

ЭНЕРГИЯ ХОЛОДА NCT

РЕАЛИЗОВАННЫЙ ПРОЕКТ

# Тепло из сбросной воды производства

Два абсорбционных тепловых насоса Thermax проектной мощностью 12,75 МВт на целлюлозно-картонном комбинате

Заказчик: целлюлозно-картонный комбинат, Республика Беларусь

Оборудование: Thermax SS 40C TP (3,48 МВт) и SS 70B TP (9,27 МВт)

Объём работ: расчёт и подбор · поставка · шефмонтаж · пусконаладка · сервис

**Заказчик** целлюлозно-картонный комбинат в Республике Беларусь.

**Задача** поднять низкопотенциальное тепло производства до 85 °C и закрыть им часть тепловой нагрузки, которую сейчас несут паровые котлы.

**Оборудование** абсорбционные тепловые насосы Thermax SS 40C TP (3,48 МВт) и SS 70B TP (9,27 МВт).

**Роль «Энергии холода»** расчёт и подбор, проверка схемы проектной организации, поставка, шефмонтаж, пусконаладка, сервис и гарантия.

**Статус на сентябрь 2026 года** оборудование поставлено, установлено на фундаменты, обвязано и подключено к АСУ ТП. Пусконаладка SS 70B TP выполнена в декабре 2023 года. Обе машины законсервированы до завершения реконструкции теплоисточника, которую ведёт предприятие; пусконаладка SS 40C TP назначена на этот же этап. Консервацию и лабораторный контроль раствора ведёт «Энергия холода» по сервисному договору. Все цифры ниже — паспортные и расчётные: фактической выработки на объекте пока нет.

## Коротко в цифрах

**12,75 МВт**
паспортная тепловая мощность двух насосов по горячей воде

**5,36 МВт**
из них поднимается из сбросной воды 30–45 °C, без топлива

**COP 1,74**
из 1 кВт тепла пара — 1,74 кВт тепла горячей воды

**45 → 85 °C**
температурный график горячей воды

**43 кВА**
электропитание двух машин по паспорту: только насосы и автоматика

**30–100 %**
рабочий диапазон нагрузки

## Задача

Целлюлозное производство работает круглосуточно и одновременно сбрасывает воду 30–40 °C, тепло которой уходит в градирни. Обычный путь — жечь газ и греть технологическую воду паром. У пара есть цена, у сбросной воды — нет.

Комбинат в рамках реконструкции теплоисточника решил закрыть часть тепловой нагрузки собственным низкопотенциальным теплом, а не дополнительным топливом. Нужно было оборудование, которое поднимает тепло с 30–45 °C до 85 °C и работает на паре, который на предприятии уже есть.

Условия заказчика:

- две машины разной мощности под разные контуры;
- связь с АСУ ТП предприятия по Modbus RTU;
- одно сопровождение от расчёта схемы до пусконаладки и сервиса;
- открытый конкурс.

---

## Почему выбрали нас

Проект шёл через открытый конкурс, основным соперником был китайский производитель абсорбционной техники с низкой ценой.

**1. Инженерия до контракта.** Наши инженеры разбирали схему вместе с проектной организацией заказчика ещё на стадии проекта и внесли замечания, которые в типовом проекте пропускают. Разрывной мембранный диск сбрасывает раствор бромида лития, его нельзя заводить в канализацию — нужен сухотруб в дренажную ёмкость. На контуре 45/85 °C нужен трёхходовой клапан, а не двухходовой. На каждом аппарате нужны балансировочные клапаны, на теплообменниках — промывочные байпасы. Всё это вошло в проект до стройки, а не всплыло на пуске.

**2. Документация на русском.** Чертежи, паспорта, инструкции по эксплуатации и материалы завода-изготовителя переведены и переданы заказчику до поставки. Без них предприятие не проходит промышленную безопасность.

**3. Своя сервисная служба.** Шефмонтаж, пусконаладку, консервацию и анализ раствора выполняют наши инженеры, работы оформлены актами.

---

## Решение

**Абсорбционный тепловой насос (АБТН)** работает без компрессора и фреона: хладагент — вода, абсорбент — раствор бромида лития, привод — пар. Машина забирает тепло у сбросной воды и вместе с теплом пара отдаёт его в контур горячей воды. Электричество уходит только на насосы и автоматику: 14,9 кВА на машину 3,48 МВт и 28,2 кВА на машину 9,27 МВт.

### Подобранное оборудование

#### Thermax SS 40C TP — 3,48 МВт

- контур сбросного тепла: 1 453 кВт, 84,1 м³/ч, перепад 15 °C;
- контур горячей воды: 3 480 кВт, 75 м³/ч, перепад 40 °C;
- пар: 3 039 кг/ч (2 005 кВт) при 0,65 МПа;
- питание 380 В, 14,9 кВА; габариты 4,66 × 2,31 × 3,48 м.

