УДК 621.577

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ И ПЕРСПЕКТИВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКЕ УКРАИНЫ

Фиалко Н.М., Прокопов В.Г., Навродская Р.А., Меранова Н.О., Гнедой Н.В.

Институт технической теплофизики НАН Украины, Киев, Украина

АННОТАЦИЯ

В настоящей работе рассматриваются особенности структуры и объемы выхода вторичных энергетических ресурсов (ВЭР) по видам энергии в энергетическом хозяйстве Украины. Анализируется динамика изменения объемов выхода ВЭР за период с 2000 до 2010 гг. в контексте развития экономики страны. Приводятся данные об уровнях использования различных типов вторичных энергоресурсов, а именно, горючих, тепловых и ВЭР избыточного давления. Рассматриваются особенности использования ВЭР в различных отраслях промышленности, для разных типов утилизационного оборудования и пр.

Особое внимание уделяется прогнозированию объемов выхода и уровней использования ВЭР в Украине на период до 2020 г. Предлагаемый прогноз базируется на учете тенденций развития внешнеторговой политики Украины, связанной в большой мере с реализацией значительных объемов экспорта ряда сырьевых и энергоемких видов продукции.

Рассматриваются разработки Института технической теплофизики НАН Украины, посвященные созданию высокоэффективных технологий использования различных видов ВЭР и соответствующего оборудования для их утилизации.

ВВЕДЕНИЕ

Использование вторичных энергетических ресурсов призвано способствовать улучшению показателей энергоэффективности и соответственно существенно влиять на снижение уровней энергопотребления в стране. По данным Международного энергетического Агентства энергоемкость ВВП Украины в последние годы примерно втрое превысила указанный показатель для таких промышленно развитых стран, как Япония и ФРГ

Ввиду этого изучение состояния и перспектив использования вторичных энергетических ресурсов является одним из важных направлений анализа возможных объемов экономии топлива и энергии в стране.

ОБЪЕМЫ ВЫХОДА ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

Рассмотрим структуру ВЭР в топливно-энергетическом комплексе Украины и данные об их выходе. На рис. 1 и в табл. 1 приведены материалы статистической отчетности по выходу и использованию горючих и тепловых вторичных энергоресурсов (ГВЭР и ТВЭР).

Общий годовой выход ВЭР в Украине в 2010 г. оценивается величиной 26,18 млн. т у.т. При этом в суммарном выходе ВЭР горючие ВЭР составляют 10,07 млн. т у.т. (38,5 %), тепловые ВЭР – 15,19 млн. т у.т. (58,0 %) и ВЭР избыточного давления – примерно 0,92 млн. т у.т. (3,5 %).

Что касается горючих ВЭР, то в их выходе основную долю дает черная металлургия (прежде всего доменный, конвертерный и ферросплавный газы). При этом выход доменного газа является превалирующим и в 2010 г. достигает 62% от выхода всех горючих ВЭР. Доля же конвертерного и ферросплавного газов составляет соответственно 3,6 и 3,3 % .

Динамика изменения объемов выхода горючих ВЭР за период с 2000 до 2010 гг. коррелируется определенным образом с состоянием

© Фиалко Н.М., Прокопов В.Г., Навродская Р.А., Меранова Н.О., Гнедой Н.В.

экономики страны. Так, с 2000 по 2007 гг. в целом имела место тенденция к росту объемов выхода горючих ВЭР.

По состоянию на 2000 г. выход горючих ВЭР составил 7156,5 тыс. т у.т., а в 2007 г. – 12460,6 тыс. т у.т. То есть объемы выхода горючих ВЭР увеличились за этот период в 1,74 раза.

В 2008 и 2009 гг. в связи с мировым экономическим кризисом, охватившим Украину, наблюдалось падение объемов выхода горючих ВЭР до уровня 11024,2 и 9317,3 тыс. т у.т. Однако, уже в 2010 г. наметилась тенденция к росту этих объемов и выход горючих ВЭР повысился по сравнению с 2009 г. на 8% (см. рис.1).

