

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ ТЕПЛОВЫХ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ ТРАНСФОРМАТОРОВ

Е. А. Якимов Д. М. Ковалев

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научные руководители: О. А Полозова; Т. В. Алферова, канд. техн. наук, доц.

Одним из направлений энергосбережения является выявление источников получения и разработка схем утилизации и использования вторичных энергоресурсов.

Вторичные энергетические ресурсы (ВЭР) – энергия, получаемая в ходе любого технологического процесса в результате недоиспользования первичной энергии или в виде побочного продукта основного производства и не применяемая в этом технологическом процессе.

Классификация ВЭР по основным видам, показатель их энергетического потенциала и способы использования приведены в таблице:

Вид ВЭР	Носители ВЭР	Энергетический потенциал	Способы утилизация
Горючие	Твердые, жидкие, газообразные отходы	Низшая теплота сгорания	Топливное сжигание в топливоиспользующих установках

Окончание таблицы

Вид ВЭР	Носители ВЭР	Энергетический потенциал	Способы утилизация
Тепловые	Отходящие газы, охлаждающая вода, отходы производств, промежуточные продукты, готовая продукция	Энтальпия	Выработка в тепло-утилизационных установках водяного пара, горячей воды, использование для удовлетворения потребности теплоте
Тепловые	Отработанный и попутный пар	Энтальпия	Использование в качестве источника теплоты, выработка электроэнергии в конденсационной или теплофикационной тепловой машине
ВЭР избыточного давления	Газы с избыточным давлением	Работа изоэнтропного расширения	Выработка электроэнергии с помощью турбодетандера

Горючие (топливные) ВЭР – это горючие газы и отходы одного производства, которые могут быть применены непосредственно в виде топлива для другого производства. Это доменный газ в металлургии, щепы, опилки, стружка в деревообрабатывающей промышленности, твердые, жидкие отходы в химической и нефтеперерабатывающей промышленности и т. д.

Тепловые ВЭР – это физическая теплота отходящих газов технологических установок и аппаратов; побочной, промежуточной продукции и отходов производства; теплота золы и шлаков; горячей воды и пара, отработанных в технологических установках; теплота рабочих тел систем охлаждения. Тепловые ВЭР могут использоваться как непосредственно в виде теплоты, так и в качестве источников для получения теплоты, холода, электроэнергии в утилизационных установках.

ВЭР избыточного давления – это потенциальная энергия покидающих установку газов, воды, пара с повышенным давлением, которая может быть использована перед выбросом в атмосферу. Основное направление использования таких ВЭР – получение электрической или механической энергии.

По степени концентрации энергии различают источники ВЭР:

Высокопотенциальные – прежде всего тепловые высокотемпературные (400–1000 °С) ВЭР от технологий, связанных с нагревом, плавкой, обжигом, термообработкой или возгонкой; величина потерь энергии с уходящими газами от нагревательных, термических печей, например, может превышать 70 %.

Среднепотенциальные – дымовые газы, конденсат, отработанный пар, продуктовые потоки с температурой выше 120 °С.

Низкопотенциальные – теплоносители в системах оборотного водоснабжения, охлаждения с перепадом температуры 5–10 °С, сбросной пар с давлением 1–1,5 атм., бытовые стоки, уходящие газы с температурой ниже 120 °С, вентиляционные выбросы.

Общий выход тепловых ВЭР в республике в настоящее время оценивается в 17–19 млн Гкал/год [2], использование – менее 4 млн. Гкал/год, или примерно 21–23 %. Причем наибольший выход ВЭР (около 96,5 %) имеет место на предприятиях пяти ведомств: концерн «Белнефтехим» (11,1 млн. Гкал), концерн «Белэнерго» (2,72 млн Гкал),

Министерство архитектуры и строительства (1,77 млн Гкал), Министерство промышленности (0,97 млн Гкал) и концерн «Белбиофарм» (0,71 млн Гкал). Объем использования ВЭР на предприятиях этих ведомств составляет в целом примерно 3,6 млн Гкал, или 20 % от общего выхода ВЭР.

