

РЕАЛИЗОВАННЫЙ ПРОЕКТ

Градирня для Норильска: расчёт от –55 °C и доставка морем

Цементный завод в Норильске: двухсекционная градирня NCT на 1 036 м³/ч, насосные группы, бассейны и автоматика одним комплектом

Заказчик: цементный завод, Норильск

Оборудование: градирня NCT VR4-3, 1 036 м³/ч, 35 → 25 °C, ≈ 12 МВт

Объём работ: подбор · изготовление · автоматика · комплектная поставка морем

Заказчик цементный завод горно-металлургической компании в Норильске.

Задача снимать тепло с турбокомпрессорной станции цеха помола цемента и извести — непрерывно, круглый год, при наружных температурах по техническому заданию от –55 до +65 °C. Режим 35 → 25 °C рассчитан при температуре по влажному термометру 16,1 °C.

Оборудование двухсекционная мокрая градирня **NCT VR4-3** с центробежными вентиляторами в нижнем отсеке, два наземных водосборных бассейна по 75 м³, две насосные группы **NCT PU-1080/35-3/1-45-FC**, щиты автоматического управления градирней и насосами.

Роль «Энергии холода» подбор под арктические условия, изготовление на собственном заводе, щиты и программирование, комплектная поставка 22 грузовых мест с доставкой морем.

Коротко в цифрах

Данные — из технического задания заказчика, технической карты заказа и упаковочных листов.

1 036 м³/ч
расход воды через две секции градирни

35 → 25 °C
режим охлаждения оборотной воды

≈ 12 МВт
тепловая мощность в расчётном режиме

–55…+65 °C
диапазон наружных температур по техническому заданию

4 × 55 кВт
двигатели вентиляторов с частотным регулированием

22 места
один комплект, отгрузка в сентябре 2023 года

Об объекте

Завод выпускает цемент и известь для строительства в Норильском промышленном районе. Площадка за Полярным кругом: оборудование завозят только морем и только в навигацию, через порт Дудинка на Енисее.

Охлаждение нужно турбокомпрессорной станции цеха производства и помола цемента и извести. Режим постоянный: остановились компрессоры — остановился помол.

Задача

Техническое задание было жёстче обычного в трёх пунктах.

1. Климат. Расчёт от −55 до +65 °C. Для мокрой градирни минус пятьдесят пять — это риск обмерзания оросителя и разрушения конструкции при частичной нагрузке, когда вентиляторы гонят морозный воздух через тёплую воду.

2. Ресурс и ремонтопригодность. Назначенный ресурс не менее 20 лет. Серийное оборудование, запчасти и поддержка изготовителя — не менее 10 лет. На Крайнем Севере деталь не дозаказать на следующей неделе: навигация раз в год.

3. Российское происхождение. Оборудование и комплектующие — отечественные или из дружественных стран. При этом в графе о российских аналогах заказчик записал: «Аналогов нет». Проект начинался не с торга по цене, а с вопроса, найдётся ли исполнитель вообще.

Отдельно шли требования к материалам: корпус без сварных соединений, весь крепёж из нержавеющей стали без саморезов, бассейны из морозостойкой стали 09Г2С с двусторонним антикоррозионным покрытием, ороситель из ПВХ, не поддерживающего горение.

Решение

Центробежные вентиляторы в нижнем сухом отсеке. У осевых машин двигатель стоит в потоке влажного воздуха. Здесь двигатели внизу, в сухом отсеке, с доступом через люк. В Заполярье это главное: двигатель не работает в облаке переохлаждённого тумана, и обслуживают его изнутри, а не на крыше в мороз.

Что вошло в поставку:

1. Двухсекционная градирня NCT VR4-3. Расход воздуха 325 608 м³/ч при статическом давлении 617 Па. Каркас и панели из горячеоцинкованной стали с полимерным покрытием, крепёж из нержавеющей стали, клиноремённый привод без редуктора — без узла, которому на морозе нужно масло правильной вязкости.

2. Опции под техническое задание:

- выносные маслопроводы: подшипники валов вентиляторов смазывают, не разбирая градирню и не поднимаясь наверх;
- выпуск из поддона вниз: при остановке вода уходит из градирни полностью — главная защита от разморозки;
- верхние площадки обслуживания с лестницей и ограждением;
- оцинкованные фланцы по ГОСТ 33259-2015 на всех патрубках;
- двигатели под частотный преобразователь, с датчиком PTC;
- синус-фильтры: частотные преобразователи можно вынести от двигателей до 200 метров, в отапливаемое помещение.

3. Два наземных бассейна по 75 м³ — горизонтальные резервуары из стали 09Г2С с лестницами и ограждениями.

4. Две насосные группы NCT PU-1080/35 полной заводской готовности: 1 080 м³/ч, 0,35 МПа, четыре насоса по схеме «три рабочих плюс один резервный», с трубопроводами, арматурой, фильтрами и приборами.

5. Щиты автоматики градирни и насосов на программируемом контроллере, с интеграцией в АСУ ТП завода. Автоматика держит температуру воды на выходе, чередует вентиляторы по наработке, ведёт журнал аварий, следит за уровнем в бассейнах и перепадом давления на фильтрах.