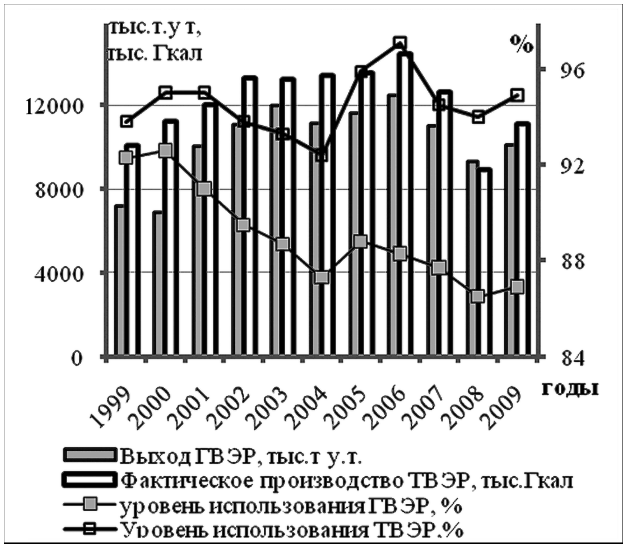

Рис.1 Выход горючих ВЭР, фактическое производство высокопотенциальных тепловых ВЭР и уровень их использования в Украине за период 2000–2010гг. по данным статистической отчетности.

Относительно тепловых ВЭР, то, согласно оценкам, их основную часть составляют низкопотенциальные тепловые ВЭР, температура которых ниже 200°С. В период с 2005 по 2010 гг. доля низкопотенциальных тепловых ВЭР составляла 85-86% от общего объема выхода ТВЭР, что отвечает примерно половине выхода всех видов ВЭР.

Что же касается высокопотенциальных тепловых ВЭР, то к числу отраслей промышленности с их высоким выходом относятся химическая и нефтехимическая промышленности, а также черная металлургия. Существенно меньшие объемы выхода тепловых ВЭР имеют место в топливной, нефтеперерабатывающей промышленности и т.д. Так, например, по состоянию на 2007 г. выход высокопотенциальных тепловых ВЭР составил на предприятиях химической и нефтехимической промышленности – 8247,09 тыс. Гкал, черной металлургии - 7593,75 тыс. Гкал, топливной промышленности, включая коксохимические заводы, – 2641,96 тыс. Гкал, нефтеперерабатывающей промышленности – 1163,84 тыс. Гкал.

Что касается данных об объемах выхода высокопотенциальных тепловых ВЭР на 2005 и 2010 гг. по типам соответствующих утилизационных установок, то по состоянию на 2010 г. наибольший выход тепловых ВЭР отвечает котлам - утилизаторам – 9549,2 тыс. Гкал (65,1 % от общего выхода высокопотенциальных ТВЭР). Для систем испарительного охлаждения данный выход составляет 2143,3 тыс. Гкал (14,6 %). Значительно меньшие объемы выхода высокопотенциальных ТВЭР соответствуют котлам сухого тушения кокса – 1156,5 тыс. Гкал (7,9 %), котлам охлаждения конвертерного газа – 928,5 тыс. Гкал (6,3%), энерготехнологическим установкам - 465,0 тыс. Гкал (3,2 %) и пр.

Динамика фактического производства высокопотенциальных тепловых ВЭР с 2000 по 2010 гг. весьма сходна с характером изменения объемов выхода горючих ВЭР (см. рис. 1). В период с 2000 по 2007 гг. производство ТВЭР выросло в 1,43 раза. Последовавшее за этим в 2008 и 2009 гг. падение объемов фактического производства тепловых ВЭР сменилась в 2010 г. его заметным ростом (на 24 %).

Что касается ВЭР избыточного давления, то к ним, как известно, относится в первую очередь энергия избыточного давления природного газа, которая теряется при его дросселировании в газораспределительной системе, и энергия избыточного давления доменного газа (при давлении, превышающем атмосферное более, чем на 0,09 МПа). Теоретические ресурсы потенциальной энергии избыточного давления природного газа составляют примерно 5,021млн. МВт·час или 0,77 млн. т у. т., а энергии избыточного давления доменного газа – 995тыс. МВт·час или 0,15 млн. т у.т.

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В УКРАИНЕ

Степень использования горючих ВЭР в Украине весьма высока. Согласно данным государственной статистической отчетности уровень использования ГВЭР в 2010 г. составил 86,9%. Примерно такой же уровень использования горючих ВЭР имеет место и в черной металлургии. При этом степень использования составляет для доменного газа – 93,3%, для ферросплавного – 30,1%, для конвертерного – 2,2%. Дальнейшее повышение степени использования ГВЭР в черной металлургии связано, прежде всего, с разработкой и внедрением установок для очистки газов ферросплавных печей и разработки систем очистки и улавливания конвертерного газа.

