

УДК 66.00

**СОВРЕМЕННЫЕ СПОСОБЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ  
НИЗКОПОТЕНЦИАЛЬНОГО ТЕПЛА В ХИМИЧЕСКОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Д.Д. Прожкин, ХНм-191, 2 курс,

А.В. Тихомирова, к.х.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Низкопотенциальное тепло – это тепло охлаждающей воды, отходящей из конденсаторов и холодильников, либо тепло воздуха, охлаждающего аппараты воздушного охлаждения. Использование этого источника энергии представляет интерес, так как на некоторых предприятиях этот ресурс весьма велик, но при этом мало-использован. Такое тепло обычно не превышает 200°C, что дает перспективу для использования в производстве холода с последующим охлаждением оборотной воды в градирнях.

На сегодняшний день 40% полезного тепла уходит при охлаждении продуктов выше 120°C, около 35% с температурой 90-120°C и до 25% – с температурой ниже 90°C. Существуют методики по использованию данного вида энергии для разнообразных целей, начиная от обогрева помещений производственного и бытового назначения, заканчивая сложными подогревателями воздушных и топливных смесей в производственных печах.

В теории максимальная температура низкопотенциальных потоков весьма размыта, так как для каждого источника она может отличаться даже на несколько десятков, а то и сотен градусов. Поэтому в промышленности традиционно считают низкопотенциальным теплом вторичные энергетические ресурсы, которые делят на жидкости с температурой около 100°C, либо газы с температурой ниже 200°C.

Современные компрессионные тепловые насосы позволяют использовать тепло из воздуха зимой даже при температуре -30°C. Это говорит о том, что даже погодные условия не способны помешать брать энергию, в буквальном смысле, из воздуха. Что позволяет налаживать обогрев жилых поселков, промышленной инфраструктуры.

Промышленные источники низкопотенциального тепла можно условно разделить на две группы:

- обычные;
- специфические.

К обычным относят тепло промышленных стоков, конденсационный пар после аппаратов, либо конденсат паровых турбин и двигателей. Также сюда относятся отработанный пар агрегатов и тепло воды на финальной стадии водооборотного цикла, где происходит охлаждение в градирнях.

К специфическим можно отнести источники, которые характерны лишь для определенных отраслей промышленности или региона их нахождения.

Для нефтехимических и газоперерабатывающих предприятий характерны потери тепла в дымовых газах из технологических печей, либо отработанный пар от колонн ректификации, нагревателей, вакуумных систем.

Серьезной проблемой является утилизация тепла загрязненных стоков. Её утилизируют в аппаратах мгновенного вскипания.

