Тобто, нахил кривих визначає точку їх перетину, де густина інерту і палива буде однаковою. Так, при $w_0 = 3,1$ м/с густина вугілля марки Д і котлового шлаку $\rho_{\text{вугілля}} = \rho_{\text{котл.шлаку}} = 350$ кг/м³ (співвідношення маси вугілля і котлового шлаку 50:50 – оптимальний склад суміші при режимі розпалювання). При стабільному режимі роботи топки співвідношення вугілля та інерту знаходиться в межах 1,5:98,5; 10:90, при якому киплячий шар можна характеризувати, як однорідний при однаковому діаметрі частинок цих матеріалів.

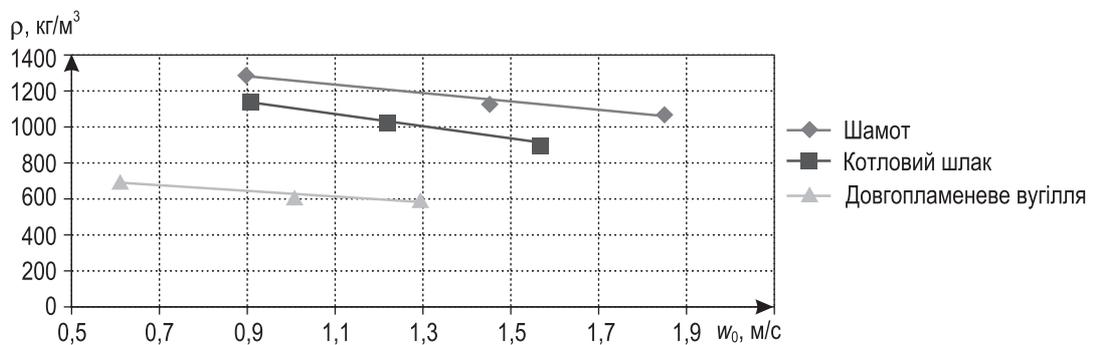


Рис. 2. Залежність густини матеріалу від швидкості початку псевдозрідження

При дослідженні псевдозрідження шамоту було визначено залежності між сумарним опором решітки (P) та КШ і швидкістю псевдозрідження (w) при фракціях діаметром від 1–2, 2–3 та 3–5 мм, які показано на рис. 3.

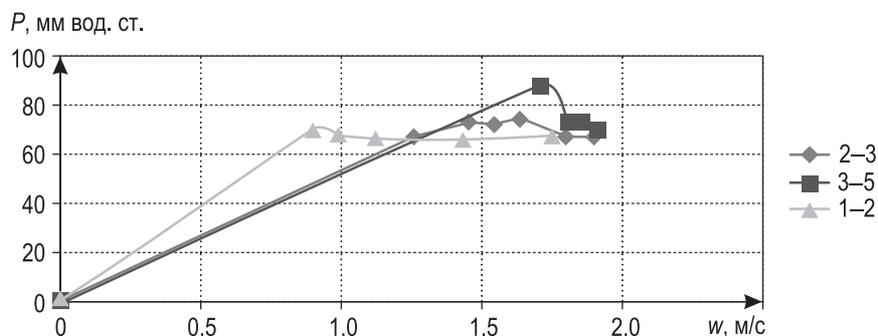


Рис. 3. Залежність сумарного опору решітки і КШ від швидкості повітря при фракціях шамоту діаметром від 1 до 5 мм

Незалежно від середнього діаметру шамоту при швидкості псевдозрідження 1,8 м/с опір решітки і киплячого шару становить 65 мм вод. ст. (рис. 3). Однак, при $w = 0,9$ м/с, $d_{\text{шамоту}} = 1\div 2$ мм починається процес псевдозрідження. Це свідчить, що такий аеродинамічний режим є найбільш економічним. Цей же режим для котлового шлаку (рис. 4) і довгополум'яного вугілля (рис. 5) також є економічним для фракції від 1–2 мм.

При дослідженні псевдозрідження котлового шлаку визначено наступні залежності між сумарним опором (P) решітки і КШ та швидкістю псевдозрідження (w) при фракціях від 1–2, 2–3 та 3–5 мм, які показані на рис. 4.

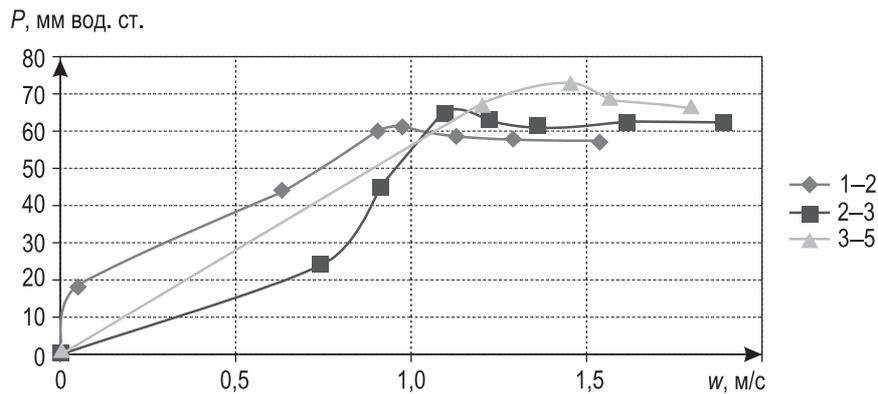


Рис. 4. Залежність сумарного опору решітки і КШ від швидкості повітря при фракціях котлового шлаку діаметром від 1 до 5 мм

Подібні залежності для довгополум'яного вугілля представлені на рис. 5.

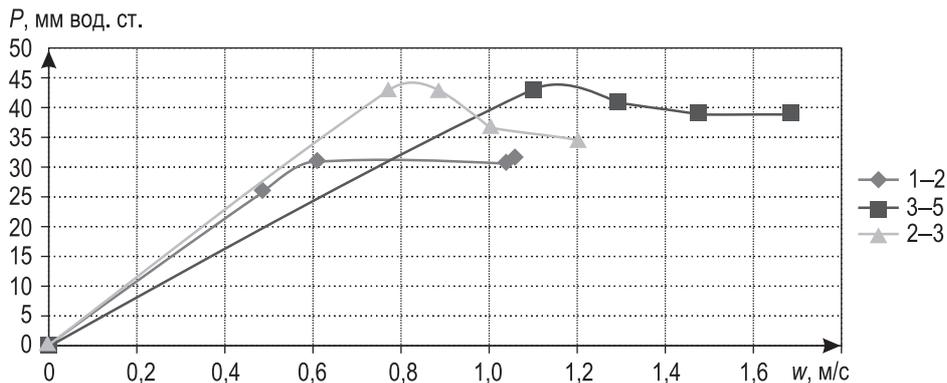


Рис. 5. Залежність сумарного опору решітки і КШ від швидкості повітря при фракціях довгополум'яного вугілля діаметром від 1 до 5 мм

Порівняння процесів псевдозрідження різних матеріалів при однаковому розмірі фракцій наведені на рис. 6–8.

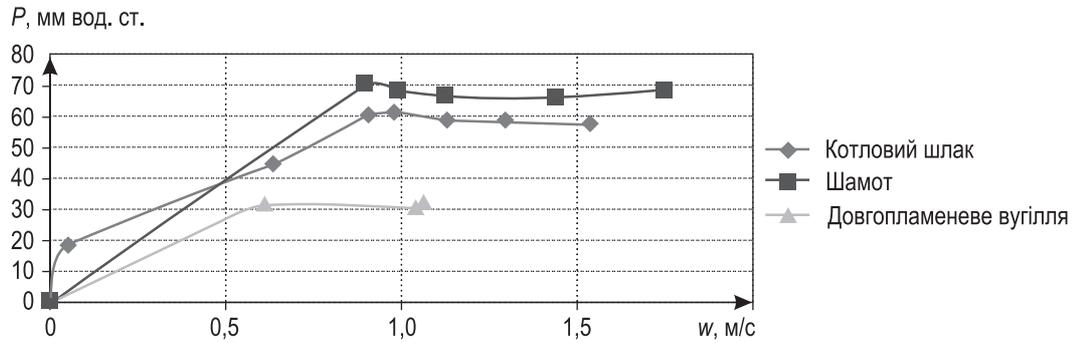


Рис. 6. Залежність сумарного опору решітки і КШ від швидкості повітря при фракціях діаметром від 1 до 2 мм різних матеріалів

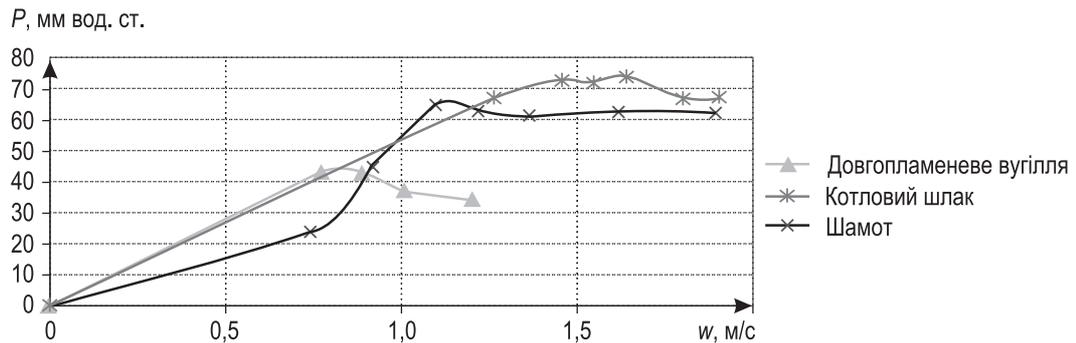


Рис. 7. Залежність сумарного опору решітки і КШ від швидкості повітря при фракціях різних матеріалів від 2 до 3 мм

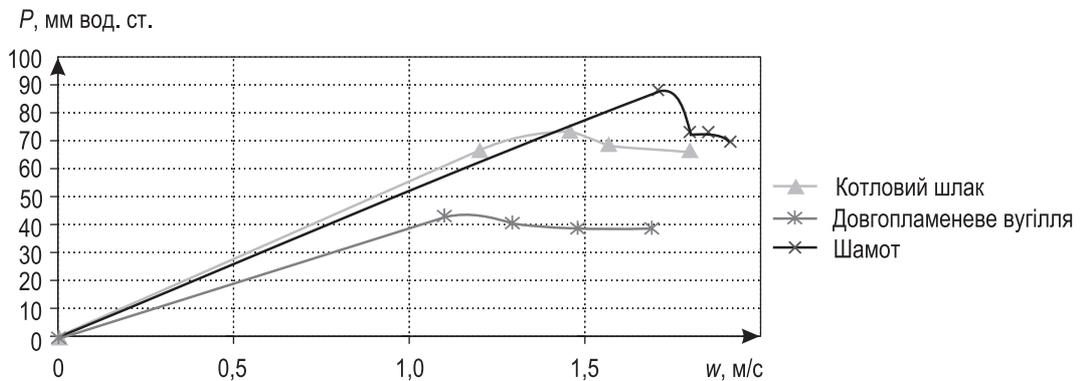


Рис. 8. Залежність сумарного опору решітки і КШ від швидкості повітря при фракціях різних матеріалів від 3 до 5 мм

З рис. 6–8 видно, що зі збільшенням діаметру частинок матеріалу шару швидкість початку псевдозрідження збільшується від 0,6 м/с при $d_{cp} = 1-2$ мм до 1,3 м/с при $d_{cp} = 3-5$ мм для вугілля марки Д, тобто в 2,1 рази. Для шамоту ці показники складають 0,3 м/с та 1,8 м/с, для котлового шлаку – 0,9 та 1,5 м/с.

Г. Н. Любчик¹, **Н. М. Фиалко**^{1,2}, **А. Реграги**¹

¹*Национальный технический университет Украины «КПИ», г. Киев*

²*Институт технической теплофизики НАН Украины, г. Киев*

ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОНАРНЫХ ГАЗОПАРОВЫХ УСТАНОВОК ПРИ ЧАСТИЧНОМ ЗАМЕЩЕНИИ ГАЗОТУРБИННЫХ ТОПЛИВ

В настоящей работе рассматриваются вопросы, касающиеся способа производства электрической и тепловой энергии на основе трансформации монарной газопаровой установки (МГПУ) «Водолей» в соответствующую двухтопливную установку (ДГПУ).

На основе проведенных исследований показано, что присоединение к технологической схеме МГПУ котельного агрегата вместе с теплоутилизационным контуром (ТУК) на выхлопе образует последовательную цепь генерирования перегретого водяного пара (ТУК – котельный агрегат – камера сгорания), что позволяет достичь повышения энергетической эффективности и единичной мощности МГПУ и дает возможность сжигания в котельном агрегате низкосортного твердого топлива или газовых топлив низкой или средней калорийности – заменителей природного газа (ПГ) искусственного или естественного происхождения. Это приводит к существенному замещению расходов ПГ и трансформированию МГПУ в двухтопливную монарную газопаровую установку, массогабаритные показатели которой и показатели металлоемкости, а также достигнутый уровень экологической безопасности значительно превышают соответствующие показатели существующих типов ГТУ, БПГУ и МГПУ.

Это иллюстрируется данными, представленными в таблице.

Выполненные оценки показывают, что энергетическая эффективность установки для двух вариантов ее применения (при относительном расходе водяного пара $m_{п}/m_{к} \approx 1,0$) состоит в увеличении ее единичной мощности по сравнению с базовой ГТУ простого цикла в 4,5 раза, абсолютном повышении ее КПД на 4% при реализации варианта «ППВ» и на 25% при применении варианта «ППВИ».

**Технико-экономические показатели комбинированных
энергоустановок на базе ГТУ-16**

Технико-экономические показатели	Комбинированные установки на базе ГТУ-16				
	Базовая ГТУ	МГПУ «ВОДОЛЕЙ»	БПГУ	ДМГПУ	
				Вариант	
				ППВ	ППВИ
Мощность, N_e (МВт)	16	25	~ 25	~ 70	~ 70
Относительный расход водяного пара, $m_{п}/m_{к}$	0	0,13	~ 0,25	0,95	0,95
Коэффициент роста мощности ³ , K_N	1,0	1,6	1,6	4,5	4,5
КПД установки (%)	31	43	~ 49	35	56
Абсолютное изменение КПД, $\Delta\eta_{уст} = \eta_{уст} - \eta_{ГТУ}$ (%)	0	12	18	4	25
Относительное изменение КПД, $\delta\eta = \Delta\eta_{уст}/\eta_{ГТУ}$ (%)	0	~ 37	~ 61	~ 13	~ 81
Коэффициент замещения природного газа, $K_{пг}$ ⁴	0	0	0	0,87	0,15
Экономия расхода природного газа (%)	0	~ 27	~ 37	~ 98	~ 60

Примечания: ¹ – вариант ППВ – соответствует работе теплоутилизационного контура (ТУК) в режиме подогрева питательной воды. ² – вариант ППВИ – соответствует работе ТУК в режиме подогрева питательной воды и испарителя. ³ – показатель K_N определяется как отношение мощности комбинированной установки ($N_{уст}$) и мощности базовой ГТУ ($N_{ГТУ}$). ⁴ – показатель $K_{пг}$ определяется как отношение расходов условного топлива в котельном агрегате и затрат условного топлива в камере сгорания ДМГПУ.

Экономическая эффективность заключается в следующем:

- при применении варианта с «ППВ»:
 - замещение расходов природного газа на 90%;
 - экономия расхода условного топлива на 13%;
 - замещение на $\approx 45\%$ расходов дефицитного природного газа низкокалорийными топливами – заменителями природного газа;
- при применении варианта с «ППВИ»:
 - замещение расходов природного газа на 15%;

- экономия расхода условного топлива на 80%;
- замещение на $\approx 13\%$ расходов дефицитного природного газа низкокалорийными топливами – заменителями природного газа.

УДК 536.24:697.326

М. Ю. Гусалов, К. В. Кулик

Институт Технической Теплофизики НАН Украины, г. Киев

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТОПОЧНЫХ КАМЕР ЖАРОТРУБНЫХ КОТЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВТОРИЧНЫХ ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ

В результате решения задачи сокращения потребления энергоресурсов, которая направлена на экономию топлива меняется состав топлива, что негативно отражается на экологии и приводит к снижению мощности КПД и сокращения терминов службы котельного оборудования. в связи с этим вопросы модернизации и адаптации существующего оборудования для работы на топливе с более низкой калорийностью, чем предполагалось при постройке котельной техники, и их экономии является достаточно актуальным заданием. Одним из способов повышения эффективности работы котлов – метод установки вторичных излучателей в топку котла. Установка излучателя меняются аэродинамические процессы, протекающие в топке, так же интенсифицирует теплообменные процессы в топке. Результатом установки вторичного излучателя является снижение количества оксидов азота в продуктах сгорания, перераспределение температур и аэродинамических токов по топке, что позволяет устранить локальные перегревы, поднять КПД топки и продлить срок службы оборудования [1].

Вторичный излучатель (ВИ) представляет собой металлический цилиндр, изготовленный из нержавеющей стали, который устанавливается в топке котла по оси горелочного устройства. Оптимальные геометрические размеры вторичного излучателя определяются расчетным и эмпирическим путем на основании экспериментально обоснованных методик, разработанных в Институте технической теплофизики НАН

Украины. Толщина стали определяется расчетными температурами и уточняется исходя из дополнительных замеров температуры в топке котла, которые необходимо провести в ходе проектно-конструкторских работ. ВИ может быть изготовлен из листовой стали, либо из прокатной стали на металлическом каркасе из нержавеющей стали. ВИ имеет сборно-разборную конструкцию позволяющую осуществлять его

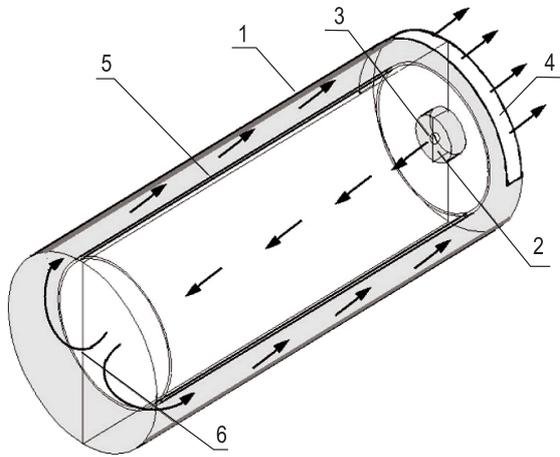


Рисунок. Установка рециркуляционной вставки в топку жаротрубного котла «Ardenz GB-100» [2, 3]:

1 – жаровая труба, 2 – горелка, 3 – сопло горелки, 4 – фронтальная поворотная камера, 5 – промежуточный излучатель, 6 – задняя поворотная камера

монтаж-демонтаж на действующем котле, через амбразуру горелочного устройства. Установка устройства показана на рисунке.

Крепление ВИ в топке осуществляется путем его опирания на фронтальную стенку, конструкцию поворотного экрана и боковые стенки котла.

Установка вторичного излучателя (ВИ) приводит к интенсификации топочного теплообмена путем изменения геометрии топочного пространства с учетом процессов аэродинамики, распределения температурных градиентов, скоростей и полноты протекания химических реакций. В свою очередь это приводит к стабилизации и интенсификации процесса горения и, как следствие, снижению вредных выбросов CO и NO_x .

При установке в топках промежуточных экранов-излучателей видимый коэффициент лучеиспускания топки, а, следовательно, и теплоотдача в ней возрастают с увеличением отношения поверхности излучателя к поверхности нагрева, углового коэффициента излучения, уменьшения степени черноты факела.

Установка вторичного излучателя коренным образом изменяет аэродинамические и кинетические процессы, протекающие в топке котла, обеспечивает максимальную полноту тепловыделения топлива, повышает теплонапряженность камеры сгорания и интенсифицирует теплообменные процессы.

Процесс горения в этом случае протекает следующим образом. Топливо подается в горелку, смешиваясь с воздухом, и поступает в

топочную камеру. Горение топлива происходит в объеме ВИ. Далее продукты сгорания поступают в топку котла, затем в конвективный пучок дымогарных труб и дымовую трубу. За счет инжекции и возникновения зоны разрежения в корне факела возникает внутренняя рециркуляция дымовых газов в ядро горения, что снижает его температуру и восполняет недостаток кислорода. Результатом этого является снижение количества оксидов азота в продуктах сгорания.

При низкотемпературном сжигании эффективность рециркуляции может оказаться незначительной, но при сжигании газа и мазута в высоконапряженных топках даже умеренная рециркуляция дымовых газов позволяет уменьшить коэффициент избытка воздуха идущего на горение, в 3...4 раза снизить выбросы NO_x и добиться полной утилизации углерода. Кроме того, происходит перераспределение температур, что позволяет исключать локальные перегревы, увеличить КПД топки, снизить нагрузку на конвективную часть котла и продлить сроки эксплуатации оборудования.

Выводы

Установка вторичного излучателя локализует зону горения, перераспределяет температуры по топке, обеспечивая максимальное выделение теплоты за счет сжигания топлива, не меняя при этом тепловое напряжение в топочном пространстве

Установка вторичного излучателя позволяет уменьшить количество вредных веществ в продуктах сгорания топлива за счет создания внутренней рециркуляции и увеличивает КПД котла на 1–2%.

Метод является малозатратным и быстро окупаемым, позволяющим снизить использование топлива, к примеру природного газа, на 1,5–3%.

Список использованной литературы

1. Родцатис К. Ф., Полтарецкий А. Н. Справочник по котельным установкам малой производительности. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 488 с.
2. Демченко В. Г. Удосконалення топкових камержаротрубних опалювальних котлів: дис. канд. тех. наук: 05.14.06. – К., 2006.
3. Демченко В. Г., Сігал О. І. Водогрійний котел. Деклараційний патент на винахід № 81487, МПК 2006, F24H 1/28, F23C 9/00 від 10.01.2008, бюл. № 1.

Н. М. Фиалко^{1,2}, В. Г. Прокопов¹, Ю. В. Шеренковский¹,
А. Г. Саригло¹, В. Л. Юрчук¹, Г. В. Иваненко¹

¹Институт технической теплофизики НАН Украины, г. Киев,
²Национальный технический университет Украины «КПИ», г. Киев

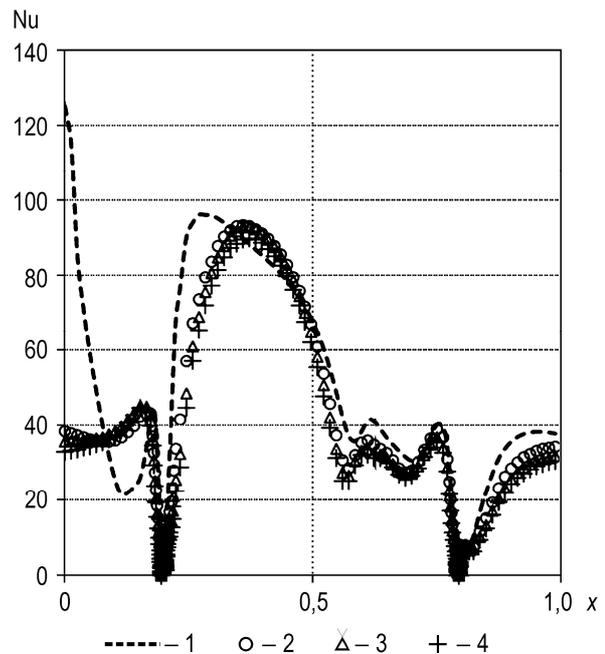
ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕПЛОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕМБРАННЫХ ПАНЕЛЕЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПЕРИОДИЧЕСКИХ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЙ

Широкое применение мембранных теплообменных трубных пучков в энергетике вызвано их значительной тепловой эффективностью и рядом конструктивных преимуществ по сравнению с гладкотрубными пакетами [1, 3]. Данная статья посвящена исследованию возможности применения периодических граничных условий при численном решении задачи течения и теплообмена в трубном пакете мембранного типа. Моделирование проводилось для восьмитрубного коридора полуцилиндров с входным участком длиной 5 и выходным – 15 диаметров труб. На входной границе задавался постоянный расход и температура, на выходе – мягкие граничные условия. Остальные особенности постановки задачи приведены в [2].

Расчеты показали, что при омывании мембранных трубных поверхностей процесс стабилизации течения и теплообмена в целом аналогичен тому, как это происходит при поперечном обтекании пучков неоребранных труб [1, 3]. Однако, здесь стабилизация наступает уже со второго трубного ряда мембранного пакета, а не с третьего или четвертого ряда как в случае обтекания неоребранных трубного пучка. На рисунке, в качестве примера, представлены кривые распределения локальных значений числа Nu по поверхности исследуемого элемента (полуцилиндр и два полуребра) в зависимости от глубины трубного ряда для первых трех рядов труб (кривые 1–3). Для остальных трубных рядов кривые совпадают с линиями 3, 4. Кривая 4 соответствует распределению Nu в случае использования периодической постановки задачи.

Рисунок. Распределение локальных значений Nu по периметру мембранной трубы для разных рядов труб коридорного пучка $2,0 \times 2,0$ при числе Рейнольдса $Re = 10000$:

1, 2, 3 – первый, второй, третий трубные ряды, соответственно;
4 – решение при периодических граничных условиях.



Таким образом, исследование гидродинамики и теплообмена в мембранных трубных пакетах, начиная со второго трубного ряда, можно проводить с использованием периодической постановки задачи, что в целом упрощает моделирование и анализ задачи, а также позволяет существенно сократить расчетное время и необходимые вычислительные ресурсы.

Список использованной литературы

1. Левченко Г. И., Лисейкин И. Д., Копелович А. М. и др. Оребренные поверхности нагрева паровых котлов. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 168 с.
2. Фиалко Н. М., Навродская Р. А., Шеренковский Ю. В., Саригло А. Г. Численное моделирование процессов тепломассопереноса в элементах мембранных теплообменниках // Проблемы экологии и эксплуатации объектов энергетики: Материалы XVI конф. с межд. участием (6–10 июня 2006 г., г. Севастополь). – Киев: ИПЦ АЛКОН НАНУ, 2006. – С. 115–120.
3. Жукаускас А. А. Конвективный перенос в теплообменниках. – М.: Наука, 1982.

ПРИМЕНЕНИЕ ГОРЕЛОЧНЫХ УСТРОЙСТВ RIELLO ПРИ МОДЕРНИЗАЦИИ КОТЛОВ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА РАЗЛИЧНОЙ МОЩНОСТИ

Компания Riello одна из известнейших и старейших компаний Италии. Ее основание братьями Riello началось в 1922 году с небольшой мастерской по производству дизельных горелок. Сегодня же компания Riello является одной из лидирующих фирм в сфере производства горелочного оборудования, 7 заводов в Европе и один в Канаде, обороты превышают 500 миллионов евро в год и более 400 000 произведенных горелочных устройств в год.

Сегодня концерн RielloS.p.A. предлагает наиболее полный ассортимент горелок мощностью от 16 кВт до 50 МВт, которые могут работать практически на любом виде газообразного топлива, включая низкокалорийные, типа коксового или доменного, а также свалочного газа.

Большое количество жидкотопливных горелок позволяют использовать дизельное, печное или биотопливо, а также мазут вязкостью до 100 °Е при 50 °С. В случае необходимости можно использовать комбинированные горелки, способные работать на разных типах топлива – газ/дизель или газ/мазут. Обширная номенклатура горелочных устройств позволяет использовать их с большинством типов котлов европейского производства (Biasi, Buderus, DeDietrich, GarioniNaval, Ferroli, ICI, Ivar, Loos, Viessmann), а также с основным типорядом котлов, производимых в СНГ. Широко применяются горелки Riello и в некотельном оборудовании – воздухонагреватели, обжиговые и пекарные печи, сушильные и покрасочные камеры отечественного и импортного производства. Оборудование используется при реализации программ Киотского протокола. В настоящий момент с продукцией Riello прошли валидацию и валифицируются проекты Донецкой и Черниговской областей и АР Крым.

Промышленные блочные горелки серии ER разработаны для применения на теплогенераторах промышленного масштаба, в случаях когда требуется горелочное устройство с коротким факелом (например,

водотрубные водогрейные котлы, паровые котлы). Так же горелки этой серии завоевали популярность на специфических технологических процессах, где устройства окружены экстремальными условиями.

Блочная конструкция горелок серии ER позволяет создавать гибкие системы с максимально эффективными параметрами. В дополнении стоит отметить, что горелки данного типа могут применяться не только на природном и сжиженном газе, но и в том числе на дизельном топливе и типовых видах мазута.

Горелочные устройства серии ER производятся с мощностью от 2500 кВт до 32 000 кВт.

Технологические особенности:

- настройка и обслуживание горелки без снятия с теплогенератора;
- наличие воздушной заслонки, закрывающейся при выключении горелки (предотвращает потери тепла через дымоход теплогенератора);
- наличие газовой дроссельной заслонки управляемой серводвигателем (позволяет использовать с горелкой одноступенчатую газовую рампу), для газовых и комбинированных моделей;
- сниженные выбросы оксидов азота (при работе на дизельном топливе и газе);
- возможность использования компонентов горелки (вентилятор, блок подготовки жидкого топлива, пульт управления) наиболее подходящих для конкретных требуемых условий;
- возможность использования для горения воздуха подогретого до 150 °С (установки с высокотемпературными теплоносителями);
- возможность применения горелок в экстремальных окружающих условиях (пыль, влажность и т.д.);
- низкие потери давления на головке горелки позволяют использовать вентилятор меньшей мощности.

Промышленные горелки Riello серии DB.

Новые промышленные блочные горелки серии DB представляют из себя новое поколение горелочных устройств компании Riello. Горелки этой серии представляют из себя двухблочные горелочные устройства для установки на больших объектах (крупные котельные, больницы), а также в пищевой, химической, текстильной промышленности на практически всех типах теплогенераторов.

Серия DB могут поставляться с электронным или механическим регулятором соотношения воздух:топливо в зависимости от потребностей клиента. Горелки DB типорядов 9–12–16–20 оснащены пилотной

горелкой, для типо-ряда 4–6 они поставляются по запросу. В стандартной комплектации горелки серии DV работают с предварительно подогретым до 150 °С воздухом, в специальном исполнении до 250 °С.

Благодаря новой конструкции горелочной головы горелки этой серии могут снизить выбросы до 80 мг/кВт при работе на природном газе, что позволяет использовать эти горелки на самых требовательных к минимуму выбросов производствах.

Горелочные устройства серии DV производятся с мощностью от 2500 кВт до 20 000 кВт.

Технологические особенности:

- настройка и обслуживание горелки без снятия с теплогенератора;
- возможность различного исполнения способа регулирования соотношения топливо–воздух (контроллер горения или механический кулачек);
- наличие воздушной заслонки, закрывающейся при выключении горелки (предотвращает потери тепла через дымоход теплогенератора);
- наличие газовой дроссельной заслонки управляемой серводвигателем (позволяет использовать с горелкой одноступенчатую газовую рампу) (для газовых и комбинированных моделей);
- сниженные выбросы оксидов азота (при работе на газе);
- возможность использования компонентов горелки (вентилятор, блок подготовки жидкого топлива, пульт управления) наиболее подходящих для конкретных требуемых условий;
- возможность использования для горения воздуха подогретого до 150 °С (установки с высокотемпературными теплоносителями) а по специальному заказу до 250 °С;
- облегченное обслуживание благодаря наличию открывающейся на шарнирах головки горелки;
- возможность конфигурации подвода воздуха к горелке сверху и снизу;
- возможность применения горелок в экстремальных окружающих условиях (пыль, влажность и т.д.);
- небольшие потери давления на головке горелки позволяют использовать вентилятор меньшей мощности.

Представительство концерна RielloS.p.A. осуществляет комплекс услуг по технической поддержке:

- обеспечение технической документацией на русском языке на все продаваемое оборудование;

- сертификация и получение разрешительной документации на продаваемую продукцию;
- обучение технического и коммерческого персонала наших партнеров;
- обеспечение запасными частями в гарантийный и послегарантийный период;

Бытовую гамму оборудования на рынке СНГ, включая Украину, компания RielloS.p.A. предлагает под торговой маркой Veretta. Она включает в себя газовые настенные проточные водонагреватели, производительностью 11, 14 и 17 литров в минуту. Простота и надежность этого оборудования послужили причиной его выбора для поставок по программам Главного управления жилищного хозяйства Киевской ГГА и ОАО «КиевГаз».

