

УДК 666.954

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ПУТЕМ  
УТИЛИЗАЦИИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ТЕПЛОВЫХ ВЭР  
ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ  
IMPROVEMENT OF HEAT SUPPLY SYSTEMS BY UTILIZATION OF  
LOW-TEMPERATURE THERMAL VER  
INDUSTRIAL ENTERPRISES**

И.В. Василевский, Я.С. Яцухно

Научный руководитель – А.А. Бобич, к.т.н., доцент  
Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь  
bobichsas@mail.ru

I. Vasilevsky, Ya. Yatsukhno

Supervisor – A. Bobich, Candidate of Technical Sciences, Docent  
Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus

**Аннотация:** *Повышение эффективности использования первичных импортируемых энергоресурсов, диверсификация приходной части энергобаланса страны, где сегодня доминирует природный газ (до  $\approx 80\%$ ) чрезвычайно актуальные энергетические проблемы. Кроме того, столь большого удельного веса природного газа в структуре энергобаланса нет ни в одной другой стране. Отмеченное обстоятельство, в совокупности с непрерывным повышением цены на природный газ, оказывают наиболее тяжелое влияние, прежде всего, на экономику Республики Беларусь. В данном докладе рассматривается сокращение использование первичного топлива путем утилизации низкотемпературных тепловых ВЭР.*

**Abstract:** *Improving the efficiency of the use of primary imported energy resources, diversifying the incoming part of the energy balance of the country, where natural gas dominates today (up to  $\sim 80\%$ ), are extremely urgent energy problems. In addition, no other country has such a large share of natural gas in the structure of the energy balance. This circumstance, together with the continuous increase in the price of natural gas, has the most severe impact, first of all, on the economy of the Republic of Belarus. This report examines the reduction of primary fuel use by recycling low-temperature thermal VER.*

**Ключевые слова:** *Энергетика, энергоэффективность, сокращение энергоемкости производства.*

**Keywords:** *Energy, energy efficiency, reduction of energy intensity of production.*

### **Введение**

Повышение эффективности использования первичных энергоресурсов является общей актуальной задачей большинства стран, поскольку дальнейшее развитие энергообеспечения потребителей традиционным экстенсивным путем, в основе которого лежит наращивание добычи первичных энергоресурсов, наталкивается на ограничения экономического, экологического и технического характера.

### Основная часть

Одним из наиболее эффективных способов экономии первичного топлива является утилизация низкотемпературных тепловых вторичных энергетических ресурсов (ВЭР). Под вторичными энергетическими ресурсами понимают – энергетический потенциал продукции, отходов, побочных и промежуточных продуктов, образующихся в технологических агрегатах (установках), который не используется в самом агрегате, но может быть частично или полностью использован для энергоснабжения потребителей [1].

Основными низкотемпературными ВЭР являются:

1. горячая вода (вода от охлаждающих устройств, производственный конденсат, канализационные стоки);
2. теплота охлаждения оборотной воды (градирни);
3. теплота охлаждения циркуляционной воды (конденсатор паровых турбин, генератор, охлаждение масла);
4. теплота охлаждения дымовых газов (дымовые газы водогрейных и паровых котлов, котлов-утилизаторов, печей и др.);
5. теплота вентиляционных выбросов (теплый воздух, удаляемый из сушильных установок, производственных, общественных и жилых помещений);
6. пар, отработавший в двигателях, а также вторичный пар.
7. В общем виде вторичные энергетические ресурсы подразделяются на:
8. горючие (отходы, обладающие химической энергией, и могут быть использованы в качестве топлива);
9. тепловые (отходы, обладающие физической теплотой);
10. избыточного давления (отходы, обладающие потенциальной энергией).

Горючие ВЭР – это содержащие химически связанную энергию отходы технологических процессов, неиспользуемые или непригодные для дальнейшей технологической переработки, которые используются или могут быть использованы в качестве котельно-печного топлива. К горючим ВЭР относятся: горючие отходы процессов химической и термохимической переработки углеродистого или углеводородного сырья, горючие газы плавильных печей, лигнин гидролизного производства, сульфатные и сульфитные щелока целлюлозно-бумажной промышленности и другие.

К тепловым ВЭР относятся: физическая теплота продукции, отходов, побочных и промежуточных продуктов, образующихся в технологических агрегатах. Так же к тепловым ВЭР относится теплота:

1. отходящих газов технологических установок;
2. уходящих дымовых газов, топливопотребляющих установок;
3. избыточная теплота жидких и газообразных потоков;
4. сточные воды и другие.
5. охлаждающей воды, в том числе и в системах оборотного водоснабжения;
6. конденсата, подлежащего возврату на котельных и ТЭЦ;
7. организованные вентиляционные выбросы;

ВЭР избыточного давления – потенциальная энергия газов или пара, выходящих из технологических агрегатов с избыточным давлением, которое

необходимо снижать перед следующей ступенью использования или при выбросе в атмосферу.

