

УДК 621.5; 621.65

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТЕПЛОНАСОСНОЙ ТЕХНИКИ*канд. техн. наук Н.С. КОНЕВА**(Институт тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова НАН Беларуси, Минск);**И.М. ПИСКУН**(ОАО «Нафтан», Новополоцк)*

Освещается вопрос технологии и оборудования, позволяющего полезно и децентрализованно использовать отходящее низкопотенциальное тепло в промышленности и жилищно-коммунальном хозяйстве. Рассмотрены современные тенденции в развитии теплонасосной техники. Описаны возможности широкого применения тепловых насосов в системах отопления жилых домов, использующих вторичные тепловые стоки и природные низкопотенциальные источники тепла. Представлен потенциал и необходимость рекуперации низкопотенциального тепла тепловых отходов промышленных предприятий, использующих водоемкие системы охлаждения технологического оборудования. Отображены сдерживающие факторы широкого промышленного применения теплонасосной техники на промышленных предприятиях Беларуси. Приведены примеры применения тепловых насосов в мире и Республике Беларусь.

Введение. Современная общемировая тенденция состоит в повышении энергоэффективности всех технологических процессов и аппаратов и соответствующем снижении энергозатрат в себестоимости производимого продукта. В передовых экономически развитых странах энергоэффективность достигает 70...80 %. Этот показатель обеспечивается за счет перехода на новые технологические уровни производства, позволяющего обеспечить максимальную конверсию сырья, материалов, энергии в целевой товарный продукт.

Однако любое крупное товарное производство обладает и высокой технологической инерцией, сдерживающей темпы инновационных процессов. Именно с этим связано отставание по переходу на новые более высокие технологические уровни. Особенно остро обозначенная проблема стоит в странах постсоветского пространства, где ранее крупнотоннажное производство базировалось на недорогостоящих и доступных энергетических ресурсах, больше внимания уделялось наращиванию объемов производства и в меньшей степени экономии жидких, твердых, газообразных отходов и тепловых выбросов.

В настоящее время ситуация изменилась, особенно актуальна она для стран, где в дефиците природные энергоресурсы и электроэнергия. В частности, в Беларуси объемы потребления энергоресурсов в 8...10 раз больше собственного энергопотенциала [1], а стоимость электроэнергии определяется ценой на импортируемый природный газ и нефть. В сложившейся ситуации особого внимания заслуживают все технические решения, направленные на глубокую рекуперацию тепловых отходов, выбрасываемых в окружающую среду.

Основная часть. На промышленных предприятиях тепловые потоки условно можно разделить на две группы: высокопотенциальные и низкопотенциальные. К *высокопотенциальным* тепловым потокам относятся потоки сырья и готовой продукции, переносящие тепловую энергию и непосредственно участвующие в технологической схеме процесса производства продукта. Например, нагрев сырья в технологических печах (до 500...1000 °С); ступенчатый разогрев сырья отходящими более горячими продуктами в теплообменных аппаратах (до 300...500 °С); подогрев воздуха для технологических печей и паровыработка с использованием энергии дымовых газов продуктов сгорания топлива (до 150...200 °С) и т.д. К *низкопотенциальным* тепловым потокам можно отнести тепловую энергию, не задействованную в технологических процессах и отводимую в окружающую среду, а соответственно в атмосферу. В частности, не используется тепло дымовых газов после рекуператоров, температура потока после которых может достигать 250 °С. Дальнейшее понижение температуры приводит к достижению точки росы дымовых газов и конденсации влаги на поверхности газоходов и дымовых труб, что требует совершенно иных затрат на защиту от коррозионного износа. Также широко практикуется применение аппаратов воздушного охлаждения, в которых технологические потоки последовательно охлаждаются от 150 до 80 °С, и далее доохлаждаются в водяных холодильниках до 50 °С. После чего происходит сброс огромного количества низкопотенциальной тепловой энергии (25...40 °С) в градирнях системы водооборота предприятия.

Очевидно, что энергоэффективность всего производства будет определяться эффективным использованием всех перечисленных тепловых потоков и энергии, полученной от сжигания топлива. Однако всегда существует баланс между прямыми затратами на сжигаемое топливо и затратами на технологическое оборудование для более глубокой рекуперации тепловой энергии и сокращения низкопотенциальных тепловых отходов.