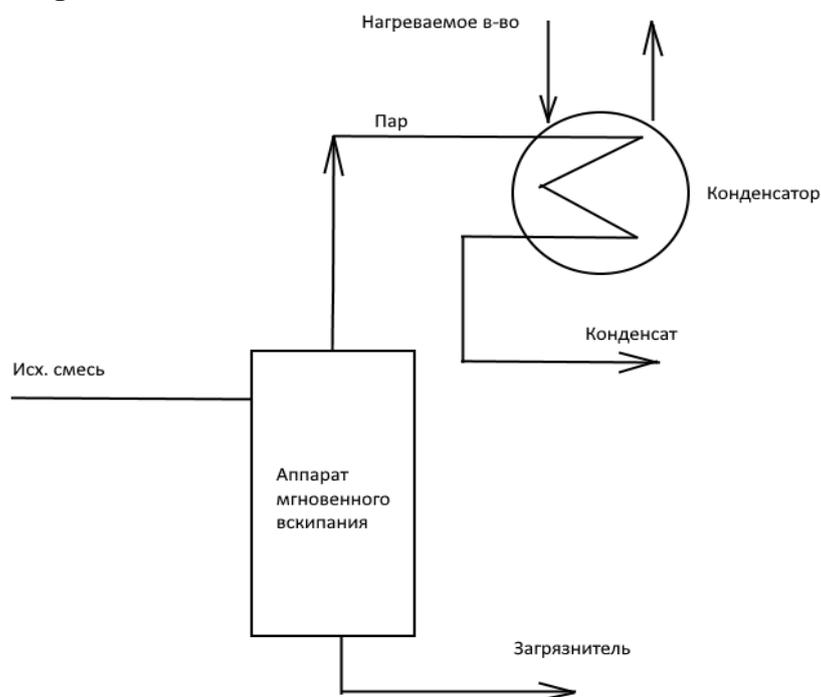


Рис.1 Схема работы аппарата мгновенного вскипания с последующей конденсацией пара

Жидкость поступает в испаритель, где поддерживается низкое давление, соответствующее температуре насыщения (на 5-10°C ниже температуры поступающей жидкости). За счет скрытой теплоты парообразования происходит мгновенное вскипание поступающей жидкости. Образовавшийся пар охлаждается в конденсаторе, который располагается над испарителем. В трубное пространство конденсатора аппарата может поступать любая среда, которую необходимо подогреть. Загрязнения, содержащиеся в исходной горячей жидкости, не попадают в трубы конденсатора, чем обеспечивается надежная работа аппарата [1].

В конечном итоге понижаются затраты на воду для подпитки цикла (обработка, подогрев), уменьшается количество потребляемого топлива для подогрева, и как следствие наблюдается снижение газообразных выбросов (оксиды углерода) в атмосферу, при сжигании топлива.

В настоящее время существует несколько методов позволяющих утилизировать низкопотенциальное тепло:

-Теплонасосные установки;

-Установки с использованием ORC-цикла для получения электроэнергии.

Теплонасосные установки, в зависимости от работы, можно разделить на компрессионные и абсорбционные:

Компрессионный насос способен работать как за счет механического воздействия, так и за счет электроэнергии, что весьма расширяет круг его использования в промышленности. Его принцип работы состоит в способности низкотемпературного хладагента при кипении в условиях низкого давления забирать тепло от источника низкотемпературного тепла. Рабочая температура выбирается при выборе определенного рабочего тела и его рабочего давления.

Проще говоря, низкопотенциальное тепло в испарителе передаётся от источника, к низкокипящему рабочему телу насоса. Затем компрессором сжимают полученный пар. Это увеличивает температуру пара, и это тепло затем в конденсаторе подается в систему отопления. Замыкает цикл процесс дросселирования рабочего тела до первоначального давления, с охлаждением до температур ниже температуры источника низкопотенциального тепла, с последующей подачей в испаритель[2].

Для специальных промышленных установок можно получить максимальные температуры порядка  $120\div 140^{\circ}\text{C}$  с использованием «каскадных» схем подключения и соответствующих хладагентов.