Высокое качество производства и конкурентоспособная цена позволили занять и уверенно увеличивать сегмент рынка стальным водогрейным котлам Riello, перечень которых включает в себя оборудование мощностью от 19 кВт до 10,5 МВт. Это жаротрубные котлы и классической конструкции, и «узкие» (при мощности до 1450 кВт габаритная ширина 1200 мм), и двухтопочные, с реверсивной топкой и трехходовые, работающие в стандартном температурном режиме (95–70), низкотемпературном или конденсационном.

В настенной линейке котлов можно найти модели мощностью от 14 до 100 кВт, одно- и двухконтурные, с открытой и закрытой камерами сгорания, с моно- и битермическим теплообменником или встроенным емкостным водонагревателем, обычные и конденсационные с различными наборами функций и автоматики. Наибольшей популярностью пользуются котлы VerettaCiao благодаря идеальному сочетанию цены и качества. Данное оборудование широко применяется при строительстве домов с поквартирным теплоснабжением и позволяет экономить до 20% газа (по сравнению с системой центрального отопления).

Серия напольных котлов состоит из чугунных секционных котлов с атмосферными или вентиляторными горелками тепловой мощностью от 24 до 279 кВт. В случае необходимости можно выбрать энергонезависимые котлы (Avtonom), котлы со встроенным бойлером на 80 или 120 литров. Котлы серии NovellaMaxima с успехом применяются в крышных котельных благодаря тихой работе (атмосферная горелка), высокой надежности (из-за отсутствия движущихся элементов), немалой единичной мощности (до 279 кВт), возможности его монтажа по отдельным элементам и невысокой цене.

На всю продукцию в странах реализации (в том числе в Украине) концерном получены соответствующие сертификаты и разрешения уполномоченных государственных органов. На территории Украины (в Киеве) активно работает украинское отделение представительства итальянского концерна RIELLOS.p.A. в СНГ. Представительство предлагает: обучение, техническая, информационная поддержка, поставку запасных частей и оборудования со склада в Киеве (Борисполь).

УДК 621.1.016.4

*Посвящается заведующему лабораторией
Вторичных Энергетических Ресурсов
Киевского НИИСТ к.т.н. И. З. Аронову*

В. И. Гомон

*Europäisches Institut für Sanierung, Sicherheit, Versicherung und
Umwelttechnik e.V. (SVT e.V.), z. Бусс, Германия*

УТИЛИЗАТОРЫ ТЕПЛОТЫ УХОДЯЩИХ ГАЗОВ И ОСОБЕННОСТИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

Утилизаторы теплоты уходящих газов представляют собой теплообменные устройства для полезного использования теплоты уходящих газов теплосжигающих устройств различного назначения, таких как котлы, промышленные печи и т.д.

Лаборатория использования вторичных энергетических ресурсов (ВЭР) бывшего киевского Института санитарной техники (НИИСТ) с середины 50 годов прошлого столетия провела на специально разработанном стенде обширные исследования тепло- и массообмена при контакте уходящих газов и воды в широком диапазоне влияющих на этот процесс параметров, таких как влагосодержание, коэффициент избытка воздуха, температура воды, скорости движения обеих контактирующих сред и т.д. Результаты этих работ использованы в трех кандидатских диссертациях, описаны в нескольких книгах руководителя лаборатории к.т.н. И. З. Аронова, в множестве печатных трудов его учеников и соратников: к.т.н. Г. А. Пресича, Е. Н. Солодовниковой,

Л. Г. Семенюка, В. И. Моисеева и др. В результате этих исследований было разработано эффективное оборудование с использованием теплоты конденсации содержащихся в уходящих газах водяных паров. В первую очередь, это – контактные экономайзеры ЭКБ-1 и ЭКБ-2, принятые Межведомственной комиссией (МВК) и успешно использованные за котлами средней мощности, такими как ДКВР, ДЕ и др., а также специально разработанные конструкции для мощных энергетических котлов, как, например, за 5 котлами на Первоуральской ТЭЦ «Свердловэнерго». Кроме того, были разработаны и приняты МВК экономайзерные агрегаты АЭМ-0,6, представляющие собой комбинацию контактных экономайзеров ЭКБ с эффективным поверхностным теплообменником с трубками с кольцевыми турбулизаторами, также разработанными в лаборатории, и котлы с погружной горелкой КПГВ.

С 1986 г. другая группа сотрудников этой лаборатории (к.т.н. В. И. Гомон, к.т.н. Р. А. Навродская, А. И. Ратушняк и др.), начала работу над созданием поверхностных конденсационных теплоутилизаторов уходящих газов котлов мощностью до 5 МВт.

Сотрудники этой группы уже имели опыт успешной разработки и применения поверхностных теплоутилизаторов уходящих газов промышленных печей относительно чистых – ВГ, и запыленных газов печей варки хрусталя – ВГО с использованием разработанных при сотрудничестве с кафедрой теплопередачи Московского Авиационного Института труб с кольцевыми турбулизаторами (ТКТ) и специально разработанного для ВГО автоматического очищающего устройства (конструкции ВГО и ТКТ защищены в свое время авторскими свидетельствами), и панельных утилизаторов ТП – для чрезвычайно запыленных газов, например, фриттоварочных печей, стекловаренных печей, а также печей производства других строительных материалов.

К середине 1986 г. в рамках работы над разработкой конденсационного поверхностного утилизатора были в основном закончены стендовые исследования теплообмена в пучках оребренных труб с различным шагом оребрения и шагами между собой. Стенд позволял менять входные параметры уходящих газов (расхода, влажности и температуры), а также расхода и температуры воды. Опытный участок был снабжен прозрачными окнами для наблюдения за процессом теплообмена и, в частности, за началом и характером процесса конденсации.

Проведенные исследования позволили разработать методику расчета исследованных оребренных труб при различных параметрах уходящих газов и нагреваемой воды как в условиях конденсации, так и без нее.

Для разработки компьютерной программы расчета, которая предусматривает много различных циклических операций с введением различных параметров и достижения заданной точности сходимости, автором была выведена аналитическая зависимость для получения конечного значения влагосодержания уходящих газов при их контакте с охлаждающей водой или поверхностью, охлаждаемой водой с определенными параметрами. Еще одной особенностью разработанной методики является учет образования конденсатной пленки на ребренной поверхности, в зависимости от конструкции и условий теплообмена частично, а иногда даже полностью заполняющую пространство между ребрами. Конструктивные характеристики конденсационного теплообменника должны быть таковы, чтобы обеспечивать хорошую эвакуацию конденсата, препятствующего эффективному теплообмену от газа через стенку к воде. Важность этих процессов подтверждались наблюдениями во время проведения исследований на опытном стенде. Увеличение шага ребер приводит к уменьшению теплообменной поверхности, а ее уменьшение – к затоплению межреберного пространства конденсатом. Разработанная методика позволяет определить оптимальные геометрические параметры теплообменного пучка для заданных условий, что позволяет утилизатору работать в оптимальном и эффективном режиме.

На основании полученных экспериментальных зависимостей был разработан опытный образец, который был установлен в котельной Ирпенского Индустриального Техникума (1989 г.) за котлом ВК-4, где изучались различные эксплуатационные вопросы, в том числе связанные с качеством и агрессивностью конденсата и его нейтрализацией, воздействием глубоко охлажденных дымовых газов на дымовую трубу, которая была выполнена из стали, методов ее защиты и др. Испытания подтвердили эффективность и работоспособность конструкции даже при условии больших величин избытка воздуха. Результаты испытаний приведены в таблице.

В скобках приведены расчетные значения показателей при входных параметрах газов и воды, соответствующих полученным при испытаниях.

На этом же объекте была отработана конструкция нейтрализатора, позволившая довести показатель рН до нейтральных значений 7,0–8,0.

Конструкция дымовой трубы с подземным дренажным бункером позволила не только наблюдать, но и измерять количество конденсата, образовавшееся в трубе при работе котла и утилизатора в различных

режимах и при разной степени подмешивания уходящих газов по байпасному газоходу утилизатора.

Таблица

Результаты испытаний теплоутилизатора

Наименование показателей	Значения показателей по опытам			Значение показателя по ТЗ
	1	2	3	
Теплопроизводительность, МВт	0,14	0,13	0,11	0,16 (0,13)
Расход подогреваемой воды, кг/с	1,1	1,26	0,8	1,5 (1,26)
Расход газов через водонагреватель, кг/с	1,27	1,08	0,88	1,0 (1,08)
Температура воды на входе, °С	9,5	9,5	10,4	15 (9,5)
Температура воды на выходе, °С	39,8	38,7	43,2	40 (38,7)
Коэффициент избытка воздуха в газах на входе	3,4	3,3	3,3	1,2 (3,4)
Температура газов на входе, °С	122	123	111	140 (123)
Температура газов на выходе, °С	66	67,1	63,3	50 (67,1)
Аэродинамическое сопротивление, Па	147	157	111	150 (162)
Гидравлическое сопротивление, кПа	17,8	9,9	9,3	85 (26)
Количество конденсата	До 130 л/час			
РН конденсата	5,0–6,0			

После испытаний опытного образца была окончательно проработана конструкция поверхностного конденсационного теплоутилизатора ТПК (см. рисунок), разработан типоряд таких теплоутилизаторов для газопотребляющих котлов мощностью от 0,3 до 3,15 МВт. (В дальнейшем были разработаны более мощные теплоутилизаторы для котлов ТГВ 8 и др.)

По отработанным чертежам были изготовлены несколько образцов теплоутилизаторов, установленных на различных объектах г. Киева (например, на Киевском Хлебокомбинате № 2 на сборном газоходе от котлов Е-1/9) и Киевской области (Белоцерковский хлебокомбинат). Последний был сдан межведомственной комиссии и был рекомендован к серийному производству, которое было начато на заводе Минобороны СССР в г. Черновцы, но затем было прекращено. В то же время единичные образцы по заказам изготавливаются, устанавливаются и успешно эксплуатируются на различных объектах Украины и России.

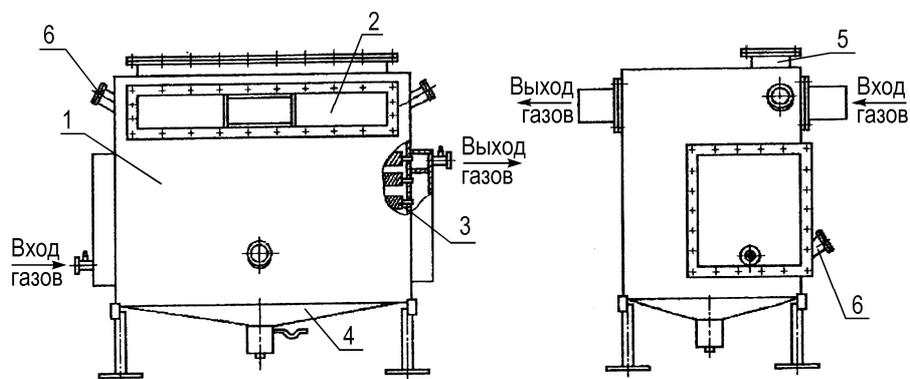


Рисунок. Схема поверхностного конденсационного теплоутилизатора:

1 – теплообменник; 2 – байпасный газоход; 3 – оребренная труба; 4 – конденсатосборник; 5 – взрывной клапан; 6 – смотровые окна.

В последнее время появилось несколько частных компаний, предлагающих свои конструкции утилизаторов теплоты уходящих газов. Некоторые из них выполнены не вполне квалифицировано, хотя какое-то время будут давать определенный эффект.

В принципе, почти любое теплообменное устройство пригодно для теплоутилизационных целей. Вопрос только в его теплоэнергетической и эксплуатационной эффективности, которые должны в конце концов выражаться в денежных единицах. Известны случаи, когда установленные теплоутилизаторы либо вовсе не работают, либо работают малоэффективно.

Причины заключаются в следующем:

- Во-первых, иногда применяются неэффективные, недостаточно проверенные конструкции.
- Во-вторых, теплоутилизаторы, изготовленные даже по разработанным чертежам, некорректно рассчитаны для конкретного случая применения, т.е. без учета многих факторов, таких как геометрия оребренных труб, размеры сухой и мокрой части теплообменной части теплоутилизатора и ряда других, что возможно с использованием разработанной методики.
- В-третьих, не всегда принимается во внимание проблема защиты дымовой трубы или используется схема защиты, далекая от оптимальной.
- В-четвертых, почти нигде не учитывается повышенная кислотность конденсата, и он сбрасывается без нейтрализации в канализацию (что за рубежом, начиная с определенной мощности, строгойше запрещено), нанося таким образом ущерб системе канализации, которая

раньше обычного выходит из строя. В то же время, как уже упоминалось, нейтрализатор был разработан и успешно испытан одновременно с конструкцией теплоутилизатора.

Для подбора оптимальной конструкции утилизатора, включая геометрию теплообменной поверхности, с учетом определенных условий эксплуатации, необходимо иметь качественную методику расчета и значительный опыт эксплуатации такого оборудования, а для разработки новой конструкции – еще и экспериментальную базу.

УДК 66.048.914

Р. Г. Жилковский

ООО «Стикс-Оил», г. Киев

ГЕНПОДРЯД И КОМПЛЕКСНЫЕ РЕШЕНИЯ ПРИ ВНЕДРЕНИИ КОНДЕНСАЦИОННЫХ ТЕПЛОУТИЛИЗАТОРОВ

Услуга генподряда становится все более «популярна» и это оправдано в силу большей гибкости и мобильности генподрядчиков. Генеральный подрядчик способен избавить заказчика от необходимости контролировать качество строительно-монтажных мероприятий, заботиться о согласованности действий поставщиков с планом общих работ, готовить фронт работ для других организаций, утверждать необходимые комплекты документации или сдавать объект в эксплуатацию.

Важнейшими этапами заключения договора на генподряд являются поиск профессиональной компании, способной предоставить услуги генподряда, и выбор схемы взаимозачетов и взаиморасчетов. Именно от решения этих задач будет зависеть и качество объекта, и сроки его сдачи, и риски финансовых потерь заказчика.

ООО «Стикс-оил» имеет строительную лицензию, в которой есть пункт «Генподряд». Что отличает наши услуги от других предложений, существующих на рынке?

Многим заказчикам на собственном опыте пришлось испытать печальные последствия работы с недобросовестным или малокомпетентным генподрядчиком. Срывы сроков сдачи объектов, сомнительные

обоснования превышения сметной стоимости работ субподрядчиков, невысокое качество выполнения строительно-монтажных операций иногда заставляют пожалеть о самой идее заключения договора генподряда. Избежать подобных результатов можно только при правильном выборе подрядной организации и схемы взаиморасчетов.

Генеральный подряд – слишком сложный и ответственный фронт работ, чтобы доверять его организации, не имеющей достаточного опыта ведения такого типа работ. Ответственного отношения к работе без достаточной квалификации слишком мало для выполнения полного комплекса задач генподряда.

Необходимо глубокое понимание того, как организовать взаимодействие субподрядчиков, чтобы построить объект или провести реконструкцию производственных зданий либо сооружений в короткое время с минимальными затратами.

Заказчикам при выборе генподрядчика можно посоветовать следующее:

- Убедиться в том, что претендент уже имел опыт успешного выполнения функций генподрядной организации.
- Выяснить, какие функции готов взять на себя претендент в рамках генподряда. Многие генподрядчики, как оказывается, при ближайшем рассмотрении не готовы осуществлять полную организацию всего комплекса работ или выполнять функции технадзора.
- При желании генподрядчика выполнить часть работ собственными силами (что может значительно снизить стоимость строительства) следует убедиться в наличии у него соответствующего опыта и лицензии.
- Убедиться, что генподрядчик готов работать по удобной для вас схеме и на приемлемых условиях оплаты.

ООО «Стикс-оил» оказывает услуги генподрядчика по любой из возможных схем. Выполняет полный комплекс проектных работ во все возможных областях промышленности на любой стадии проектирования, от эскизных проектов до рабочей документации.

Наша компания – это не только изготовление оборудования и проектной документации, но и комплекс работ для шефмонтажа, монтажа, пуско-наладке и вывод на заданную мощность производства. Каждый из указанных видов работ является важной составляющей в получении высококачественного продукта, а потому постоянный контроль высококвалифицированных специалистов каждого этапа своевременно предупреждает некачественное выполнение работ, что может привести к нарушению технологического процесса.

Генподрядные работы выполняются как при новом строительстве, так и при реконструкции или же модернизации старых мощностей. Обязательная составная часть генподрядных работ – проведение шеф-монтажных работ, то есть осуществление надзора за проведением монтажных и пуско-наладочных работ.

Большой опыт и глубокие знания позволяют предоставить заказчику:

- заключение договоров с субподрядчиками на проведение работ, поставку строительных материалов, оборудования;
- обеспечение строительного процесса всеми материалами;
- контроль качества используемых черновых и строительных материалов;
- контроль соблюдения требований государственных надзорных служб;
- технический надзор за проведением строительства, соответствием стоимости и качества работ прописанным в договоре нормам;
- предоставление полной информации о реализации проекта заказчику на любом этапе работ;
- соблюдение сроков работ в соответствии с графиком реализации как собственными силами, так и используя услуги субподрядчиков;
- переутверждение сроков и этапов строительства;
- контроль техники безопасности, рационального использования природных ресурсов, обеспечение охраны труда;
- сдача готового объекта заказчику «под ключ» в эксплуатацию.

Наша компания может предложить:

- Комплексную разработку проектно-сметной документации:
 - реконструкция объектов энергетики, промышленного, складского и административного назначения, промышленных территорий;
 - проектирование вновь возводимых производственных зданий и сооружений, логистических комплексов и складских терминалов;
 - проектирование и реконструкция внутренних и наружных сетей;
 - составление сметной документации на строительство;
 - разработка специализированных разделов проектной документации;
 - сбор исходно-разрешительной документации;
 - ведение авторского надзора.
- Проведение энергоаудитов.
- Пуско-наладочные работы и экологотеплотехническая наладка котлоагрегатов мощностью до 1000 т пара в час.

- Строительно-монтажные работы с поставкой всех видов тепло-технического и другого оборудования и материалов.
- Установка узлов учета тепловой энергии.
- Разработка и практическое применение технических средств и технологий, направленных на совершенствование производственных процессов с целью повышения их экологических и экономических показателей.

Что же все-таки отличает «Стикс-оил» от других генподрядных компаний? Наличие всей производственной цепочки – от проектирования до контроля качества выполненных нами работ.

Отдел проектирования нашей компании перед началом выполнения монтажных работ ТЩАТЕЛЬНО анализирует предоставленный заказчиком проект. Ведь зачастую экономя финансы и проводя тендера на проектные работы, заказчик платит за проект минимальные средства и получает соответственно МИНИМАЛЬНОЕ КАЧЕСТВО. Экономя на проекте, затем МНОГОКРАТНО переплачивает при проведении монтажных работ. При выполнении проектирования объектов наши Заказчики получают индивидуальный подход, высокое качество и сжатые сроки проведения работ.

В ходе разработки проектной документации уделяем большое внимание внедрению прогрессивных технологий, экономии топливно-энергетических и других ресурсов, эффективности принятых решений, использованию современных конструкций и материалов, проводя их анализ на соответствие экологическим и пожарным нормативам.

Производственно-технический отдел согласовывает календарно-финансовый план с заказчиком, субподрядными организациями и отделом снабжения. Координируются и увязываются между собой планы и мероприятия по организации внутри площадочных маршрутов передвижения персонала, устройства складов, бытовых помещений. На площадке появляются первые бригады монтажников и начинается реализация проекта.

Отдел качества и охраны труда отслеживает соблюдение требований ТУ, ГОСТов, СНИПов, ДБНов, правил техники безопасности. Порой эти функции дублируют функции авторского и технического надзора. Но, поверьте, это того стоит, так как полностью снимает все вопросы со стороны службы ЗАКАЗЧИКА.

Вот, пожалуй, и все. Резюмируем: Мы готовы ОТВЕТСТВЕННО представлять интересы заказчика на площадке, гарантируя реализацию самых сложных и эксклюзивных проектов.

Д. Будовой

KSB Nederland, г. Кув

ЭКОНОМИЯ ЭНЕРГИИ ПРИ ПОМОЩИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ НАСОСНЫХ СИСТЕМ

Со своим более чем 130-летним опытом, KSB предлагает самые современные насосы и трубопроводную арматуру для всех отраслей применения, среди которых коммунальное хозяйство, промышленность и водоснабжение, энергетика, и горнодобывающая промышленность. Наши предложения относительно насосов распространяются от насосных систем для частных хозяйств для утилизации дождевой воды к технологическим насосам и насосам для питания котлов больших электростанций.

Внедрение инноваций при изготовлении насосов, трубопроводной арматуры и комплексных систем, относящихся к компетенции KSB, дает ключ к удовлетворению потребностей заказчиков и является залогом наших будущих успехов.

Области компетентности:

- гидравлика;
- технология материалов;
- технология автоматизации и приводов.

Насосы с высоким потенциалом энергосбережения:

- уменьшение запаса по мощности;
- использование электродвигателей класса эффективности EFF1;
- частотное регулирование;
- подрезка рабочего колеса.

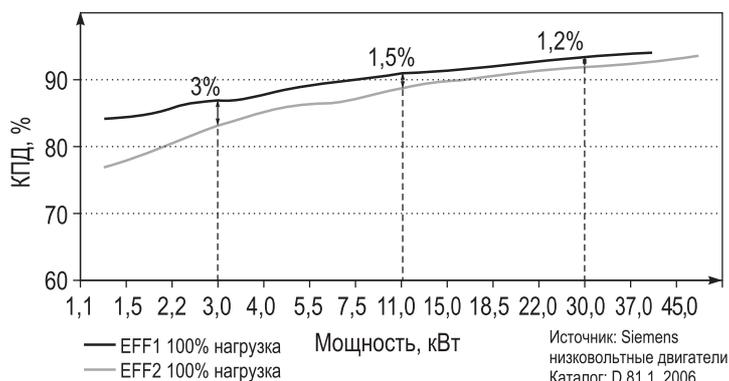


Рис. 1. Сравнение классов энергоэффективности электродвигателей 1 и 2

Сравнение вариантов установки частотного преобразователя: Монтаж в шкафу управления или на двигателе.

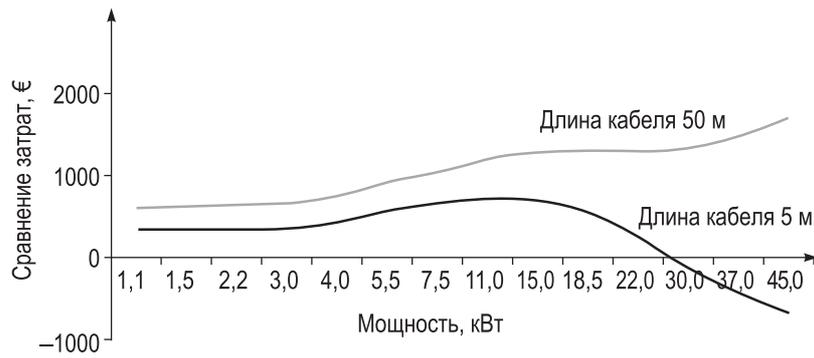


Рис. 2. Сравнение вариантов установки частотного преобразователя

Монтаж частотного преобразователя на двигателе приводит к большей экономии.

Подрезка колес экономит в среднем до 10% энергии.

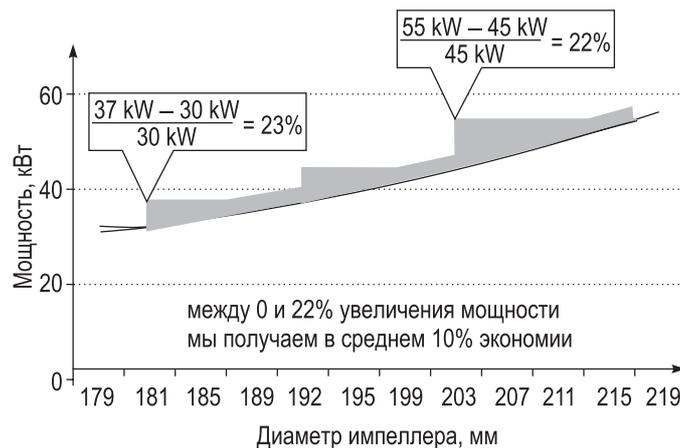


Рис. 3. Эффективность использования подрезки колес

Планирование насосных систем без чрезмерных запасов приводит к надежной работе насосов и минимальному потреблению энергии.

Применение двигателей EFF1 – экономия энергии на 1–3%.

Частотное регулирование насоса – наилучшее решение при изменяемых подачах установки. Это значительно экономит электроэнергию (до ~ 60%).

Подрезкой рабочего колеса достигается экономия ~ 10% с одной стороны, и длительная и надежная эксплуатация насоса, с другой стороны.

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ОТ КОМПАНИИ BROEN

Компетентное проектирование инженерных систем зданий позволяет предусмотреть возможности существенного снижения капитальных затрат при строительстве, а также сократить срок окупаемости данных систем благодаря внедрению энергосберегающих технологий еще на стадии проектирования.

Компания BROEN вот уже на протяжении шестидесяти лет разрабатывает и производит оборудование для систем тепло-, холодо- и водоснабжения, газораспределения и промышленности на основе энергосберегающих технологий.

Продукция компании характеризуется высокой надежностью и позволяет экономично расходовать природные ресурсы.

Уже более 10 лет компания BROEN представляет свою продукцию и на рынке Украины: стальные краны шаровые BALLOMAX, балансировочные клапаны BALLOREX и регулирующую арматуру CLORIUS.

Важным моментом на этапе проектирования является детальный расчет инженерных систем с учетом условий работы будущей системы и предусмотрение возможности внедрения современных технологий обеспечения тепло- и холодоснабжения зданий. Для удобства подбора оборудования BROEN разработали ряд собственных программ по подбору оборудования (балансировочных и регулирующих клапанов), а также выполнена работа по включению оборудования в программы по комплексному расчету систем, таких как: KAN C.O. (BROEN C.O.).

Внедрение передовых технологий теплоснабжения позволяет реализовать наиболее перспективные методы энергосбережения. Перечень таких способов достаточно широк, но одними из наиболее эффективных являются такие технологии, как:

- ППУ-изоляция трубопроводов и их бесканальная прокладка;
- гидравлическая балансировка (увязка) систем отопления;

- автоматизация тепловых пунктов в зависимости от текущей температуры наружного воздуха (погодная компенсация);
- использование частотно-регулируемого электропривода на всех насосных агрегатах;
- установка регулирующих термостатов на отопительных приборах квартир и т.д.

Из этого списка технологий Компания BROEN представляет решения по гидравлической балансировке систем отопления (а именно применение различных типов балансировочных клапанов BALLOREX), элементы для ППУ изоляции трубопроводов (а именно шаровые краны BALLOMAX под ППУ-изоляцию) и решения по автоматизации тепловых пунктов.

ППУ-изоляция

ППУ-изоляция является энергосберегающей технологией, применяемой в Европе и в странах СНГ, в том числе и Украине. Данная технология позволяет значительно сократить тепловые потери от трубопроводов при транспортировке тепла от его источника до потребителя. Применение данной технологии позволяет снижать тепловые потери с 25–30% до нескольких процентов.

Компания BROEN производит шаровые краны BALLOMAX под ППУ изоляцию с возможностью удлинения штока до 3 метров. Данные краны активно используются для бесканальной прокладки трубопроводов. Важной особенностью является их длительный срок службы до 25–30 лет, большое количество циклов «открыто–закрыто» и варианты удлинения штока в зависимости от требуемой глубины прокладки трубопровода.

Гидравлическая балансировка (увязка) систем отопления

Гидравлическая балансировка (увязка) системы отопления осуществляется с помощью статических и автоматических (динамических) балансировочных клапанов BALLOREX и регуляторов перепада давления CLORIUS.

Использование статических балансировочных клапанов BALLOREX S и BALLOREX Venturi позволяет настроить расход теплоносителя на заданную величину в системах отопления с постоянными гидравлическими характеристиками (напором, потерей давления на элементах трубопроводной сети). Посредством данных балансировочных клапанов осуществляется сбалансированное распределение тепловых потоков

между отдельно стоящими домами, индивидуальными тепловыми пунктами и стояками системы отопления.

Динамические балансировочные клапаны обеспечивают расчетное распределение потоков по стоякам системы отопления вне зависимости от колебаний давлений в распределительных трубопроводах, работу радиаторных термостатов в оптимальном режиме и исключают возможность возникновения шумовых эффектов вследствие большого перепада давления на них.

Динамические балансировочные клапаны позволяют ограничивать расход в системах отопления с переменными гидравлическими характеристиками, например, в системе с переменным напором или в системе с установленными на отопительных приборах терморегуляторами. Использование автоматических балансировочных клапанов BALLOREX DP+Venturi позволяет поддерживать потерю давления на терморегуляторах в заданном диапазоне во избежание возникновения шумовых эффектов. Кроме того, клапаны BALLOREX DP+Venturi способны обеспечить зональную регулировку системы отопления, т.е. исключить влияние стояков друг на друга. Таким образом, при отключении одного или нескольких стояков расход на других стояках не будет превышать расчетного значения

Регуляторы перепада давления обеспечивают расчетную работу всего теплового пункта или его части посредством поддержания постоянного перепада давления между двумя точками системы.

Автоматизация тепловых пунктов

Автоматизация тепловых пунктов с функцией погодной компенсации температуры теплоносителя, поступающего в систему отопления. Это осуществляется с помощью контроллера системы отопления серии CLORIUS серии КС 2002, датчиков температуры и исполнительного регулирующего клапана (или клапанов). Эти контроллеры по показаниям датчиков температуры теплоносителя и наружного воздуха, управляют регулирующими клапанами и насосами системы отопления, через которые подается теплоноситель от системы отопления.

В контроллерах серии КС 2002 запрограммировано до 90 возможных схем систем отопления и ГВС, что позволяет без труда произвести пуск и настройку данных контроллеров.

Реализация указанной технологии создает условия совпадения по времени режимов количества выработанного и потребленного тепла. При этом количество потребляемого тепла определяется текущей тем-

пературой наружного воздуха без «перетопов» и «недотопов» в зависимости от теплоизоляционных свойств ограждающих конструкций зданий, а также имеет возможность снижать уровень отопления нежилых помещений в периоды их не использования, например административные здания в ночное время.

Экономия энергоресурсов с помощью этой технологии может достигать до 20–25%, что особенно актуально в весенне-осенний период.

Статья подготовлена с использованием материалов компании BROEN SA (Дания) и БРОЕН ООО (Россия). За подробной информацией можно обращаться в представительство компании BROEN SA в Украине.



Представительство BROEN-Украина
г. Киев, ул. Курневская, 16-а
моб.: +38(067)656-44-94,
тел./факс: +38(044)499-29-90,
факс авто: +38(044)592-54-08,
rza@broen.net.ua, www.broen.net.ua

УДК 66.013.6

А. М. Собокар

ООО «Интегрированные Водные Технологии», г. Киев

ГЛАВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ КОТЛОВ RENDAMAX В СИСТЕМАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО ОТОПЛЕНИЯ

Серия конденсационных котлов E.C.A. Confeo Premix предназначена для экономного, безопасного и комфортного автономного отопления и горячего водоснабжения в квартирах и частных домах площадью до 300 м². Работает на «скрытой» теплоте конденсации содержащейся в продуктах сгорания водяных паров. Котлы представлены в одноконтур-

© А. М. Собокар, 2011

ном, двух контурном исполнении или с возможностью подключения бойлера.

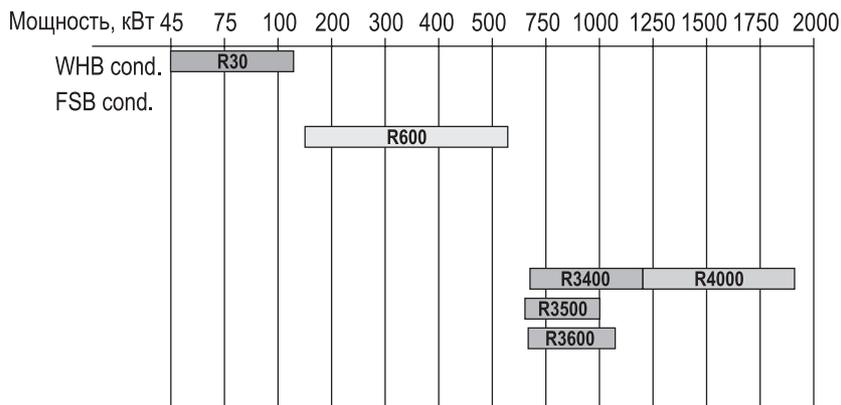


Рис. 1. Линейка оборудования

Используются 2 разные технологии:

- напольные котлы серии Premix с охлаждаемой водой горелкой;
- настенные котлы серии Premix с горелками из металлизированной нити.