#### Thermax SS 70B TP — 9,27 МВт

- контур сбросного тепла: 3 909 кВт, 226,2 м³/ч, перепад 15 °C;
- контур горячей воды: 9 270 кВт, 200 м³/ч, перепад 40 °C;
- пар: 8 098 кг/ч (5 312 кВт) при 0,65 МПа;
- питание 380 В, 28,2 кВА; габариты 7,67 × 2,91 × 3,85 м.

Диапазон нагрузки 30–100 % от номинала. Связь с диспетчерской — Modbus RTU по RS-485: оператор видит температуры и степень открытия парового клапана. Паровые клапаны Siemens VVF43 с приводами SKC62 подобраны под каждый аппарат по Kvs.

### Тепловой баланс, который можно проверить

SS 70B TP по паспорту берёт 5 312 кВт из пара и 3 909 кВт из сбросной воды — вместе 9 221 кВт при паспортных 9 270 кВт по горячей воде, расхождение 0,5 %. SS 40C TP: 2 005 кВт из пара и 1 453 кВт из сбросной воды — 3 458 кВт при паспортных 3 480 кВт, расхождение 0,6 %. COP по паспорту: 9 270 ÷ 5 312 = 1,75 и 3 480 ÷ 2 005 = 1,74.

При полной загрузке две машины могут поднимать **5,36 МВт** из воды, тепло которой уходит в градирни. При 8 000 часах работы в год это около 42 900 МВт·ч тепла — эквивалент 4,99 млн м³ природного газа. Расчёт экономии — в приложении.




Типовая схема включения абсорбционного теплового насоса

Схема приведена для общего понимания принципа — это типовое применение абсорбционных тепловых насосов на предприятиях с большим объёмом сбросного тепла, а не рабочий проект данного объекта.

---

## Как реализовали

**Поставка.** Машины изготовлены на заводе Thermax и отгружены в январе 2022 года, когда логистика из Индии перестраивалась на ходу: менялись контейнеры, переносились паромы. «Энергия холода» приняла оборудование на свой склад в Санкт-Петербурге и хранила его до готовности площадки.

**Осмотр перед отправкой.** На складе проверили трубопроводы, окраску, упаковку и вакуум в машинах. Транспортные повреждения окраски устранили до отправки заказчику.

**Негабарит.** Самая крупная машина — 7,7 м в длину. Перевезли двумя тралами через границу, на площадку комбината доставили в декабре 2022 года, разгрузку и приёмку провели с нашим инженером на месте.

**Шефмонтаж и пусконаладка.** Работы вела наша сервисная служба вместе с инженерами завода-изготовителя, которых мы привезли на объект. Акты промывки и испытаний трубопроводов, программа пусконаладки, протоколы электролаборатории подписаны заказчиком, монтажной и эксплуатирующей организациями. SS 70B TP заправлена раствором и введена в работу в декабре 2023 года.

**Гарантия.** По одной из машин потребовалась замена кожухотрубного теплообменника. Узел получили от завода по гарантии и заменили на площадке силами нашего сервис-инженера: сварка по технологии производителя, опрессовка 6 бар по контуру горячей воды, вакуумирование. Машину не снимали с фундамента, заказчик не платил за узел.



Машина на фундаменте в строящемся здании теплоисточника, 2023 год



Погрузка негабаритной машины на трал



Трал с оборудованием на площадке заказчика, декабрь 2022 года



Машина в транспортной упаковке на площадке



Транспортная обрешётка: негабарит идёт отдельным местом



Комплектующие на приёмке на площадке комбината

## Что сделано по проекту

**1.** Поставлено и смонтировано 12,75 МВт тепловой мощности: оборудование принято заказчиком, установлено на фундаменты, обвязано, подключено к АСУ ТП.

**2.** Пусконаладка SS 70B TP выполнена с инженерами завода-изготовителя в декабре 2023 года. Ввод обеих машин в постоянную работу привязан к завершению реконструкции теплоисточника; до этого машины законсервированы, вторая машина пусконаладку ещё не проходила.

**3.** Гарантия отработала на площадке: теплообменник заменён без демонтажа машины.

**4.** Оборудование под присмотром: консервация, лабораторный анализ раствора, контроль состояния и ЗИП — по сервисному договору 2026 года. Работаем с комбинатом с 2021 года.

## Когда это решение подходит вашему предприятию

**1. Есть постоянный поток тепла 25–50 °C**, который сегодня уходит в градирню или в атмосферу: целлюлозно-бумажные комбинаты, НПЗ, химия, металлургия, пищевые производства, ЦОД.

**2. Есть пар или горячая вода как греющая среда.** Тепловой насос не заменяет котёл, а увеличивает его отдачу: из 1 кВт тепла пара получается до 1,75 кВт тепла нужной температуры.