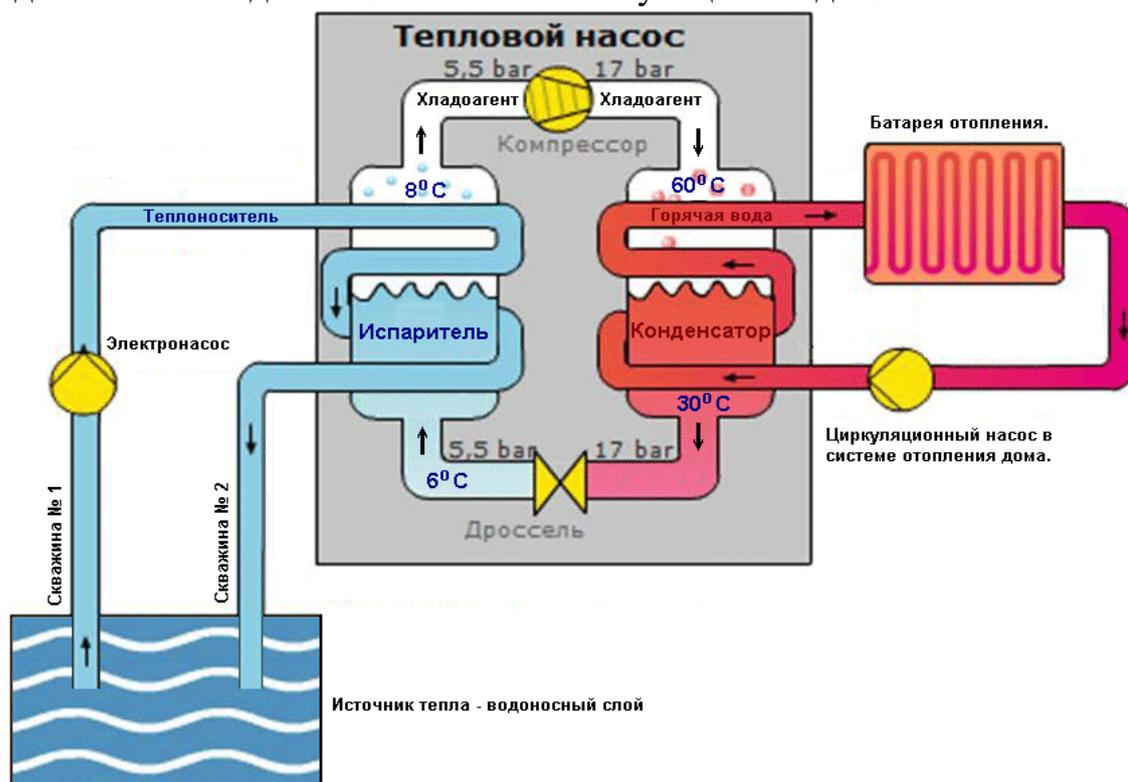


Рис.2 Схема действия компрессионного теплового насоса

Данная установка имеет существенный плюс в своей простоте и низкой себестоимости, при очень высоком КПД. К недостаткам можно отнести лишь долгую окупаемость данной установки.

Абсорбционный насос использует тепловой источник более высокого потенциала, например: водяной пар, дымовые газы, воду, или прямое сжигание топлива. Принцип действия основан на способности абсорбента поглощать водяной пар, имеющий более низкие температуры, чем раствор. На сегодняшний день популярностью пользуются тепловые машины, использующие раствор бромида лития. Данные установки позволяют нагревать воду до 60-90°C.