Необходимым условием конденсации является наличие «холодной поверхности», т.е. температура стенок теплообменника котла должна быть ниже точки росы. Существует лишь одно решение – перейти на низкотемпературную систему отопления, температурный график которой гарантирует возможность конденсации.

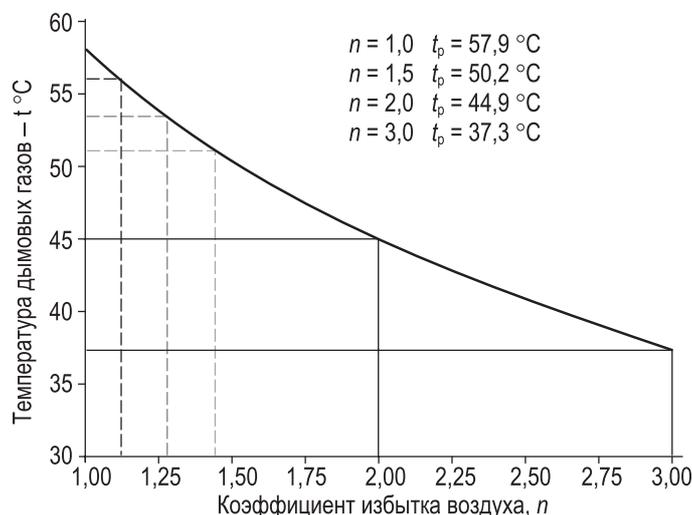


Рис. 2. Определение температуры точки росы

Точка росы – температура парогазовой смеси, при которой наступает состояние насыщения водяного пара и начинается конденсация.

Тепловая защита зданий:

- температура наружного воздуха самой холодной пятидневки $-26\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- средняя температура наружного воздуха за отопительный период $-1,2\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- средняя температура самого холодного месяца $-7,8\text{ }^{\circ}\text{C}$.

В конденсате частично растворяются вредные составляющие продуктов горения, поэтому вредные выбросы в атмосферу (оксид углерода, оксиды азота, бензопирен) у конденсационных котлов значительно меньше, чем у не конденсационных.

УДК 621.18

И. Я. Сигал, А. В. Смихула

Институт газа НАН Украины, г. Киев

СНИЖЕНИЕ ВЫБРОСА NO_x И ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ КОТЛОВ ПРИ СЖИГАНИИ ПРИРОДНОГО ГАЗА

Оксиды азота на 95–98% определяют токсичность продуктов сгорания котлов электростанций на природном газе и на 40–50% – котлов на угле и мазуте. Поэтому снижение выброса оксидов азота в атмосферу в решающей мере позволяет уменьшить загрязнение атмосферного воздуха, что особенно существенно при расположении энергоблоков и крупных электростанций в городах (Киевские ТЭЦ-5 и ТЭЦ-6, Харьковская ТЭЦ-5), или большой единичной мощности электростанций. Институтом газа проводятся работы на ТЭЦ Украины с целью снижения вредных выбросов, в первую очередь, оксидов азота [1, 2] Перспективными методами повышения эффективности снижения образования NO_x при сжигании топлива в котлах электростанций, при которых возможно обеспечить снижение оксидов азота на 60–70% являются: подача газов рециркуляции в топливо, а не дутьевой воздух; усиление воздействия газов рециркуляции путем увеличения их доли на центральные горелки и соответствующим снижением на крайние, что способствует снижению пика температур в центральной зоне топочной камеры (при сжигании природного газа и мазута); при сжигании углей

© И. Я. Сигал, А. В. Смихула, 2011

30–40% снижение образования оксидов азота следует добиваться методами ступенчатого сжигания, которые для различного вида топок, количества и расположения горелок могут существенно отличаться. Эффективность влияния рециркуляции на образование оксидов азота тем больше, чем выше температура в зоне горения. Она снижается при: уменьшении нагрузки котла, увеличении коэффициента избытка воздуха, уменьшении температуры горения топлива.

Украина сильно отстала от стран Европейского Союза в области защиты атмосферного воздуха от вредных выбросов и необходимо срочно провести работы по 2–3 кратному снижению выбросов в атмосферу оксидов серы и азота.

Котельное хозяйство Украины, в основном, состоит из котлов и оборудования, введенных в эксплуатацию еще во времена бывшего СССР, конструктивно рассчитанных на использование дешевого топлива [3]. Поэтому необходимо в обязательном порядке производить реконструкцию котельных агрегатов с учетом современного состояния оборудования и цен на энергоносители. Значительную группу по потребляемому в Украине природному газу занимают котлы мощностью от 4 до 10 МВт. Из них около 50% занимают котлы ТВГ-8 (ТВГ-8М), ТВГ-4р, разработанные Институтом газа НАН Украины и их эволюционные модели КВГ-4,65, КВГ-7,56. Таких котлов в Украине около 2500 и их установленная мощность составляет около 10 ГВт [4]. Подавляющее большинство котлов ТВГ-8 (ТВГ-8М), ТВГ-4р эксплуатируется более 30 лет (при расчетном 20), при этом в ряде городов, в т.ч. Киеве, многие котлы отработали 30–40 лет и продолжают эксплуатироваться. Обследование котлов показало, что топочные экраны котлов в большинстве случаев находятся в удовлетворительном состоянии и могут еще эксплуатироваться не менее 10 лет, а горелочные устройства и конвективные поверхности нуждаются в замене. Замена горелок и конвективной поверхности нагрева будет в 5 раз дешевле замены самих котлов, в особенности учитывая, что, кроме покупки нового котла, нужно будет демонтировать старый и перестраивать инфраструктуру котельной. Институт газа на протяжении многих лет разрабатывает типовые решения по модернизации некоторых распространенных типов котлов, работающих на газе (котлы: НИИСТУ-5, ТВГ-8, ДЕ-16/14, ПТВМ-100, ПТВМ-50 и др.). Например, Институт газа НАНУ разработал подовые щелевые горелки 3-го поколения МПИГ-3. Горелки обеспечивают улучшение процессов смешивания газа с воздухом, работают с малым коэффициентом избытка воздуха и интенсифици-

руют теплообмен в топке. Институтом газа НАН Украины (Лавренцов Е. М.) также разработана новая конструкция конвективной поверхности нагрева из труб $\varnothing 32 \times 3$ и 38×3 мм (вместо труб $\varnothing 28 \times 3$, из которых сделана заводская поверхность) для котлов ТВГ-8 (ТВГ-8М) и др. Так, установка горелок и новой конвективной поверхности для большинства котлов КВГ-ТВГ позволяет увеличить КПД на 4,5% (согласно проведенных в декабре 2009 года испытаний службой наладки «Жилтеплоэнерго Киевэнерго»), а котлов типа НИИСТУ-5 – на 8–15% [5].

Разрабатываются специальные двухколлекторные горелочные устройства, позволяющие эксплуатировать котел в широком диапазоне нагрузок от 5 до 120% с высокими технико-экономическими и экологическими показателями. Эти газовые горелки могут быть установлены при ремонтах или модернизации существующих горелок котлов ДЕ и ДКВР. Замена горелок не требует переоборудования котла – горелки устанавливаются в ту же амбразуру, которая имеется в котле. Горелочное устройство такого типа успешно прошло 2-годовую промышленную эксплуатацию в котле ДЕ-16/14 (г. Лужаны, Черновицкой обл.), что обеспечило высокий КПД котла на различных режимах производительности и ликвидировало вибрацию, к которой склонны котлы типа ДЕ.

Разработаны и внедрены на 90 котлах ПТВМ-50 и ПТВМ-100 в Киеве, Львове, Москве, Казани, Риге, Вильнюсе, Софии и др. городах горелки двустадийного горения ГДС-50, ГДС-100, позволяющие снизить выбросы оксидов азота в котлах ПТВМ на 40–50%, а также разработана схема модернизации котлов ПТВМ-50, ПТВМ-100 с установкой дополнительных подовых горелок в холодной воронке котла, что обеспечивает улучшение работы котла на малых нагрузках и повышает КПД на 1,2–1,5% [6, 7, 8].

Список использованной литературы

1. Сигал И. Я., Дубоший О. М., Смихула А. В. Снижение выбросов оксидов азота котлами электростанций // Энергетика и электрификация. – 2005. – № 1. – С. 31–35.
2. Сигал И. Я., Дубоший А. Н., Сигал А. И., Смихула А. В. Повышение эффективности влияния рециркуляции дымовых газов на снижение выброса оксидов азота котлами электростанций // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2010. – № 1. – С. 48–52.
3. Сигал И. Я., Домбровская Э. П., Смихула А. В. К вопросу о модернизации котельного хозяйства Украины // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2004. – № 3. – С. 66–69.
4. Сігал І. Я., Домбровська Е. П., Сміхула А. В., Білодід В. Д., Лавренцов Є. М., Шишовський А. О., Колчев В. О. Аналіз стану котельного господарства України з

метою модернізації, продовження ресурсу чи заміни котлів малої і середньої потужностей // Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2003. – № 6. – С. 76–79.

5. Власюк А. В., Шепель Я. Я., Менайлов А. Н., Кучин Г. П., Скрипко В. Я., Зембицкий П. Ю., Лавренцов Е. М. Повышение эффективности работы отопительных котлов мощностью до 1 МВт // Новости теплоснабжения. – 2001. – № 2. – С. 16–19.

6. Сигал И. Я. Защита воздушного бассейна при сжигании топлива. – Л.: Недра, 1988. – 312 с.

7. Смихула А. В., Сигал И. Я. Продление ресурса и модернизация муниципальных водогрейных котлов средней и большой мощности // Проблемы экологии и эксплуатации объектов энергетики: Материалы XVI конференции стран СНГ с межд. участием (6–10 июня 2006 г., г. Севастополь). – Киев: ИПЦ АЛКОН НАНУ, 2006. – С. 38–40.

8. Сигал И. Я., Смихула А. В., Дубоший А. Н., Домбровская Э. П. Повышение эффективности и продление ресурса котлов типа ПТВМ // Проблемы экологии и эксплуатации объектов энергетики: Материалы XVIII межд. конференции (10–14 июня 2008 г., г. Ялта, пгт. Кореиз). – Киев: ИПЦ АЛКОН НАН Украины, 2008. – С. 76–79.

УДК 621.1.016:621.184

**Н. М. Фиалко^{1,2}, Ю. В. Шеренковский¹, В. Г. Прокопов¹,
С. А. Алёшко¹, Л. С. Бутовский², А. А. Серый², В. С. Новицкий¹,
Л. А. Швецова¹**

¹*Институт технической теплофизики НАН Украины, г. Киев*

²*Национальный технический университет Украины «КПИ», г. Киев*

ОСОБЕННОСТИ СМЕСЕОБРАЗОВАНИЯ ПРИ ЭШЕЛОНИРОВАННОМ РАСПОЛОЖЕНИИ СТАБИЛИЗАТОРОВ ПЛАМЕНИ В МИКРОФАКЕЛЬНЫХ ГОРЕЛОЧНЫХ УСТРОЙСТВАХ

Эффективность работы огнетехнического оборудования, как известно, во многом зависит от организации процессов смешения топлива и окислителя в горелочных устройствах. Данная работа посвящена исследованию влияния эшелонированного расположения стабилизато-

© Н. М. Фиалко, Ю. В. Шеренковский, В. Г. Прокопов, С. А. Алёшко, Л. С. Бутовский, А. А. Серый, В. С. Новицкий, Л. А. Швецова, 2011

ров пламени на закономерности смесеобразования в горелочных устройствах стабилизаторного типа.

Исследования процессов смесеобразования осуществлялись с помощью компьютерного моделирования. При этом расчетная область исследуемой задачи для стабилизаторной решетки без эшелонирования ограничивалась подобластью $A'ABB'$, а с эшелонированием – $C'CDD'$ (рис. 1).

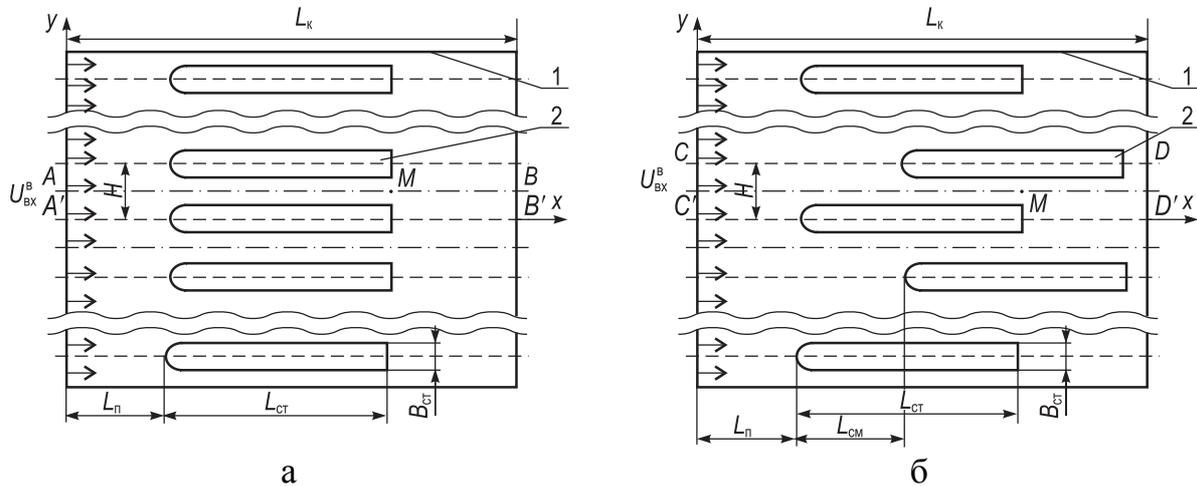


Рис. 1. Постановка задачи для стабилизаторной решетки без эшелонированного (а) и с эшелонированным расположением пилонов (б), 1 – стенка канала, 2 – стабилизатор пламени

На рис. 2 представлены результаты компьютерного моделирования процессов смесеобразования для условий расположения стабилизаторов пламени двумя способами: во-первых, таким образом, когда торцы пилонов находились в одной плоскости, и, во-вторых, при эшелонированном размещении стабилизаторов. Приведенные данные отвечают таким исходным параметрам: ширина, длина, шаг расположения стабилизаторов $B_{ст} = 0,03$ м, $L_{ст} = 0,22$ м, $H = 0,0666$ м соответственно; длина канала $L_k = 0,665$ м; $L_п = 0,05$ м; коэффициент загромождения проходного сечения канала $k_f = 0,45$; диаметр газоподающих отверстий $d = 0,002$ м и относительный шаг их расположения $S/d = 6,4$; коэффициент избытка воздуха $\alpha = 1,0$; средняя скорость газа в газоподающем отверстии $V_{вх}^в = 94,6$ м/с; скорость воздуха на входе в канал $U_{вх}^в = 7$ м/с (см. рис. 1).

На рис. 2 зоны I–II отвечают подобласти, которая характеризуется повышенным содержанием воздуха и топлива соответственно. Тут в первой зоне объемная концентрация метана меньше нижнего концентрационного предела воспламенения $C < 0,052$, а во второй зоне – превышает верхний концентрационный предел воспламенения $C > 0,15$. В зоне III смесь находится в концентрационных пределах воспламенения $0,0523 \leq C \leq 0,15$.

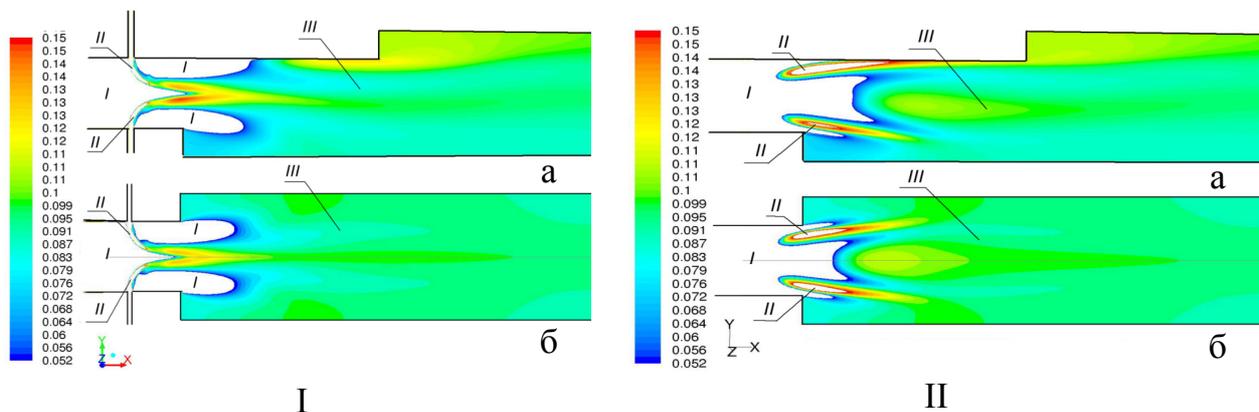


Рис. 2. Поля объемной концентрации метана в продольном сечении канала, которое проходит через центр газоподающего отверстия (I), и в сечении, проходящем посередине между газоподающими отверстиями (II), для эшелонированного (а) и неэшелонированного (б) расположения стабилизаторов

Как видно из рис. 2, в межстабилизаторном канале за газоподающими отверстиями вблизи стенок стабилизаторов располагается зона I с повышенным содержанием воздуха. Протяженность данной зоны L^I по потоку оказывается наибольшей в поперечном сечении, что проходит через ось газоподающих отверстий (для случаев с эшелонированным и неэшелонированным расположением стабилизаторов пламени). При этом в условиях эшелонированного расположения стабилизаторов эта величина несколько больше, чем в ситуации без их эшелонированного расположения. Важно также отметить, что величина L^I отличается для первого и второго по потоку стабилизаторов в эшелонированной решетке. Для первого из них данная зона оказывается несколько меньшей, и это отличие увеличивается в продольном сечении XOY, которое проходит через ось струи, в сравнении с сечением, расположенным посередине между газоподающими отверстиями.

Таблица

Размеры зоны с повышенным содержанием воздуха при наличии и отсутствии эшелонированного расположения стабилизаторов

i	Продольные сечения, проходящие через ось газоподающего отверстия			Продольные сечения, проходящие между газоподающими отверстиями		
	0	1	2	0	1	2
L^I , мм	26,0	28,0	34,0	13,0	16,5	18,0

Индексы $i = 1, 2$ в таблице соответствуют первому и второму по ходу течения стабилизатору пламени эшелонированной решетки. Зна-

чения $i = 0$ соответствует отсутствию взаимного смещения стабилизаторов.

Что касается зон с избыточным содержанием газа, то здесь необходимо отметить следующее. В случае эшелонированного расположения стабилизаторов величина L^{II} вблизи первого по потоку стабилизатора составляет $14,5 \times 10^{-3}$ м, а вблизи второго – $35,1 \times 10^{-3}$ м. Меньшее значение для первого по потоку стабилизатора, очевидно, обусловлено большим размыванием данной зоны вследствие интенсификации смеобразование в области рециркуляционного течения в следе за этим стабилизатором.

Таким образом, при отсутствии взаимного смещения стабилизаторов в поперечном сечении только часть смеси находится в концентрационных пределах воспламенения. В этих условиях, очевидно, будет реализовываться промежуточный механизм сжигания топлива, который носит черты диффузионного и кинетического горения. При этом, как известно, зона горения оказывается достаточно протяженной, и уровни температур в близлежащей к стабилизаторам зоне оказываются сравнительно высокими. При эшелонированном расположении стабилизаторов наблюдается иная картина. Тут для первого по потоку стабилизатора также, как и в случае отсутствия взаимного смещения стабилизаторов, в этом сечении лишь локально обеспечивается концентрация, необходимая для устойчивого горения. Для второго же по потоку стабилизатора в разрезе, который соответствует его затупленной задней кромке, весь объем смеси находится в концентрационных пределах воспламенения. В этих условиях механизм горения по ряду соответствующих характеристик будет приближаться к кинетическому и характеризоваться коротким факелом и повышенными уровнями температур.

Итак, необходимо отметить, что эшелонированное расположение стабилизаторов может использоваться как способ формирования необходимого уровня температур в горелочных устройствах.

**КИНЕТИЧЕСКИЙ МЕХАНИЗМ ВОЗНИКНОВЕНИЯ
ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ И ЕГО ВОЗДЕЙСТВИЕ
НА МАКРОСКОПИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ГОРЕНИЯ**

Повышение эффективности использования энергии факела в камерах сгорания паровых и водогрейных котлов путем совместного получения тепловой и электрической энергии представляет большой научный и практический интерес и является перспективным направлением развития котлостроения.

Недостатком многих находящихся в эксплуатации водогрейных и паровых котлов является малоэффективная теплоотдача в топке и обусловленные этим высокая температура уходящих газов (до 200–250 °С) и низкий КПД. Интенсификация лучистого теплообмена может быть достигнута путем устройства в топке вторичных излучателей – твердых тел, воспринимающих тепло от продуктов горения и передающих его излучением поверхностям нагрева. Из уравнений теплообмена видно, что в целях увеличения роли вторичного излучателя нужно стремиться увеличить его суммарную эффективную поверхность и поверхность, омываемую топочными газами. Естественно, что увеличение скорости обмывания излучателя топочными газами также значительно интенсифицирует теплообмен. В результате снижения как максимальных температур в зоне горения, так и температур на выходе из топки и за котлом, облегчаются условия работы, повышается надежность и увеличивается срок эксплуатации котла.

В рассматриваемом нами случае, вторичный излучатель представляет собой ребренный цилиндр, который устанавливается в топке котла по оси горелочного устройства. Оптимальные геометрические размеры вторичного излучателя определяются расчетным и эмпирическим путем на основании экспериментально обоснованных методик, разработанных в Институте технической теплофизики НАН Украины [1].

Тепловая теория горения и теория цепных химических реакций, созданные трудами Я. Б. Зельдовича, Д. А. Франк-Каменецкого и Н. Н. Семенова, в основном хорошо описывают свойства пламени, но слабо

связаны друг с другом и не учитывают ряда факторов, способных во многом определять ход процесса горения. Происходит это потому, что игнорируется собственная электрическая структура пламени. Более того, нередко эксперименты, поставленные, казалось бы, в одинаковых условиях, дают прямо противоположные результаты.

Пламя, несмотря на свою низкую температуру, является плазмой. Более того, внутри пламени распределение зарядов упорядочено, что приводит к наличию положительно и отрицательно заряженных зон [2].

В пламени происходит разделение зарядов, вследствие чего пламя имеет собственное электрическое поле сложной конфигурации. Отрицательный потенциал сосредоточен во внутренней области пламени и достигает величины 24 мВ. Носителями отрицательного заряда в пламени являются электроны и отрицательные ионы.

Области положительного заряда сосредоточены вблизи выходного сечения горелки и распространяются по оси, но отсутствуют во внутренних зонах диффузионных пламен. Существующая в пламенах неравновесная ионизация обусловлена процессом хемионизации, причем концентрация заряженных частиц в пламени зависит от вида топлива и условий горения и может превосходить равновесную на 4–6 порядков.

Воздействие электрических полей на заряженную компоненту пламени приводит к изменению макроскопических параметров горения, в первую очередь, на газодинамику процесса, и оказывает прямое воздействие на кинетику реакции. Кинетический механизм воздействия поля способен повлиять на макроскопические параметры горения только тогда, когда удастся создать поле с напряженностью, достаточной для заметного разделения зарядов именно в реакционной зоне, и в области подготовки [3].

Теоретическая возможность использования прямого преобразования теплоты в электричество положена работами Альтенкирха. Для обеспечения наилучшей эффективности коэффициент Зеебека или термоэлектрическая мощность, как ее еще называют, должна быть как можно более высокой, то есть электропроводность должна быть высока, насколько это возможно, в то время как теплопроводность должна быть как можно более низкой. Это положение противоречит опыту применения вторичных излучателей и требует проведения дополнительных исследований, направленных на выбор материалов для их изготовления. Надо учитывать, что легирование сталей и площадь контакта проводников прямо пропорциональны величине получаемой термо-ЭДС.

Проведенными нами экспериментальными исследованиями было установлено, что на поверхности вторичного излучателя из нержавеющей

щей стали, установленного в топке на диэлектрических прокладках, при работе котла возникает термо-ЭДС. Известны три причины возникновения термо-ЭДС: образование направленного потока носителей зарядов в проводнике при наличии градиента температур, увлечение электронов фононами и изменение положения уровня Ферми в зависимости от температуры.

Так как по длине вторичного излучателя существует градиент температуры, то электроны на горячем конце приобретают более высокие энергии и скорости. В полупроводниках и сильнолегированных сталях, кроме того, концентрация электронов растет с температурой. В результате возникает поток электронов от горячего конца к холодному, на холодном конце накапливается отрицательный заряд, а на горячем остается некомпенсированный положительный заряд.

Накопление заряда продолжается до тех пор, пока возникшая разность потенциалов не вызовет равный обратный поток электронов.

Алгебраическая сумма таких разностей потенциалов в цепи создает одну из составляющих термо-ЭДС, которую называют объемной. Другие составляющие термо-ЭДС связаны с температурной зависимостью контактной разности потенциалов и с эффектом увлечения электронов фононами. Термо-ЭДС металлов очень мала, она сравнительно больше в полуметаллах и их сплавах, а также в некоторых переходных металлах и их сплавах (например, в сплавах Pd-Ag достигает: 86 мкВ/К). Термо-ЭДС в этих случаях велика из-за того, что средняя энергия электронов в потоке сильно отличается от энергии Ферми. Иногда быстрые электроны обладают меньшим коэффициентом диффузии, чем медленные, и термо-ЭДС меняет знак. Ее величина и знак зависят также от формы ферми-поверхности, различные участки которой могут давать в термо-ЭДС вклады противоположного знака [4].

Результаты лабораторных исследований на дизельном топливе (рис. 1) и промышленные испытания на природном газе (рис. 2) полностью согласуются с теоретическими положениями.

В качестве термоэлектрического преобразователя в обоих случаях был использован вторичный излучатель, изготовленный из высоколегированной нержавеющей стали, с противоположных сторон которого были жестко закреплены платино-родиевые проводники от стандартной термодпары. Измерения электрического напряжения проводились измерительным комплексом «Тритон», что позволило вести мониторинг процесса в реальном времени, с фиксацией данных на персональном компьютере. Анализ полученных результатов показывает, что

значения термо-ЭДС прямо пропорционально температуре на поверхности вторичного излучателя, зависит от материала излучателя и материала подводящих проводников. Отмеченные на рис. 2 резкие изменения значений термо-ЭДС объясняются декомпенсацией зарядов.

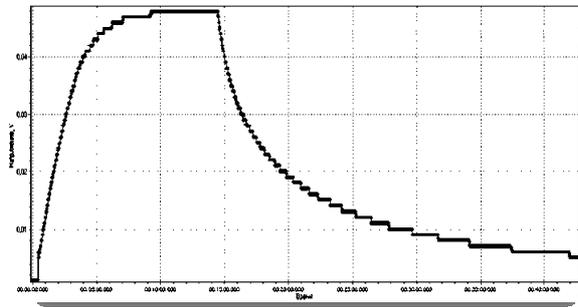


Рис. 1. Значения термо-ЭДС при работе лабораторного котла, мощностью 100 кВт на дизельном топливе

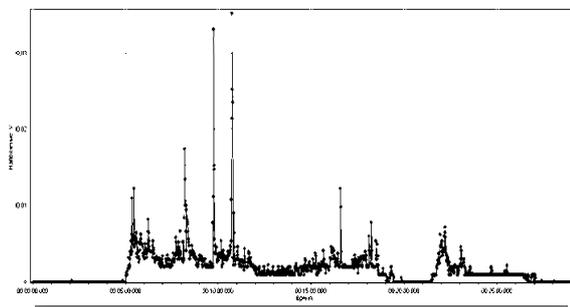


Рис. 2. Значения термо-ЭДС при работе котла Vitoplex-100, мощностью 1120 кВт на природном газе

Выводы

- Получены значения термо-ЭДС – 56 мВ, что позволяет сделать вывод о перспективности выбранного направления исследований.
- Электрическое поле, возникающее при горении, может быть использовано для влияния на макроскопические параметры горения.
- Использование за счет кинетического механизма возникающего электрического поля в перспективе позволит отказаться от сторонних источников электрической энергии при работе котла.
- Технический результат – создание новых способов управления процессами горения в энергетических и технологических агрегатах, обеспечивающих снижение расхода топлива, уменьшение вредных выбросов в атмосферу и интенсификацию процесса горения.

Список использованной литературы

1. Демченко В. Г. Удосконалення топкових камер опалювальних котлів: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. 05.14.06. – Технічна теплофізика і промислова теплоенергетика. – Київ, 2006. – 138 с.
2. Лаутон Дж., Вайнберг Ф. Электрические аспекты горения. – М.: Энергия, 1976. – 296 с.
3. Степанов Е. М., Дьячков Б. Г. Ионизация в пламени и электрическое поле. – М.: Металлургия, 1968. – 310 с.
4. Грабов В. М. Об одном из перспективных направлений фундаментальной физики термоэлектричества в XXI веке // Термоэлектричество. – 2005, № 4. – С. 59–62.

Н. М. Фіалко^{1,2}, С. О. Альошко¹, К. В. Рокитько²,
Ю. В. Шеренковський¹, Н. О. Меранова¹, О. Є. Малецька¹,
А. О. Борисенко²

¹Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

²Національний технічний університет України «КПІ», м. Київ

ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕЧІЇ В СИСТЕМІ ПЛОСКИХ СТАБІЛІЗАТОРІВ ПОЛУМ'Я З ПЛАСТИНЧАСТИМИ ТУРБУЛІЗАТОРАМИ ПОТОКУ

Застосування турбулізаторів значно посилює збурення в набігаючому потоці, що призводить до інтенсифікації тепломасообмінних процесів в зоні горіння, забезпечує стабільне спалювання палива та покращує енерго-екологічні характеристики пальникових пристроїв. Дана робота присвячена математичному моделюванню структури течії пального та окисника в системі плоских стабілізаторів полум'я з пластинчастими турбулізаторами потоку, розташованими за газоподавальними отворами. Дослідження проводилися на основі розв'язку усереднених рівнянь Нав'є–Стокса з використанням двохпараметричної дисипативної k - ϵ моделі турбулентності в модифікації RNG [1]. Чисельна реалізація розв'язку поставленої задачі здійснювалася за допомогою програмного модуля ANSYS FLUENT.

Виконані дослідження відповідають таким вихідним даним: витрата природного газу $G = 200 \text{ м}^3/\text{год}$; коефіцієнт надлишку повітря $\alpha = 1,1$; температура газу $t_{\text{ВХ}}^{\text{Г}} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$; температура повітря на вході в пальниковий пристрій $t_{\text{ВХ}}^{\text{П}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$; діаметр газоподавальних отворів $d_{\text{Г}} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ м}$; відносний крок розташування отворів $S/d_{\text{Г}} = 3,33$. Моделювання виконувалося для пальника без турбулізуючої пластини (ТП) та з пластиною висотою $h_{\text{Т}} = 5,0; 7,5 \text{ та } 10,0 \text{ мм}$. На рис. 1 представлено схему пальникового пристрою стабілізаторного типу з турбулізуючою пластиною.

