

CO и NO<sub>x</sub> за счет использования современных технологий сжигания высоководородосодержащих газов) точек зрения [4].

Таким образом переход на сжигание высоководородосодержащего синтез-газа в камере сгорания ПГУ-ВЦГ является перспективным направлением для повышения экологичности и экономичности работы ПГУ-ВЦГ.

В дальнейшем планируется более детальное исследование технологий сжигания высоководородосодержащего синтез-газа в камере сгорания ПГУ-ВЦГ и оценка влияния перехода на высоководородосодержащий синтез-газ на работу всей схемы ПГУ-ВЦГ.

*Исследование выполнено в Уральском федеральном университете за счет гранта Российского научного фонда (проект №14-19-00524).*

#### Список используемых источников

1. Прогноз научно-технологического развития России: 2030 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.hse.ru/data/2014/07/15/1312464763/Energy.pdf> (дата обращения: 27.11.16).

2. Способ получения богатой водородом газовой смеси из галогенсодержащей газовой смеси: пат. на полезную модель 2515967 РФ / ВАН ДЕН БЕРГ Роберт (NL), ПРИНС Марк Ян (NL), ФЛЕЙС Мэтью Симон Анри (NL) Опубл. 18.03.2010.

3. Water-gas shift (WGS) operation of pre-combustion CO<sub>2</sub> capture pilot plant at the Buggenum IGCC / Н. А. J. van Dijk, К. Damen, М. Makkee, С. Trapp // Energy Procedia. 2014. № 63. P. 2008-2015.

4. Kemper County IGCC Project Preliminary Public Design Report [Электронный ресурс]. URL: <http://www.osti.gov/scitech/servlets/purl/1080351> (дата обращения 27.11.2016).

УДК 621.577

## **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛОНАСОСНЫХ УСТАНОВОК В ЦЕЛЯХ УТИЛИЗАЦИИ СБРОСНОГО ТЕПЛА В УСЛОВИЯХ Г. ЧЕЛЯБИНСКА**

## **EFFICIENCY EVALUATION OF USAGE OF HEAT PUMP INSTALLATIONS FOR UTILIZATION OF WASTE HEAT IN CONDITIONS OF CHELYABINSK**

Цейзер Г. М.

Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск,  
tseyzer93@mail.ru

**Аннотация:** В работе представлены перспективы совершенствования существующих систем теплоснабжения российских городов путем утилизации сбросной тепловой энергии с помощью тепловых насосов. В работе описан подход, направленный на оценку эффективности применения теплонасосных установок (ТНУ) в целях утилизации сбросного тепла в существующих системах централизованного теплоснабжения. Рассчитано безразмерное значение эффективности утилизации сбросного тепла в условиях г. Челябинска.

**Abstract:** The paper presents the prospects of improving the existing heating system of Russian cities by means utilization of waste thermal energy by usage of heat pumps. The paper describes the approach, aimed at efficiency evaluation of usage of heat pump installations for utilization of waste heat in district heating systems. The dimensionless value of efficiency of utilization of waste energy in the condition of Chelyabinsk is calculated.

**Ключевые слова:** *теплонасосная установка; утилизация сбросного тепла; централизованная система теплоснабжения.*

**Key words:** *heat pump installation; utilization of waste heat; district heating system.*

Целью проведенной работы является оценка эффективности применения сбросной тепловой энергии с помощью тепловых насосов в городской среде г. Челябинска. Для решения поставленной задачи были проанализированы источники информации и собраны данные, касающиеся данной тематики, а именно, технологических принципов и способов утилизации низкопотенциальной сбросной энергии с помощью тепловых насосов, видов и принципов работы тепловых насосов, видов городских источников сбросной энергии, и, наконец, перспектив применения данной технологии в г. Челябинске.

Энергетика является одним из ключевых понятий современного мира, так как она тесно взаимосвязана с экономическими, политическими, экологическими и многими другими глобальными аспектами. Именно поэтому ее состояние так важно и актуально в наши дни [1].