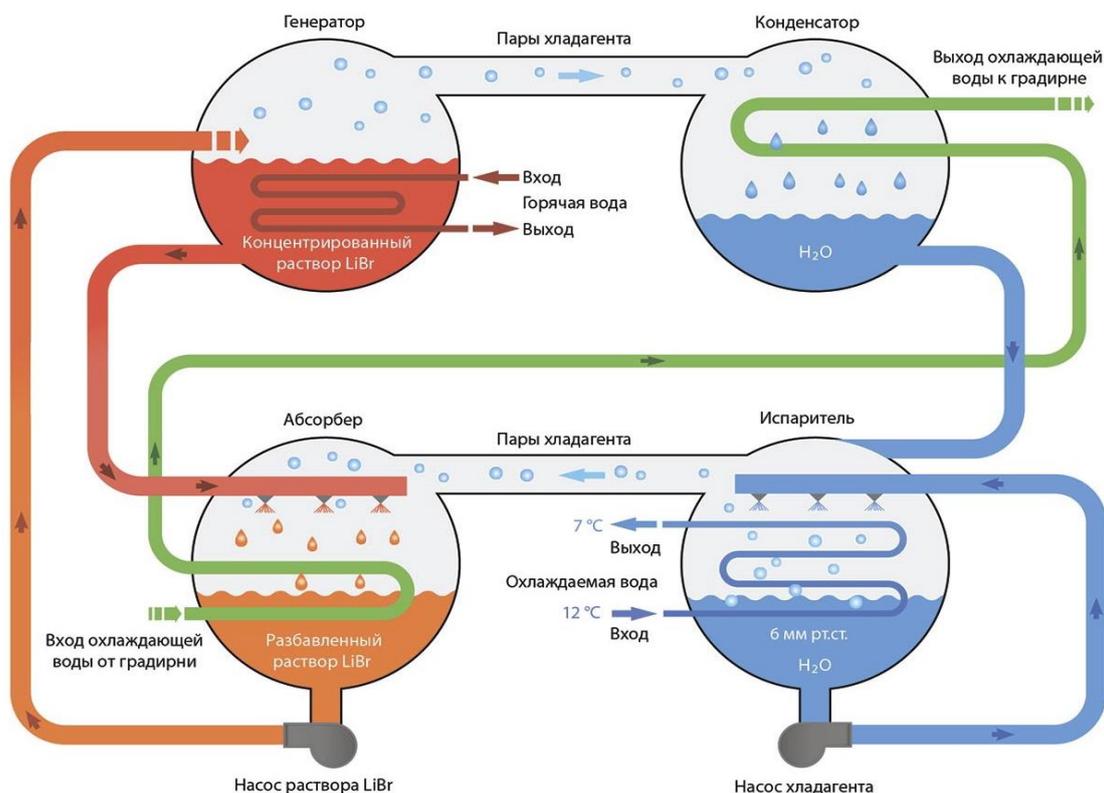


Рис.3 Схема действия абсорбционного теплового насоса

В этой установке к плюсам можно отнести повышенный КПД, по сравнению вариантом описанным выше. Недостатком же является повышенная сложности исполнения технологической схемы и увеличенная стоимость за счет использования поглотителя.

Установки с использованием ОРС-цикла. Основная суть метода, а также отличие от предыдущего метода заключается в использовании органического вещества вместо водяного пара, в качестве рабочего тела насоса. За счет разности в температурах кипения органики и воды увеличивается КПД за единичный цикл при малых мощностях (низких температурах). Но, к сожалению, при повышении мощностей данный метод становится малоэффективным. Повышенный интерес к данному типу установок заключается в поиске и развитии нестандартных источников энергии. Сюда относятся отходы деревообработки и биотопливо, так как при их использовании очень сложно обеспечить параметры теплоносителя на выходе установки при паровом цикле.

На сегодняшний день производства модернизируют в направлении замены редуционно-охладительных установок, на турбины противодавления. Пар нижнего предела используют в теплоснабжении, что увеличивает экономический эффект[3].

Таким образом, можем отметить, что в малотоннажных производствах преимуществами обладает цикл Ренкина, из-за его высокого КПД. Но на крупных производствах самым оптимальным будет вариант использования компрессионных тепловых насосов, по причине их простоты и высокой эффективности.

### Список литературы

1. Утилизация низкотемпературных ВЭР / [Электронный ресурс] / URL: [https://studref.com/553051/tehnika/utilizatsiya\\_nizkotemperaturnyh\\_nizkopotentsialnyh](https://studref.com/553051/tehnika/utilizatsiya_nizkotemperaturnyh_nizkopotentsialnyh)
2. Использование низкопотенциального тепла с помощью тепловых насосов / [Электронный ресурс] / URL: [https://ozlib.com/838660/tehnika/ispolzovanie\\_nizkopotentsialnogo\\_tepla\\_pomoshchu\\_teplovyh\\_nasosov](https://ozlib.com/838660/tehnika/ispolzovanie_nizkopotentsialnogo_tepla_pomoshchu_teplovyh_nasosov)
3. Разработка, проектирование и эксплуатация систем утилизации низкопотенциального тепла / [Электронный ресурс] / URL: <https://1-engineer.ru/razrabotka-proektirovanie-i-ekspluatatsiya-sistem-utilizatsii-nizkopotentsialnogo-tepla/>