Результати проведених досліджень показали, що у разі відсутності турбулізуючої пластини конфігурація зони зворотних токів (ЗЗТ) в

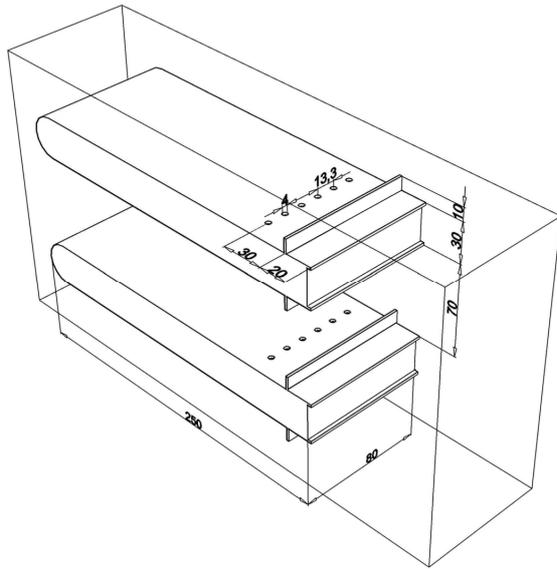


Рис. 1. Схема пальникового пристрою стабілізаторного типу з турбулізуючою пластинною

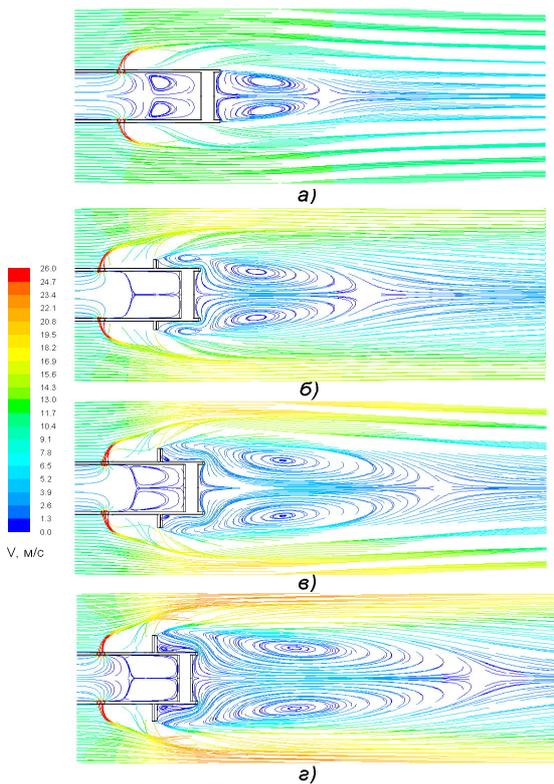


Рис. 2. Картина ліній току в по-здовжньому перерізі каналу xOy при $z = 0$ без турбулізуючої пластини (а) та з турбулізуючою пластинною різної висоти h_T : (б) – 5 мм, (в) – 7,5 мм, (г) – 10 мм

ближньому сліді за стабілізатором є відносно простою, а її довжина порівняно невеликою. За наявності ТП форми зон рециркуляції істотно ускладнюються. За умови, коли висота пластини становить $h_T = 7,5$ та 10,0 мм спостерігається утворення загальної вихрової структури за пластинною і стабілізатором полум'я, розміри якої є досить значними. При $h_T = 5$ мм, мають місце дві вихрові структури, одна з яких генерується безпосередньо за ТП, а друга – в закормовій зоні стабілізатора. Зі збільшенням h_T положення центру вихора за зривною кромкою стабілізатора зміщується вниз по потоку і, окрім того, в міжстабілізаторний простір (рис. 2). Згідно з результатами комп'ютерного моделювання довжина зони зворотних токів L_{33T}^{CT} за стабілізатором становить 89,3 мм, 123,2 мм та 155,4 мм при $h_T = 5,0$; 7,5 та 10,0 мм відповідно. Тобто має місце лінійне збільшення величини L_{33T}^{CT} з ростом h_T . При цьому максимальні швидкості в зонах зворотних токів помітно збільшуються. А саме, від 3,6 м/с при $h_T = 5,0$ мм до 5,1 м/с при $h_T = 10,0$ мм.

Зміна величини h_T значно впливає і на структуру течії за межами вихрових зон. Насамперед, наявність ТП спричиняє підвищення далекобійності струменів палива за рахунок дії на них прискореного за даними пластиннами потоку. Поряд з цим, застосування турбулізаторів призводить до зростання швидкості

поток за межами вихрових зон. Дане зростання є тим суттєвішим, чим більша висота турбулізуючих пластин h_T .

Слід відзначити, що протяжність зон з підвищеними рівнями швидкості теж зростає зі збільшення h_T .

Важливим результатом комп'ютерного моделювання є те, що встановлення ТП призводить до суттєвого зростання рівнів пульсацій швидкості. До того ж збільшуються розміри зон, що розташовані вздовж границь ЗЗТ, в яких пульсації досягають значних величин.

Виконані дослідження показують також, що наявність ТП обумовлює лише незначне підвищення витрат тиску Δp в системі. Для $h_T = 5,0$ мм Δp становить 75,2 Па, а для $h_T = 10,0$ мм – 164,2 Па.

Список використаної літератури

1. Белов И. А., Исаев С. А. Моделирование турбулентных течений: Учебное пособие. – СПб: Балт. гос. техн. ун-т, 2001. – 108 с.

УДК 662.61:621

**В. Г. Прокопов¹, Н. М. Фіалко^{1,2}, Ю. В. Шеренковський¹,
С. А. Альошко¹, О. Б. Тимощенко¹, Н. О. Меранова¹,
М. З. Абдулін^{1,2}, О. М. Кутняк¹**

¹ Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ

² Національний технічний університет України «КПІ», м. Київ

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ АЕРОДИНАМІКИ ТА ТЕПЛООБМІНУ В СИСТЕМАХ ОХОЛОДЖЕННЯ СТАБІЛІЗАТОРНИХ ПАЛЬНИКОВИХ ПРИСТРОЇВ

Приводятся данные численных исследований характеристик систем охлаждения горелочных устройств стабилизаторного типа при использовании прямого, округленного и специально профилированного дефлектора. Представлены результаты анализа влияния типа дефлектора на эффективность системы охлаждения.

© В. Г. Прокопов, Н. М. Фіалко, Ю. В. Шеренковський, С. А. Альошко, О. Б. Тимощенко, Н. О. Меранова, М. З. Абдулін, О. М. Кутняк, 2011

При використанні природного газу як палива для вогнетехнічного обладнання актуальною є проблема надмірного термічного навантаження елементів пальникових пристроїв, яке призводить до передчасного виходу їх із ладу. З огляду на це вирішення завдання щодо підвищення довговічності пальникових пристроїв в значній мірі пов'язане з розробкою ефективних систем охолодження цих пристроїв.

Дану роботу присвячено дослідженню характеристик систем охолодження стабілізаторних пальникових пристроїв. В цих системах найбільш теплонапружені ділянки пілона обтікаються природним газом, який, після виконання функції охолоджуючого агента, надходить до газоподаючих отворів і спалюється як паливо.

В роботі розглядалися такі системи охолодження [1]:

- з направляючими дефлекторами двох видів – прямим і округленим (рисунок, а, б);
- зі спеціально спрофільованим дефлектором (рисунок, в).

При цьому обдув внутрішньої поверхні торця пілона природним газом здійснювався плоским імпульсним струменем.

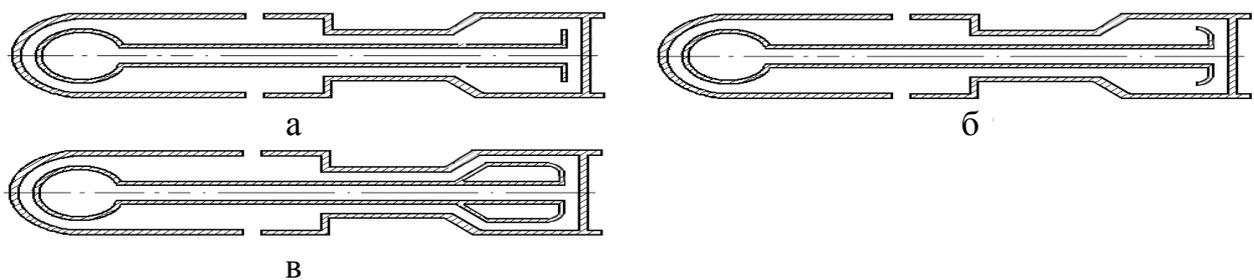


Рисунок. Вигляд струменево-нішевого пілона для систем охолодження при використанні прямого (а), округленого (б) направляючого та спеціально спрофільованого (в) дефлектора

Дослідження проводилося на основі математичного моделювання.

Розглянемо спочатку особливості течії природного газу в досліджуваних системах охолодження з направляючими дефлекторами – прямим і округленим. Як показали результати дослідження, характер течії в обох випадках в цілому є досить близьким. При цьому картина течії характеризується наявністю двох великих вихорів, один з яких розташований за дефлектором в приторцевій області пілона, а другий – в кутовій зоні поблизу передньої стінки ніші. У випадку округленого направляючого дефлектора розміри вихору в приторцевій зоні є помітно більшими, ніж для умов, що відповідають прямому дефлектору.

Крім того, при використанні прямого дефлектора швидкості охолоджуючого газу поблизу бокової поверхні приторцевої зони помітно перевищують їх значення в ситуації округленого дефлектора. Саме цим обумовлені більш високі значення коефіцієнта тепловіддачі та нижчі рівні температур в цих областях у випадку прямого дефлектора. Втрати ж тиску у системі охолодження з прямим дефлектором є більшими за величиною, ніж у випадку округленого дефлектора, що також пояснюється відмінностями у характерах течії охолоджуючого агента.

При використанні спеціально спрофільованого дефлектора його розміри і конфігурація вибиралися таким чином, що прохідний перетин утвореного був приблизно таким самим, як і у випадку округленого направляючого дефлектора. Як показали дослідження, характеристики течії газу поблизу охолоджуваної поверхні пілона для всіх трьох зазначених випадків відрізняються несуттєво. Це обумовлено тим, що за відсутності спеціально спрофільованого дефлектора його роль фактично виконує вихрова структура, що утворюється за направляючим дефлектором. Зазначена аналогічність вказаних характеристик течії визначає також і подібний характер зміни інших параметрів охолодження, для ситуацій, що зіставляються. Температура зовнішньої поверхні пілона в області її максимальних значень при наявності спеціально спрофільованого і округленого направляючого дефлектора виявилася майже однаковою за величиною. Втрати тиску для цих двох ситуацій також відрізняються неістотно.

Таким чином, в результаті аналізу даних обчислювальних експериментів було встановлено, що за ефективністю охолодження найбільш теплонапружених зон пілона найкращою є схема з прямим дефлектором; дещо меншою та практично однаковою ефективністю характеризуються схеми зі спеціально спрофільованим дефлектором та округленим направляючим дефлектором. Що ж стосується втрат тиску в досліджуваних системах охолодження, то тут має місце протилежна картина: вони є найбільшими для ситуації прямого дефлектора, і несуттєво відрізняються між собою для двох інших схем охолодження.

Список використаної літератури

1. Фіалко Н. М., Прокопов В. Г., Шеренковський Ю. В., Альошко С. О. та ін. Системи охолодження пальникових пристроїв струменево-нішевого типу // Проблеми екології і експлуатації об'єктів енергетики: Матеріали ХХ міжд. конференції (8–12 юня 2010 г., г. Ялта, пгт. Кореиз). – К.: ИПЦ АЛКОН НАН України, 2010. – С. 192–194.

**В. Г. Прокопов¹, Н. М. Фиалко^{1,2}, Н. П. Полозенко¹,
Н. О. Меранова¹, С. А. Алёшко¹, А. А. Харченко²,
П. К. Голубинский¹, Е. И. Милко¹**

¹Институт технической теплофизики НАН Украины, г. Киев

²Национальный технический университет Украины «КПИ», г. Киев

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ СМЕСЕОБРАЗОВАНИЯ ТОПЛИВА И ОКИСЛИТЕЛЯ В ГОРЕЛОЧНЫХ УСТРОЙСТВАХ СТАБИЛИЗАТОРНОГО ТИПА

Настоящая работа посвящена компьютерному моделированию процессов смесеобразования в горелочных устройствах стабилизаторного типа.

Математическая модель исследуемого процесса включает в себя систему дифференциальных уравнений в частных производных, которая в декартовой системе координат может быть представлена в следующем виде:

$$\frac{\partial(\rho U_j U_i)}{\partial x_j} = -\frac{\partial P}{\partial x_i} + \frac{\partial(\tau_{ij})}{\partial x_j}, \quad i = 1, 2, 3, \quad (1)$$

$$\frac{\partial(\rho U_j)}{\partial x_j} = 0, \quad (2)$$

$$\frac{\partial(\rho_K U_j)}{\partial x_j} = \frac{\partial}{\partial x_j} \left(\frac{\mathbf{v}}{Sc_K} + \frac{\mathbf{v}_T}{Sc_T} \right) \frac{\partial \rho_K}{\partial x_j}, \quad K = 1, 2 \dots N-1, \quad (3)$$

где ρ – плотность среды; U_j – компоненты вектора скорости в направлении x_j ; P – статическое давление; x_j – декартова координата, $j = 1, 2, 3$; τ_{ij} – компоненты тензора напряжений

$$\tau_{ij} = 2(\mu + \mu_T) S_{ij} - \frac{2}{3} \left[(\mu + \mu_T) \frac{\partial U_n}{\partial x_n} + \rho \cdot k \right] \delta_{ij}, \quad S_{ij} = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial U_i}{\partial x_j} + \frac{\partial U_j}{\partial x_i} \right),$$

μ , μ_T – молекулярная и турбулентная динамическая вязкость; S_{ij} – компоненты тензора скоростей деформаций; δ_{ij} – символ Кронекера; k – кинетическая энергия турбулентных пульсаций; ρ_K – парциальная массовая плотность K -го компонента, $\rho_K = \rho \cdot w_K$; w_K – массовая концентрация K -го компонента; Sc_K – число Шмидта K -го компонента, $Sc_K = \nu / D_K$, D_K – коэффициент диффузии K -го компонента; Sc_T – турбулентное число Шмидта, ν_T – турбулентная кинематическая вязкость; N – число компонентов смеси. В приведенных уравнениях суммирование производится по повторяющемуся индексу.

Для замыкания системы уравнений (1)–(3) применялась k - ϵ модель турбулентности в модификации RNG. Обоснование использования этой модели проводилось путем сопоставления результатов расчетов с данными натуральных экспериментов.

Численная реализация рассматриваемой задачи осуществлялась с применением программного комплекса Fluent. При этом ввиду регулярности расположения стабилизаторов в стабилизаторной решетке и газоподающих отверстий на стабилизаторах при математическом моделировании рассматривался лишь характерный элемент изучаемой системы длиной L_K , равной длине канала, высотой $H/2$, составляющей половину шага между стабилизаторами и глубиной $S/2$, равной половине шага между газоподающими отверстиями.

На ограничивающих поверхностях выделенного характерного элемента принимались следующие граничные условия. Во входном сечении задавалась скорость воздуха $U_{\text{вх}}^{\text{в}}$ и его степень турбулентности $Tu_{\text{вх}}^{\text{в}}$. В поперечном сечении газоподающего отверстия на боковой стенке стабилизатора заданными являлись скорость газа $V_{\text{вх}}^{\text{г}}$, и степень турбулентности $Tu_{\text{вх}}^{\text{г}}$. На остальной поверхности стенок стабилизатора принимались условия прилипания и непроницаемости. На боковых поверхностях выделенного элемента задавались условия симметрии, а в его выходном сечении – «мягкие» граничные условия, отвечающие равенству нулю производных по нормали к границе от зависимых переменных.

Перейдем к рассмотрению результатов математического моделирования процесса смесеобразования в горелочном устройстве при различных значениях коэффициента избытка воздуха α . На рис. 1 в качестве примера представлены данные, отвечающие $\alpha = 1,0$ и $\alpha = 1,35$. Варьирование величины α осуществлялось за счет изменения скорости природного газа в газоподающих отверстиях при неизменном значении скорости воздуха на входе в горелочное устройство, т.е. изменению подлежал расход газа при постоянстве расхода воздуха.

Из рисунка: а–е, зона с избытком природного газа при $\alpha = 1,0$ заметно превышает по размеру соответствующую зону, которая отвечает $\alpha = 1,35$ во всех сечениях $x = \text{const}$. Это, как очевидно, обусловлено возрастанием расхода газа с уменьшением величины α . Заметим также, что указанные зоны с избыточным содержанием природного газа для двух сопоставляемых случаев несколько отличаются и по своему месторасположению. А именно, при $\alpha = 1,0$ эта зона в большей мере удалена от стенки канала, на которой находятся газоподающие отверстия. Данное обстоятельство связано с возрастанием дальнобойности струй газа при снижении коэффициента α . Следует отметить также, что смыкание зон с избытком природного газа в смежных струях происходит для $\alpha = 1,0$ на меньших расстояниях от устья струй, чем при $\alpha = 1,35$.

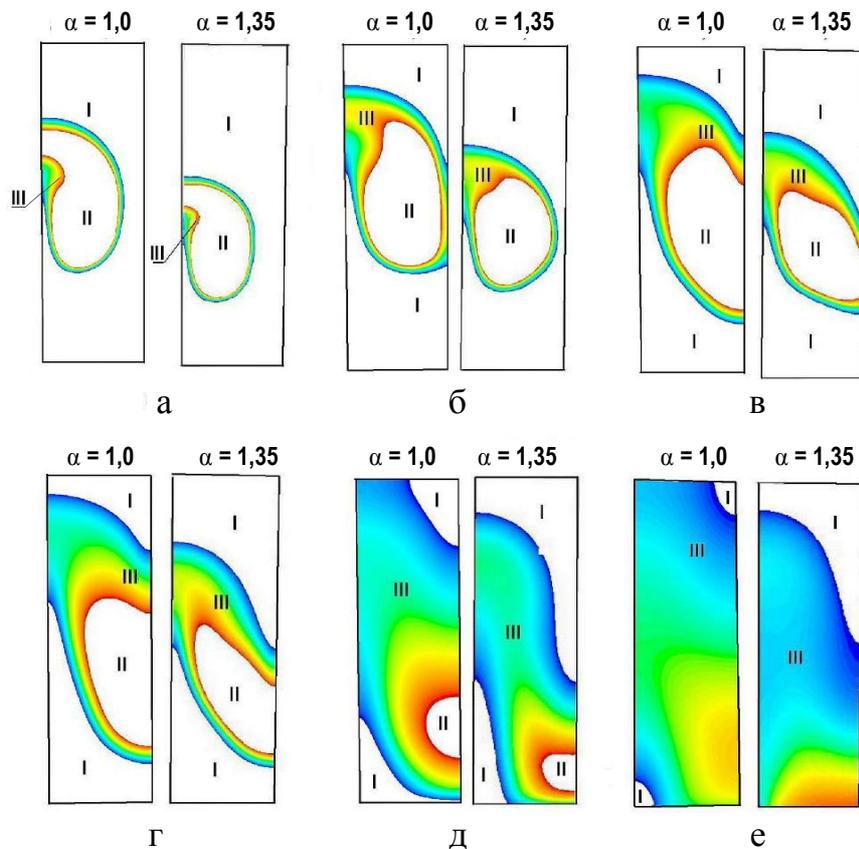


Рисунок. Поля объемной концентрации метана в поперечных сечениях $x = \text{const}$, проходящих через затупленную заднюю кромку стабилизатора:

а) $x = -0,11$ м; б) $-0,1$; в) $-0,09$; г) $-0,08$; д) $-0,04$; е) 0

Что же касается зоны, в которой топливовоздушная смесь находится в концентрационных пределах воспламенения, то, как видно из рисунка, во всех сечениях $x = \text{const}$ данная зона оказывается большей по величине в случае $\alpha = 1$. При этом указанная зона в большей мере удалена от

поверхности расположения газоподающих отверстий в сравнении с зоной, отвечающей $\alpha = 1,35$. В сечении $x = \text{const}$, проходящем через затупленную заднюю кромку стабилизатора, зона с должным смесеобразованием охватывает практически все сечение канала для $\alpha = 1$. В ситуации же $\alpha = 1,35$ значительная часть этого сечения оказывается занятой зоной с избыточным содержанием воздуха, удаленной от плоскости нахождения газоподающих отверстий. Такая картина расположения рассматриваемых зон обусловлена снижением расхода природного газа и дальнобойности газовых струй с уменьшением величины α .

Следует также обратить внимание на особенности полей концентраций метана в закормовой области стабилизатора. Как видно из приведенных данных (рисунок, е), в этой области уровни концентрации метана оказываются существенно более высокими при $\alpha = 1,35$, что также является следствием отмеченного выше снижения дальнобойности газовых струй при увеличении коэффициента избытка воздуха.

УДК 621.43.056:632.15:621.438

**Н. М. Фіалко^{1,2}, С. О. Альошко¹, М. В. Майсон¹, М. З. Абдулін^{1,2},
А. А. Озеров¹, Г. В. Іваненко¹, В. С. Новіцький¹, О. В. Ночовний²**

¹*Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ*

²*Національний технічний університет України «КПІ», м. Київ*

ОСОБЛИВОСТІ СТРУКТУРИ ТЕЧІЇ В РЕШІТЦІ СТАБІЛІЗАТОРІВ ПОЛУМ'Я З ПОЛУМ'ЯПЕРЕКИДНИМИ ПЕРЕМІЧКАМИ

Дана робота присвячена дослідженню впливу полум'яперекидної перемички на характеристики течії пального і окисника в системі стабілізаторів полум'я. При цьому аналізуються особливості картини течії при варіюванні в широких межах геометричних розмірів перемички. Розглядаються також ситуації, що відповідають застосуванню полум'яперекидних перемичок з розвинутою поверхнею, а саме з орбренням прямокутної і трикутної форми.

© Н. М. Фіалко, С. О. Альошко, М. В. Майсон, М. З. Абдулін, А. А. Озеров, Г. В. Іваненко, В. С. Новіцький, О. В. Ночовний, 2011

На рисунку а дано схему стабілізаторів з полум'яперекидною перемичкою, а на рисунку б – поздовжній переріз власне стабілізатора.

Дослідження виконувались на основі математичного моделювання з використанням програмного комплексу *FLUENT*. Проведені розрахунки відповідають таким вихідним даним: витрата природного газу $G = 200 \text{ м}^3/\text{год}$; коефіцієнт надлишку повітря $\bar{\alpha} = 1,1$; температура газу на вході в систему охолодження $t_{\text{ВХ}}^{\text{Г}} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$; температура повітря на вході в паликовий пристрій $t_{\text{ВХ}}^{\text{В}} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$; матеріал стінки пілона – сталь 12Х18Н9Т; коефіцієнт захарачення прохідного перерізу каналу $k_f = 0,3$; діаметр газоподаючих отворів $d_r = 4 \cdot 10^{-3} \text{ м}$; відносний крок розташування отворів $S/d_r = 3,33$.

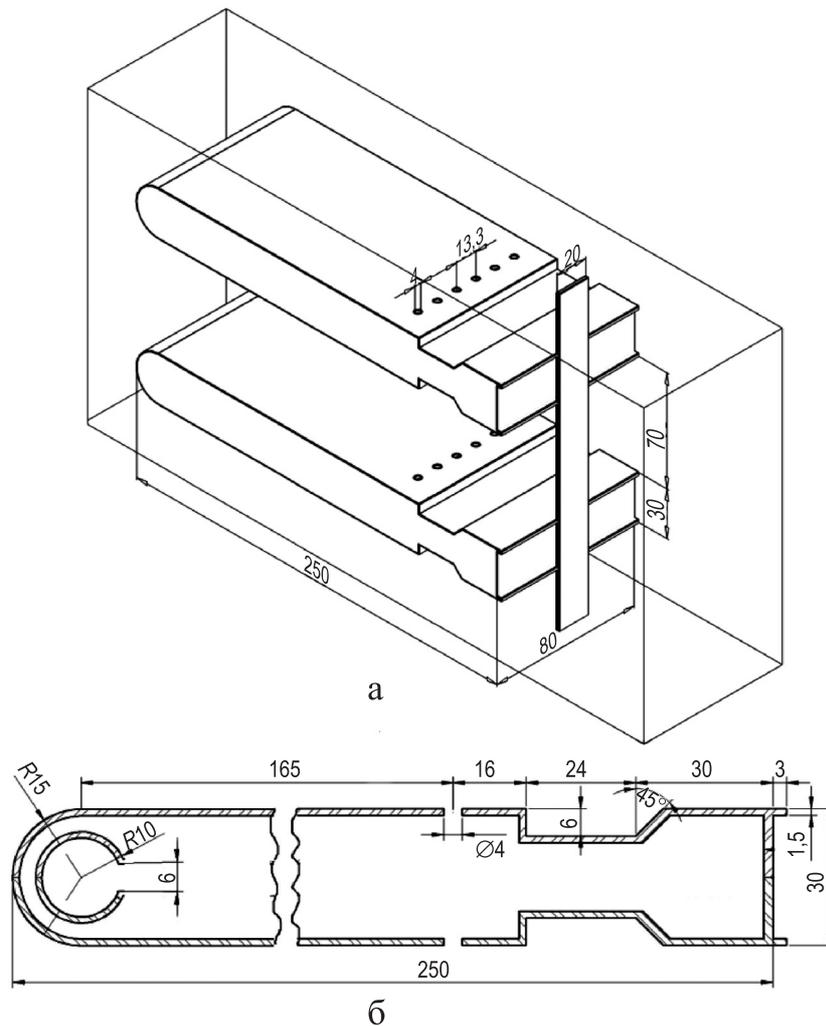


Рисунок. Схема паликового пристрою струменево-нішевого типу з полум'яперекидною перемичкою (а) та поздовжній переріз струменево-нішевого пілону (б)

Основні особливості течії пального і окислювача в системі стабілізаторів за наявності полум'яперекидної перемички і при її відсутності

суттєво відрізняються. А саме, у випадку без перемички, спостерігається одна зона рециркуляції у ближньому сліді за стабілізатором. При наявності ж полум'яперекидної перемички окрім указаної зони за стабілізатором реалізується зона зворотних токів значних розмірів. Слід також відзначити, що за відсутності перемички розміри зони зворотних токів у ближньому сліді стабілізатора є значно більшими, ніж в ситуації системи стабілізаторів з полум'яперекидною перемичкою.

Як показали проведені дослідження, наявність полум'яперекидних перемичок спричиняє значну турбулізацію потоку. Так згідно з одержаними даними при ширині перемички $V_{\text{пер}} = 20 \cdot 10^{-3}$ м рівень пульсації швидкості на границях відповідних зон зворотних токів досягає 4,5 м/с, а при відсутності перемички не перевищує 3,0 м/с.

Зупинимося далі на результатах порівняльного аналізу характеристик течії в системі стабілізаторів з полум'яперекидними перемичками при різних значеннях $V_{\text{пер}}$ їх ширини. А саме, розглянемо ситуації, що відповідають $V_{\text{пер}} = 10, 15, 20, 25$ мм.

Згідно з отриманими даними максимальна довжина зони зворотних токів за стабілізатором $L_{33T}^{\text{стаб}}$ зменшується з ростом ширини полум'яперекидної перемички. За відсутності перемички $L_{33T}^{\text{стаб}} = 70,4$ мм, а в умовах її наявності становить 30; 25,7; 21,6 і 17,8 мм при $V_{\text{пер}} = 10, 15, 20$ і 25 мм.

Таким чином, наявність вихрової структури в зоні зворотних токів за полум'яперекидною перемичкою призводить до пригнічення відповідної структури у закормовій області стабілізаторів.

У відповідності до результатів математичного моделювання максимальна довжина зони зворотних токів за полум'яперекидною перемичкою $L_{33T}^{\text{пер}}$ зростає зі збільшенням її ширини $V_{\text{пер}}$. При збільшенні $V_{\text{пер}}$ з 10 до 25 мм довжина зони зворотних токів $L_{33T}^{\text{пер}}$ змінюється з 149 мм до 211,8 мм, тобто зростає більш ніж в 1,4 рази.

Зміна ширини перемички в значній мірі впливає і на рівень турбулізації потоку. Звертає на себе увагу той факт, що найбільші значення пульсацій спостерігаються на межах зон рециркуляції. Причому у випадку струменево-нішової системи без полум'яперекидних перемичок пульсації виявляються суттєво меншими за величиною в порівнянні з ситуацією, що відповідає системі з перемичками. Збільшення ширини перемички обумовлює як зростання розмірів зон з підвищеним рівнем пульсацій швидкості, так і значень пульсацій у цих зонах. Слід відмітити, що в зоні зворотних токів за полум'яперекидною перемичкою зміна $V_{\text{пер}}$ істотно позначається на рівні пульсацій швидкості лише на досить великій відстані від перемички.

Щодо особливостей впливу оребрення перемичок на структуру потоку, то тут можна відмітити наступне. При однаковій загальній ширині гладкої і оребреної перемичок (20 мм) наявність оребрення не тільки не забезпечує додаткову турбулізації потоку, але навпаки знижує рівень пульсацій швидкості в порівнянні з ситуацією гладкої перемички. При цьому пульсації швидкості при використанні перемичок з прямокутним і трикутним оребренням виявляються досить близькими за величиною у всій області течії.

Відповідно до отриманих результатів математичного моделювання, в умовах, що розглядалися, має місце ефект локалізації впливу форми перемички на конфігурацію зони зворотних токів. У разі перемички з прямокутним оребренням в безпосередній близькості від неї конфігурація зони зворотних токів немов би стежить за формою перемички. Проте вже на невеликому віддаленні від перемички вплив її форми на конфігурацію зони зворотних токів відсутній.

Результати проведених досліджень показали також, що в разі оребрених перемичок довжина зони зворотних токів за перемичкою виявляється меншою, ніж для гладкої перемички. А саме, ця довжина дорівнює 197, 182 і 185 мм відповідно для гладкої перемички і перемичок з прямокутним і трикутним оребренням. При цьому довжини зон зворотних токів у закормовій області стабілізаторів для перемичок з прямокутним і трикутним оребренням становлять відповідно 24,7 і 26,4 мм і виявляються більшими, ніж для гладкої перемички, для якої вона дорівнює 21,6 мм.

Щодо втрат тиску в каналі, то, як показали результати розрахунків, вони дорівнюють 134, 111 та 116 Па для гладкої перемички та перемичок з прямокутним і трикутним оребренням відповідно.

**Р. О. Навродська¹, Н. М. Фіалко^{1,2}, Г. О. Пресіч¹, О. Ю. Глушак¹,
С. І. Шевчук¹, Г. О. Гнедаш¹, Н. М. Мороз²**

¹ *Інститут технічної теплофізики НАН України, м. Київ*

² *Національний технічний університет України «КПІ», м. Київ*

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ПАЛИВА СКЛОВАРНИХ ПЕЧЕЙ

Скловарні печі характеризуються значною питомою енергоємністю, тобто великими витратами енергії на одиницю виробу.

На сьогодні проблема енергозбереження в скловарних печах шляхом зниження температури відхідних газів значною мірою вирішується завдяки використанню водогрійних теплоутилізаторів. Застосування теплоутилізаційних технологій з водогрійним обладнанням для цих печей дозволяє підвищити коефіцієнт використання теплоти палива печі на 10–15% [1]. Однак, термін роботи водогрійних теплоутилізаційних установок, встановлених за печами, обмежується здебільшого опалювальним періодом, протягом якого використовується близько 90% утилізованої теплоти. Таким чином, річний строк експлуатації водогрійних теплоутилізаторів зазвичай не перевищує 50%. Вказаний строк роботи запічних теплоутилізаційних технологій, а відтак і їхня енергоефективність, можуть бути збільшені шляхом застосування повітрогійного обладнання.

Реалізація даного напрямку енергозбереження може здійснюватись двома шляхами: внаслідок збільшення поверхні регенераторів печей або завдяки використанню для підігріву повітря після регенераторів додаткового теплообмінника – кінцевого рекуператора.

Перший напрям видається менш доцільним, особливо для вже споруджених печей, через великі фінансові витрати, які істотно зменшують економічний ефект від модернізації регенераторів та термін її окупності. Другий напрям безумовно є преференційним, оскільки характеризується суттєво меншими витратами на його реалізацію. В даній роботі в межах розвитку цього напрямку розроблена теплова схема печі (рис. 1) з застосуванням попереднього підігріву повітря перед його надходженням до регенераторів печі. В даній схемі запропоновано встановлення після

регенераторів кінцевого рекуператора, розміщеного на байпасній лінії паралельно основному відвідному газоходу печі.

