



ТЕПЛОВЫЕ НАСОСЫ: ОПЫТ И ПЕРСПЕКТИВЫ



Ильдар Султангузин,
исполнительный
директор ЗАО НТЦ «ЛАГ
Инжиниринг», Москва

Разработка тепловых схем с тепловыми насосами за счет различных вариантов может дать экономию в России порядка 30-40 миллиардов квадратных метров природного газа ежегодно.

Много говорилось о том, что процесс проведения энергообследований и построение энергопасапорта нужно поставить на четкую основу с тем, чтобы было ясно для всех: как и что делать, чтобы они действительно быстро проходили. И чтобы затем могли внедряться мероприятия по энергосбережению. Я считаю, что это главное. Но, наверное, наш разговор был бы неполным, если не отметить то, что **энергетические обследования дают информацию для ума, для нахождения неожиданных решений, а иногда и для поиска новых направлений.** Начать свой материал я бы хотел с **результатов обследования Красноярской ТЭЦ-3**, которое мы проводили совместно с немецкой фирмой по проекту Европейского банка реконструкции и развития для выдачи им кредита на достройку этой ТЭЦ. В результате этого экспресс-обследования был выделен кредит на 70 миллионов долларов.

Часть Красноярска отапливается электрическими котлами, суммарная мощность которых составляют порядка 1000 МВт. Нам удалось посетить одну электростанцию, где установлено 3 электростанции по 8 МВт. И тогда родилось решение заменить электростанции на тепловые насосы. Можно в 3 раза меньше потреблять электроэнергии, обеспечивая ту же тепловую нагрузку.

Энергообследование мы начали с построения энергобаланса, который включал в себя пуск нового теплофикационного блока. Одновременно была просчитана замена электростанций на тепловые насосы.

Что может дать внедрение тепловых насосов в системе теплоснабжения города? Прежде всего, мы можем 500 МВт тепловой мощности обеспечить за счет потребления всего лишь 170 МВт, у нас получается экономия электроэнергии 330 МВт.

Производители

Мы провели анализ отечественного оборудования и выяснили, что, к сожалению, **сегодня наши производители пароконденсационных тепловых насосов не могут реально помочь в реализации проектов по внедрению крупных тепловых насосов.** Например, в Казани на заводе «Компрессормаш» произвели 2 тепловых насоса мощностью 8500 кВт за последние 10 лет. ЗАО «Энергия» производит тепловые насосы на базе винтовых компрессоров тепловой мощностью 500 кВт, которые могут собираться в модули по 3 МВт. «Теплосибмаш» производит абсорбционные тепловые насосы и холодильные машины, о них я расскажу несколько позже.

Мы произвели анализ мировых производителей тепловых насосов, в результате чего был выделен тепловой насос Unitop 50FY, который потребляет 7 МВт электроэнергии и выдает 17 МВт тепла. Особенностью этого теплового насоса является наличие двухступенчатого компрессора. Его можно использовать для подъема температуры теплоносителя от 0-3°C до 90°C (см. рис. 1). Аналогов таких машин в мире нет. Они обеспечивают достаточно широкий диапазон регулирования по тепловой мощности, температуре и производительности.

Мы произвели анализ мировых производителей тепловых насосов, в результате чего был выделен тепловой насос Unitop 50FY, который потребляет 7 МВт электроэнергии и выдает 17 МВт тепла. Особенностью этого теплового насоса является наличие двухступенчатого компрессора. Его можно использовать для подъема температуры теплоносителя от 0-3°C до 90°C (см. рис. 1). Аналогов таких машин в мире нет. Они обеспечивают достаточно широкий диапазон регулирования по тепловой мощности, температуре и производительности.

ТН на сточных водах

Мы провели расчет этого теплового насоса на сточных водах, получили коэффициент трансформации тепла COP = 2,4. То есть на затраченную единицу электроэнергии мы получаем 2,4 тепла. Вроде бы не так много. Должен сказать, что на такие диапазоны температур больше и не получишь. Тепловые насосы, которые уже реализованы в ряде сканди-