Развитие современных технологий и техники направлено на повышение энергоэффективности производства в целом. Несомненно, что количество вовлекаемого тепла в основной процесс производства будет увеличиваться, однако будет оставаться и значительная доля низкопотенциальных выбросов, обусловленных экономической составляющей, связанной с затратами на совершенствование аппаратурных решений производств.

На примере нефтехимического предприятия оценим потенциал и масштаб тепловых отходов низкопотенциального тепла в системе водооборота. Для охлаждения различных потоков с помощью теплообменного оборудования в качестве холодного теплоносителя используется оборотная вода. Циркулируя через холодильники, оборотная вода, нагретая до 30...40 °С, подается в градирни (открытые сооружения), где за счет контакта с воздухом охлаждается на 5...10 °С и вновь возвращается в производство для охлаждения тепловых потоков. Несмотря на то, что изменение температуры воды в системе составляет обычно около 10 °С, из-за больших количеств циркулирующей воды в атмосферу уносится значительное тепло:

$$Q = G_c(T_1 - T_2), \quad (1)$$

где Q – количество теплоты, теряемой в атмосферу (Дж/с); G – расход теплоносителя (кг/с); c – удельная теплоемкость теплоносителя (Дж/(кг·К)); T_1, T_2 – температура теплоносителя (К).

По оценочным расчетам (на начало 2000-х годов) на производстве ОАО «Нафтан-Полимир» установлено, что потери тепла в системах водооборота вполне соизмеримы с потреблением тепла в виде пара, а в ряде случаев превосходят последние. То есть значительная часть энергии, образующейся при сжигании топлива, направленная на образование греющего пара, в конечном итоге выбрасывается в атмосферу в виде тепла низкого потенциала при охлаждении водооборотной воды в градирнях [2; 3].

К примеру, в летнее время в системе водооборота ОАО «Нафтан» в общей сложности на градирни поступает порядка 30 000 м³/сут оборотной воды, где происходит ее охлаждение с 37...40 до 22...25 °С (зависит от температуры окружающей среды). При этом в атмосферу в виде низкопотенциального тепла передается порядка 26 000 кДж/с. Если оценить этот тепловой поток с учетом удельной теплоты сгорания нефти, получим в эквиваленте порядка 55 тонн нефти в сутки.

Приведенные цифры, однако, не являются свидетельством неэффективности системы водооборота предприятия и не говорят о необходимости полной замены градирен иными технологиями, это всего лишь указывает на огромный потенциал использования тепла низкопотенциальных тепловых отходов.

Значительными источниками низкопотенциального тепла, кроме предприятия нефтехимического комплекса (водоёмкие производства), обладают и системы отопления жилищно-коммунального хозяйства (ЖКХ). В общем случае подача тепла для жилого фонда осуществляется по централизованной системе теплоснабжения от крупных источников тепла – ТЭЦ или котельных. В зависимости от температуры окружающего воздуха устанавливается температурный график подачи сетевой воды и возвращаемой, так называемой «обратки». Для эффективной работы этой системы потребитель должен получать расчетное количество тепловой энергии при условии строгого соблюдения температурного графика. Однако многие системы отопления жилых домов работают неэффективно и не могут обеспечить нужного теплосъёма теплофикационной воды, и отопительная вода возвращается к ТЭЦ с достаточно высокими температурами – выше установленных температурным графиком. В результате при транспортировке тепла по магистральным и распределительным сетям реальные потери достигают до 30 % при норме 5...10 % [4; 5]. Рекуперация тепла обратной теплофикационной воды перед отправкой на ТЭЦ могла бы повысить эффективность всей энергосистемы на 10...15 %.

Анализ объемов теряемого низкопотенциального тепла как в системе ЖКХ, так и промышленных предприятиях показывает огромный потенциал и перспективу применения технологий утилизации низкопотенциального тепла. Наиболее распространённым решением рекуперации низкопотенциального тепла на сегодняшний день является тепловой насос [6].