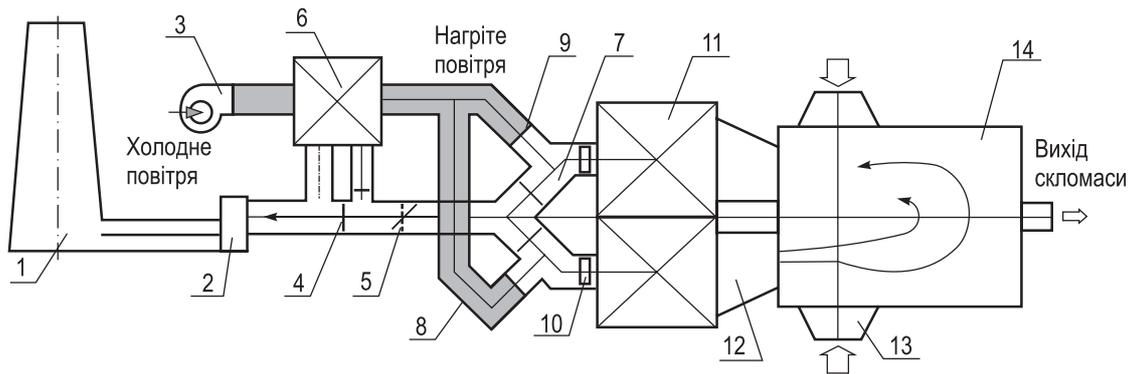


Рис. 1. Принципова схема ванної скловарної печі з кінцевим рекуператором: 1 – димова труба; 2 – димосос; 3 – вентилятор; 4, 5 – відсічний та поворотний шибери; 6 – кінцевий рекуператор; 7 – димові канали; 8 – повітряні канали; 9, 10 – регулюючий і перевідний шибери; 11 – регенератор; 12 – пальниковий пристрій; 13 – завантажувальна кішкень; 14 – варильна частина печі

В рекуператорі попередньо нагрівається холодне повітря, що надходить для догрівання почергово до кожного з двох блоків регенератора.

Для теплообмінної поверхні кінцевих рекуператорів печей запропоновано використання мембранних панелей, утворених трубами з кільцевими турбулізаторами потоку на їхніх внутрішніх поверхнях, та мембранами, що з'єднують вказані труби (див. рис. 2). При цьому димові гази омивають панелі зовні, а рух повітря організовано всередині труб.

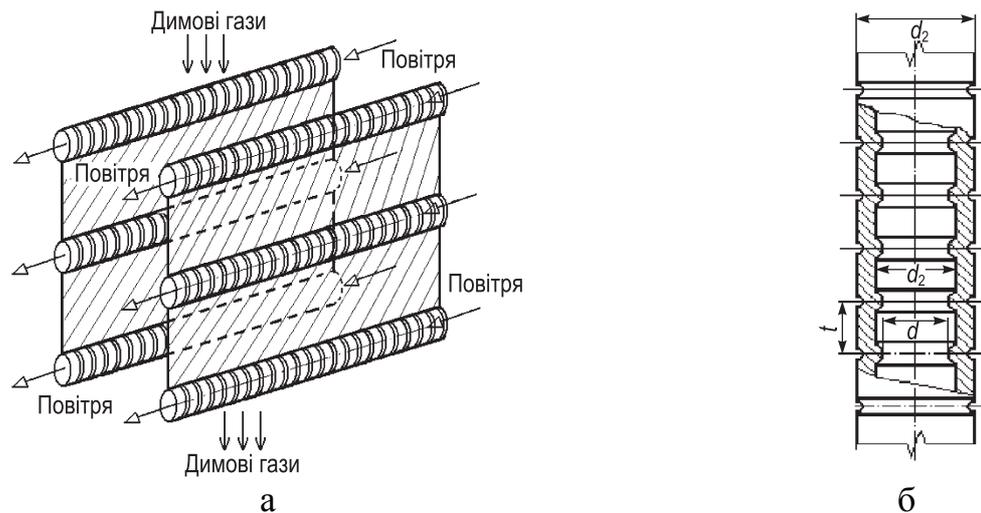


Рис. 2. Мембранні панелі: а – схема розташування мембранних панелей; б – труба з кільцевими турбулізаторами

З метою визначення ефективних конструктивних параметрів мембранних панелей було проведено розрахункові дослідження щодо впливу на процес теплопередачі їхніх геометричних характеристик та параметрів турбулізації потоку на внутрішній поверхні труб. На рис. 3 наведено дані стосовно теплової ефективності та аеродинамічного опору вказаних поверхонь в залежності від параметрів турбулізації. Дослідження базувались на експериментальних даних стосовно теплообміну та гідродинаміки в трубах з кільцевими турбулізаторами потоку [2]. Оптимальні співвідношення параметрів труби і накатки відповідають максимальній теплопродуктивності для мембранних поверхонь нагрівання.

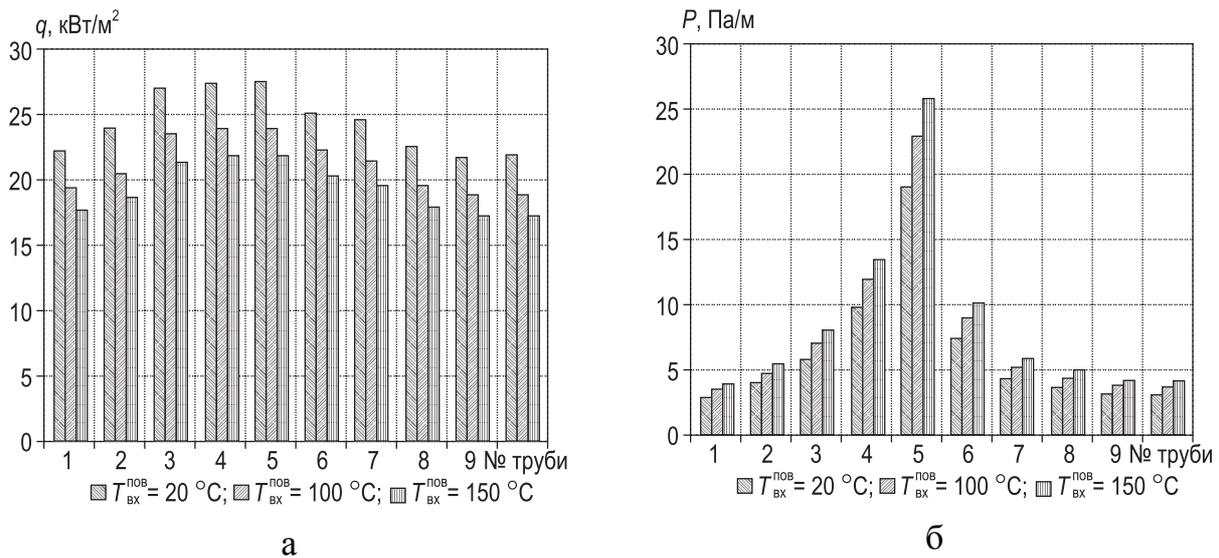


Рис. 3. Питома теплова потужність (а) та гідравлічний опір (б) кінцевого рекуператора в залежності від значень параметрів турбулізаторів та початкової температури нагріваного повітря:

1 – $d/d_1 = 0,983$; $t/d_1 = 0,496$; 2 – $0,966$; $0,498$; 3 – $0,943$; $0,497$; 4 – $0,922$; $0,523$; 5 – $0,875$; $0,496$; 6 – $0,912$; $0,992$; 7 – $0,946$; $0,998$; 8 – $0,944$; $1,987$; 9 – $0,942$; $3,989$; 10 – гладка труба.

Як видно з наведених діаграм, значення параметрів турбулізаторів суттєво впливають на теплотехнічні показники теплоутилізаційного устаткування. Для умов застосування кінцевих рекуператорів найбільш вдалим для використання виявились труби за № 3 (рис. 3), параметри яких забезпечують досить високі теплові показники при відносно невеликому аеродинамічному опорі. Дещо меншою але прийнятною ефективністю в даному відношенні характеризуються теплообмінні поверхні з трубами № 2 та № 7.

Оцінка економічної ефективності застосування кінцевого рекуператора скловарних печей показала, що термін окупності витрат на його

впровадження не перевищує 1 року. При цьому забезпечуватиметься підвищення ККД скловарних печей на 10–15%.

Список використаної літератури

1. Фиалко Н. М. Эффективные теплоутилизационные технологии для стекловаренных печей / Н. М. Фиалко, Р. А. Навродская, А. Г. Саригло, М. А. Слюсар // Промышленная теплотехника. – 2010. – Т. 32, № 6. – С. 84–90.
2. Калинин Э. К. Интенсификация теплообмена в каналах / Э. К. Калинин, Г. А. Дрейцер, С. А. Ярхо. – М.: Машиностроение, 1981. – 207 с.

УДК 662.61:621

**Н. М. Фиалко^{1,2}, В. Г. Прокопов¹, Ю. В. Шеренковский¹,
С. А. Алёшко¹, Н. О. Меранова¹, М. З. Абдулин², А. А. Озеров¹**

¹*Институт технической теплофизики НАН Украины, г. Киев,*

²*Национальный технический университет Украины «КПИ», г. Киев*

СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ МИКРОФАКЕЛЬНЫХ ГОРЕЛОЧНЫХ УСТРОЙСТВ

Повышение требований к эффективности горелочных устройств порождает необходимость в углубленных исследованиях их рабочих процессов. Одним из важных условий надежной и длительной работы указанных элементов огнетехнических объектов является обеспечение требуемых температурных режимов их теплонапряженных участков. Данное обстоятельство обуславливает разработку и изучение систем охлаждения горелочных устройств. В настоящей работе анализируются особенности систем охлаждения со струйным обдувом торцевой поверхности плоской и круглыми импактными струями для горелочных устройств стабилизаторного типа [1].

Сущность указанных схем заключается в охлаждении наиболее теплонапряженных участков пилона природным газом, который специальным образом подается во внутреннюю полость пилона и далее, после выполнения своей функции охлаждающего агента, поступает в газоподающие отверстия и используется как топливо. То есть в

данных схемах отсутствует специальный охлаждающий агент и его роль выполняет природный газ, подлежащий дальнейшему сжиганию. Ввиду этого схемы такого типа в определенном смысле могут быть классифицированы как схемы «самоохлаждения» горелочных устройств [2].

Ниже приводятся характерные результаты проведенного математического моделирования (см. рис. 1–3). Картину течения охлаждающего газа во внутренней полости пилона иллюстрирует рис. 1. Как видно, поток газа из плоского канала, ударяясь о торцевую поверхность пилона, растекается вдоль нее и далее, обтекая нишу, поступает в газоподающие отверстия. При этом в приторцевой зоне пилона образуется крупный вихрь, наружная поверхность которого ограничивает прилежащий к внутренней стенке канала поток, где с достаточно высокой скоростью движется охлаждающий газ. То есть этот вихрь в определенном смысле выполняет функцию ограничителя потока газа, с помощью которого формируется узкий канал для течения охладителя вдоль поверхности пилона. Максимальные значения скорости V_{\max} газа достигаются при развороте струи вблизи торцевой поверхности и равны примерно 20 м/с.

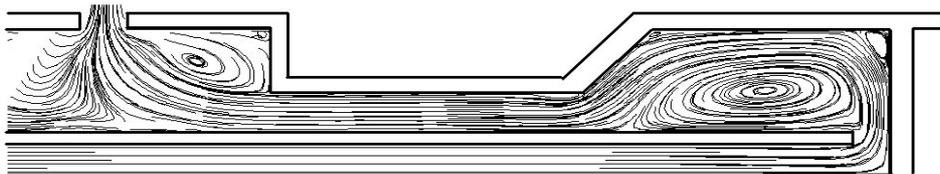


Рис. 1. Картина линий тока охлаждающего агента в системе охлаждения с плоской струей для продольного сечения, проходящего через ось газоподающего отверстия

В отличие от системы охлаждения со струйным обдувом торцевой поверхности плоской импактной струей использование системы круглых струй вносит существенную трехмерность потока во внутреннюю полость пилона (см. рис. 2). Наиболее ярко это явление проявляется в подобласти между нишевой полостью и торцевой стенкой стабилизатора. Так, например, в рассматриваемых условиях для двух различных сечений максимальные значения скорости V_{\max} равны 45–85 м/с.

Рассмотренные особенности течения природного газа в системе охлаждения во многом определяют температурное состояние стенок пилона. Например, в центре торцевой зоны пилона температура его наружной поверхности $t_{\text{ст}}^{\text{нар}}$ составляет 175 и 328 °С для случая круглых

и плоской импактных струй. Следует отметить также, что как видно из рис. 3, различия температур $t_{ст}^{нар}$ для сопоставляемых ситуаций падают по мере удаления от торцевой поверхности пилона, так что уже в области нишевой полости они оказываются сравнительно небольшими. Данное обстоятельство является следствием проявления эффекта пространственной локализации влияния специфики струйной подачи газа в приторцевой зоне пилона.

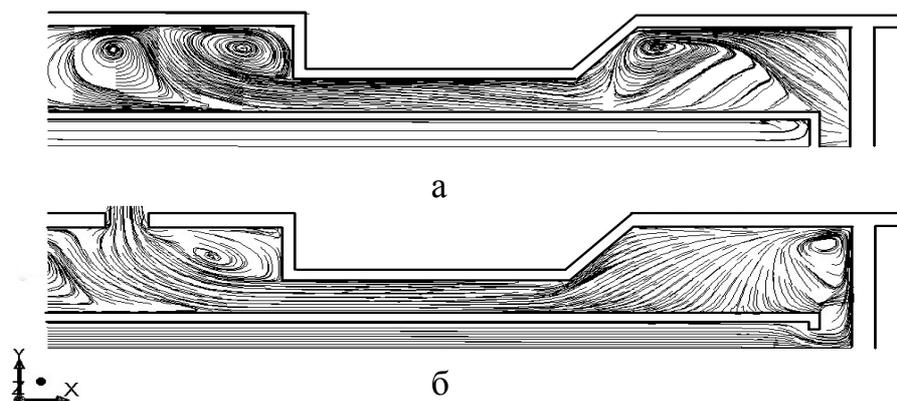


Рис. 2. Картина линий тока охлаждающего агента в системе охлаждения с круглыми струями для продольного сечения, проходящего через середину межструйного пространства (а) и ось газоподающего отверстия (б)

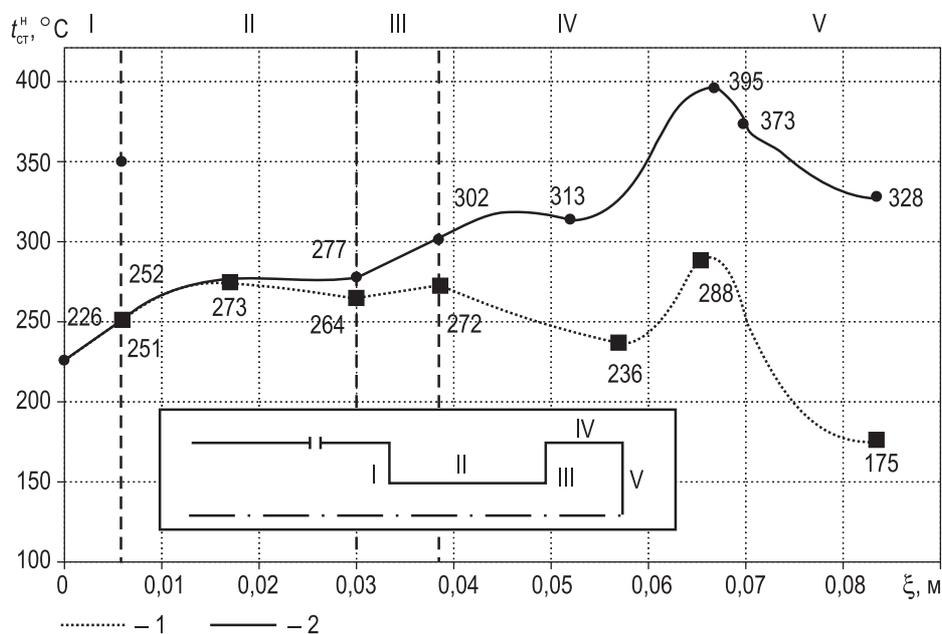


Рис. 3. Температура внешней стенки пилона для системы самоохлаждения с обдувом торца плоской (1) и круглыми (2) струями и расположение на ней характерных зон

Следствием повышения интенсивности теплоотдачи в условиях круглых струй является более высокий уровень нагрева газа в системе охлаждения. Так, согласно полученным данным, температуры газа на выходе из системы охлаждения $t_{\Gamma}^{\text{ВЫХ}}$ составляет 91 °С и 80 °С при использовании обдува торцевой поверхности пилона соответственно круглыми и плоской струями.

Как очевидно, повышение интенсивности теплоотдачи в случае круглых струй связано, в первую очередь, с увеличением скорости собственно струй за счет уменьшения проходного сечения канала в сравнении с плоской струей при неизменном расходе газа. Так, здесь суммарные потери давлений по тракту охладителя ΔP достигают 6000 Па, что примерно в четыре раза превышает эту величину для случая плоской импактной струи.

Таким образом, система охлаждения с круглыми импактными струями является весьма эффективной в плане обеспечения интенсивного охлаждения стенок пилона, однако гидравлические потери в этом случае чрезвычайно велики.

Список использованной литературы

1. Фіалко Н. М., Прокопов В. Г., Шеренковський Ю. В. та ін. Системи охолодження пальникових пристроїв струменево-нішевого типу // Проблеми екології та експлуатації об'єктів енергетики: Матеріали XX міжк. конференції (8–12 червня 2010 г., г. Ялта, пгт. Кореїз). – К.: ІПЦ АЛКОН НАН України, 2010. – С. 192–194.
2. Фіалко Н. М., Прокопов В. Г., Шеренковський Ю. В., і др. Комп'ютерне моделювання процесів переносу в системах охолодження горючих пристроїв стабілізаторного типу // Промислова теплотехніка. – 2012. – № 1. – С. 64–72.

Национальное агентство Украины по вопросам обеспечения эффективного использования энергетических ресурсов, г. Киев

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В УКРАИНЕ

Потребление первичных энергоресурсов в мире постоянно увеличивается. Так, за последние 100 лет потребление первичных энергоресурсов увеличилось в 17 раз. Изменяется и структура потребления энергоресурсов. Если в 1900 году потребление нефти составляло 3,8%, природного газа – 1,4%, энергии возобновляемых источников – 0,4%, ядерной энергии – 0%, угля – 94,4%, то в 2000 году потребление нефти составило 38,2%, природного газа – 24,0%, энергии возобновляемых источников – 6%, ядерной энергии – 7%, угля – 24,4%. При этом, в 2010 году при потреблении первичных энергоресурсов было выброшено в окружающую среду 120 млрд. т CO₂, последствия чего трудно предсказуемы.

Самообеспеченность стран традиционными энергоресурсами в мире снижается. Показатель энергетической самообеспеченности Украины такой же, как и у большинства стран мира или даже выше (Австрия – 64,7%, Германия – 61,4%, Франция – 50%, Украина – 45–50%, Италия – 18%, Япония – 7%). Проблема Украины заключается в недопустимо низкой эффективности использования топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) и отсутствии диверсификации их импорта.

В ряде отраслей экономики Украины основные производственные фонды не обновлялись 40–50 лет, прогресс за эти десятилетия ушел далеко вперед. Мы тратим втрое больше энергоносителей на производство товарной продукции, чем большинство стран мира, и в этом истоки нашей бедности и отсталости. Нам нужно практически заново утеплять все наши дома, модернизировать промышленность и преобразовывать крайне неэффективную энергетику. Эффективность использования энергетического сырья в Украине почти в 7 раз ниже, чем в аналогичных проектах западных стран.

За последнее десятилетие Украине удалось снизить энергоемкость внутреннего валового продукта (ВВП) с 0,98 кг у. т./грн. в 2000 году до 0,63 кг у. т./грн. в 2010 году. Однако по ряду основных социально важных продуктов энергоемкость остается еще очень высокой. Так, удельные затраты топливно-энергетических ресурсов на производство 1 Гкал тепловой энергии, выработанной и отпущенной котельными в регионах Украины в 2010 году находились в пределах 161,4–183,9 кг у. т./Гкал, что существенно выше показателей в странах Европы (145–150 кг у. т./Гкал). По оценкам специалистов потери энергии в тепловых сетях в Украине достигают 40% (в развитых странах – 2%), около 70% тепловых сетей требуют серьезной реконструкции. Аналогичная картина и с удельными затратами ТЭР на распределение воды потребителям. В целом же энергоемкость ВВП Украины в 2–3 раза превышает аналогичный показатель развитых стран (Дания и Великобритания – 0,11 кг н. е./долл. США, Япония и Германия – 0,14, Франция – 0,15, США – 0,19, Украина – 0,40, Россия – 0,42, мир – 0,19).

Положительный эффект от снижения энергопотребления для потребителей уменьшается, к сожалению, из-за роста цен на энергоносители. Так, предприятия Минпромполитики снизили за последние 5 лет потребление природного газа почти на 40%, а заплатили за его потребление в 3,3 раза больше, чем 5 лет назад. Аналогично и с электроэнергией: при снижении ее потребления на 25% оплата выросла в 3,4 раза. Анализ динамики фактических оптово-розничных цен на электроэнергию в Украине за 2000–2010 годы показывает их постоянное увеличение. В сравнении с 2000 годом цена электроэнергии в 2010 году увеличилась в 4,7 раза (на 370%). За этот же период в Германии, например, цена на электроэнергию увеличилась на 83%. Одной из причин такого роста цен на энергоносители является несовершенство энергетического рынка Украины. Ценообразование по стоимости энергии «последнего блока» создает энергетический рынок лишь для производителей электроэнергии и не учитывает интересы потребителей. К тому же Объединенная Энергетическая Система Украины (ОЭС) в настоящее время слабо адаптирована к приему энергии из возобновляемых источников.

Удорожание использования традиционных энергоносителей и их быстрая исчерпаемость привели в мире к росту освоения возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Если в 2005 году в использование ВИЭ в мире было всего вложено 38,0 млрд. долл. США, то в 2009 году уже 349,0 млрд. долл. (США – 66,6, Китай – 46,9, Южная

Корея – 27,8, ЕС – 12,7, Япония – 8,6, частные компании – 165,0). Только в научные исследования ВИЭ инвестиции в ведущих странах в 2009 году составили: США – 230 млн. долл. США, Германия – 120 млн. долл., Япония – 90 млн. долл.

К началу 2011 года в мире было введено в эксплуатацию солнечных электростанций (СЭС) общей мощностью 40 000 МВт. Мировым лидером в солнечной энергетике является Германия: в 2005 г. введено 600 МВт, 2006 г. – 1800 МВт, 2009 г. – 3800 МВт. Почти 50% солнечных систем Германии имеют мощность до 1 МВт и устанавливаются на крышах фабрик, заводов, общественных зданий. Еще 40% солнечных систем Германии имеют мощность до 10 кВт и монтируются на крышах частных домов. И 10% солнечных систем Германии приходится на крупные СЭС, расположенные на свободных земельных участках. В Германии продолжается рост инвестиций в солнечную энергетiku. Выпуском фотоэлектрических систем в Германии сейчас занимается более 3500 фирм с 40000 рабочих мест и годовым объемом более 4 млрд. евро. В 2010 году доля ВИЭ в производстве энергии Германии составила 16% (51,8% – энергия ветра, 19,8% – энергия солнца, 28,4% – энергия других возобновляемых источников).

Если в 1980 году средняя стоимость фотоэлектрических систем (ФЭС) в мире составляла более 30 евро/Вт, а средняя стоимость выработанной энергии превышала 2 евро/кВт-час при средней эффективности ФЭС 8%, то в 2010 году средняя стоимость ФЭС составила 2,5 евро/Вт и средняя стоимость выработанной энергии 0,15 евро/кВт-час при средней эффективности 15%.

В Украине на 1 кв. м поверхности поступает солнечной энергии от 1070 кВт-час в северных районах до 1400 кВт-час в АР Крым (для сравнения: в Германии максимальное количество поступающей на 1 кв. м солнечной энергии – 1000 кВт-час). Срок эффективной эксплуатации гелиоэнергетического оборудования в Украине составляет от 4–6 часов в осенне-зимний период до 7–9 часов в весенне-летний период.

Использование солнечной энергии в Украине по данным НАНУ позволит экономить ежегодно около 5 млрд. м куб. природного газа.

Использование энергии ветра осуществляется в 76 странах мира, в том числе в 30 странах Европы. Суммарная мощность введенных в эксплуатацию ветровых электростанций (ВЭС) к 2005 году составила 59 000 МВт, к 2010 году – 159 000 МВт, к 2011 – 198 000 МВт. В 2010 году доля выработанной ветровой энергии в потребленной энергии в мире

составила в среднем 2%, в странах Европейского Сообщества – 4% (Дания – 20,3%, Испания – 12,3%, Португалия – 11,4%, Германия – 8,3%, Греция – 3,7%, Великобритания – 2,3%, Франция – 1,6%, Польша – 0,7%).

Согласно директивам ЕС выработка ветровой энергии в 2020 году от потребления должна составить: Дания – 21,7%, Испания – 21,5%, Греция – 20,5%, Португалия – 19,5%, Германия – 15%, Великобритания – 13,5%, Франция – 8,6%, Польша – 7,1%, Италия – 6,3%.

В Украине потенциал ветроэнергетики по данным НАНУ составляет 16000 МВт, в том числе АР Крым – 3700 МВт, Николаевская обл. – 3600 МВт, Херсонская обл. – 3500 МВт, Запорожская обл. – 3200 МВт, Донецкая обл. – 2000 МВт.

Принятие в Украине закона о «зеленом тарифе» увеличило интерес бизнеса к возобновляемой энергетике. На начало 2011 года выданы технические условия на подключение к электрическим сетям ветровых электростанций общей мощностью более 14000 МВт, в том числе: АР Крым – 5272 МВт, Запорожская обл. – 3045 МВт, Николаевская обл. – 2500 МВт, Донецкая обл. – 1620 МВт, Одесская обл. – 900 МВт, Херсонская обл. – 400 МВт, Луганская обл. – 250 МВт, Киевская обл. – 100 МВт. Уже сегодня мощность ВЭС, заявленных к строительству в АР Крым, существенно превышает потенциал ветроэнергетики АР Крым. Это говорит о том, что выдача технических условий на подключение ВЭС и согласование технических заданий на разработку проектов ВЭС ведется без научно обоснованных норм ветроэнергетических мощностей, которые можно разместить в регионах Украины.

В Украине по данным НАНУ средняя скорость ветра находится в пределах от 4,25 м/с в центральных областях до 5,5 м/с в АР Крым и районе Карпат.

Потенциал производства электроэнергии за счет ветра существует во всех областях Украины и составляет от 373 млн. кВт-час в год в Тернопольской области до 9250 млн. кВт-час в год в АР Крым.

Использование энергетического потенциала ветра в Украине позволит экономить ежегодно 19 млрд. м. куб природного газа.

В мировом производстве ветроэнергетических установок (ВЭУ) доминируют компании Европы. Их доля составляет около 80% (Vestas – 13%, GE Wind – 12%, Repower – 9%, Energin – 9%, Sinovel – 9%, Gamesa – 9%, Goldwind – 7%, Siemens – 6%). Однако, существующее на начало 2011 года количество заказов на изготовление ВЭУ значительно превышает производственные мощности этих компаний. Машиностро-

ительные предприятия Украины имеют опыт изготовления составных частей ВЭУ мощностью 2 МВт. Процентное отношение стоимостей составных частей ВЭУ, изготавливаемых предприятиями Украины, составляет около 50% (башня – 18,8%, лопасти – 17%, рама – 3,5%, электронная система управления – 2,9%, кабель – 2,3%, ступица – 2,2%, главный вал – 1,5%). Таким образом, украинские машиностроительные предприятия имеют возможность освоить около 50% стоимости инвестиционных проектов в ветроэнергетике Украины, что соответствует предписаниям Закона Украины о «зеленом тарифе».

Для изготовления башен ВЭУ согласно существующим заказам средняя ежегодная потребность в толстом металлургическом листе в 2011–2020 годах в странах Европы составит, тыс. т.: Германия – 184, Великобритания – 174, Испания – 165, Франция – 146, Турция – 119, Италия – 84, Польша – 77, Нидерланды – 59, Украина – 44, Греция – 40, Португалия – 31, Румыния – 22, Болгария – 21. Таким образом, ожидаемый спрос на обработанный толстый металлургический лист для башен ВЭУ составит свыше 1,1 млн. т в год в течение 11 лет. Это предоставляет возможность в освоении указанных проектов принять участие и украинским металлургическим заводам.

Доля возобновляемых источников энергии в энергетическом балансе ведущих стран Европы имеет тенденцию к увеличению и в 2010 году составила: Швеция – 30%, Австрия – 24%, Дания – 24%, Финляндия – 19%, Португалия – 17,5%, Германия – 16%, Испания – 15%, Италия – 10%, Великобритания – 7%, Франция – 7%, Голландия – 7%, Бельгия – 7%. В Украине же этот показатель в последнее десятилетие практически не изменялся и к 2010 году составлял около 1% (без учета большой гидроэнергетики). В то же время по данным НАНУ ежегодный технически достижимый энергетический потенциал возобновляемых источников энергии и альтернативных видов топлива в Украине составляет 98,0 млн. т у. т. Это почти половина ежегодного потребления энергоресурсов в стране. В связи с этим увеличение доли возобновляемой энергетики в балансе ОЭС Украины необходимо рассматривать не только с позиции ценового соотношения затрат, но и прежде всего как возможность безболезненного перехода к новому образу устройства энергосистемы за счет ее районирования при введении множества объектов возобновляемой энергетики по всей территории Украины.

Для увеличения использования возобновляемых источников энергии и альтернативных видов топлива законодательство Украины предусматривает ряд экономических стимулов:

– освобождение импортированного энергосберегающего оборудования от оплаты пошлины на ввоз (ставка налога – 10%) – действует с 2008 года;

– освобождение импортированного энергосберегающего оборудования от оплаты налога на добавленную стоимость (ставка налога – 20%) – действует с 2008 года;

– освобождение предприятий, что вырабатывают альтернативные виды топлива или энергоэффективное оборудование, от оплаты налога на прибыль (ставка налога – 25%) – действует с 2008 года;

– освобождение предприятий, что внедряют энергосберегающие технологии, от оплаты налога на прибыль до 50% (ставка налога – 25%) – действует с 2008 года;

– применение «зеленого тарифа» для электроэнергии, произведенной из возобновляемых источников (величина «зеленого тарифа» рассчитывается от величины наивысшего розничного тарифа для промышленных потребителей энергии в евро, умноженного на коэффициент от 0,8 до 4,8 в зависимости от вида и способа производства электроэнергии) – действует с 2009 года.

Реализация Государственной целевой экономической программы энергоэффективности и развития сферы производства энергоносителей из возобновляемых источников энергии и альтернативных видов топлива на 2010–2015 годы в полной объеме позволит увеличить долю возобновляемых источников энергии и альтернативных видов топлива в структуре использования топливно-энергетических ресурсов Украины в 2015 году до 10%.

ТЕПЛОТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТВЕРДИХ БІОПАЛИВ З ТОРФУ І БІОМАСИ ЯК ЕНЕРГЕТИЧНОГО РЕСУРСУ МАЛОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Сучасні тенденції переведення котельного обладнання на використання альтернативних поновлюваних джерел енергії вимагають детального вивчення властивостей місцевих палив і розробки методик вибору палива з найбільш оптимальними теплотехнічними й екологічними характеристиками для існуючих технологій спалювання.

Найчастіше у випадках відмови від використання дефіцитних дорогих палив і переведення котелень на місцеві види палива використовуються палива на деревній основі, енергетичне сіно і торф.

З точки зору технології спалювання й практичного використання найбільший інтерес представляють наступні характеристики палива: хімічний (елементний) склад, вологість, щільність, вихід летучих, зольність, плавкісні характеристики золи, склад домішок у паливі (грунт, пил і т.д.).

Деревні палива по походженню сировини можна розділити на палива, отримані з лісу, з енергетичних лісопосадок і палива вторинного використання. Сировина третього типу має просочення, фарбування й усякі включення (метал, скло, пластик і т.д.), тому її переробка ускладнена.

Інша можлива класифікація палива – по ступеню його попередньої підготовки (покращення). Типові представники покращеного палива – брикети й пелети.