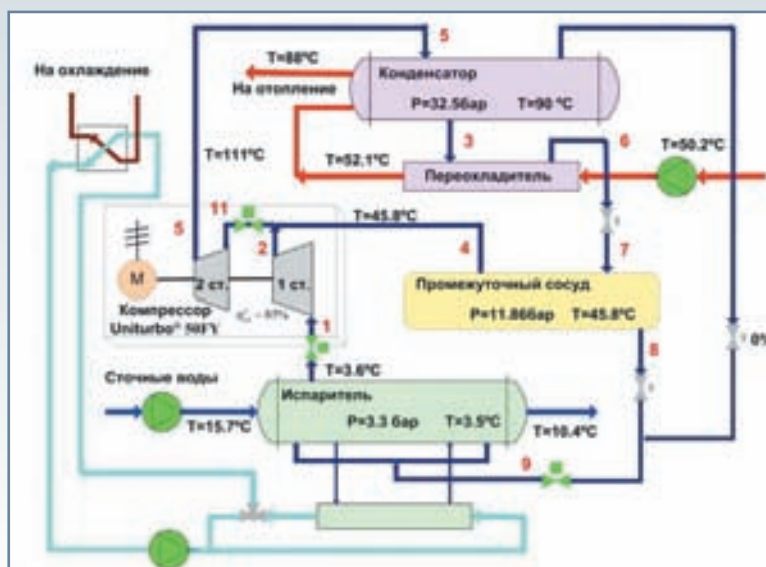


Рис. 1. Схема теплового насоса UNITOP 50FY

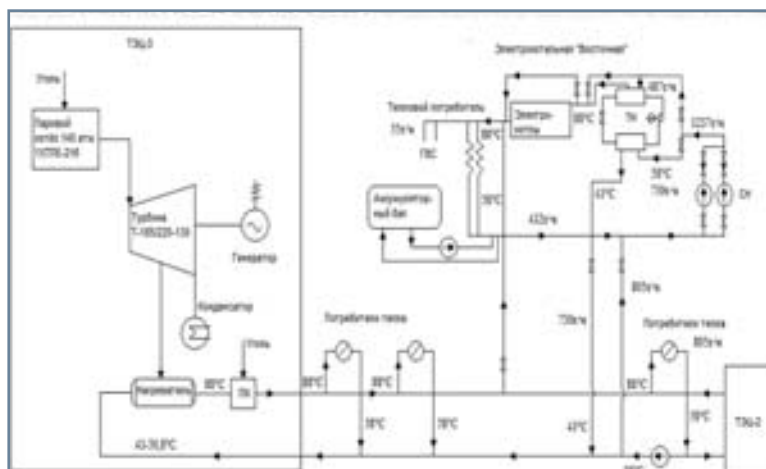


Рис. 2. Теплоснабжение города с тепловыми насосами на обратной воде



Рис. 3. Монреальский протокол 1987 г. по ограничению выпуска озоноразрушающих хладагентов



Рис. 4. Прогноз влияния хладагентов на парниковый эффект в XXI веке



Рис. 5. Производство хладагентов 4-го поколения из продуктов переработки газа на заводе Газоперерабатывающего комплекса

навских стран (Стокгольме, Хельсинки, Осло), примерно так и работают: какие-то на морской воде, какие-то на сточных водах. В качестве хладагента используется R-134a.

ТН на обратной воде

Второй вариант, который мы рассмотрели – это **применение тепловых насосов на обратной сетевой воде** (см. рис. 2). То есть мы берем обратную воду из тепловой сети в тепловой насос и охлаждаем ее примерно на 15°C, возвращая на ТЭЦ. В электротепловой один электротеплообменник остается в качестве пикового источника тепла, а базовая тепловая нагрузка системы теплоснабжения покрывается за счет теплового насоса. Тот с одной стороны дает выигрыш по электроэнергии, а с другой позволяет увеличить отпуск тепла из теплофикационного отбора ТЭЦ, и соответственно увеличить нагрузку потребителей

тепла. По результатам расчета теплового насоса коэффициент трансформации здесь уже оказался равным 4,2.

Рынок ТН

Потенциальный рынок внедрения таких крупных тепловых насосов в России очень широк, в частности наибольший эффект может быть получен в крупных городах. Например, такой проект может быть реализован в Москве, прежде всего на предприятиях «Московской объединенной энергетической компании», в частности, совместно с «Мосводоканалом», «Мосэнерго». Считаю, что этот проект перспективен, и в течение ближайших 10 лет его можно было бы внедрить.

Глобальное потепление

Здесь необходимо затронуть еще одну важную проблему. Потенциал влияния на глобальное потепление хладагента R-134a = 1430 по отношению к CO₂.