Низкотемпературные тепловые потоки составляет порядка 50 % всех видов ВЭР, но ее утилизация осложнена малой ее пригодностью для прямого использования за счет низкой температуры. Однако масштабы ее утилизации будут возрастать, поскольку появляется новое и совершенствуется старое оборудование, позволяющее решить поставленную задачу. Для ее решения применяются следующие виды оборудования:

1. абсорбционные и парокомпрессионные тепловые насосы (на водных растворах аммиака, бромида лития, хлорида кальция и др.);
2. регенеративные вращающиеся теплообменники;
3. рекуперативный теплообменник с промежуточным теплоносителем, «тепловыми трубами» для использования теплоты вентиляционных выбросов;
4. контактные теплообменные аппараты для использования теплоты дымовых газов и парогазовых потоков;
5. выпарные аппараты с вращающимися элементами для утилизации теплоты загрязненных газов и концентрирования сточных вод;
6. многоступенчатые установки с аппаратами мгновенного вскипания для загрязненных горячих стоков и агрессивных жидкостей;
7. скрубберно-солевые установки для дымовых газов.

Тепловые ВЭР могут использоваться для удовлетворения потребностей в энергии непосредственно (без изменения вида энергоносителя) либо за счет выработки теплоты в виде пара, горячей воды и воздуха в утилизационных установках. Это прежде всего: абсорбционный бромисто-литиевый тепловой насос (АБТН), парокомпрессионный тепловой насос (ПКТН) и контактные теплообменные аппараты (КТО) [2].

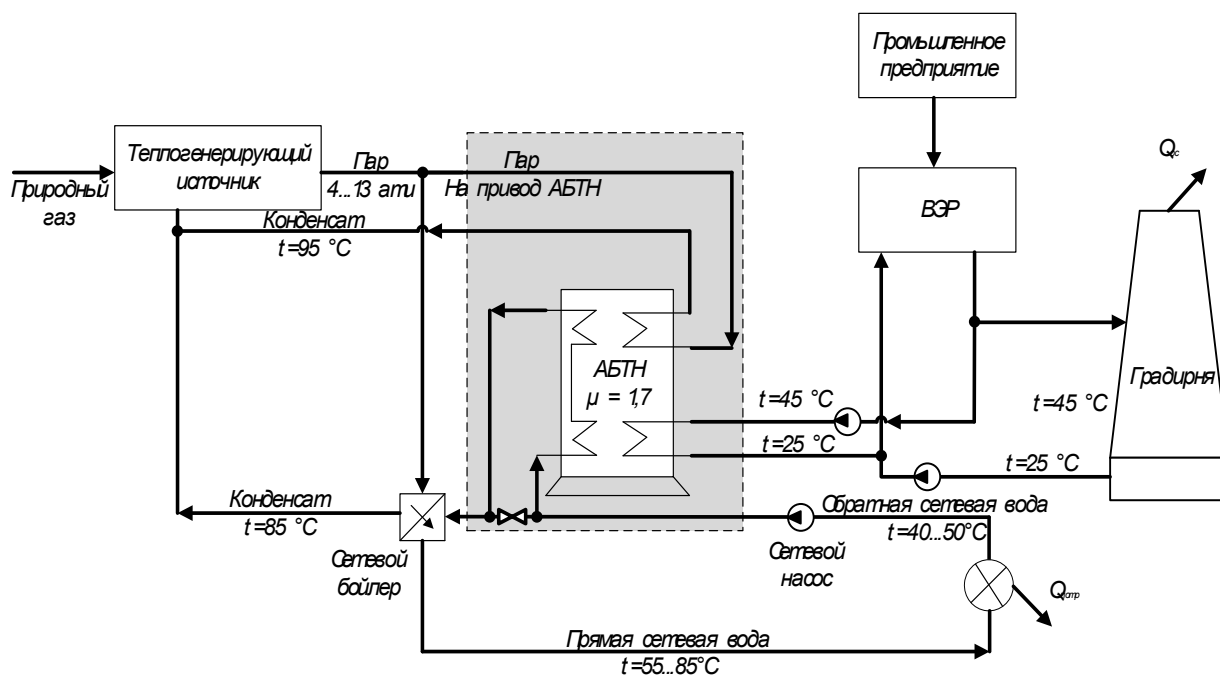


Рисунок 1 – Принципиальная схема включения АБТН на промышленном предприятии

Использование на котельной промышленного предприятия абсорбционного бромисто-литиевого теплового насоса по приведенной ниже схеме позволяет снизить потребление первичного энергоресурса до 40 % при отпуске потребителю того же количества тепловой энергии.

### **Заключение**

Таким образом, использование низкотемпературных тепловых ВЭР позволяет достичь высоких энергетических и экономических показателей и положительно сказывается на экологии планеты, так как может значительно снизить губительное влияние энергетики на природу. По этой и ряду других вышеперечисленных причин использование низкотемпературных вторичных энергетических ресурсов рассматривается как один из наиболее действенных методов предотвращения энергетического и экономического кризиса глобального масштаба [3].

### **Литература**

1. Михалевич, А.А. Энергетическая безопасность Республики Беларусь: компоненты, вызовы угрозы [Электронный ресурс]. – 2010. – Режим доступа: [http://nmnby.eu/pub/0911/energy\\_security.pdf](http://nmnby.eu/pub/0911/energy_security.pdf). – Дата доступа: 26.03.2010.
2. Романюк, В.Н. Абсорбционные тепловые насосы в теплоэнергетических системах промышленных предприятий для снижения энергетических и финансовых затрат / В.Н. Романюк, А.А. Бобич, Д.Б. Муслина и др. // Энергия и Менеджмент. – 2013. - № 2(71). –С. 32 – 37.
3. Использование вторичных энергоресурсов/Электро-2021 [Электронный ресурс]. Режим доступа: [www.elektro-expo.ru/](http://www.elektro-expo.ru/). – Дата доступа: 26.02.2021.