В елементному складі деревного палива переважають три хімічні компоненти: вуглець (С), водень (Н) і кисень (О), утворюючи в сумі близько 99% сухої маси (табл. 1). Вміст сірки призводить до виникнення сірчистих відходів, і при її високому вмісті може виникати загроза низькотемпературної корозії в газоходах. Хлор також може викликати корозію поверхонь нагрівання і його високий вміст в хвойних породах може створювати проблему при спалюванні.

Елементний склад сухої маси біопалив

Елемент, % на суху масу	Біомаса деревини		Солома і енергетичне сіно		Торф різного ступеня розкладання		
	Стовбур	Кора	Діапазон	Середнє значення	Низь- кий	Серед- ній	Високий
C	48–50	51–66	45–47	46	48–50	53–54	58–60
H	6,0–6,5	5,9–8,4	5,8–6,0	5,9	5,5–6,5	5,0–6,0	5,0–5,5
O	38–42	24,3–40,2	39–41	40	38–42	35–40	30–35
N	0,5–2,3	0,3–0,8	0,4–0,6	0,5	0,5–1	1–2	1–3
S	0,05	0,05	0,01–0,13	0,08	Сліди		
Cl	< 0,01	0,01–0,03	0,14–0,97	0,31	Сліди		

Властивості біомаси рослин сильно залежать від місця вирощування, пори року й погоди, ґрунту й добрива. Наприклад, вміст хлору в рано прибраній соломі майже в 4 рази вище, ніж у пізній. Максимальний вміст хлору може досягати 0,97%, і це сильно впливає на корозію поверхонь нагрівання при спалюванні (табл. 1).

Елементний склад торфу близький до складу рослинної біомаси. Торф складається, в основному, з рослинних залишків, що частково розклалися, і гумусу. Співвідношення рослинної і гумусової складових характеризують ступінь розкладання торфу, яка характеризується процентним вмістом у ньому безструктурної частини, що включає гумінові речовини і дрібні частки негуміфікованих залишків рослин. Найбільш важливі теплотехнічні характеристики торфу, а саме теплота згоряння, вологість, насипна щільність, вміст та елементний склад мінеральної частини (золи) залежать від ступеню розкладання торфу (табл. 1 і табл. 2).

Вміст вуглецю в торфі росте зі збільшенням ступеня розкладання (табл. 2). Гігроскопічність та мала насипна вага малорозкладеного торфу ускладнюють його використання як палива. На паливо використовують торф високого ступеню розкладання, що має більшу насипну вагу, попередньо замінивши шнекові живильники транспортерів на гідравлічні штовхачі.

Усі розглянуті біопалива складаються із горючої частини й баласту. Баласт утворюють зола й волога. Зола і горюча частина (без вологи) утворюють суху масу палива. Співвідношення в горючій частині вуглецю в складі летучих і зв'язаного визначає співвідношення тепла, яке

виділяється у факелі (топковому об'ємі) і шарі палаючого палива. Оскільки вихід летучих у деревині і інших біопаливах, таких як рослинна біомаса й торф, високий (60–80%), більша частина тепла при їх спалюванні виділяється в топковому об'ємі й, отже, для повного спалювання летучих потрібні топки великого об'єму.

Таблиця 2

Вплив ступеню розкладання торфу на склад торфу в %

Складові частини	Низький ступінь (5–20%)	Середній ступінь (35–40%)	Високий ступінь (50–60%)
Целюлоза	15–20	5–15	–
Напівцелюлоза	15–30	10–25	0–2
Лігнін	5–40	5–30	5–20
Гумус	0–5	20–30	50–60
Смоли	1–10	5–15	5–20
Багаті азотом речовини	3–14	5–20	5–25

Сумарний вміст горючих компонентів в паливі визначає його теплоту згоряння, тобто кількість тепла, що виділяється при спалюванні одиничної маси палива. Теплота згоряння сухої маси дров мало залежить від типу деревини і коливається в межах 18,5–22,7 МДж/кг, причому вищі значення відповідають корі листяних порід (береза, вільха) і значно перевищують відповідні показники основної маси. Теплота згоряння соломи, як і її елементний складне надто відрізняються від відповідних показників для деревини, хоча її теплота згоряння все-таки нижче (табл. 3), а зольність вище, ніж у деревних. Та, хоча за енергетичними показниками солома поступається деревині, з урахуванням типової вологості робочої маси соломи, яка нижче 20%, її теплота згоряння майже така, як у тріски (типова вологість 35–55%).

Плавкісні характеристики золи (ПХЗ) біопалив прямо впливають на роботу котла. Плавлення золи може викликати шлакування топки й виникнення щільних відкладань на конвективних поверхнях нагрівання, що особливо актуально в умовах України, при переведенні котельного обладнання на використання альтернативних палив.

ПХЗ деревини можуть коливатися в широких межах залежно від виду дерева, місця зростання, включень, що потрапили у паливо (наприклад із ґрунту). Відрізняється й зола різних частин дерева (табл. 4). Якщо для золи кори температура розм'якшення звичайно досить висока

(вище 1500 °С) і не викликає шлакування топки й колосника, то для золи ошурок і тріски вона набагато нижче, і щоб уникнути проблем шлакування необхідно строго витримувати режим горіння. ПХЗ рослинної біомаси значно нижчі, ніж у золи деревних палив (табл. 4). Розм'якшення золи соломи жита, вівса і ячменя починається при низьких температурах (735–840 °С), що необхідно враховувати при виборі технології спалювання й налагодженні режиму горіння в топці.

Таблиця 3

Зольність і теплота згорання соломи різних зернових

Зернова культура	Зольність на суху масу, %	Нижча теплота згорання сухої маси, МДж/кг	Нижча теплота згорання робочої маси при вологості 20%, МДж/кг
Жито	4,5	17,0	13,6
Пшениця	6,5	17,8	13,8
Ячмінь	4,50–5,88	17,4	13,4
Овес	4,9	16,7	12,9
Солома	5,0	17,4	13,5

Таблиця 4

Плавкісні характеристики золи біопалив

Вид палива	Плавкісні характеристики, °С		
	Точка розм'якшення (ST)	Точка утворення півсфери (HT)	Точка розтікання (FT)
Тріска сосни в цілому	1225	1250	1275
Тріска відходів рубання	1205	1230	1250
Кора, ялина	1550	1650	1650
Кора, сосна	1525	1650	1650
Торф верховий	1080	1200–1375	1205–1430
Торф низинний	1100–1190	1150	1200
Торф кусковий	1130–1340	1160–1380	1180–1470
Солома жита, вівса, ячменю	840	1150	1200
Солома пшениці	1050	1350	1400

ПХЗ торфу (табл. 4, 5) у порівнянні з деревною золою досить низькі, але вищі за рослинну біомасу. Вміст і властивості золи торфу залежать від типу болота, умов утворення торфу, кількості й властивостей домішок (пісок). Тому наведені в таблиці показники в кожному конкретному випадку вимагають уточнення.

Таблиця 5

Середні показники властивостей паливного торфу

Тип	Вологість, %	Зольність, АС, %	Летучі в сухій частині, %	Теплота згоряння робочої маси, МДж/кг	Щільність робочої маси, кг/м ³	Об'ємний енерговміст, МВт·год/м ³
Фрезерний	48,5	15,1	68,6	9,6	341	0,89
Кусковий	38,9	14,5	68,9	11,9	487	1,27
Брикет	12,5	16,0	68,7	17,5	1150	6,20

Плавлення золи залежить від її мінерального складу, і навіть невеликі відмінності в складі можуть суттєво впливати на плавкісні характеристики, відповідно за складом палива й золи практично неможливо передбачити плавкість золи.

УДК 33.013.6

В. Я. Меллер, В. Б. Жуховицкий

ПКФ «Экорон-Юг», г. Днепропетровск

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ТВЕРДЫМИ БЫТОВЫМИ ОТХОДАМИ В ДНЕПРОПЕТРОВСКОЙ ОБЛАСТИ НА ПРИМЕРЕ г. ДНЕПРОПЕТРОВСКА

Днепропетровская область является одной из крупнейших, промышленно насыщенных областей Украины с населением более 3,5 миллионов жителей. Городское население области составляет более 75% от всего количества людей проживающих на территории области.

© В. Я. Меллер, В. Б. Жуховицкий, 2011

Областным центром области является г. Днепропетровск.

В качестве примера разработки системы управления отходами ниже рассмотрим состояние проблемы ТБО в г. Днепропетровске.

Днепропетровск – город с миллионным населением и проблема сбора, транспортировки и захоронения твердых бытовых отходов стоит очень актуально. Многочисленные попытки улучшить ситуацию мусороперерабатывающей отрасли г. Днепропетровска, проведенные за последние 10–20 лет, не привели к радикальным позитивным изменениям. Можно констатировать, что кризис отрасли характеризуется удивительной стойкостью.

Сформированная за много лет система обращения с твердыми бытовыми отходами не может удовлетворять потребность мегаполиса. Особенно это стало очевидно в последние несколько лет. Анализ и прогнозы специалистов показывали, что нужны коренные изменения в системе переработки и складирования отходов. Рост городского населения, изменение уровня жизни населения, появление новых видов отходов, требовал и новых технологий в сфере обращения с бытовыми отходами. Административная власть и общественность стали обращать внимание на серьезные экологические проблемы, которые возникают при неправильном обращении с отходами, в первую очередь с бытовыми.

Экономические изменения, которые произошли в Украине, значительно ухудшили положение, которое сложилось в городе Днепропетровске с бытовым мусором. Устаревший транспортный парк, экономическая невозможность его обновления, возросшая цена на автомобильное топливо, устаревшая ценовая и организационная политика и, наконец, выработанный ресурс полигона захоронения твердых бытовых отходов в поселке Игрень, неудовлетворительное техническое состояние мусоросжигательного завода, поставили город в трудное положение. Этот факт сразу же отразился на обитателях города. Стихийные свалки, случаи несвоевременного вывоза мусора, гниющего в контейнерах-накопителях, грязь, едкий неприятный запах, огромное количество мух, мышей, крыс, затребовали забить тревогу санитарных и экологических служб, а также администрации города.

Очевидно, что для решения в масштабе города проблемы мусора нужны очень серьезные организационно-правовые изменения. Только они способны в корне переломить ситуацию и современным способом решить такую серьезно болезненную проблему как **ТВЕРДЫЕ БЫТОВЫЕ ОТХОДЫ ГОРОДА ДНЕПРОПЕТРОВСКА.**

Существующая сегодня система сбора и утилизации твердых бытовых отходов базируется на предприятиях разного функционального назначения и формы собственности. Предприятия «Днепрокомунтранс» и «Гринко Днепр» являются предприятиями – перевозчиками, которые не имеют технологических структур переработки отходов.

ООО «Экология Украина» – предприятие, оснащенное системой сбора отходов, их доставки, и имеет в своем составе санитарно оборудованный полигон захоронения, обустроенный с учетом требований к подобным сооружениям и мусоросжигательный завод.

Основной системой сбора и удаления является контейнерная система незаменяемых сборников ТБО. При незаменяемой системе отходы выгружают непосредственно в мусоровозы, а контейнеры после опустошения устанавливают на место. Незаменяемая система, как наиболее производительная, применяется как основная в ОАО «Днепрокомунтранс», ООО «Гринко-Днепр», и в ООО «Экология Украины».

Анализ исходных данных специалистами нашего предприятия показал, что количество транспортных мусоровозов и количество контейнеров для накопления отходов удовлетворяет сегодняшним условиям города Днепропетровска, но для развития города их недостаточно. Расчетами определено их необходимое количество. Установлен также средний пробег специализированных автомобилей, их расходы топлива и экологические последствия от выбросов в атмосферу выхлопных газов. Обследовано состояние существующего полигона и мусоросжигательного завода. Обнаружены стихийные свалки на территории города. Изучен морфологический состав отходов.

Результаты такого исследования, проведенного специалистами ПКФ «Экопрон-Юг» показали, что современное состояние в городе Днепропетровске в сфере обращения с бытовыми отходами имеет следующий вид:

- неэффективное управление и контроль в сфере обращения с бытовыми отходами привели к большому количеству стихийных незаконно организованных свалок;
- несовершенство норм накопления отходов и тарифов на сбор, перевозку и утилизацию бытовых отходов;
- отсутствие инвестиционной активности;
- низкий уровень охватывания услугами относительно сбора и вывоза отходов в частном секторе;
- неудовлетворительная организация вывоза ремонтных и строительных отходов.

Для решения этих и ряда других проблем в управлении отходами разработан комплекс действий, который должен привести к решению кризиса отходов.

1. Обнаруженные основные недостатки современного состояния обращения с отходами, а также основные группы неплательщиков по сбору отходов, с которыми необходимо провести работу.

2. Сформировать условия для создания организации-координатора для решения проблем с твердыми бытовыми отходами.

3. Перевести учет количества поступающих отходов в места конечной переработки отходов из объемного учета на весовой.

4. Схему движения финансов создать так, чтобы перевозчики получали средства не за то количество отходов, которое определяется за нормативами сбора, а за отходы, которые доставлены и переданы на утилизацию в местах конечной переработки (полигон, завод сжигания отходов).

5. Транспортировка отходов должна происходить по двухстадийной схеме. Малые мусоровозы доставляют отходы на межрайонные станции, где их предварительно сортируют и перегружают на специальные транспортные мусоровозы с кузовом 60–80 м³. За счет этого средний пробег мусоровозов уменьшается на 44%, расходы топлива уменьшаются на 40%, на столько же уменьшаются выбросы вредных веществ в атмосферу города. Кроме того, разгружается напряжение на автомагистралях.

6. Скорость роста полигонов сдерживается за счет предварительной сортировки отходов и за счет установки предложенных нашими специалистами барабанных сжигателей отходов, которые устанавливаются непосредственно на полигоне. Шлак от сжигания используется для укрывочных работ, прямо на полигоне.

7. Благодаря сортировке появляется возможность создания продукции из вторичного сырья, то есть эффективно использовать природные ресурсы.

8. Предложена эффективная схема тарифообразования и экономического влияния на управление отходами.

9. Рассчитаны суммы инвестиций, необходимых для строительства объектов утилизации отходов, количество возможных рабочих мест и необходимые земельные и энергетические ресурсы.

10. Разработана организационная схема управления отходами.

Разработка комплексной системы управления отходами дает возможность учесть все необходимое для создания новых инициатив, пра-

вильно спроектировать структуру и рассчитать производительность планируемой системы управления отходами. Внедрение разработанной системы управления отходами позволит городу Днепропетровску выйти из мусорного кризиса.

УДК 66.074.48:621.928.9

Д. О. Серебрянський¹, І. В. Пузанов¹, М. В. Семенюк²

¹*ТОВ «Інститут промислової екології», м. Київ*

²*Національний технічний університет України «КПІ», м. Київ*

ВІДЦЕНТРОВИЙ ФІЛЬТР

Класифікатори широко використовуються в якості апаратів для розділення та класифікації вихідного порошку на фракції. Зі зміною характерного розміру часток порошку, їх поведінка виявляє якісно нові сторони. Надзвичайно розвинена питома поверхня особливо тонких порошоків призводить до появи різних форм її активності, зокрема до утворення агломератів частинок, які з'являються завдяки поверхневим силам. Це призводить до зниження продуктивності установки і погіршення роботи апаратів класифікації, оскільки відбувається залипання частинок на внутрішній поверхні корпусу апарату. У той же час великий вміст крупних часток у готовому продукті, наприклад, у хімічній промисловості при виробництві фосфорних добрив – погіршує умови грануляції, в цементній промисловості – знижує марку цементу, в теплоенергетиці, що використовує тверде паливо – знижує к.к.д. парогенератора і т.д. [1].

Незважаючи на довге та широке застосування класифікаторів, робочий процес у них вивчений недостатньо. Не виявлено вплив визначальних режимних і конструктивних параметрів на характеристики поділу. Проведений аналіз методів оцінки якості процесів поділу показав невідповідність сукупності граничних умов, що відображають завдання, які вирішуються класифікацією. Це не дозволяє в повній мірі рекомендувати ці співвідношення для оптимізації процесів класифікації.

Метою даної роботи є чисельний розрахунок створеного універсального апарату – відцентрового класифікатора.

Відцентровий класифікатор

На рис. 1 показаний відцентровий класифікатор, що дає змогу розділити вихідний продукт на чотири фракції.

Запилений потік потрапляє в апарат через вхідний патрубок 1. Основою відцентрового класифікатора є сепараційна камера 2, де внаслідок руху по криволінійній траєкторії тверді частки концентруються на периферії кожного з каналів 3 і виводяться через зазори 5 з даного каналу в попередній по ходу руху потоку. Зі всіх криволінійних каналів полідисперсний порошок разом з частиною газу поступає через кільцеві щілини 4 у відповідних даним двом каналам бункер – збирач (6, 7, 8, 9), де осідає велика маса часток, а ті фракції, що продовжують витати, повертаються через щілину в зону активної сепарації (канали) і знову сепаруються. У бункер 6 потрапляють найбільш грубі частки – з першого і другого каналів, в бункер 7 дрібніші частки з третього і четвертого каналів, в бункер 8 – з п'ятого і шостого каналів, в бункер 9 – найбільш дрібні частки з сьомого і восьмого каналів зони сепарації відцентрового класифікатора. Газовий потік, очищений від порошку, через розкручувач потоку 10 виводиться з апарату через вихідний патрубок 11.

Класифікатори з замкнутими контурами (рис. 1) розраховуються з урахуванням з'єднання з бункером послідовно двох його каналів і змінного винесення з нього пилу при нестационарних умовах. Загальний коефіцієнт уловлювання по парціальним коефіцієнтам визначається за формулою:

$$\eta = \int_0^{\infty} \eta(\delta) f(\delta) d\delta.$$

Міграція золи або пилу по елементах класифікатора із замкнутими контурами представлена наведеним на (рис. 2) графом станів.

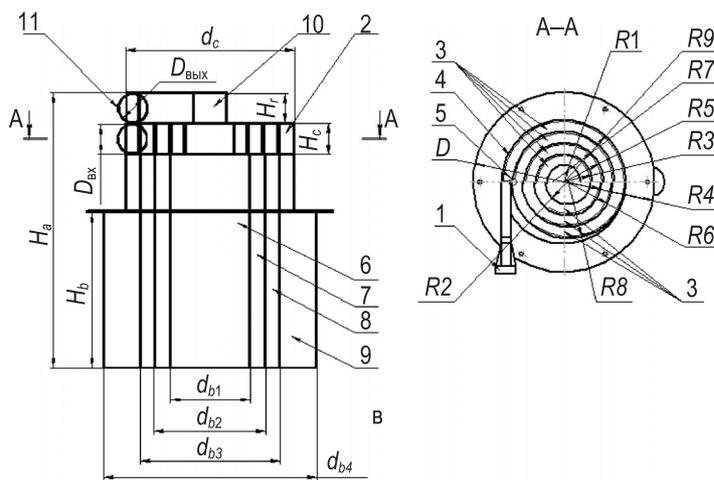


Рис. 1. Відцентровий класифікатор

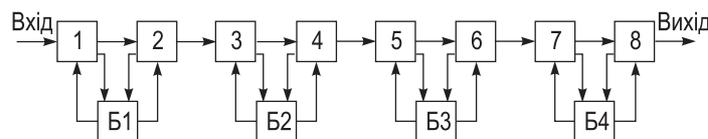


Рис. 2. Міграція часток в замкнутих контурах

Розміри відцентрового класифікатора, мм

№	Позначення	Назва позначення	Відношення до діаметру ($D = 650$ мм)
1	H_a	Висота апарату	1,126
2	H_c	Висота сепараційної камери	0,126
3	H_b	Висота бункерів	0,633
4	$D_{вх}$	Діаметр вхідного патрубка	0,123
5	$D_{вих}$	Діаметр вихідного патрубка	0,116
6	d_c	Діаметр сепараційної камери	0,689
7	H_r	Висота розкручувача	0,126
8	d_{b1}	Діаметр бункера 1	0,326
9	d_{b2}	Діаметр бункера 2	0,449
10	d_{b3}	Діаметр бункера 3	0,566
11	d_{b4}	Діаметр бункера 4	0,898

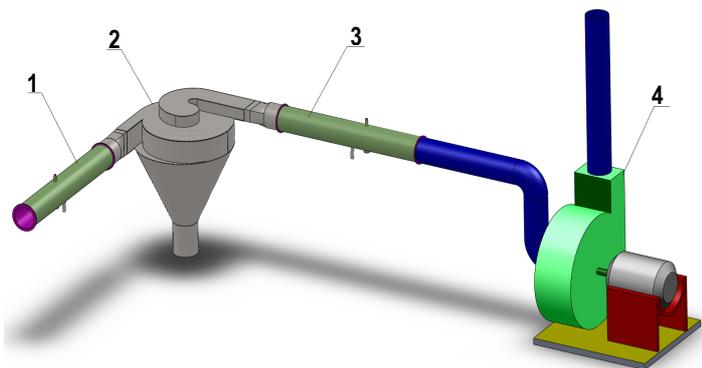


Рис. 3. Експериментальний стенд з відцентровим класифікатором ЦКП8-02: 1 і 3 – вимірювальні газоходи на вході і виході з відцентрового класифікатора; 2 – відцентровий класифікатор; ЦКП8-02; 4 – відцентровий вентилятор

У класифікаторі полідисперсна суміш поділялася на 4 фракції. Віднесені тверді частинки з класифікатору через вихідний вимірювальний газохід видалялися в атмосферу.

Випробування проводили в двох режимах: при витратах повітря $156,6 \text{ м}^3/\text{год}$ (режим 1) і $135,9 \text{ м}^3/\text{год}$ (режим 2).

Експериментальна перевірка працездатності відцентрового класифікатора здійснювалася на лабораторному стенді. Загальний вигляд стенду приведений на рис. 3.

В якості полідисперсної суміші для розподілу була обрана суміш піску та цементу в масовому співвідношенні 50%/50%. Дана суміш за допомогою пилососа подавалася у вхідний вимірювальний газохід з якого потрапляла в відцентровий

Результати розподілу полідисперсної суміші по бункерах наведені в таблиці 2.

Таблиця 2

Результати випробувань відцентрового класифікатора

№ п/п	Параметр	Режим 1		Режим 2	
		вхід	вихід	вхід	вихід
1	$P_{ст}$, Па	133	1190	100	800
2	$P_{д}$, Па	84,38	84,38	63,29	63,29
3	t , °С	10	10	11	11
4	v , м/с	11,65	11,65	10,1	10,1
5	Q , м ³ /год.	156,6	156,6	135,9	135,9
6	q , л/хв.	9	9	7,6	7,6
7	τ , хв.	1	1	1	1
9	C , г/м ³	250,6	5,05	197,3	2,78
12	МБ1, г.	3450 (48,05%)		3650 (50,8%)	
13	МБ2, г.	2000 (27,9%)		2280 (31,75%)	
14	МБ3, г.	1430 (19,9%)		1100 (15,32%)	
15	МБ4, г.	300 (4,17%)		50 (2,1%)	

З приведеної таблиці видно незначну різницю масового розподілу по бункерам відцентрового класифікатора полідисперсної суміші від витрати повітря на вході у відцентровий класифікатор. Чіткість розділення суміші за розмірами частини може дати дисперсний аналіз, який на даний час і проводиться.

Список використаної літератури

1. Мелихов С. В. Разработка центробежного сепаратора с турбинной зоной разделения. – Белгород, 2004. – 202 с.
2. Сапожников М. Я. Механическое оборудование предприятий строительных материалов и конструкций. – М.: Высшая школа, 1971. – 382 с.
3. Барский М. Д. Фракционирование порошков. – М.: Недра, 1980. – 327 с.
4. Горобец В. И., Горобец Л. Ж. Новое направление работ по измельчению. – М.: Недра, 1977. – 180 с.
5. Шарапов Р. Р., Мелихов С. В., Александрова Е. Б. Новые достижения в конструкции воздушного сепаратора // Проблемы производства и использования мела в промышленности и сельском хозяйстве: Сб. докл. Междунар. науч.-практич. конф. – Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 2001. – 109 с.
6. Талиев В. Н., Цирекидзе Т. В. Раздача воздуха клиновым воздуховодом с продольной щелью постоянной ширины // Водоснабжение и санитарная техника. – 1979, № 3.

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД И ИХ ПРИМЕНЕНИЕ В УКРАИНЕ

Очистка стоков – это целый комплекс мероприятий, направленных на борьбу и обеззараживание патогенных микроорганизмов в промышленных или частных стоках, а также на переработку и утилизацию различных химических веществ, после чего сточная вода не должна представлять опасности для загрязнения окружающей среды.

Современный процесс очистки стоков:

- отделение воды в источнике;
- две линии отходов;
- два способа обработки;
- сохранение водных ресурсов;
- регенерация энергии;
- питательные регенерации.



В основе процесса очистки сточных вод лежит принцип распределения воды по ее источникам, то есть существуют два пути водоотвода: «черные» воды – вода из туалетов и кухни, и «серые» воды –

вода из душа, от бытовой техники и дождевые воды. Стоковые воды проходят обработку в метантанке.



Таким образом, потребление водных ресурсов сокращается на 25% и происходит регенерация энергии. Проект очистки сточных вод реализован в Краснолесье, вблизи Симферополя.

РЕШЕНИЕ

XXI Международной конференции «Проблемы экологии и эксплуатации объектов энергетики»

8–10 июня 2011 года в Ялте прошла очередная XXI Международная конференция «Проблемы экологии и эксплуатации объектов энергетики».

Конференция проходит уже 21 год и является продолжением бывших Всесоюзных профессиональных конференций.

В конференции принимали участие специалисты из России, Украины, Белоруссии, Литвы, Польши, Германии и Голландии. Участники обсудили весьма актуальные вопросы модернизации коммунальной теплоэнергетики (пути и оборудование), использования альтернативных источников энергии, снижения выбросов парниковых газов, а также выбросов оксидов азота, серы, твердых частиц в атмосферу. Были рассмотрены проблемы обращения с бытовыми отходами.

Украина была представлена Национальной Академией наук, Министерством экологии и природных ресурсов, Министерством регионального развития и ЖКХ, Министерством топлива и энергетики, Государственным агентством экологических инвестиций, Государственным агентством энергосбережения.

Присутствовали также руководители коммунальных систем теплоснабжения, АР Крым, Донецкой обл., Черниговской обл., Днепропетровской обл., городов: Киева, Харькова, Ровно, Житомира и др.

Было сделано 47 докладов по наиболее актуальным вопросам современного теплоснабжения.

В рамках конференции прошел также семинар-презентация голландских компаний, работающих в той же области.

Наиболее интересны для специалистов были предложенные нашими ближайшими соседями – Россией, Белоруссией, Литвой – пути сокращения расхода газа на базе модернизации действующих отопительных газовых котельных, являющихся типовыми для всего постсоветского пространства.

По мнению специалистов, основные задачи, которые следует решить, следующие:

– Государству Украина необходимо сохранить надежное и бесперебойное централизованное теплоснабжение, для чего необходимо перевести его на новый современный уровень путем модернизации.

– В ходе модернизации одной из основных задач является снижение потребления природного газа за счет экономии и замещения не менее чем на 30% на первом этапе.

– Выполнению задачи препятствует наличие в стране более 8200 лицензированных поставщиков тепла (теплоснабжающих организаций) и отсутствие единого органа государственного управления этими структурами, а также органа, отвечающего за снижение потребления природного газа.

Для решения этих задач **необходимо:**

1. Просить КМ Украины дополнить список Национальных проектов Украины Проектом модернизации коммунальной теплоэнергетики Украины как наиболее важным сегодня для страны. Ожидаемый эффект – экономия более 3,5 млрд. м³ газа.

Просить известного профессионала и организатора работ в области коммунального теплоснабжения Хиврича Юрия Егоровича возглавить такой Национальный проект.

Вернуть областную структуру теплоснабжающих предприятий, т.е. областные объединения, количество которых должно быть не более 30. Это позволит осуществлять эффективное управление ими, и ввести реальную ответственность руководителей.

2. Вернуть в отрасль профессионалов: от министерства до регионов отраслью управляют люди, не имеющие специального образования.

3. Отработать механизм привлечения экспертного сообщества, которое сможет оценить и рекомендовать те либо иные методы выхода из сложившейся кризисной ситуации.

4. Разработать и ввести в действие меры по устранению перекоса цен на газ и электроэнергию вследствие дотирования населения в пользу индивидуального теплоснабжения.

5. Создать рынок возобновляемой энергии. Разработать градацию подходов к мероприятиям по энергосбережению. Вкладывать средства государственной поддержки пропорционально сэкономленному либо замещаемому газу.

6. Определить пилотный регион для эксперимента по отдаче энергии когенерационных установок в общую электросеть.

7. Ввести систему штрафов за уничтожение энергетического ресурса в объеме его газового эквивалента.

По поручению участников конференции

Руководитель группы
по выработке решения
директор ИТТФ НАНУ
академик НАНУ Долинский А. А.



ІНСТИТУТ ПРОМИСЛОВОЇ ЕКОЛОГІЇ

INSTITUTE OF ENGINEERING ECOLOGY

- **Підготовка проектів спільного впровадження та за схемою цільових екологічних («зелених») інвестицій зі зниження викидів парникових газів**
Joint Implementation and GIS projects for reduction of greenhouse gas emissions
- **Утилізатори теплоти: конденсаційні, контактні, контактено-поверхневі**
Heat recovery equipment: condensing, contact, surface-contact
- **Повітряпідігрівачі**
Air heaters
- **Модернізовані подові випромінюючі пальникові пристрої**
Modern hearth radiative burners
- **Інтенсифікація топкового теплообміну**
Intensification of fire-chamber heat exchange
- **Пальникові пристрої двостадійного спалювання**
Gas burners for two-stage combustion
- **Мазутопідігрівачі**
Fuel oil heaters
- **Сміттєспалювальні модулі потужністю 2 т ТПВ/год**
Waste incineration units (2 t per hour capacity)
- **Пило- та газоочищення**
Dust and gas cleaning
- **Зменшення утворення NO_x**
Reduction of NO_x formation
- **Допалення газових органічних викидів**
Afterburning of organic gas pollutions
- **Поліпшення екологічного стану та зменшення використання пального**
Improving of environmental situation and reduction of fuel consumption

Україна, 03057, Київ, вул. Желябова, 2а
Тел.: (044) 453 2862, тел./факс: (044) 456 9262
2a Zheliabova str., Kyiv 03057 Ukraine
Tel.: (+ 038 044) 453 2862, Tel./fax: (+ 038 044) 456 9262
e-mail: engeco@kw.ua
www.engecology.com

ИНСТИТУТ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКОЛОГИИ

Институт промышленной экологии, образованный в 1992 году, представляет собой независимую профессиональную организацию.

Основные направления деятельности Института:

- разработка, производство и внедрение различного природоохранного и энергосберегающего оборудования;
- разработка и внедрение улучшенных технологий и оборудования для сжигания топлив;
- подготовка проектов совместного осуществления по сокращению выбросов парниковых газов;
- проведение экологических исследований и экспертиз, а также энергетического и экологического обследования (аудита) промышленных предприятий с выдачей соответствующих рекомендаций.

Институт промышленной экологии предлагает следующие разработки, направленные на экономию топливно-энергетических ресурсов и улучшение экологической ситуации:

1. Разработка проектов совместного осуществления по сокращению выбросов парниковых газов за счет:

- снижения затрат топлива и энергоресурсов в результате повышения эффективности работы оборудования теплоснабжающих, энергетических и других промышленных предприятий;
- использования возобновляемых источников энергии;
- улавливания и утилизации свалочного газа на полигонах твердых бытовых отходов;
- использования биогаза канализационных сточных вод, пищевых предприятий и т.п.

2. Комбинированная технология для снижения образования оксидов азота, газоочистки и утилизации теплоты уходящих газов топливосжигающего оборудования.

3. Модернизированные подовые горелки с повышенным КПД и пониженным образованием оксидов азота для котлов производительностью до 10 Гкал/час.

4. Горелочные устройства двустадийного сжигания с пониженным образованием оксидов азота для котлов типов ПТВМ, КВГМ и др.

5. Технология рециркуляции продуктов сгорания в воздух и топливо для снижения образования оксидов азота.

6. Технология повышения КПД котлов с одновременным снижением образования оксидов азота путем интенсификации топочного теплообмена с использованием вторичных излучателей.

7. Технология подогрева дутьевого воздуха для горелок котлов и печей с использованием вторичных энергоресурсов.