В общем случае тепловой насос требует затраты работы (W) для получения тепла при низкой температуре (Q_L) и отдачи его при более высокой (Q_H) (рис. 1). Отношение Q_H/W называется коэффициентом преобразования теплоты (K_T). Если считать, что тепло изотермически подводится при температуре T_L и изотермически отводится при температуре T_H , сжатие и расширение производятся при постоянной энтропии (рис. 1), а энергия работы подводится от внешнего двигателя, то коэффициент преобразования для термокомпрессионного теплового насоса, основанного на цикле Карно, будет иметь вид:

$$K_T = T_L / (T_H - T_L) + 1 = T_H / (T_H - T_L). \quad (2)$$

Из приведенной формулы следует, что КПД такой тепловой машины всегда меньше единицы и определяется температурами нагревателя и холодильника [7].

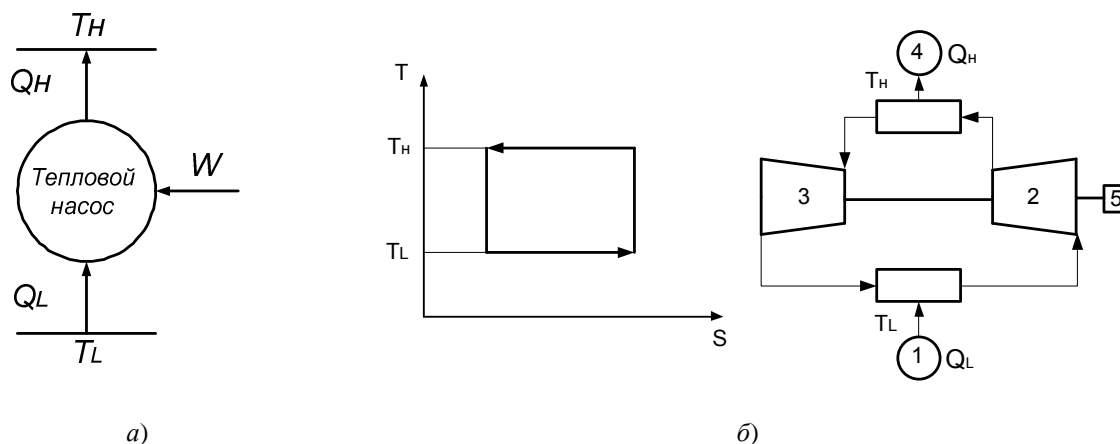


Рис. 1. Термодинамическая схема теплового насоса (а) и цикл Карно для теплового насоса (б)

1 – испаритель; 2 – компрессор; 3 – детандер; 4 – конденсатор; 5 – привод компрессора;

 Q_H – высокопотенциальное тепло; Q_L – низкопотенциальное тепло; T_L – низкопотенциальная температура источника; T_H – высокопотенциальная температура источника

Тепловые насосы различных типов в промышленных и экономически развитых странах используются достаточно широко и доказали свою энергетическую и экологическую эффективность. Это единственные устройства, которые осуществляют процесс переноса теплоты с низкотемпературного уровня на более высокий температурный уровень потребителя, вовлекая в полезный оборот неиспользуемую природную и техногенную теплоту, соответственно снижая потребность в добываемом топливе и сокращая выбросы «парникового» углекислого газа и других вредных продуктов сжигания органического топлива.

Наиболее широкое применение тепловые насосы нашли в домашнем теплоснабжении и кондиционировании воздуха. Сейчас объем продаж тепловых насосов в мире составляет около 125 млрд. долл., в эксплуатации находится более 130 млн. установок. По прогнозам Мирового энергетического комитета, к 2020 году доля тепловых насосов в теплоснабжении в мире составит 75 %.

Понимая очевидность экономии ресурсов, правительства развитых стран поощряют внедрение тепловых насосов предоставлением различных льгот и субсидий. В России тепловые насосы широко применяют там, где нет газа. В Украине приоритетным направлением выступает увеличение выработки тепла с помощью тепловых насосов (программа до 2030 года).