Мы знаем, что Советский Союз и Россия подписали Монреальский протокол 1987 года по защите озонового слоя и Киотский протокол по защите от глобального потепления. Можно по-разному относиться к этим вещам, споры по озоновому слою даже сегодня не утихают. Но, если страна уже подписала этот протокол, то к чему это привело в реальности? Советский Союз в конце 80-х годов прошлого столетия производил 200 тысяч тонн хладагентов. Буквально через 5-7 лет наше производство хладагентов уменьшилось в 10 раз, то есть по сути мы потеряли свою промышленность по производству хладагентов (см. рис. 3).

Что может произойти в ближайшие годы? В рамках борьбы с глобальным потеплением была принята Европейская Директива от 2006 года, которая гласит, что «... все кондиционеры с 1 января 2011 года на новых моделях автомобилей должны удовлетворять следующим требованиям: чтобы потенциал влияния на глобальное потепление новых хладагентов был не более 150. А с 2017 года все новые автомобили должны удовлетворять этим требованиям». В проектах по разработке технологии производства хладагентов 4-го поколения участвуют американские фирмы, в исследованиях их свойств – также институты и фирмы Японии и Европы.

Хладагенты второго поколения (хлорфторуглероды типа R-12) будут влиять на озоновый слой еще в течение 100 лет (см. рис. 4). Влияние хладагентов третьего поколения типа R-134a будет только нарастать.

Мы провели расчет теплового насоса на хладагенте R-1234yf (фтористый пропилен, производство которого предусматривается фирмой DuPont для автомобильных кондиционеров). И оказалось, что этот хладагент не может хорошо работать в высокотемпературных тепловых насосах из-за низкой критической температуры. Коэффициент трансформации тепла здесь значительно ниже. Единственное его преимущество в том, что потенциал влияния на глобальное потепление здесь достаточно низкий. Но если мы поменяем места атом фтора и атом водорода, то получим новое вещество с новыми

Потенциальный рынок внедрения крупных тепловых насосов в нашей стране очень широк, в частности наибольший эффект может быть получен в крупных городах. Это очень перспективный проект, и в течение ближайших 10 лет его можно было бы внедрить.

свойствами – **R-1234ze(E)**. У него критическая температура больше 110°C, коэффициент трансформации тепла теплового насоса больше, чем при его работе на **R-134a**, а потенциал глобальных потеплений значительно ниже.

Теперь возникает вопрос: «А можем ли мы из нашего углеводородного сырья производить эти хладагенты?» На основе энергообследования предприятий газовой промышленности родилось такое предположение: «Почему бы не сделать это на базе одного из предприятий Газоперерабатывающего комплекса (см. рис. 5)?» Газоперерабатывающий завод перерабатывает местный газовый конденсат. Далее переработанный газ поступает на Гелиевый завод, там выделяется этан, он отправляется на завод Органического синтеза. И если мы этилен и пропилен обратно будем направлять на Гелиевый завод, то там мы сможем производить эти хладагенты. Собственное газоконденсатное месторождение (ГКМ) заканчивается, с ГКМ в Казахстане никаких четких отношений нет, и такое высокоинтеллектуальное производство как Гелиевый завод может просто умереть. Предварительно у нас было видение, чтобы создать такое производство именно здесь. Уже на реальном объекте можно подготовить предложение для этого проекта.

Он состоит из трех этапов:

- 1) получение этилена-пропилена;
- 2) его хлорирование (по близости есть предприятие «Каустик» для выработки хлора);
- 3) после переработки фторированием мы получаем нужные хладагенты.

Что сейчас мы имеем? Мы предложили «Газпрому» проект на производство хладагентов. Да, он достаточно дорогой, опытная установка рассчитана на производство 5 тысяч тонн в год, но потенциальный рынок хладагентов четвертого поколения 100 тысяч тонн. Что мы можем получить? Мы сможем производить хладагенты для автомобильных кондиционеров, для стационарных (сейчас в Европе это обсуждается и в ближайшее время будет принято соответствующее законодательство), для тепловых насосов, для холодильных машин, для средств пожаротушения, для строительного дела. Мы видели на примере Монреальского протокола, как изменился рынок хладагентов. Сейчас у нас есть запас где-то до 2018 года. И за это время мы можем, создав инновационный проект, поднять новое производство этих хладагентов.

Повторю, да, проект дорогой, однако американские фирмы DuPont и Honeywell они уже на период 2010 года вложили более 2,5 миллиардов долларов на исследование и разработку технологии производства только одного хладагента **R-1234yf**. В 2011 году они создали совместное предприятие. Буквально маленькими ведерками они развозят по крупнейшим европейским автомобильным концернам эти хладагенты для отработки новых систем кондиционирования. Сейчас они безумно дорогие, но если наладить это производство, то цена на них упадет, но, учитывая весь потенциальный рынок, выгода будет достаточно большая.