8. Технология подогрева топочных мазутов с использованием теплоты продуктов сгорания.

9. Скрубберы тонкой очистки от пыли в промышленности и энергетике.
10. Системы золоулавливания для промышленных и отопительных котлов.
11. Системы пылеочистки для технологических процессов с улавливанием и возвратом материала в цикл.
12. Технология нейтрализации выбросов паров органических веществ, в том числе с использованием энергопотенциала нейтрализуемых веществ.
13. Мусоросжигательные модули производительностью 2 т ТБО в час.
14. Горелки для сжигания биогаза, в том числе двухтопливные комбинированные.
15. Подогрев приточного вентиляционного воздуха за счет теплоты обратной теплосетевой воды.
16. Высокоэффективные, в том числе конденсационные, теплообменники из труб с кольцевыми канавками.

Ежегодно Институт проводит международную конференцию «Проблемы экологии и эксплуатации объектов энергетики» в Крыму.

Институтом на базе энерго-экологического обследования промышленных предприятий разрабатывается, и для каждого конкретного случая в зависимости от возможностей и целесообразности вложений совместно с предприятием-заказчиком индивидуально подбирается комплекс мероприятий, технологий и оборудования, способствующих снижению удельных энергозатрат и защите окружающей среды. Возможна комплектация, поставка «под ключ» и наладка установленного оборудования.

Использование предлагаемых Институтом промышленной экологии энерго-сберегающих технологий и оборудования дает конкретный экологический, энергетический и экономический эффект.

ИНСТИТУТ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКОЛОГИИ

Украина, 03057, Киев, ул. Желябова, 2а
Тел.: (38 044) 453-28-62, тел./факс: (38 044) 456-92-62
e-mail: engeco@kw.ua
www.engecology.com

ПОДГОТОВКА ПРОЕКТОВ СОВМЕСТНОГО ВНЕДРЕНИЯ ПО СОКРАЩЕНИЮ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В АТМОСФЕРУ ОБЪЕКТАМИ ЭНЕРГЕТИКИ, СИСТЕМ КОММУНАЛЬНОГО ТЕПЛОВОДОСНАБЖЕНИЯ И ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ УКРАИНЫ

Институт промышленной экологии выполняет работы по обследованию энергетических объектов, разработке методов повышения эффективности их работы, уменьшения расхода топлива и энергоресурсов и снижения выбросов парниковых газов (ПГ) (в первую очередь углекислого газа) в атмосферу.

Обязательства по сокращению выбросов парниковых газов стран-участниц Киотского протокола к Рамочной Конвенции ООН об изменении климата начали действовать с начала 2008 года. Украина в масштабе страны обязана лишь не превысить уровень выбросов ПГ в базовом 1990 году. Это способствует возможности передачи украинскими предприятиями заинтересованным странам или организациям дополнительных Единиц сокращения выбросов (ЕСВ) ПГ, образованных в результате осуществления мер по снижению выбросов на своем предприятии, путем зачета в рамках проектов Совместного Внедрения или с использованием иных механизмов согласно Киотскому протоколу. Участие промышленных предприятий в проектах Совместного Внедрения дает возможность привлечь дополнительное «зеленое» финансирование в модернизацию производства, направленную на внедрение энергоэкономных технологий или на комплекс работ по энергосбережению.

Институт выполняет весь комплекс работ по подготовке и сопровождению проекта Совместного Внедрения за счет реконструкции оборудования энергоблоков ТЭС и ТЭЦ, систем коммунального тепло- и водоснабжения и промышленных предприятий Украины, полигонов ТБО: подготавливает пакеты документов для подачи заявки на проект СВ как в Государственное агентство экологических инвестиций Украины, так и потенциальному покупателю, включая краткое описание проекта и сопроводительные документы; сопровождает процесс подачи и прохождения заявки; после прохождения первого этапа (получения Письма поддержки) подготавливает проектно-техническую документацию проекта СВ, включая описание проекта, описание базового сценария, ТЭО, обоснование дополнительности проекта, план мониторинга выбросов ПГ, характеристику технических, экономических, финансовых аспектов проекта, ОВОС, план генерирования ЕСВ, финансовый план реализации проекта и т.д.; подготавливает и сопровождает процесс детерминации проекта; подготавливает и сопровождает заключение контракта с покупателем Единиц сокращения выбросов; подготавливает пакет документов и сопровождает процесс получения Письма одобрения проекта от Государственного агентства экологических инвестиций Украины; подготавливает пакет документов для регистрации проекта в Надзорном комитете по проектам Совместного внедрения (Путь 2) либо для утверждения проекта в Государственном агентстве экологических инвестиций Украины (Путь 1), и сопровождает процесс регистрации либо утверждения проекта.

В ходе последующего внедрения проекта Институт осуществляет подготовку периодических отчетов по мониторингу реализации проекта, подготовку и сопровождение процессов первичной и периодических верификаций проекта, подготовку и сопровождение процесса передачи единиц сокращений выбросов парниковых газов со счета Заказчика в Национальном реестре Украины на счет покупателя в реестре страны-партнера по проекту.

ИНСТИТУТ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКОЛОГИИ

Украина, 03057, Киев, ул. Желябова, 2а
Тел.: (+38 044) 453-28-62, тел./факс: (+38 044) 456-92-62
e-mail: engeco@kw.ua
www.engecology.com

КОТЕЛ ВОДОГРЕЙНЫЙ ВОДОТРУБНЫЙ, РАБОТАЮЩИЙ НА ПРИРОДНОМ ГАЗЕ НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ, ТЕПЛОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ 2,0 МВт (КВВ-2,0 Гн)

Котел типа КВВ-2,0 Гн предназначен для применения в системах отопления и горячего водоснабжения.

Котел имеет П-образную компоновку и состоит из топки, экраны которой набраны из труб диаметром 51×3,5 мм, сваренных между собой плавниками, и конвективной части, выполненной из U-образных труб диаметром 28×3 мм, которые, в свою очередь, вварены в стояки, а те – в коллектора. Изготавливается в виде сварного газоплотного моноблока в легкой изоляции и декоративном кожухе, комплектуется блочной газовой горелкой низкого давления с системой автоматики.

Основные технические характеристики

Номинальная теплопроизводительность, МВт	2,0
Диапазон регулирования, %	40–100
Коэффициент полезного действия, %, не менее	92 (фактически на номинальной нагрузке – 93%, на 50% – 95%)
Удельный расход топлива, м ³ /МВт, не более	110
Удельное потребление электроэнергии, кВт/МВт	2,0
Содержание оксидов азота (в пересчете на NO ₂) в сухих продуктах сгорания (приведенное к $\alpha = 1$), мг/м ³	96–130
Рабочее давление воды в котле, МПа	0,6
Температура воды на выходе из котла, °С	95
Расход воды, м ³ /ч	70
Температура уходящих газов, °С	90–180
Габаритные размеры, мм, не более:	
длина с горелкой	4000
ширина	1500
высота	3000
Масса котла, кг	3700
Удельная металлоемкость, т/МВт	1,8

Внедрение котла позволит заменить устаревшие котлы типа «Минск-1», «НИИСТУ-5», «Универсал», «Энергия» и др., увеличить в 3–5 раз тепловую мощность котельных без изменения их строительных объемов, резко повысить экономичность и надежность источников теплоснабжения.

Котел разработан Институтом промышленной экологии совместно с ИТТФ НАНУ, производится АП «Крымтеплокоммунэнерго».

Украина, 03057, Киев, ул. Желябова, 2а
Тел.: (38 044) 453-28-62, тел./факс: (38 044) 456-92-62
e-mail: engeco@kw.ua
www.engecology.com

КОТЕЛ ВОДОГРЕЙНЫЙ ВОДОТРУБНО-ДЫМОГАРНЫЙ ТЕПЛОПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ 0,63 МВт (КВВД-0,63 Гн)

Комбинированный водотрубно-дымогарный котел КВВД-0,63Гн теплопроизводительностью 630 кВт с принудительной циркуляцией теплоносителя через котел рассчитан для работы на природном газе или легком жидком топливе и предназначен для выработки тепловой энергии в виде воды с температурой до 95 °С и давлением до 0,6 МПа для отопления, технологических нужд и горячего водоснабжения.

Котел состоит из следующих деталей и узлов:

- корпуса котла овальной формы;
- приваренных к корпусу передней и задней трубных досок;
- дымогарных труб, сваренных в верхние части передней и задней трубных досок;
- топочной камеры, включающей в себя жаровую трубу и экранную систему с кольцевыми трубными досками. В топочной камере между задней и передней водяными кольцевыми камерами сварены 36 экранных труб, разделенных на 12 трехходовых пучков. Вода подается в заднюю камеру, проходит в переднюю камеру, назад в заднюю и снова в переднюю (т.е. 3 хода), где через 12 отверстий поступает в водяной объем корпуса котла.
- дверцы котла, в которой находится поворотная камера дымовых газов с огнеупорной футеровкой;
- теплоизоляции и декоративного кожуха;
- горелки, которая крепится к фланцу дверцы котла.

Пламя горелки поступает в кольцевую экранную камеру, которая закрыта в донной части. Камера работает с избыточным давлением дымовых газов, которые поступают в 2 огневые трубы, затем в поворотную камеру и по дымогарным трубам в дымовую коробку, расположенную в задней части котла. Из дымовой коробки газы поступают в дымовую трубу и в атмосферу.

Газовый тракт котла находится при работе горелки под избыточным давлением по отношению к атмосфере. В дымогарные трубы котла вставляются пластинчатые турбулизаторы (завихрители), которые придают потоку газов в трубах турбулентность и повышают коэффициент теплопередачи.

Котел комплектуется блочной газовой вентиляторной горелкой RS-70 и электронной автоматикой RB/т производства фирмы Riello S.p.A (Италия), сертифицированными в Украине. Автоматика выполняет полный цикл розжига, пуск на первой ступени, переход на вторую ступень, остановку котла при достижении установленной температуры воды на выходе котла с последующей продувкой дымоходного тракта и защитное отключение подачи газа при аварийных ситуациях.

Пульт управления котлом обеспечивает возможность подключения электронного устройства для ведения режима котла с учетом температуры наружного воздуха, и позволяет эксплуатировать котел в автоматическом режиме без дежурного персонала.

Основные технические характеристики

Номинальная теплопроизводительность, МВт	0,63
Диапазон регулирования, %	40–100
Коэффициент полезного действия, %, не менее	92
Номинальный расход топлива (природного газа при $Q_H^p = 35\,600$ кДж/м ³), м ³ /ч	70±5%
Удельный расход топлива, м ³ /МВт, не более	115,5
Удельное потребление электроэнергии, кВт/МВт, не более ..	2,22
Содержание оксидов азота (в пересчете на NO ₂) в сухих продуктах сгорания (приведенное к $\alpha = 1$), мг/м ³ , не более	200
Рабочее давление воды в котле, МПа	0,6
Температура воды на выходе из котла, °С	95
Расчетный перепад температур воды, °С	25
Расчетный расход воды, м ³ /час	22
Расчетная температура уходящих газов, °С	160
Габаритные размеры, мм, не более:	
длина с горелкой	3260
длина без горелки.....	2400
ширина	900
высота.....	1600
Масса котла, кг, не более.....	1700

Внедрение котла позволит заменить устаревшие котлы типа «Минск-1», «НИИСТУ-5», «Универсал», «Энергия» и др., резко повысить экономичность и надежность источников теплоснабжения.

Котел разработан Институтом промышленной экологии совместно с ИТТФ НАНУ, производится АК «Киевэнерго».

Украина, 03057, Киев, ул. Желябова, 2а
Тел.: (38 044) 453-28-62, тел./факс: (38 044) 456-92-62
e-mail: engeco@kw.ua
www.engecology.com

УТИЛИЗАЦИЯ ТЕПЛОТЫ И СНИЖЕНИЕ ВЫБРОСОВ ОКСИДОВ АЗОТА КОТЛАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОНТАКТНОЙ КОМБИНИРОВАННОЙ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ

Комбинированная контактная теплоутилизационная установка предназначена для снижения выбросов оксидов азота, понижения температуры и утилизации теплоты уходящих газов агрегатов, сжигающих газообразное топливо.

Основу системы составляет комбинированный теплообменник, который включает в себя контактный экономайзер и контактный воздухоподогреватель, объединенные в общий водяной циркуляционный контур с циркуляционным насосом и промежуточным теплообменником.

Технология предусматривает снижение образования оксидов азота за счет подачи в топочную камеру увлажненного и подогретого в контактном воздухоподогревателе дутьевого воздуха. Дальнейшая очистка происходит за счет промывания продуктов сгорания в контактном водяном экономайзере (абсорбере) и выведения из цикла CO_2 в декарбонизационной колонне. В процессе утилизируется как явная теплота продуктов сгорания, так и скрытая теплота конденсации содержащегося в них водяного пара.

Работает система следующим образом. Уходящие продукты сгорания подаются в контактную камеру экономайзера, где при непосредственном контакте с нагреваемой водой охлаждаются и через каплеуловитель дымососом удаляются в дымовую трубу. Часть продуктов сгорания проходит по байпасному газоходу мимо экономайзера для поддержания «сухого» режима дымовой трубы.

Нагретая в экономайзере вода собирается в поддоне и насосом подается частично на водораспределитель контактного воздухоподогревателя, откуда поступает на насадку контактной камеры, где при непосредственном контакте с холодным воздухом охлаждается и стекает в поддон. Остальная часть нагретой воды насосом подается через промежуточный теплообменник на систему защиты от обмерзания, а оттуда сливается в поддон. В теплообменнике происходит нагрев воды, подаваемой на внешние потребители (химводоочистку, систему горячего водоснабжения и т.п.). Охлажденная вода из поддона воздухоподогревателя через патрубки с гидрозатворами, соединенными с водораспределителем, подается для нагрева на насадку контактной камеры экономайзера.

Нагретый и увлажненный в контактном воздухоподогревателе воздух подается через каплеуловитель на всос дутьевого вентилятора. Для подсушки насыщенного влагой нагретого воздуха может подмешиваться воздух из верхней зоны котельной. Увлажнение дутьевого воздуха позволяет в 2–2,5 раза снизить выбросы оксидов азота.

Применяемое как один из возможных вариантов конструктивное исполнение контактных аппаратов (экономайзера и воздухоподогревателя) один над другим уменьшает площадь, требуемую для их установки. Монтаж аппаратов производится блоками квадратного сечения, что позволяет по условиям компоновки изменять расположение газовых и воздушных патрубков с шагом 90° .

Тепловая схема установки и конструктивное исполнение теплообменника разрабатываются конкретно для каждого объекта.

Внедрение этой технологии позволяет снизить выбросы оксидов азота в атмосферу не менее чем на 50–60%, уменьшить на 8–10% расход топлива (природного газа) и получить конденсат, пригодный для подпитки теплосети.

В качестве примера приведены технические характеристики контактной комбинированной теплоутилизационной установки, смонтированной за котлоагрегатом ДКВР-10/13:

паропроизводительность котлоагрегата, т/ч	9,8
доля уходящих газов, проходящих через экономайзер, %.....	50
коэффициент разбавления продуктов сгорания перед установкой	1,64
температура уходящих газов, °С	
– перед экономайзером.....	110
– после экономайзера.....	38
температура нагреваемого воздуха, °С	
– перед воздухоподогревателем	–10
– после воздухоподогревателя	+33
температура нагретой циркуляционной воды, °С.....	46
сопротивление экономайзера, Па	230
сопротивление воздухоподогревателя, Па	320
снижение выбросов оксидов азота, кг/сутки.....	15,4
экономия природного газа.....	5,33

Весь комплекс работ «под ключ» по проектированию, изготовлению, монтажу и наладке систем теплоутилизации с контактным комбинированным теплообменником производит Институт промышленной экологии.

ИНСТИТУТ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКОЛОГИИ

Украина, 03057, Киев, ул. Желябова, 2а
Тел.: (38 044) 453-28-62, тел./факс: (38 044) 456-92-62
e-mail: engeco@kw.ua
www.engecology.com

МОДЕРНИЗИРОВАННЫЕ ПОДОВЫЕ ГОРЕЛКИ ТИПА МПИГ ДЛЯ КОТЛОВ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ ДО 10 ГКАЛ/ЧАС

Модернизированные подовые (щелевые) горелки нового поколения с увеличенной лучистой составляющей типа МПИГ предназначены для котлов производительностью до 10 Гкал/час (типа НИИСТУ-5, ТВГ-1; 2,5; 4; 8; КВ-ГМ-4,65-150, КВ-Г-7,56-150 и др.) и могут применяться вместо форкамерных, подовых и других горелок.

Горелочные устройства МПИГ работают на вентиляторном дутье. В котлах НИИСТУ-5 разрешается их эксплуатация и без дутьевого вентилятора.

Установка горелок МПИГ осуществляется с использованием рамы стандартных габаритов и посадочных размеров, что не требует специальной переделки котла. На раме монтируются элементы горелочного устройства – коллектора горелок, кирпичи щелевого смесителя, подгорелочный лист и шибера, регулирующие подачу воздуха.

Коллектор горелки изготавливается из цельнотянутой трубы и снабжается сменными соплами-форсунками, изготавливаемыми из латуни, что позволяет избежать окисления стенок отверстия и сохранить требуемый расход при длительной эксплуатации горелок (в течение не менее 10 лет).

Горелки МПИГ практически бесшумны, легко обеспечивают устойчивую работу на пониженных нагрузках (регулируемость в пределах 24–100%), а также форсировку котла. Наличие сменных калиброванных сопел обеспечивает возможность поддержания номинальной производительности котла и устойчивой работы при давлении природного газа в сети в диапазоне от 20 до 150 мм вод. ст.

С целью дополнительного повышения эффективности использования топлива и соответственно КПД котла, а также снижения выбросов токсичных веществ в атмосферу, горелки МПИГ могут быть оснащены промежуточными (вторичными) излучателями в виде подвесных гирлянд из легковесного теплостойкого кремнеземистого материала или стержней из огнеупорного материала на основе карбида кремния.

Установка промежуточных излучателей в топочной камере котла обеспечивает интенсификацию лучистого теплообмена, за счет чего увеличивается теплоотдача в топке и соответственно повышается КПД котлов и уменьшается расход топлива. Кроме того, введение в зону факела промежуточных излучателей позволяет снизить максимальные температуры в ядре зоны горения, за счет чего уменьшаются образование и соответственно выбросы токсичных веществ, в первую очередь оксидов азота. В результате снижения как максимальных температур в зоне горения, так и температур на выходе из топки и за котлом, облегчаются условия работы, повышается надежность и увеличивается срок эксплуатации котла.

Использование модернизированных подовых горелок с промежуточными излучателями позволяет:

- увеличить теплоотдачу в топке котла на 10–30%;
- повысить КПД котла и соответственно уменьшить расход топлива (природного газа) на 3–5%, в результате достичь величин КПД не менее 90 %;

- снизить образование оксидов азота на 30–50%; в результате достичь среднего уровня концентраций NO_x в продуктах сгорания порядка 100 мг/м^3 ;
- снизить температуру уходящих газов на 40–80 °С;
- повысить надежность эксплуатации и увеличить срок службы котлов (на 10–20%, или на 3–5 лет) за счет снижения максимальных температур в зоне горения на 40–70 °С;
- уменьшить расход огнеупорного кирпича на выкладку горелок и пода котла на 50% (по сравнению с форкамерными горелками).

Описанные промежуточные (вторичные) излучатели могут также быть применены и с установленными на котле горелками других типов.

ИНСТИТУТ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКОЛОГИИ

Украина, 03057, Киев, ул. Желябова, 2а
Тел. (38 044) 453-28-62, тел./факс (38 044) 456-92-62
e-mail: engeco@kw.ua
www.engecology.com

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ТОПОЧНОГО ТЕПЛООБМЕНА В КОТЛАХ ПУТЕМ УСТАНОВКИ ПРОМЕЖУТОЧНЫХ (ВТОРИЧНЫХ) ИЗЛУЧАТЕЛЕЙ

Технология предназначена для повышения эффективности сжигания газообразного топлива в котлах и снижения токсичных выбросов в атмосферу.

Недостатком многих находящихся в эксплуатации водогрейных и паровых котлов является малоэффективная теплоотдача в топке и обусловленные этим высокая температура уходящих газов (до 200–250 °С) и низкий КПД (до 85–87%).

Одним из возможных и реальных путей повышения эффективности использования топлива в котлах, и соответственно повышения их КПД и уменьшения газовых выбросов в атмосферу (включая CO₂, NO_x и др.), является интенсификация теплообмена и соответственно теплоотдачи в топочной камере.

При сжигании природного газа в относительно небольших топочных объемах котлов с развитым экранированием стенок, с точки зрения интенсификации теплообмена и надежной стабилизации факела целесообразна установка промежуточных (вторичных) излучателей – твердых нагретых до высоких температур тел, являющихся как бы «тепловыми зеркалами», передающими излучение к поверхностям нагрева.

Действие промежуточных излучателей основано на том, что они воспринимают тепло селективным излучением и конвекцией от продуктов сгорания и передают его полным спектром излучения к водоохлаждаемым поверхностям, расположенным в топке. Находясь в стационарном режиме при неизменной температуре, промежуточные излучатели весь падающий на них тепловой поток переизлучают на поверхности экрана в виде отраженного тепла и собственного излучения.

Установка промежуточных излучателей в топочной камере котла обеспечивает интенсификацию лучистого теплообмена, за счет чего увеличивается теплоотдача в топке и соответственно повышается КПД котлов и уменьшается расход топлива. Кроме того, введение в зону факела промежуточных излучателей позволяет снизить максимальные температуры в ядре зоны горения, за счет чего уменьшаются образование и соответственно выбросы токсичных веществ, в первую очередь оксидов азота. В результате снижения как максимальных температур в зоне горения, так и температур на выходе из топки и за котлом, облегчаются условия работы, повышается надежность и увеличивается срок эксплуатации котла.

Использование промежуточных излучателей позволяет:

- увеличить теплоотдачу в топке котла на 10–30%;
- уменьшить расход топлива (природного газа) в котлах:
 - производительностью до 1 Гкал – на 3–5%,
 - производительностью 1–6 Гкал – на 1–3%,
 - производительностью 6–30 Гкал – на 0,6–1%;
- снизить образование оксидов азота на 20–30%;
- снизить температуру уходящих газов на 60–90 °С;

- повысить надежность эксплуатации и увеличить срок службы котлов (на 10–20%, или на 3–5 лет) за счет снижения максимальных температур в зоне горения на 30–70 °С.

Технология не требует больших капитальных вложений и эксплуатационных расходов, срок окупаемости составляет 1–2 года в зависимости от типа котла.

Для изготовления излучателей используются огнеупорные материалы на основе оксидов или тугоплавких соединений, обеспечивающие возможность длительной эксплуатации в условиях высоких температур в окислительно-восстановительной среде при возможности реализации достаточно большого числа теплосмен.

Разработаны технические решения по применению промежуточных излучателей в котлах НИИСТУ различных модификаций, а также в котлах ТВГ, ДКВР, КВ-ГМ и других производительностью до 30 Гкал/час (до 50 т/час пара).

ИНСТИТУТ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКОЛОГИИ

Украина, 03057, Киев, ул. Желябова, 2а
Тел.: (38 044) 453-28-62, тел./факс: (38 044) 456-92-62
e-mail: engeco@kw.ua
www.engecology.com

РЕЦИРКУЛЯЦИЯ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ

Предназначена для снижения токсичных выбросов в атмосферу при сжигании газообразного или жидкого топлива в котлах.

Рециркуляция продуктов сгорания представляет собой наиболее эффективный метод подавления образования оксидов азота (NO_x) при сжигании как газа, так и мазута, позволяющий снизить содержание NO_x в уходящих газах на 60–70%. Метод основан на отборе части продуктов сгорания за котлом и подаче их в зону горения.

Реализация предлагаемой технологии рециркуляции продуктов сгорания на котле не требует повышения производительности дымососов, необходимо только изготовление системы перепускных трубопроводов для продуктов сгорания.

Практически только за счет данного метода при небольших затратах может достигаться значительный экологический эффект.

Кроме этого, уменьшается вероятность перегрева экранных поверхностей топки, обеспечивается выравнивание полей температур в топочной камере, что позволяет увеличить межремонтные периоды.

Предлагаемый метод целесообразно применять для следующих паровых и водогрейных котлов:

КВ-ГМ-100; 50; 30; 20; 10;

ДКВР-4; 10; 20;

ДЕ-16; 25;

ПТВМ-30; 50; 100;

ТВГ-4; 8; ТВГМ-30; КВГ-6,5.

Возможна разработка индивидуальных решений и для других котлов.

ИНСТИТУТ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКОЛОГИИ

Украина, 03057, Киев, ул. Желябова, 2а
Тел.: (38 044) 453-28-62, тел./факс: (38 044) 456-92-62
e-mail: engeco@kw.ua
www.engecology.com



МОДЕРНІЗАЦІЯ КОТЛІВ ПТВМ-50

Стандартний котел
ПТВМ-50

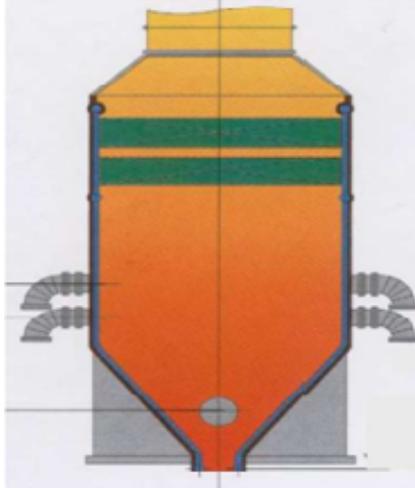
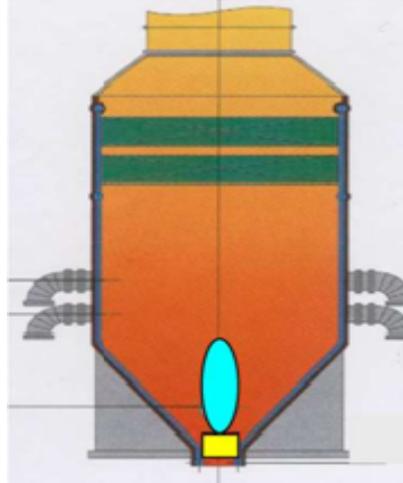


Схема модернізації
ШЕ+ІГ



Встановлення до-
даткового подового
щілинного пальника

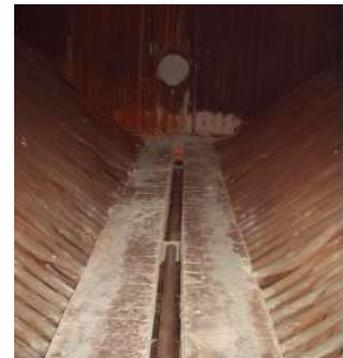


Схема модернізації
ВАТ «Дорогобужкотломаш»

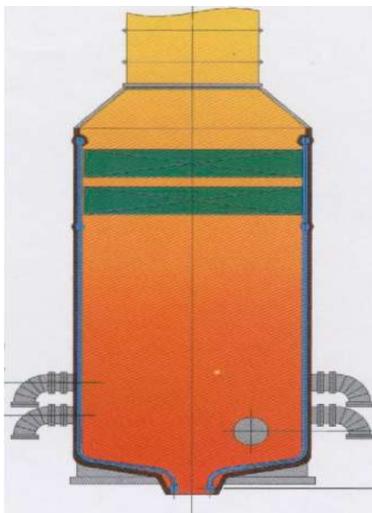
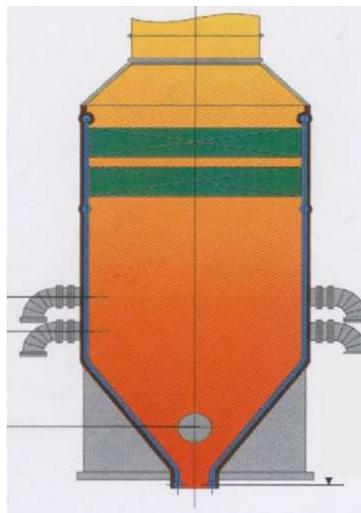


Схема модернізації
фірми SAACKE (ФРГ)



– Заміна пальників

– Реконструкція каркаса
котла зі зміною його форми
та збільшенням висоти

– Заміна пальників

Параметр	Стандартний котел	ШЕ+ІГ	Економія
Мінімальне навантаження, %	30	6	24
Час роботи на мінімальному навантаженні, год/рік	700	700	–
Витрати палива на номінальному навантаженні, м ³ /год	6700	6700	–
Витрати палива на мінімальному навантаженні, м/год	2010	402	1608
Вартість витрат природного газу, тис. грн./год. (при вартості газу 960 грн./1000 м ³)	1,930	0,386	1,544
Вартість витрат природного газу, тис. грн./рік (при вартості газу 960 грн./1000 м ³)	1351,0	270,2	1125,6

Параметр	Стандартний котел	Модернізація за схемою		
		ШЕ+ІГ	Дорогобужкотломаш	SAACKE
Теплопродуктивність номінальна, МВт	58,2	69,8	69,8	58,2
Теплопродуктивність мінімальна, %	30	6	30	30
ККД котла, %	91	~93	91,6	~93
Термін окупності: (кількість опалювальних сезонів в цінах 2009 р.)	–	0,5		2

Керівник робіт:

д.т.н., проф. І. Я. Сігал

Тел./факс: +380 44 456 6259



ЭКОНОМИЯ ГАЗА И ПРОДЛЕНИЕ РЕСУРСА КОТЛОВ ТВГ-8, ТВГ-8М, КВГ-7,56

Опыт эксплуатации котлов ТВГ-8 и ТВГ-8М показал, что их, соответствующий действительности, срок службы (при нормальных показателях эксплуатации) существенным образом превышает заводской срок (14 лет) и ограничивается состоянием не топочной, а конвективной поверхности нагрева и горелок.

Модернизация котлов с заменой горелок и конвективной поверхности нагрева позволяет повысить КПД, в среднем, на 5% до уровня лучших мировых образцов и продлить срок эксплуатации на 15 лет.

Для повышения эффективности использования газа и уменьшения энергозатрат в котле устанавливаются подовые щелевые горелки 3-го поколения МПИГ-3 (модернизированная подовая излучающая горелка, разработанная Институтами газа НАНУ и Промышленной экологии, г. Киев). Горелки снабжены специальными газовыми соплами и направляющими для воздуха, которые обеспечивают улучшение процессов смешения газа с воздухом, работают с малыми избытками воздуха и интенсифицируют теплообмен в топках.

Конвективная поверхность нагрева заменяется на новую из труб $\varnothing 32 \times 3$, (вместо заводской $\varnothing 28 \times 3$), которая имеет больший проходной диаметр для воды и более развитую поверхность теплообмена для котлов ТВГ-8 и ТВГ-8М и др. (Разработка Института газа НАНУ).

На котле КП «Жилтеплоэнерго Киевэнерго» ТВГ-8М, где проведена модернизация (замена горелок и замена конвективной поверхности нагрева), температура уходящих газов снижена на 70–80 °С, КПД котла повышен на 4,3–5% до 94–96% (испытания проведены службой наладки КП «Жилтеплоэнерго Киевэнерго»). Модернизация обеспечивает экономический эффект на одном котле 253,8 тыс. грн./год (экономия газа составляет 172 тыс. м³/год или за 15 лет 2,6 млн. м³) по сравнению с закупкой и установкой нового котла ТВГ-8М.

Затраты на модернизацию одного котла ТВГ-8 (ТВГ-8М) составляют 320 тыс. грн. Окупаемость 1,5 года.

Руководитель работ:

д.т.н., проф. И. Я. Сигал

Тел./факс: +380 44 456 62 59



ПЕРЕОБОРУДОВАНИЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ ГОРЕЛОК КОТЛОВ ТИПА ДЕ И ДКВР С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ РАСХОДА ПРИРОДНОГО ГАЗА (ОСОБЕННО В ОСЕННЕ-ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД)

Котлы ДЕ оснащены одной мощной горелкой с ограниченным диапазоном устойчивого регулирования, имеют на некоторых режимах вибрации, для избегания которых увеличивают нагрузку котлов до стабильной работы и, как следствие, это приводит к перерасходам топлива на 10–15%, особенно в весенне-осенний период.