В Республике Беларусь также ведутся работы по использованию альтернативных источников энергии. В марте 2013 года Правительством утвержден план мероприятий по разработке геотермальных источников энергии. В Беларуси уже существует опыт использования геотермальных тепловых насосов. В 2011 году введена в опытную эксплуатацию геотермальная станция мощностью 1 МВт на территории тепличного комплекса «Берестье» Брестского района. Пробуренная здесь поисковая скважина глубиной около 1,5 км, выявила источник пресной теплой воды. По указу Президента скважина была передана предприятию для строительства геотермальной установки. Построенная теплонасосная геотермальная станция с помощью двух импортных тепловых насосов повышает температуру добытой из земли воды с 24 до 60 °С. В результате, комбинат отапливает часть теплиц и обеспечивает горячим водоснабжением собственное производство [8].

Кроме того, в Беларуси активно развивается рынок бытовых тепловых насосов европейского производства для отопления индивидуальных жилых домов.

В Республике Беларусь также развивается разработка и производство отечественных тепловых насосов малой мощности до 100 кВт. Подобные парокомпрессионные тепловые насосы создаются на базе поршневых, спиральных и винтовых компрессоров в основном импортного производства. С целью оптимизации теплообменного оборудования, создания и внедрения опытно-промышленных образцов а также с целью исследования возможности максимального использования отечественной элементной базы в Институте тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова созданы экспериментальные парокомпрессионные тепловые насосы теплопроизводительностью 14 и 30 кВт. Разрабатываемые и изготавливаемые установки на базе экспериментальных моделей тепловых насосов могут быть использованы для проведения экспериментальных исследований различных схем подключения и конструкций испарителей и конденсаторов, внешних жидкостных контуров, теплоносителей и теплообменников. В качестве хладагентов в экспериментах используются озонобезопасные фреоны. В качестве основных объектов внедрения парокомпрес-

сионных насосов в Беларуси рекомендуются жилые и офисные помещения: отопление водяное и воздушное, охлаждение/нагрев технологических сред, горячее водоснабжение отопление и кондиционирование.

Основными направлениями развития и исследования тепловых насосов следует считать:

- повышение тепловой эффективности;
- повышение теплопроизводительности;
- повышение температуры теплоносителя в конденсаторе;
- использование новых рабочих веществ, снижающих парниковый эффект;
- уменьшение срока окупаемости, увеличение надежности и обеспечение реверсивности теплонасосной установки.

Создание и освоение опытных образцов конкурентоспособных высокоэффективных парокомпрессионных тепловых насосов создает предпосылки для освоения и выпуска сопутствующей тепловой техники: аккумуляторов тепловой и электрической энергии, систем теплового регулирования, систем автоматизации и диспетчеризации, новых испарителей, конденсаторов, а также других теплообменников теплонасосной установки. Сегодня в лаборатории терморегулирования Института тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова НАН Беларуси продолжаются эксперименты и исследования по повышению эффективности систем теплоснабжения с использованием низкопотенциальной теплоты возобновляемых источников и парокомпрессионных тепловых насосов средней теплопроизводительностью до 50 кВт в рамках Государственной программы научных исследований «Энергобезопасность, энергоэффективность и энергосбережение, атомная энергетика» на 2011–2015 годы. Для повышения энергоэффективности тепловых насосов и теплонасосных систем в лаборатории терморегулирования осуществляются научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по разработке и созданию нового теплообменного оборудования в области гелиотехники, теплотрубных технологий, методов и средств интенсификации теплопередачи, тепловых аккумуляторов, высокоэффективных рекуперативных теплообменников, испарителей и конденсаторов, объектов теплотехники с оригинальной технологией изготовления [9].

Однако имеет место сдерживающий фактор широкого применения тепловых насосов для рекуперации низкопотенциального тепла на промышленных предприятиях – в качестве рабочих тел в теплонасосных установках используются достаточно опасные для окружающей среды и человека вещества, такие как аммиак, фреоны, смеси углеводородов (в основном метана, этана, а также пропана и бутана). Поэтому закономерные мировые инженерные разработки и тенденции в законодательстве направлены на стимулирование и поиск альтернативных рабочих тел для тепловых насосов.