Обращает на себя внимание также тот факт, что за период с 2000 по 2010гг. уровень использования ГВЭР несколько снизился. Так, если в 2000 г. этот уровень составлял 92,3 %, то в 2010 г. – лишь 86,9%.

Степень использования тепловых ВЭР в Украине существенно ниже, чем горючих. Так, по данным отечественной статистики в 2010 г. степень использования ТВЭР, температура которых превышает 200 °С, составила 71,7 %. Хотя ряд авторов приводят оценки с существенно более низкими значениями, находящимися в пределах 40 - 50%. Последнее обусловлено тем, что государственная статистическая отчетность фактически включает данные о выходе и использовании высокопотенциальных ТВЭР только для технологических агрегатов, оснащенных утилизационными установками. Что же касается низкопотенциальных ТВЭР, то информация об объемах их выхода и утилизации в статистической отчетности практически отсутствует.

Для различных отраслей промышленности объемы производства тепловой энергии от утилизации высокопотенциальных ТВЭР оказываются весьма разными. По состоянию на 2007г. эти объемы составляли: для предприятий черной металлургии - 5876,16тыс.Гкал, химической и нефтехимической промышленности – 5803,73 тыс.Гкал, топливной промышленности, включая коксохимические заводы, - 1984,74 тыс.Гкал, нефтеперерабатывающей промышленности – 884,45 тыс.Гкал и т.д. Для указанных отраслей сравнительно высокими оказываются и уровни фактического использования ТВЭР по отношению к их выходу (соответственно 77,4%, 70,4 %, 75,1% и 76,0%).

Что касается уровня использования высокопотенциальных ТВЭР по отношению к их выходу для различных типов утилизационных установок, то он является весьма высоким для котлов охлаждения конвертерного газа (92,8 %) и котлов сухого тушения кокса (86,8 %). Заметно более низкий уровень использования имеет место для котлов-утилизаторов (69,9 %), систем испарительного охлаждения (63,7 %), энерготехнологических установок (60,3 %) и пр. (см. табл. 1).

Таблица 1.

Выход, фактическое производство и уровень использования высокопотенциальных тепловых ВЭР по типам утилизационных установок.

Тип утилизационных установок	2005 г.			2010 г.		
	Годовой выход, тыс. Гкал	Фактическое производство, тыс. Гкал	Уровень использования от фактического производства, %	Годовой выход, тыс. Гкал	Фактическое производство, тыс. Гкал	Уровень использования от фактического производства, %
Энерготехнологические установки	885,5	573,8	98,0	465,0	280,4	100,0
Котлы-утилизаторы	11826,7	8269,6	98,3	9549,2	6917,1	96,5
Котлы сухого тушения кокса	934,3	775,3	100,0	1156,5	1004,1	100,0
Котлы охлаждения конвертерного газа	1034,8	977,1	75,9	928,5	861,9	100,0
Системы испарительного охлаждения	2791,1	2597,1	75,7	2143,3	1681,7	81,2
Контактные теплообменники	124,9	103,3	92,1	95,9	54,1	73,9
Другие установки	154,0	132,8	100,0	324,3	289,0	99,9
Всего	17753,9	13429,0	92,4	14662,7	11088,3	94,9

Утилизации низкопотенциальных ТВЭР до недавнего времени не уделялось должного внимания, поскольку считалось, что это экономически неэффективно. Трудности, возникающие при утилизации данного вида ТВЭР, связаны с их большим разнообразием по температуре, режиму выдачи, физико-химическим свойствам их носителя и т.д. К факторам, определяющим относительно невысокую степень использования низкопотенциальных ТВЭР, относятся также следующие:

- отсутствие на целом ряде объектов утилизационного оборудования, несмотря на наличие его освоенных аналогов;
- техническое несовершенство уже установленного утилизационного оборудования, его физическое старение и низкий уровень обслуживания;
- практическая невозможность установки утилизационного оборудования ввиду отсутствия потребителей теплоты рядом с источником образования ВЭР, необходимых площадей для установки утилизационного оборудования и пр.;
- несоответствие режимов образования и потребления ТВЭР;
- отсутствие оптимальных схем использования ВЭР в рамках единой энерготехнологической системы предприятий или промышленных узлов;
- недостаточность разработок специализированного утилизационного оборудования для ситуаций, осложненных запыленностью, агрессивностью отходящих газов и пр.