Разработаны специальные двухколлекторные горелочные устройства, позволяющие эксплуатировать котел в широком диапазоне нагрузок от 5 до 120% с высокими технико-экономическими и экологическими показателями. Эти газовые горелки могут быть установлены при ремонтах или модернизации существующих горелок котлов ДЕ. Замена горелок не требует переоборудования котла – горелки устанавливаются в ту же амбразуру, которая имеется в котле. Основным преимуществом такой горелки является наличие 2 газовых коллекторов (фактически двух газовых горелок, одна на 30%, а другая на 70% производительности), что позволяет эксплуатировать малую горелку на режимах до 30% производительности не подавая газ в основной газовый коллектор, а основную – на режимах от 30 до 100%. Горелочное устройство такого типа успешно прошло 2-годичную промышленную эксплуатацию в котле ДЕ-16 (г. Лужаны Черновицкой обл.), где обеспечило высокий КПД котла на различных режимах производительности и регулирование длины факела в широких пределах. Возможна реконструкция существующих горелочных устройств.

По сравнению с существующими горелками котлов ДЕ, реконструированные на двухколлекторные горелки ГМ-7Р, ГМ-10Р, ГМП-16Р (котел ДЕ-25) дают возможность при эксплуатации котлов:

- обеспечить работу котлов без пульсаций и срыва пламени в широких пределах;
- обеспечить экономию природного газа до 6–10% в осенне-весенний период и 1–3 % на номинальной нагрузке;
- повысить надежность эксплуатации (регулирование длины факела и др. параметров при постоянной нагрузке);
- снизить выбросы оксидов азота на 30%.

Стоимость переоборудования одного горелочного устройства производительностью 1200–1900 м³/час природного газа составляет 70 тыс. грн. Экономия газа в осенне-весенний период составит до 6–10%, а в зимний до 2–3%. Экономический эффект – 160 тыс. грн./год. Срок окупаемости – в среднем 6 мес.

Руководитель работ:

д.т.н., проф. И. Я. Сигал

Тел./факс: +380 44 456 62 59

СКРУББЕРЫ ИНТЕНСИВНОЙ ПРОМЫВКИ (СИП)

Новые мокрые пылеуловители – скрубберы интенсивной промывки (СИП) – представляют собой низконапорные скрубберы второго класса по эффективности улавливания пылей третьей и четвертой групп дисперсности (по ГОСТ 12.2.043-80) со средним медианным диаметром менее 10 мкм.

Высокая эффективность очистки достигается за счет интенсификации улавливания наиболее мелких фракций пыли специальными устройствами.

Основные преимущества СИП в сравнении, например, с наиболее универсальным скруббером Вентури при условии обеспечения одинаковой эффективности очистки следующие:

– значительно (в 1,5–2 раза) меньше величина гидравлического сопротивления, в связи с чем в ряде случаев не требуется установка дополнительного дымо-соса;

– обеспечена возможность работы при высоких концентрациях распыливаемой рабочей суспензии (до 14% сухих веществ);

– обеспечена возможность концентрирования и возвращения в производство улавливаемого продукта, поскольку распылитель не имеет мелких отверстий или щелей, обычно используемых для получения тонкого распыления жидкости.

Область применения СИП – те случаи, когда требуется высокая степень очистки газов от аэрозолей с медианным диаметром менее 10 мкм при уровнях энергозатрат 1500–2500 кДж/1000 м³.

Примеры конструкций скрубберов интенсивной промывки (СИП)

1. Мокрый пылеуловитель с вращающимся веерным распылителем (МПВ)

МПВ предназначен для очистки технологических газовых выбросов от мелкодисперсной пыли, для санитарной очистки газовых выбросов, например, распылительных сушилок в пищевой промышленности (аэрозоли сухих кормовых дрожжей, сухой молочной пыли, сахара и т.д.), в микробиологической (пыль лигнита, кормовых дрожжей, ферментов, комбикормов и др.), в химической (при производстве СМС, удобрений), в энергетике (на ТЭС – в качестве альтернативы скрубберам Вентури), а также в других отраслях промышленности.

Требуемая степень очистки от пыли достигается за счет обеспечения необходимых скорости газа в зоне промывки его факелом распыленной жидкости, частоты вращения распылителя, величины удельного орошения, величины степени турбулентности (регулируемой) газового потока.

Техническая характеристика МПВ

Расход очищаемого газа, тыс. м ³ /ч	80–300
Гидравлическое сопротивление	1,0–1,3
Удельное орошение газов, л/м ³	0,3–1,0
Эффективность пылеулавливания, %	более 95%
Общий уд. расход эл. энергии на очистку газов, кВт·ч/1000 м ³	0,6–0,7

2. Скруббер центробежный прямоточный (СЦП)

СЦП – форсуночный скруббер с прямоточным циклоном – каплеуловителем и устройством для создания повышенной степени турбулентности в зоне контакта аэрозоля с каплями жидкости.

Основной механизм улавливания аэрозолей в СЦП – инерционный, в поле центробежных сил на каплях при высокой степени турбулентности газового потока $T < 50\%$ вместо имеющих место в обычных условиях $T \cong 5\%$.

Опыт работы СЦП, например, на дрожжерастительных аппаратах объемом 320, 600 м³ типа ДРА показал, что высокие значения степени улавливания высокодисперсного микробиологического капельного аэрозоля (медианным диаметром $d_{50} < 11$ мкм) достигаются при умеренных уровнях гидравлического сопротивления (до 1,0–1,5 кПа); при этом не требуется установка дополнительного вентилятора и обеспечиваются требования ПДВ (менее $5 \cdot 10^3$ микробных частиц в 1 м³ очищенного воздуха).

ИНСТИТУТ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКОЛОГИИ

Украина, 03057, Киев, ул. Желябова, 2а
Тел.: (38 044) 453-28-62, тел./факс: (38 044) 456-92-62
e-mail: engeco@kw.ua
www.engecology.com

СНИЖЕНИЕ ЗАТРАТ ЖИДКОГО ТОПЛИВА НА СОБСТВЕННЫЕ НУЖДЫ КОТЕЛЬНОЙ ЗА СЧЕТ ПОДОГРЕВА ТОПЛИВА УХОДЯЩИМИ ГАЗАМИ

В котельных, работающих на жидком топливе (как основном, так и резервном), на разогрев этого топлива (мазут М100, М40) используется более 15% теплоты его сгорания. Для мазута марки М200 и «Компонент» эта величина еще больше. Положение ухудшается тем, что большинство котелен с водогрейными котлами не имеют пара, необходимого для обычной схемы разогрева мазута. Целевое установление небольших паровых котлов требует больших затрат и нецелесообразно.

Институтом разработана система подогрева мазута уходящими дымовыми газами с использованием части штатного котлового экономайзера. Проводятся перерасчеты фактически нужной поверхности теплообмена котлового экономайзера с учетом фактически максимальной нагрузки котла. Учитывая, что котлы, как правило, не новые, фактически допустимая нагрузка обычно на 15-20% ниже, чем расчетная. Таким образом, возможно (уточняется расчетами) использование 15–20% поверхности штатного экономайзера для подогрева в них мазута. Такая реконструкция котла не требует больших затрат средств, но предусматривает установку дренажной системы для очистки трубных пучков от мазута при остановке работы системы и перед ее загрузкой.

Использование такой системы подогрева позволяет обеспечить экономию не менее 15% мазута за счет уменьшения затрат на собственные нужды.

Срок окупаемости необходимого переоборудования составляет не более одного года.

ИНСТИТУТ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКОЛОГИИ

Украина, 03057, Киев, ул. Желябова, 2а
Тел.: (38 044) 453-28-62, тел./факс: (38 044) 456-92-62
e-mail: engeco@kw.ua
www.engecology.com

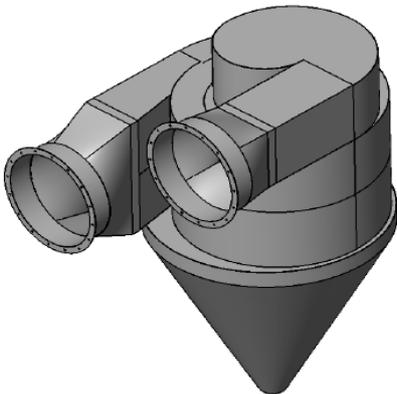
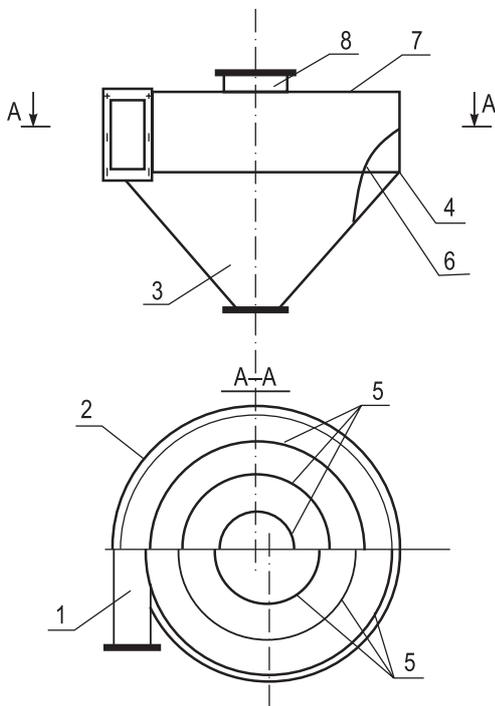
ЦЕНТРОБЕЖНЫЙ ФИЛЬТР

Значительного увеличения эффективности очистки запыленных газовых потоков в аппаратах центробежного типа можно достичь путем совмещения в одном аппарате двух методов очистки – центробежной сепарации и фильтрации.

Аппарат предназначен для очистки промышленных выбросов в атмосферу от пыли, он состоит из сепарационной камеры, выполненной в виде соединенных с крышкой (7) и дном (6) полуцилиндров (5) и корпуса (2), входного (1) и выходного (8) патрубков, бункера – пылесборника (3).

Разработанная сотрудниками Одесского национального политехнического университета система последовательно соединенных криволинейных каналов с замкнутыми контурами легла в основу пылеулавливающего аппарата нового поколения – «Центробежный фильтр» (Патент Украины № 78157 от 15.02.2007 г.).

Количество сепарационных камер и каналов в них может изменяться в зависимости от условий конкретных производств (расхода газового потока, дисперсного состава пыли, требуемой степени очистки и др.).



Общие виды центробежных фильтров

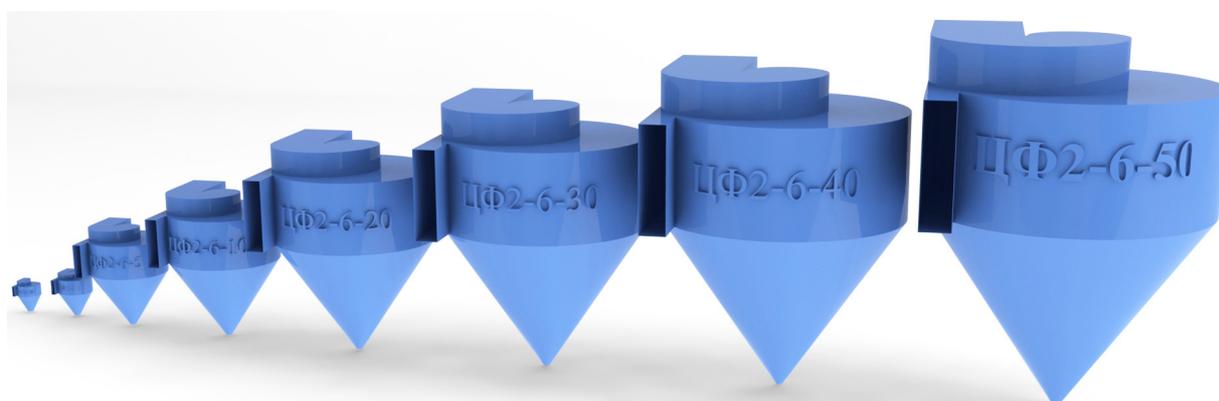
Модули центробежных фильтров могут компоноваться как в блоки заданной производительности, так и в виде многоступенчатых систем очистки.

Эффективность улавливания в зависимости от количества каналов в центробежном фильтре при улавливании пыли начиная с медианного диаметра 5 мкм приведена в таблице.

Число каналов в центробежном фильтре, <i>n</i>							
1	2	3	4	5	6	7	8
Коэффициент улавливания, %							
50	67	80	89	94	97	98	99

Адекватность приведенных данных многократно подтверждена промышленными испытаниями центробежных фильтров в различных отраслях промышленности.

Наряду с высокой эффективностью улавливания и небольшими энергозатратами, центробежный фильтр обладает также возможностью позиционного регулирования объема очищаемого газа на 50% и 100% расчетного расхода без потери эффективности очистки.



Типоряд аппаратов единичной производительностью от 0,1 до 50 тыс. м³/ч

Принцип работы центробежных фильтров можно посмотреть на сайте www.ecologenergy.com и в www.youtube.com канал MrSerebryanskiy.

Адрес для запроса дополнительной информации:

ИНСТИТУТ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКОЛОГИИ

Д. А. Серебрянский
 Украина, 03057, Киев, ул. Желябова, 2а
 Тел. (38 044) 453-28-62, тел./факс (38 044) 456-92-62
 e-mail: engeco@kw.ua
www.engecology.com

ВИПРОБУВАЛЬНА ЛАБОРАТОРІЯ ІТТФ НАН УКРАЇНИ

В Інституті технічної теплофізики НАН України працює випробувальна лабораторія. Лабораторія була атестована у 2010 році на підставі закону України «про метрологію та метрологічну діяльність», укомплектована устаткуванням, розробленим в ІТТФ НАН України. Лабораторія може проводити наступні роботи:

■ Контактне та безконтактне обстеження огорожувальних будівельних конструкцій, визначення опору теплопередачі в лабораторних та натурних умовах, а також виявлення дефектів теплоізоляції будівель з метою визначення енергоефективності будівель

■ Ефективну термомодернізацію існуючого житлового фонду за рахунок використання якісних сучасних теплоізоляційних матеріалів

■ Визначати теплоту гідратації бетонів, що використовуються при будівництві фундаментів багатоповерхових споруд, та проводити моніторинг розподілу температурних полів при заливці бетонних фундаментів

■ Визначати інтегральні тепловтрати на ділянках теплотрас та тепловий опір ізоляції попередньо ізольованих труб

■ Визначати об'ємну кількість неагресивних газів в установках комунальних та промислових підприємств (теплообмінні установки, генератори вологого газу)

■ Проводити вимірювання реальних параметрів вживаного палива

■ Визначати ефективність обладнання енергетичних об'єктів ЖКГ (котельні, теплопунктів та тепломереж)

■ Вимірювати енерговитрати у тепломережах та будівлях

■ Визначати теплозахисні властивості матеріалів для нового будівництва та термомодернізації вже існуючих споруд.



Спеціалістами ІТТФ НАНУ розроблені та виробляються прилади для контролю параметрів енергогенеруючих об'єктів та тепломереж комунальної енергетики:

1. Портативні цифрові вимірювачі, прилади та інформаційно-вимірювальні комплекси для контролю теплових потоків і температур обмурівки котлоагрегатів і теплоізоляції трубопроводів. Впроваджено 14 приладів.

2. Термоелектричні приймачі теплового випромінювання для забезпечення надійності та ефективності роботи радіаційних екранних поверхонь нагріву в топковому просторі котла. Впроваджено 11 приладів.

3. Прилади вимірювального та індикаторного позначення для забезпечення мінімальних втрат при передачі виробленої теплоти споживачеві. Впроваджено 9 приладів.

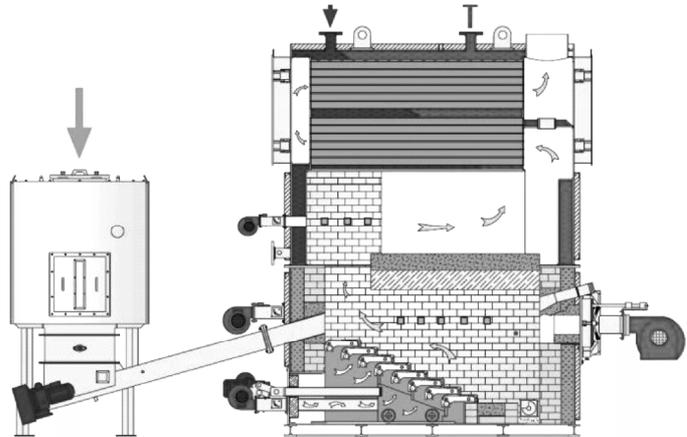
ІНСТИТУТ ТЕХНІЧНОЇ ТЕПЛОФІЗИКИ НАН УКРАЇНИ

Україна, 03057, Київ, ул. Желябова, 2а
Тел.: (38 044) 456-60-91

КОТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ, РАБОТАЮЩИЕ НА ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ВИДАХ ТОПЛИВА

Котел BIOTEC

- Для производства горячей воды +95 °С, 2 бар
- Для производства перегретой воды +110 °С, 2 бар
- Для производства насыщенного пара 0,7 бар



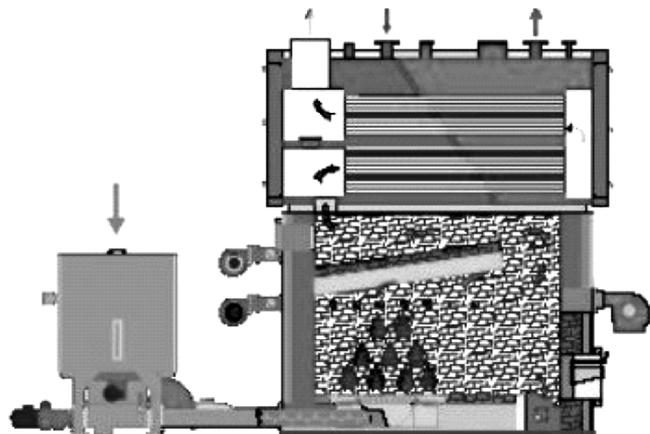
Системы подачи топлива:

- неподвижная колосниковая решетка (модель Biotec/F) для сжигания топлива максимальной влажностью 50% по сухой базе;
- подвижная колосниковая решетка со шнековой подачей (модель Biotec/G) для топлива максимальной влажностью до 80% по сухой базе и размерами до 3 см;
- подвижная колосниковая решетка с толкателем (модель Biotec/SP) для топлива максимальной влажностью до 80% по сухой базе и размерами до 30×5×5 см.

Несколько проходов уходящих газов внутри котла дает в результате максимальную производительностью установки при низких выбросах в атмосферу. За счет использования гидравлических толкателей котел способен сжигать куски топлива нестандартных размеров и форм.

Котел GLOBAL

- Для производства горячей воды +95 °С, 2 бар
- Для производства перегретой воды +150 °С, 12 бар
- Для производства насыщенного пара 12 бар
- 8 моделей с тепловой мощностью 300 000 кКал/час (349 кВт)



Подача топлива осуществляется механическим шнеком для топлива влажностью до 50% или наклонной мобильной решеткой для топлива влажностью до 100%.

Несколько проходов уходящих газов внутри котла дает в результате максимальную производительность установки при низких выбросах в атмосферу.

Котел оснащен мобильной наклонной решеткой из хромистого чугуна (для топлива влажностью от 30 до 100%) с горизонтальным возвратно-поступательным функционированием при помощи механического толкателя для продвижения топлива по решетке.

В котле GLOBAL происходит автоматическое удаление золы при помощи скребка и шнека.

Вентиляционные камеры под решеткой разделены на отсеки для рационального направления первичной, вторичной и третичной воздушной горючей смеси.

Котлы GLOBAL оснащены:

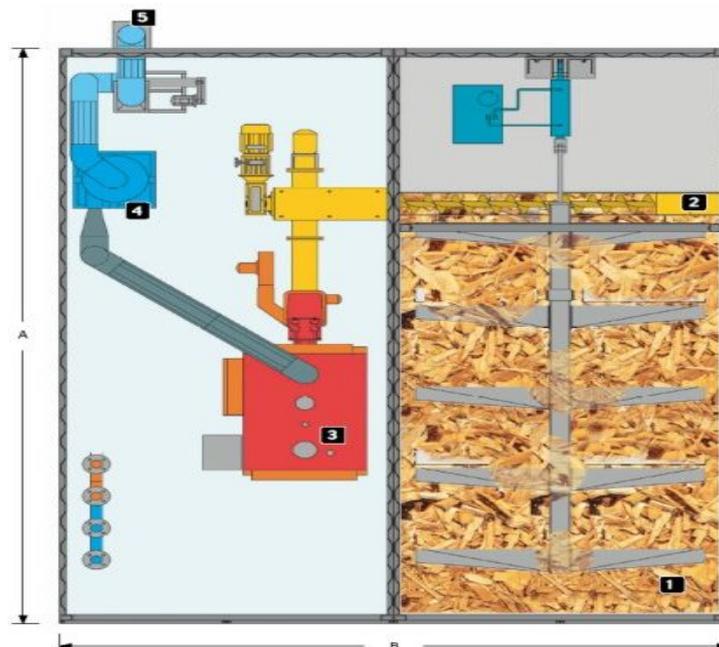
- пилот-горелка первого воспламенения топлива;
- главный пульт управления, который позволяет осуществлять:
 - управление подачей топлива;
 - регулирование подачи первичной и вторичной горючей воздушной смеси;
 - контроль сгорания при помощи анализа CO_2 в уходящих газах

БИО-КОНТЕЙНЕР

Многоцелевая мобильная котельная состоит из блоков, смонтированных внутри 2-х стандартных контейнеров:

– *Первый блок* – котел с вспомогательным оборудованием и системой управления

– *Второй блок* – топливный склад с механизмом выгрузки типа «живое дно» объемом 20 м^3 .



Размеры:
A - 6050 mm
B - 4860 mm
h - 2600 mm
Мощность от Kcal/h 80.000 (Kw 92)
до Kcal/h 300.000 (Kw 348)

Основное топливо: древесные отходы (кора, щепа, опилки).

Резервное: газ или дизельное топливо (по проекту).

Котел мощностью 92–348 кВт комплектуется механизмом автоматической подачи топлива шнекового типа, циклоном с дымососом, механизмом золоудаления.

Склад топлива оснащен системой «подвижного дна» на направляющих шнеках для хранения и подачи щепы, стружки, коры, опилок в сухом и сыром виде, связанной с системой подачи топлива котла.

Котел предназначен для работы на отходах деревообработки, высокой влажности и других био-материалах.

Система автоматического золоудаления направляет золу в герметичный золоборник.

На выходе из котла установлен мультициклон для очистки уходящих газов и дымовая труба.

ЗАО «Энергосантехпроект» (г. Москва)

В. М. Островский

Тел. +7 495 690 34-43

ПРОДУКЦИЯ КОМПАНИИ BROEN

Компания **BROEN** основана в 1948 году в Дании. В 1993 году компания вошла в состав голландского концерна Aalberts Industries. В 1997 году в состав компании **BROEN** вошел польский завод DZT по производству трубопроводной арматуры для тепло-, газоснабжения, а в 2008 году компания стала владельцем завода ZAWGAZ (Польша), который является одним из мировых лидеров по производству трубопроводной арматуры для заправочных станций и газопроводных магистралей.

В Украину продукция компании **BROEN** поставляется уже более 10 лет и за это время завоевала доверие во многих регионах страны. О высоком качестве продукции говорит многолетнее сотрудничество **BROEN** с такими компаниями-лидерами, как ООО «Эволюкс», ООО «Эмет-Арматура», ЗАО «Темио», ООО «СИК «Прима Терм», корпорация «Энергоресурс-Инвест», ЗАО «Оболонь», ЧП «Энтерком», КП «Теплоснабжение города Одесса» и многими другими организациями.

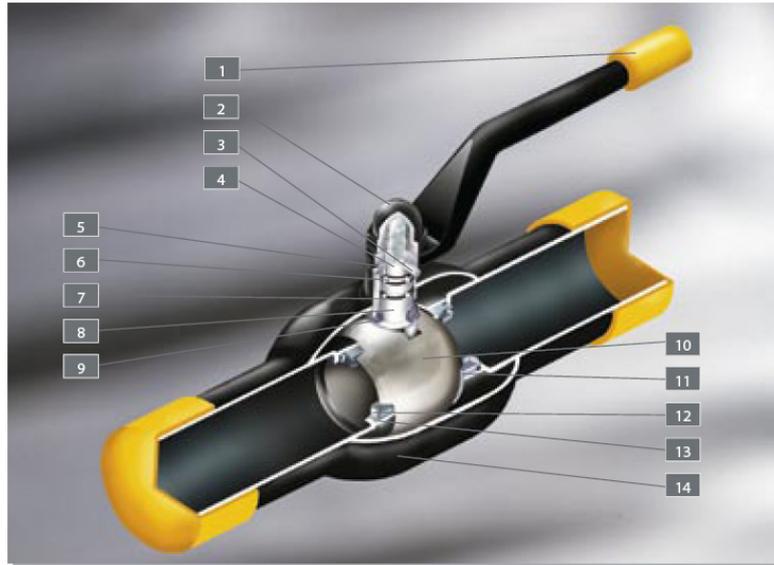
В Украине мы известны благодаря таким объектам, как ТЦ «Сады Победы» (Одесса), тепловые сети г. Одесса, тепловые сети г. Киев, системы теплоснабжения здания Кабинета Министров (Киев), системы теплоснабжения здания Минтранса (Киев), системы теплоснабжения Киево-Печерской Лавры (Киев), системы теплоснабжения шахты им. Засядько (Донецк), системы теплоснабжения мемориала жертвам Голодомора (Киев), системы теплоснабжения ОАО «Запорожсталь» (Запорожье), тепловые сети жилищного комплекса «Чайка» (Киевская обл.) и др.

Основные виды продукции, поставляемой в Украину

BROEN
INTELLIGENT FLOW SOLUTIONS

 <p>Ballomax</p> <p>↓</p> <p>Краны шаровые стальные полно- и неполнопроходные</p> <p>Ду – 10–600 Ру – 16/25/40, Т = 200/250</p> <p>Муфтовое, фланцевое, приварное, комбинированное</p> <p>Вода, пар, воздух, масло и т.д.</p> <p>Системы тепло-, газоснабжения, вентиляция</p>	 <p>Ballomax</p> <p>↓</p> <p>Краны шаровые стальные предизолированные для подземной установки</p> <p>Ду – 10–300 Ру – 16/25/40, Т = 200</p> <p>Приварное</p> <p>Вода, пар, воздух, масло и т.д.</p> <p>Системы теплоснабжения</p>	 <p>Ballorex</p> <p>↓</p> <p>Клапаны балансировочные для регулировки систем отопления</p> <p>Ду – 10–300 Ру – 16, Т = -10...+135</p> <p>Муфтовое, фланцевое, приварное</p> <p>Вода, охлаждающие среды</p> <p>Системы отопления и кондиционирования</p>	 <p>Zawgaz</p> <p>↓</p> <p>Краны шаровые стальные полно- и неполнопроходные</p> <p>Ду – 10–700 Ру – 16–100, Т = -60...+200</p> <p>Муфтовое, фланцевое, приварное</p> <p>Газ, нефтепродукты, вода</p> <p>Системы тепло-, газо-, нефтеснабжения</p>
--	---	---	---

Конструкция стального крана шарового BROEN Ballomax



1. Ручка /сталь/
2. Гайка-колпачок /сталь St 1.0715/
3. Стопорная шпилька
4. Промежуточное кольцо
5. Направляющая штока /сталь St 3S/
6. Кольцо /EPDM/
7. Уплотняющее кольцо
8. Шток /нержавеющая сталь 1.4305/
9. Прокладка /PTFE+20%C/
10. Шар /нержавеющая сталь X6CrNi18-10/
11. Седло шара /материал PTFE +20%C/
12. Поддерживающее кольцо /нержавеющая сталь X6CrNi18-10/
13. Пружинная шайба /сталь 1.1248/
14. Корпус крана /сталь P235GH/

Представительство BROEN-Украина (г. Киев)

Р. Запороженко

г. Киев, моб.: +38(067)656-44-94,

факс.:+38(044)592-54-08,

rza@broen.net.ua, www.broen.net.ua



АП «ЯЛТИНСКИЙ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ЭКОЛОГИИ» – МНОГОПЛАНОВОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ

**Основная деятельность – учебная
(лицензия № 010002 НБУ-Р от 25.11.98)**

ЯУМЦЭ располагает гостиницей с номерами со всеми удобствами на 40 мест, столовой, аудиториями, необходимой оргтехникой для проведения занятий, семинаров, совещаний. Центр готовит специалистов по вопросам охраны труда. Коллектив центра окружает слушателей теплом и заботой. В комнатах всегда чисто, белоснежное белье благоухает свежестью, везде цветы, в столовой по-домашнему уютно, персонал столовой три раза в день вкусно и разнообразно кормит слушателей. В свободное от занятий время слушатели могут ознакомиться с достопримечательностями Крыма – Ялтой, Алушкинским Воронцовским дворцом, «Ласточкиным гнездом», совершить экскурсии в Ливадийский дворец и город Севастополь. В пяти минутах ходьбы расположен Мисхорский парк и знаменитый пляж «Русалка». В теплое время года до и после занятий можно окунуться в ласковые воды Черного моря, но даже и в холодное время море прекрасно, и прогулка по его берегу надолго вселяет бодрость, снимает усталость. Освобожденные от бытовых забот слушатели могут всецело посвятить себя учебному процессу, к их услугам хорошая техническая библиотека, видеофильмы, компьютеры.

Обучение проводится по следующим направлениям:

- Охрана труда;
- Эксплуатация объектов повышенной опасности (Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых и водогрейных котлов, сосудов, работающих под давлением, трубопроводов пара и горячей воды, лифтов, грузоподъемных механизмов, систем газоснабжения);
- Электробезопасность – обучение лиц, ответственных за энергохозяйство предприятий;
- Подготовка специалистов электротехнических лабораторий;
- Проектирование, строительство и эксплуатация возобновляемых источников энергии (ВИЭ).

Для технического обеспечения этого курса имеется действующий гелиополигон с автоматической системой управления, позволяющий слушателям выбирать оптимальные варианты применения ВИЭ для своих предприятий. Кроме этого, гелиополигон является демонстрационным, так как он смонтирован из коллекторов различных типов. Одновременно он обеспечивает горячей водой нужды всего здания Центра.

Большое внимание на занятиях уделяется вопросам организации Системы управления охраной труда на предприятиях. В программе занятий лекции, практические, выездные занятия на лучших предприятиях ЮБК, разбор конкретных ситуаций, тестирование. Слушатели закрепляют свои знания на персональных компьютерах с помощью обучающей и контролирующей программы «Охрана труда».

Курсы заканчиваются комплексным экзаменом с выдачей удостоверения установленного образца.

Для должностных лиц и специалистов производственной сферы курс рассчитан на 12 дней, для непромышленной сферы – на 6 дней.

Наш адрес: 98671 Республика Крым, г. Ялта, Кореиз-1, Алушкинское шоссе, 10.

Телефон: (0654)242487.

E-mail: yaumcесо@ukrpost.ua

Проезд: от автовокзала г. Ялты автобусом № 27 или маршрутным такси № 27^а до остановки «Мисхорская курортная поликлиника».

Наукове видання

**ПРОБЛЕМИ ЕКОЛОГІЇ
ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ
ОБ'ЄКТІВ ЕНЕРГЕТИКИ**

Матеріали XXI міжнародної конференції

(7–11 червня 2011 р., м. Ялта, смт. Корейз)

(рос., англ., укр. мовами)

Відповідальний редактор	О. І. Сігал
Редактори	Н. Ю. Павлюк К. О. Корінчук Д. Ю. Падерно
Комп'ютерна верстка	О. В. Авдеєнко

*Редакційна колегія не несе відповідальності
за зміст наданих матеріалів*

Підписано до друку 14.12.2011 р. Формат 60×84 1/16. Папір офсет.
Гарнітура «Times New Roman». Друк офсетний. Ум. друк. арк. 14,42.
Обл.-вид. арк. 10,97. Тираж 150 екз. Зам. № 17/12.

Державне підприємство «Інженерно-Виробничий Центр АЛКОН» НАН України
04074, м. Київ, вул. Автозаводська, 2, тел./факс: (044) 430-82-47

*Свідоцтво про внесення до Державного реєстру суб'єктів видавничої справи
ДК № 987 від 22.07.2002 р.*