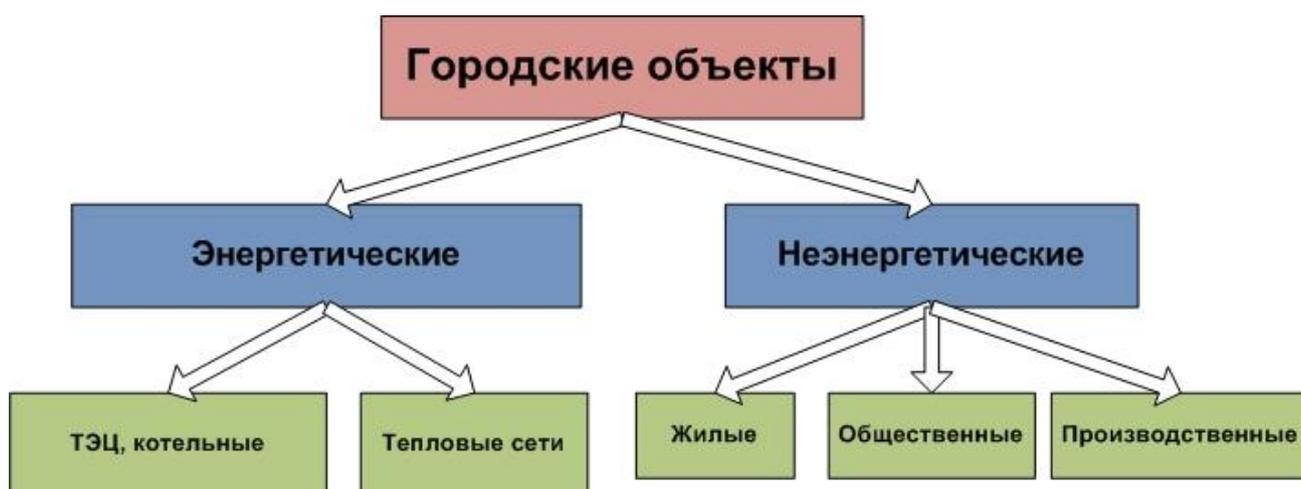
Особую важность для отечественной энергетики представляет собой производства тепла. Суровый климат с продолжительными холодными зимами создает необходимость обеспечения продолжительных сезонов отопления, что требует значительных затрат топлива, которые почти в 2 раза превышает затраты на электроснабжение. Обеспечение российских потребителей теплом главным образом строится на использование централизованного теплоснабжения. Такая особенность принуждает к нерациональному использованию традиционных морально и даже физически изношенных тепловых систем, что приводит к

непомерным тратам, которые можно избежать при более грамотном и взвешенном подходе [2].

Одним из способов решения проблемы отечественной теплоэнергетики может стать утилизация сбросной тепловой энергии с помощью ТНУ. Такой подход позволяет покрыть часть тепловых нужд за счет энергии, которая в обычных случаях попросту сбрасывается в окружающую среду. Кроме того, утилизация тепла способствует снижению теплового загрязнения, которое в большинстве случаев является существенным фактором антропогенного воздействия на биосферу.

Проблема использования сбросного тепла заключается в ее низкопотенциальности. Такая особенность делает ее непригодной для непосредственного применения в системах теплоснабжения. Поэтому для того, чтобы преобразовать сбросное тепло до параметров нужного уровня необходимо применение тепловых насосов [3].

Как правило, крупные источники сбросного тепла расположены именно в городской черте (рисунок). Это объясняется высокой концентрацией различных объектов, которые производят тепловую энергию, как в целях теплоснабжения, так и в виде побочного продукта.



Виды городских источников низкопотенциального тепла

Прежде всего, источниками сбросного тепла являются теплоэлектроцентрали (ТЭЦ), которые в ходе генерации электричества вынуждены производить побочное тепло. Некоторая часть такого тепла непригодна для непосредственного использования в системах отопления, поэтому ее необходимо сбрасывать посредством градирен или брызгательных бассейнов, чего можно избежать с помощью тепловых насосов, которые позволяют преобразовать такое тепло в полезное.

Эффективность работы ТЭЦ повышается при понижении температуры обратной сетевой воды по сравнению с величиной, заданной температурным графиком. Отсюда повышение эффективности работы тепловых сетей с

помощью тепловых насосов основано на понижении температуры обратной сетевой воды.

Наконец, повышение эффективности теплоснабжения может заключаться не только в совершенствовании ТЭЦ и сети, но и в том, каким способом расходуется произведенное и доставленное тепло. Отсюда применение тепловых насосов целесообразно не только в плане повышения эффективности работы энергетических объектов, но и в целях повышения эффективности объектов, потребляющих тепло.

Практически каждый городской объект как производственной, так и жилой и общественной категории, является источником сбросного тепла. Как правило, такое тепло содержится в воде, сбрасываемой в канализационные стоки или непосредственно в водоем, а также в отработанном воздухе.

Данные, собранные в целях решения поставленной задачи, легли в основу расчетного исследования эффективности утилизации низкопотенциального сбросного тепла в городских условиях, основанного на разработке методики комплексного расчета, оценивающего эффективность применения тепловых насосов для каждой категории источников низкопотенциальной тепловой энергии.

Завершающим пунктом проведенной работы стало расчетное исследование эффективности утилизации низкопотенциального сбросного тепла в условиях г. Челябинска. В качестве исходных были выбраны данные, характеризующие современное состояние системы теплоснабжения г. Челябинска.

Итоговым результатом проведенной оценки стало то, что утилизация сбросного тепла в условиях г. Челябинска позволит снизить годовую выработку тепловой энергии за счет сжигания топлива на 2,2 млн т у. т. (24,9 % от общего потребления). При этом тепловое загрязнение городской среды уменьшится на 1,5 млн т у. т. Такой эффект возможен при использовании тепловых насосов общей производимой тепловой мощностью 1145 МВт.

#### Список использованных источников

1. Боровский Ю. В. Современные проблемы мировой энергетики / Ю. В. Боровский. М. : Навона, 2011. 232 с.
2. Стафиевская В. В. Методы и средства энерго- и ресурсосбережения / В. В. Стафиевская, А. М. Велентеенко, В. А. Фролов. Красноярск: ИПК СФУ, 2008. 430 с.
3. Аникина И. Д. Применение тепловых насосов для повышения энергоэффективности паросиловых ТЭС / И. Д. Аникина, В. В. Сергеев // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского гос. политехн. ун-та. 2013. № 3 (178). С. 56–61.