Республиканская программа энергосбережения 2011–2015 гг. предусматривает разработку и реализацию оптимальных схем энергоснабжения промышленных объектов на базе сочетания первичных энергоносителей, максимального использования вторичных энергоресурсов всех уровней с передачей излишков тепловых вторичных энергоресурсов для теплоснабжения объектов коммунальной собственности и жилья.

Одним из источников тепловых ВЭР, является тепло систем охлаждения трансформаторов на подстанциях. Современные трансформаторы имеют достаточно высокий коэффициент полезного действия, который в зависимости от мощности может достигать 99 % и более. Однако при работе трансформатора часть трансформируемой электромагнитной энергии теряется и выделяется в виде тепла, которое рассеивается в окружающую среду. Тепловые потери в трансформаторах большой мощности составляют сотни киловатт. Для снижения этих потерь осуществляется целый ряд мероприятий, проводимых как на стадии конструирования и изготовления трансформаторов, так и в процессе их эксплуатации в энергосистемах. Однако тепловые потери трансформаторов и автотрансформаторов можно не только снижать, но и полезно использовать для целей теплоснабжения.

В зависимости от типа, количества и мощности установленных трансформаторов, их нагрузки, требуемой тепловой производительности, вида используемого теплоносителя в системе отопления (трансформаторное масло, вода, воздух) и удаленности потребителей могут применяться различные схемы отбора тепла:

- с непосредственной подачей нагретого масла в систему отопления;
- с нагревом воды в масло-водяном теплообменнике;
- с нагревом воды посредством теплового насоса;
- с нагревом воздуха в масло-воздушном теплообменнике;
- с непосредственным отводом нагретого воздуха от охлаждающих радиаторов;
- с нагревом воздуха в водо-воздушном теплообменнике.

Наибольший интерес представляет схема отбора тепла с нагревом воды в масло-водяном теплообменнике. **В этом случае** нагретое масло из верхней части бака трансформатора при помощи масляного насоса подается в теплообменник «масло – вода», установленный рядом с трансформатором. В теплообменнике масло отдает тепло воде, которая подается в систему отопления. При допустимой температуре масла 60–65 °С температура воды в теплообменнике достигает 52–58 °С. Наиболее широко, таким образом, тепло потерь используется на подстанциях 110–400 кВ.

Полученное за счет утилизации тепло систем охлаждения трансформатора может быть использовано для обогрева помещений подстанции (ПС) и горячего водоснабжения.

Для решения вопроса о технико-экономической целесообразности снижения потерь и возможных размеров такого снижения необходимо принимать во внимание такие факторы, как удаленность подстанции от источников централизованного теплоснабжения, соизмеримость потерь тепла трансформаторов с потребностью в этом тепле и т. п., а также конкретные условия производства и передачи электроэнергии, сложившиеся в рассматриваемом регионе.

Таким образом, рациональное использование тепла, обусловленного потерями силовых трансформаторов, для покрытия тепловых нагрузок является одним из возможных путей экономии электроэнергии на собственные нужды подстанций. Эко-

номический эффект при этом достигается за счет снижения доли электроэнергии, используемой на покрытие тепловых нагрузок (а в ряде случаев также на охлаждение и обдув трансформаторов) в общем объеме электроэнергии, расходуемой на собственные нужды подстанции.

Задача снижения расхода электрической энергии на собственные нужды ПС является одним из аспектов общей проблемы по снижению уровня потерь и повышению эффективности работы электроэнергетических систем, которая приобретает в настоящее время все большее значение. Это связано как с увеличением трансформаторной мощности ПС, так и с появлением на ПС сверхвысокого напряжения крупных потребителей электрической и тепловой энергии.

Л и т е р а т у р а

1. Республиканская программа энергосбережения на 2011–2015 гг. : постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 24.12.2010, № 1882.
2. Ганжа, В. Л. Основы эффективного использования энергоресурсов: теория и практика энергосбережения / В. Л. Ганжа. – Минск: Белорус. наука, 2007. – 451 с.
3. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника : справочник / под общ. ред. чл.-корр. РАН А. В. Клименко и проф. В. М. Зорина. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Изд-во МЭИ, 2004. – 632 с. : ил. (Теплоэнергетика и теплотехника: Кн. 4).