Вторичные энергоресурсы избыточного давления используются в Украине весьма ограниченно. Так, в газотранспортной системе они практически не утилизируются. Что же касается потенциальной энергии доменного газа в металлургической промышленности, то перспективы ее использования связаны, как известно, с внедрением газовых утилизационных бескомпрессорных турбин.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВЫХОДА И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

Прогнозирование объемов выхода и использования ВЭР осуществлялось путем рассмотрения комплекса исходных технических, технологических и энергетических факторов с целью оценки величин соответствующих параметров и интервалов их изменения в прогнозном периоде. При этом в процессе прогнозирования анализировался большой объем неопределенной информации, что обусловило необходимость использования методов теории вероятности, экспертных оценок, имитационного моделирования и др. Важным практическим инструментом для рассматриваемых прогнозов служила также имеющаяся отчетная статистика.

Полученные результаты прогнозных оценок показали увеличение объемов выхода и использования ВЭР для одних производств и их снижение для других. В предлагаемом прогнозе учитывались такие факторы снижения выхода ВЭР, как применение технологий глубокой переработки нефти, вывод из эксплуатации мартеновских технологий производства стали и пр. К факторам увеличения объемов выхода и использования ВЭР были отнесены следующие: внедрение установок очистки газов ферросплавных печей; использование систем утилизации теплоты конвертерного газа, металлургических шлаков и остывающего металла; увеличение числа котлов-утилизаторов за печами цветной металлургии; внедрение крупных утилизационных установок в прокатном производстве; запрет экспорта сырьевой древесины и существенное увеличение доли конечной продукции в деревообработке и пр. Согласно выполненным оценкам существенное влияние на увеличение степени использования низкопотенциального тепла окажет рост масштабов применения тепловых насосов.

Одним из определяющих аспектов в оценке перспектив выхода и использования ВЭР является, как известно, прогноз структурных изменений в экономике страны. В этом плане ситуация в Украине в последний период существенно изменилась. Если ранее во всех прогнозах развития экономики Украины отмечалась важность структурных сдвигов в направлении снижения удельного веса энергоемких, материало- и ресурсоемких производств, то в настоящее время декларируется внешнеторговая политика, которая основывается на реализации больших объемов экспорта ряда сырьевых и энергоемких видов продукции таких отраслей, как металлургия, химия, нефтехимия и др.

В связи с большой неопределенностью исходной информации для нахождения объемов

выхода и использования горючих и тепловых ВЭР были сгенерированы три варианта прогноза (оптимистический, пессимистический и средний). В табл. 2 и 3 приведены показатели среднего варианта прогноза на 2015 и 2020 гг.

Таблица 2.

Прогноз объемов выхода и уровня использования различных видов горючих ВЭР (средний вариант).

Виды горючих вторичных энергоресурсов	2015 г.		2020 г.	
	Годовой выход, тыс. т у.т.	Уровень использования, %	Годовой выход, тыс. т у.т.	Уровень использования, %
Доменный газ	7980,0	95,0	8910,0	96,0
Конвертерный газ	600,0	25,0	720,0	55,0
Ферросплавный газ	395,0	48,5	420,0	65,0
Отходы лесозаготовки	45,0	50,0	45,0	50,0
Отходы деревообработки	150,0	98,0	180,0	99,0
Другие виды	3610,0	96,5	4100,0	97,0
Итого	12780,0	90,5	14375,0	93,2

Согласно полученным данным прогнозные показатели объемов выхода горючих ВЭР в 2015 и 2020гг. возрастут относительно 2010 г. соответственно на 27% и 43%. При этом заметно увеличатся и уровни использования данного вида ВЭР – от 86,9% в 2010 г. до 90,5% в 2015 г. и до 93,2% в 2020 г. (см. табл. 2).

Темпы роста объемов выхода горючих ВЭР в черной металлургии будут несколько выше общих показателей. А именно, здесь объемы выхода горючих ВЭР увеличатся в 2015 и 2020 гг. по сравнению с 2010 г. соответственно на 29% и 45%. При этом предполагается опережающий рост объемов выхода конвертерного газа - на 67 % и 100%.

Что касается прогнозных показателей объемов выхода высокопотенциальных тепловых ВЭР, то темпы их роста являются несколько более низкими, чем горючих ВЭР. Так, согласно оценкам данные объемы увеличатся в 2015 и 2020 гг. соответственно на 25% и 41% по сравнению с 2010г.