Проблемой многих российских и ведущих западных производителей тепловых насосов (Heliotherm, Heliotherm, OSCHNER – Австрия; Viessmann, Buderus Германия; ClimateMaster, ECONAR, FHP Manufacturing – США; Elco – Швейцария; IVT, Thermia – Швеция; Mitsubishi Electric – Япония; AERMES – Италия) является предстоящий вывод из обращения фреоновых теплонасосных установок и замена аналогичными, но с экологически чистыми рабочими телами. И связано это прежде всего с ратификацией Киотского протокола.

Поиск альтернативного рабочего тела для тепловых насосов – сложнейшая и пока до конца не решенная задача. Для осуществления процессов в трансформаторах тепла рабочие тела должны обладать необходимыми термодинамическими и физико-химическими свойствами: низкой температурой испарения; невысоким давлением конденсации при требуемой температуре; высокой теплотой парообразования в рабочем интервале температур, что обуславливает высокие значения теплопроизводительности и коэффициента преобразования; высокой химической стабильностью, химической инертностью по отношению к конструкционным материалам и смазочным маслам. В то же время эффективность термокомпрессионного цикла зависит от показателя адиабаты (политропы) K_T :

$$K_T = C_p / C_v, \quad (3)$$

где C_p – удельная теплоемкость при давлении P ; C_v – удельная теплоемкость при объеме V .

Поэтому использование, например, углеводородов $C_3 \dots C_5$ парафинового ряда в качестве рабочих тел проблематично из-за их низкого коэффициента преобразования теплоты ($K_T = 1,05 \dots 1,2$).

Рабочее тело, с одной стороны, должно обладать достаточно высоким K_T (1,3...1,4), а с другой – переходить, хотя бы частично, в жидкое состояние после отдачи тепла в системе рекуперации.

Альтернативным рабочим телом может рассматриваться паровоздушная смесь с содержанием водяных паров до 50 %об. При определенных условиях возможно получить интенсивное парообразование воды (температура 25...40 °С и вакуум 20...30 кПа абс.). Кроме того, известно, что у воды одно из самых больших значений теплоты парообразования, и при определенных соотношениях показатель политропы паровоздушной смеси может быть равным 1,5...1,7. Все это делает приемлемым применение паровоз-

душной смеси с термодинамической точки зрения в термокомпрессионном цикле. И особенно важно то, что паровоздушная смесь доступна, экологична и является недорогосоящим рабочим телом.

Анализ научно-технической и патентной литературы (за период 1996–2015 годов по ведущим странам мира – DE, GB, FR, JP, US, CN) показывает, что уже предложены отдельные патенты по использованию в качестве рабочих тел тепловых насосов таких сред, как воздух (RU 2273809 C2, 2007 г.) и паровоздушная смесь (RU02116586 C1 19980727, 1998 г.; WO 2006/049527 A1, 2006 г.; EP 2290305 A1, 2006 г.; US 7866179 B2, 2011 г.).

Эксперименты по созданию и испытанию парожидкостного теплового насоса были проведены на ПО «Полимир» под началом кафедры химической техники Полоцкого государственного университета и руководством доктора технических наук, профессора Г.Н. Абаева. В результате была разработана пилотная установка, основными узлами которой являлись ротационно-пластинчатый вакуум-компрессор и струйный аппарат, способная рекуперировать низкопотенциальное тепло оборотной воды предприятия с температурой 25...40 °С путем выработки «горячей воды» ($T = 80...90^{\circ}\text{C}$) и низкопотенциального пара. Однако из-за невысоких характеристик используемого ротационно-пластинчатого компрессора и недостаточно оптимального сочетания совместной работы струйного аппарата и компрессора эффективность теплового насоса была близка к ~ 1 .

Позднее был проведен ряд экспериментальных исследований в лабораторных условиях УО «ПГУ» и на производстве ОАО «Технолит» (г. Полоцк). Результаты этих исследований позволили предложить модель промышленного энергоэффективного паровоздушного теплового насоса мощностью 25 кВт и эффективностью не менее 3-х, включающего такие основные элементы, как ротационно-пластинчатый вакуум-компрессор и струйный аппарат (рис. 2).