При проведении энергетического обследования предприятий Газоперерабатывающего комплекса (ГПК) мы построили энергетический баланс Газоперерабатывающего завода и Гелиевого завода. Анализ показал, что мы можем здесь реализовать энергосберегающие проекты с тепловыми насосами. 4 проекта по применению абсорбционных холодильных машин и тепловых насосов согласовываем с ГПК. В частности, на эти 4 проекта предполагаются затраты в 30 миллионов, срок окупаемости примерно 2 года.

На этом примере (см. рис. 6) показано, как по результатам

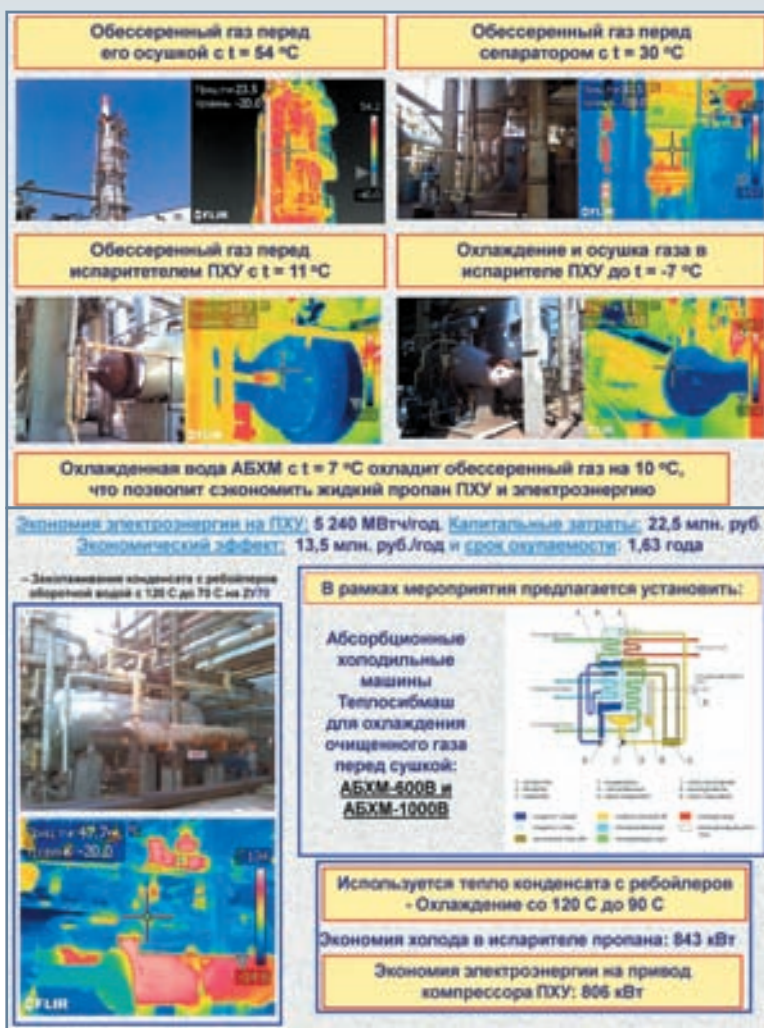


Рис. 6. Установка АБХМ для охлаждения природного газа после его очистки от серы перед осушкой с использованием тепла конденсата

энергообследования можно внедрять абсорбционные бромистолитиевые холодильные машины (АБХМ). Вместо теплообменника ставим АБХМ, при этом мы используем тепло отработавшего парового конденсата вместо захлаживания его оборотной водой, экономим электроэнергию на пропано-холодильной установке. На установке переработки широкой фракции легких углеводородов (ШФЛУ) подготовлено совместное решение – тепловой насос для охлаждения насоса, перекачивающего жидкие углеводороды в ректификационную колонну, вместо охлаждения этого насоса водой оборотного водоснабжения, с которой часто возникают проблемы. Таким образом, предлагается применить двухцелевой тепловой насос с коэффициентом трансформации порядка 10. Абсорбционная холодильная машина может быть использована на азотно-кислородной станции.

Выводы

1. Разработка тепловых схем с тепловыми насосами и абсорбционными холодильными машинами на газоперерабатывающих заводах – эти предприятия просто созданы для применения тепловых насосов. Стоит учитывать, что здесь скрыты огромные возможности.
2. Разработка производства хладагентов четвертого поколения может дать по сути дела рождение нашей новой промышленности по производству новых хладагентов.