Прогнозируется, что объемы выхода высокопотенциальных тепловых ВЭР (ТВЭР), утилизируемых в энерготехнологических установках, будут изменяться более существенно, чем общие показатели, и возрастут к 2015 г. в 1,93 раза, а к 2020 г. – примерно в 2 раза. Несколько превысит общие прогнозные показатели выход тепловых ВЭР, используемых в котлах - утилизаторах. Здесь этот выход увеличится по отношению к 2010 г. на 45%.

Таблица 3.

Прогноз объемов выхода, производства и использования высокопотенциальных тепловых ВЭР Украины по типам утилизационных установок (средний вариант).

Тип утилизационных установок	2015 г.			2020 г.		
	Годовой выход, тыс. Гкал	Фактическое производство, тыс. Гкал	Уровень использования от фактического производства, %	Годовой выход, тыс. Гкал	Фактическое производство, тыс. Гкал	Уровень использования от фактического призводства, %
Энерготехнологические установки	900	580	100,0	925	600	100,0
Котлы-утилизаторы	12000	8400	98,7	13865	9700	98,9
Котлы сухого тушения кокса	1290	1070	100,0	1325	1100	100,0
Котлы охлаждения конвертерного газа	1100	1000	100,0	1130	1050	100,0
Системы испарительного охлаждения	2600	2280	81,1	2780	2450	81,6
Контактные теплообменники	100	70	85,7	120	100	92,0
Другие установки	320	290	99,7	550	500	100,0
Всего	18310	13690	95,9	20695	15500	96,4

РАЗРАБОТКИ ИНСТИТУТА ТЕХНИЧЕСКОЙ ТЕПЛОФИЗИКИ НАН УКРАИНЫ

В течение многих лет в Институте технической теплофизики НАН Украины проводятся систематические исследования, касающиеся использования различных видов ВЭР. При этом работы выполняются в соответствии с классической схемой, начиная с целенаправленных научных исследований и заканчивая созданием и внедрением высокоэффективных технологий использования ВЭР и соответствующего оборудования.

Основные направления работ института по использованию ВЭР связаны с утилизацией горючих и тепловых ВЭР.

Что касается горючих ВЭР, то здесь речь идет о разработке научных основ эффективных технологий сжигания древесной массы, первичных и вторичных отходов сельского хозяйства, твердых бытовых отходов и создания соответствующего оборудования. Кроме того в институте ведутся работы, связанные с получением биогаза из отходов животноводства, с полигонов твердых бытовых отходов и осадков станций аэрации.

Рассматриваются также возможности производства жидкого топлива из биомассы путем пиролиза и пр..

Проводимые в институте работы по использованию тепловых ВЭР касаются как высокопотенциальных, так и низкопотенциальных ТВЭР. При этом в части высокопотенциальных ТВЭР исследования связаны, прежде всего, с утилизацией тепловых отходов промышленных печей различного назначения, а также газотурбинных и газопоршневых двигателей.

Что касается низкопотенциальных ТВЭР, то здесь исследования проводятся в направлении использования тепловых выбросов котельных агрегатов, промышленных печей, а также теплоты различных вентиляционных выбросов, бытовых и промышленных стоков, шахтных вод и пр.

Создаваемые в институте технологии использования ТВЭР базируются на комплексных теоретических и экспериментальных исследованиях, включающих, в частности:

- изучение закономерностей процессов переноса применительно к конкретным технологиям утилизации ТВЭР;
- термодинамический анализ эффективности различных систем утилизации на основе применения современных подходов;
- оптимизацию тепловых схем утилизирующих систем, конструктивных и режимных параметров соответствующего оборудования на основе учета разнообразия источников ТВЭР и потребителей энергии.

ВЫВОДЫ

В заключение отметим следующее.

- В настоящее время использование вторичных энергоресурсов является важным фактором энергосбережения в Украине. Объемы общего годового выхода ВЭР в стране оцениваются по состоянию на 2010 г. величиной равной 26,18 млн. т у.т.
- Потенциал ВЭР в целом используется недостаточно. При этом особого внимания требует утилизация низкопотенциальных тепловых ВЭР, объем выхода которых достигает половины общего выхода всех ВЭР.
- Широкое использование ВЭР сдерживается целым рядом факторов научно-технического характера. Кроме того решение данной проблемы осложняется отсутствием достаточно разработанной законодательной базы, соответствующей системы материального и финансового обеспечения и пр.