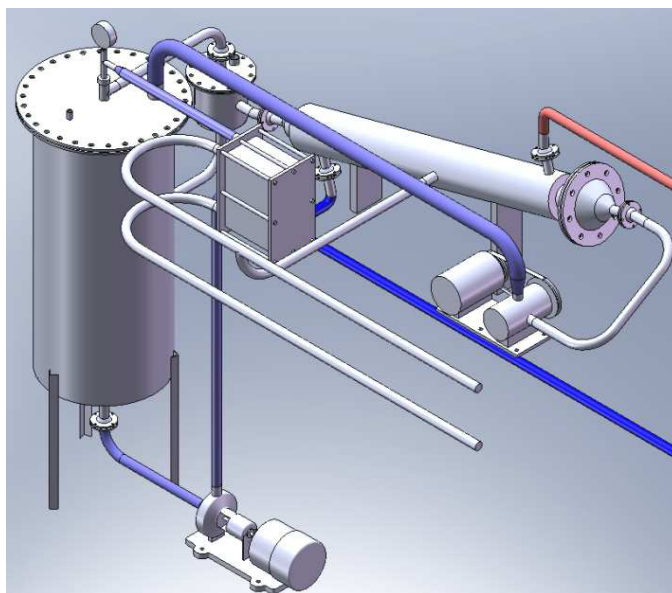


Рис. 2. Модель паровоздушного компрессионного теплового насоса

Эффективность модели теплового насоса достигается за счет применения модернизированного отечественного вакуум-компрессора с улучшенными характеристиками соответствующего струйного аппарата, разработанного на основании установленных закономерностей струйного аэрирования, и согласованности рабочих характеристик компрессора и эжектора [10]. Применение созданной модели теплового насоса возможно в различных отраслях народного хозяйства, например, в системе водооборота нефтехимического предприятия ОАО «Нафтан» и в системе отопления ЖКХ.

Одним из источников низкопотенциального тепла на производстве ОАО «Нафтан», как говорилось выше, может являться тепло оборотной воды системы охлаждения технологического оборудования и потоков нефтепродуктов. Анализ потерь тепла в системе водооборота насосно-компрессорного оборудования установки каталитического риформинга показал, что безвозвратно теряется порядка 1,5 МВт/ч низкопотенциальной энергии. Соответственно, предлагается использование теплового насоса в системе охлаждения насосно-компрессорного оборудования для понижения температуры оборотной воды и выработки горячей воды (рис. 3). Предлагаемая модель теплового насоса позволит рекуперировать лишь малую часть тепловой энергии оборотной воды системы, однако его возможное внедрение позволит получить практический опыт промышленного применения тепловых насосов.

Применение теплового насоса в жилищно-коммунальном хозяйстве также возможно для рекуперации тепла оборотной теплофикационной воды, идущей от жилых домов обратно к ТЭЦ (рис. 4). Рекуперированное тепло предполагается использовать для обогрева жилого дома, снижая потребление поступающей от ТЭЦ горячей воды. Вне отопительного сезона теплофикационная вода может использоваться для нагрева питьевой «горячей» воды в бойлере дома.