**3. Нужна температура до 85–90 °C** — технологическая вода, подпитка теплосети, отопление и ГВС площадки.

Если три условия сходятся, эффект считаем по фактическим расходам и температурам ваших контуров — до коммерческого предложения.

---

## «Энергия холода» / NCT

Российский производитель промышленного холодильного оборудования: градирни, чиллеры, драйкулеры, абсорбционные машины и тепловые насосы. Собственное производство, конструкторское бюро, сервисная служба с выездом на объект. Официальный партнёр Thermax по абсорбционной технике в России и странах ЕАЭС. Среди наших объектов — металлургические и химические комбинаты, пищевые производства, электростанции, торговые центры и многие другие.

**Что делаем по проекту:** тепловой расчёт и подбор → проверка схемы вашего проектировщика → поставка → шефмонтаж → пусконаладка с участием завода → сервис и ЗИП на весь срок службы.

**Следующий шаг: получить расчёт эффекта теплового насоса под ваш объект.** Пришлите расходы и температуры сбросного контура и параметры пара — посчитаем, сколько тепла можно поднять и сколько газа это сбережёт.

---

## Приложение. Расчёт экономии

Сравнение с обычным способом: получать те же 12,7 МВт горячей воды 45 → 85 °C в котельной на газе и не трогать сбросное тепло. Исходные числа — паспорта поставленного оборудования. Газ и вода посчитаны по открытым российским тарифам 2026 года, электроэнергия — по рублёвому эквиваленту местного промышленного тарифа.

Тепловой насос собирает горячую воду из двух источников: 7 317 кВт приносит пар (2 005 + 5 312 кВт), 5 362 кВт поднимается из сбросной воды (1 453 + 3 909 кВт). Пар остаётся приводом и тоже вырабатывается котлом, поэтому газ экономится только на мощности, взятой у сбросного контура. Сумма по контурам — 12 679 кВт против 12 750 кВт по паспорту; считаем по меньшей цифре.

| Статья за год | Котельная на газе | С двумя АБТН | Разница |
|---|---|---|---|
| Газ на 12 679 кВт тепла | 11,79 млн м³ — 94,4 млн ₽ | 6,81 млн м³ — 54,5 млн ₽ | –39,9 млн ₽ |
| Электроэнергия насосов и автоматики машин | — | 0,34 млн кВт·ч — 2,4 млн ₽ | +2,4 млн ₽ |
| Подпитка градирен, куда уходило сбросное тепло | 74 000 м³ — 3,7 млн ₽ | — | –3,7 млн ₽ |
| **Расчётная экономия** | | | **≈ 41,2 млн ₽ в год** |

Как посчитано:

- газ = мощность (кВт) × 8 000 ч ÷ 8,6 кВт·ч/м³ × 8 ₽/м³; 8,6 — полезное тепло из кубометра при теплоте сгорания 9,3 кВт·ч/м³ и КПД котла 0,92;
- электроэнергия = 43,1 кВт (14,9 + 28,2 кВА, cos φ принят 1,0 — худший для нас случай) × 8 000 ч × 7,0 ₽/кВт·ч;
- испарение = 5 362 кВт ÷ 580 кВт·ч на 1 м³ испарившейся воды ≈ 9,2 м³/ч; стоимость воды = 9,2 м³/ч × 8 000 ч × 50 ₽/м³ ≈ 3,7 млн ₽ в год; продувка и унос не учтены.

При загрузке 75 % (все статьи пропорционально) экономия — около 31 млн ₽ в год. Другой тариф на газ пропорционально меняет газовую часть, структура расчёта та же.

### Что в расчёт не вошло, хотя говорит в пользу теплового насоса:

- в расчётном варианте с АБТН требуемая тепловая мощность котлов ниже на 5,4 МВт;
- электрическая мощность: машины берут 43 кВА. Парокомпрессионный тепловой насос той же полезной мощности (12 679 кВт) даже при COP 3,0 на подъёме 45 → 85 °C потребовал бы около 4,2 МВт электрической мощности — порядка 148 млн ₽ платы за присоединение (по 35 000 ₽/кВт) и 237 млн ₽ электроэнергии в год;
- электричество вентиляторов градирен в базовом варианте;
- выбросы: 4,99 млн м³ несожжённого газа — около 9,5 тыс. т $CO_2$ в год прямых выбросов от сжигания (1,9 кг $CO_2$ на м³).

**Что тоже не учтено:** годовая стоимость сервиса машин, трубопроводы и здание теплоисточника, стоимость денег во времени.

> *Расчёт модельный: по паспортам поставленного оборудования и открытым тарифам 2026 года, при полной загрузке и 8 000 часах в год. Это расчётный потенциал, а не отчёт предприятия об экономии. Под ваш объект пересчитываем по вашим тарифам и режиму.*