Схема оборотного цикла охлаждения с градирней

Схема приведена для общего понимания принципа — это типовое применение оборудования на объектах такого класса, а не рабочий проект данного объекта.

Арифметика решения

Мощность. 1 036 м³/ч × 1,163 × 10 °C = 12 049 кВт. По карте заказа — 12 058 кВт, расхождение 0,1 %.

Электричество. 12 МВт тепла на 220 кВт установленной мощности вентиляторов — 55 кВт тепла на каждый киловатт. Запас мощности двигателей нужен зиме: при –55 °C воздух плотнее примерно на треть, и вентилятору нужно больше мощности на валу. Летом частотное регулирование снижает потребление.

Почему не сухой охладитель. Он охлаждает воду только до температуры воздуха, а в тёплые летние дни воздух в Норильске бывает теплее нужных 25 °C. Есть и вопрос размера: снять 12 МВт нагревом воздуха на 10 °C — это 3,6 млн м³/ч воздуха, в 11 раз больше, чем у поставленной градирни.

Расчётные затраты на электроэнергию и воду (оценка, без обслуживания): вентиляторы 9,9 млн ₽ в год, рабочая насосная группа 134 кВт — 8,0 млн ₽ (вторая группа в резерве), подпитка и водоотведение 148 800 м³ — 7,4 млн ₽; всего около 25,4 млн ₽ в год. За год узел отводит около 72 млн кВт·ч тепла, то есть сброс одного киловатт-часа стоит около 0,35 ₽, или 408 ₽ за гигакалорию. По этой цифре удобно сравнивать любые предложения на ту же нагрузку.

> *Расчёт модельный: электроэнергия 7,5 ₽/кВт·ч, вода с водоотведением 50 ₽/м³, 8 000 часов в году; вентиляторы — с загрузкой 0,75, рабочая насосная группа — 134 кВт все 8 000 часов. Норильский район работает в изолированной энергосистеме, местные тарифы другие. Под ваш объект пересчитаем по вашим тарифам и режиму.*

Как реализовали: логистика как часть проекта

Градирню разбили на транспортные блоки: у каждой секции нижний и верхний блок, обшивка листами ОСП, самый тяжёлый блок — 3 245 кг брутто. Лестницы, ограждения, крепёж и документацию уложили в деревянные ящики. Упаковка и маркировка — по ГОСТ 15846-2002 для продукции, которую отправляют в районы Крайнего Севера. Блоки получили верхнюю обрешётку, чтобы их можно было разгружать без траверсы.

25 сентября 2023 года 22 грузовых места — градирня, бассейны, насосные группы, щиты — ушли одной отгрузкой в Архангельск, оттуда морем до Дудинки и дальше на площадку. 28 сентября 2023 года поставка закрыта.

На градирни и насосные группы оформлены декларации соответствия ТР ТС, паспорта на щиты, резервуары и градирни переданы в комплекте.



Блоки градирни NCT на площадке завода перед отгрузкой



Готовые блоки градирен NCT на складской площадке завода

Результат

1. Один поставщик на весь узел: градирня, бассейны, насосные группы, щиты и программирование. Туда, где груз приходит раз в год, некомплект означает задержку не на неделю, а на сезон.

2. Защита от замерзания заложена в конструкцию: при остановке вода самотёком сливается из поддона, двигатели стоят в сухом отсеке, частотное регулирование держит температуру воды на выходе.

3. Двигатели и точки смазки доступны снизу, через люк и выносные маслопроводы; к водораспределению и каплеуловителям ведут верхние площадки с лестницей и ограждением.

4. Требование об отечественном оборудовании выполнено без потери комплектации: градирня, насосные группы и щиты — собственное производство.

Статус проекта на ноябрь 2026 года

Комплект изготовлен и поставлен в сентябре 2023 года.

Что это значит для похожего объекта

1. В холодном климате решает схема слива, а не «морозостойкая версия». Спрашивайте поставщика, куда уходит вода из поддона при остановке и что будет с оросителем на 30 % нагрузки в минус сорок.

2. Выносите частотные преобразователи в тепло. С синус-фильтрами их можно поставить в 200 метрах от двигателей — об этой опции обычно вспоминают уже после монтажа.

3. Считайте логистику частью технического решения. Масса и габарит блока, разгрузка без траверсы, упаковка по ГОСТ 15846 на северных объектах определяют конструкцию не меньше, чем тепловой расчёт.

4. Закладывайте ЗИП на весь межнавигационный период. Всё, что может понадобиться за год, должно приехать этой навигацией.

О компании

«Энергия холода» — производитель промышленного холодильного оборудования NCT: градирен, драйкулеров, чиллеров, насосных групп и щитов автоматики, а также эксклюзивный представитель абсорбционных машин Thermax в России и СНГ. Завод находится в Ленинградской области, сервисная служба выезжает на объекты, включая Крайний Север. Наше оборудование работает на металлургических и цементных заводах, химических производствах, пищевых комбинатах, в дата-центрах и на многих других объектах.

Получить подбор градирни для северной площадки. Пришлите расход воды, температуры и климат площадки — подберём градирню, насосы и автоматику и рассчитаем блоки под вашу логистику.