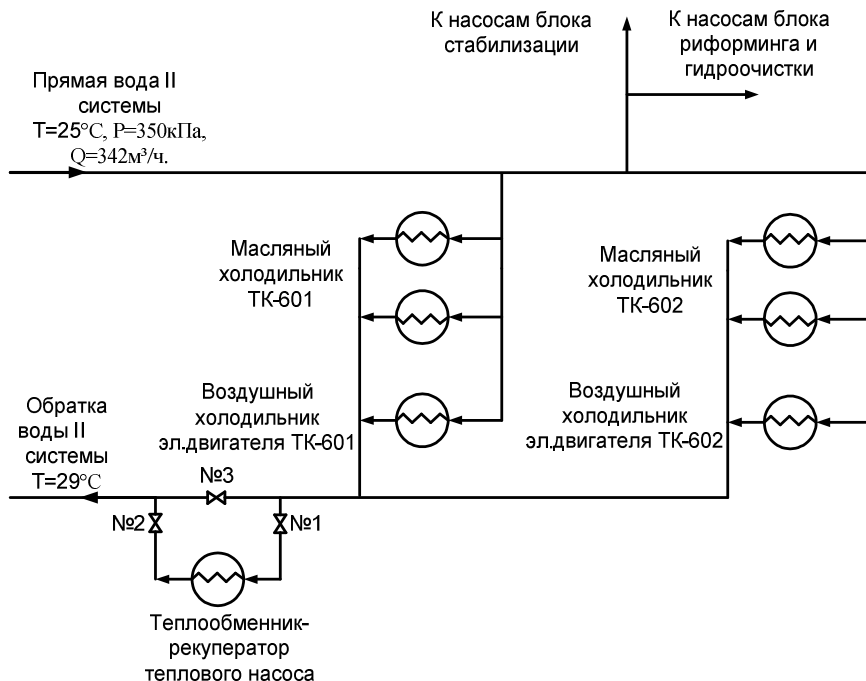


Рис. 3. Схема применения теплового насоса на технологической установке ОАО «Нафтан»

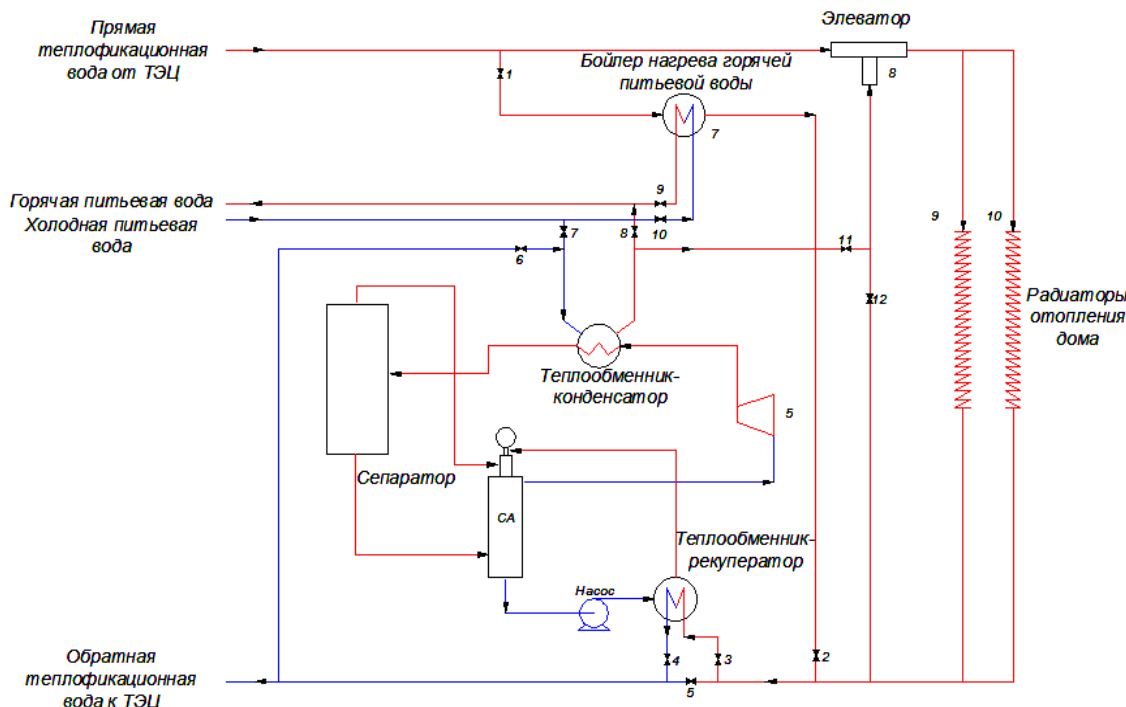


Рис. 4. Рекуперация тепла оборотной теплофикационной воды в системе ЖКХ с использованием теплового насоса

При оценке количества тепловых насосов для ЖКХ установлено, что для типового 2-х подъездного 9-ти этажного жилого дома на 72 квартиры достаточно одного теплового насоса мощностью 25 кВт.

Заключение. Анализ современных тенденций развития теплонасосной техники показывает динамичное развитие технологий и технических решений для рекуперации низкопотенциального тепла. Оценка перспектив постепенного снижения высокопотенциальных тепловых отходов в производстве с учетом постоянного значительного объема выбросов низкопотенциальных тепловых отходов свидетельствуют о важности любых научных и инженерных решений, направленных на энергосбережение. Однако современные технологии и оборудование, основанные на использовании дорогостоящих и высокоопасных рабочих тел тепловых насосов, имеют и существенные ограничения, сдерживающие широкое их промышленное применение.

Таким образом, создание эффективного промышленного теплового насоса с доступным и безопасным рабочим телом является актуальным направлением развития современной Республики Беларусь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Энергоэффективность аграрного производства / В.Г. Гусаков [и др.]; Нац. акад. наук Беларуси, Отд-ние аграр. наук, Ин-т экономики, Ин-т энергетики; под общ. ред. акад. В.Г. Гусакова, Л.С. Герасимовича. – Минск: Беларус. навука, 2011. – 57 с.
2. Рекуперация низкопотенциального тепла системы оборотного охлаждения с использованием термокомпрессионных циклов / Г.Н. Абаев [и др.] // Материалы. Технологии и инструменты. – 1998. – № 1. – С. 49–52.
3. Пилотная установка по рекуперации низкопотенциального тепла / Г.Н. Абаев [и др.] // РЭЖ нефтехим- 1: тр. междунар. науч.-техн. конф., Новополоцк, 17–19 ноябр. 1998 г.; Полоц. гос. ун-т; редкол.: Г.Н. Абаев [и др.]. – Новополоцк, 1998. – С. 200–203.
4. Прокопчик, Г.А. Цена тепла / Г.А. Прокопчик // Журнал Директор. Белорус. ежемес. информ.-аналит. науч.-практ. журнал для руководит. – 2006. – № 10. – С. 8.
5. Бондарь, Е.С. Тепловой насос – энергетически эффективная составляющая систем кондиционирования воздуха / Е.С. Бондарь, П.В. Калугин // Тепловые насосы. – 2011. – № 2. – С. 25–30.
6. Энергосбережение: разработать пилотную установку по рекуперации низкопотенциального тепла систем оборотного охлаждения с использованием термокомпрессионных циклов: отчет о НИОКР / Полоц. гос. ун-т; рук. темы Г.Н. Абаев. – Новополоцк, 1998. – С. 22 – 98. – № ГНТП 55.
7. Юдаев, Б.Н. Техническая термодинамика. Теплопередача / Б.Н. Юдаев. – М.: Высш. шк., 1988. – 479 с.
8. Грибик, Я. Развитию геотермальной энергетики в Беларуси препятствуют межведомственные барьеры / Я. Грибик, В. Зуй, Н. Долбик // Дикая природа Беларуси [Электронный ресурс]. – 2013. – Режим доступа: <http://www.wildlife.by/node/24255>. – Дата доступа: 31.05.2015.
9. Государственное научное учреждение «Институт тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова Национальной академии наук Беларуси» (Институт тепло- и массообмена им. А.В.Лыкова НАН Беларуси). – Минск, 2015. – Режим доступа: <http://www.itmo.by>. – Дата доступа: 22.07.2015.
10. Компрессионный тепловой насос с рабочим телом смесь паров воды и воздуха: пат. 16833 Респ. Беларусь, МПК: F25B 30/02, F24D 11/02 / Г.Н. Абаев, И.М. Пискун; заявитель Г.Н. Абаев, И.М. Пискун, ОАО Технолит. – № а 20101400; заявл.11.12.12; опубл. 28.02.2013 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2013. – С. 11.

Поступила 17.07.2015

MODERN DEVELOPMENT TRENDS IN HEAT PUMP EQUIPMENT

N. KONEVA, I. PISKUN

This article describes the situation concerning technology and equipment enabling efficient and decentralized utilization of lower-grade waste heat in industry and housing and utilities sector. Modern development trends in heat pump equipment were reviewed. Possibilities of wide application of heat pumps in household heating systems, which use secondary heat sinks and natural lower-grade heat sources, are described. The article presents potential capability and necessity of low-grade heat recovery from heat wastes of industrial plants, which use water-retaining cooling systems for process equipment. Deterrents of wide industrial application of heat pump equipment at industrial plants of the Republic are demonstrated. Examples of heat pumps application worldwide and in the Republic of Belarus are provided.