

## Обогрев грунта под холодильными камерами

При проектировании, строительстве и эксплуатации низкотемпературных холодильных камер (ХК) необходимо учитывать одну специфическую особенность (в отличие от обычных складских терминалов) – промерзание грунта. Вода, превратившись при замерзании в лёд, занимает больший объём, что приводит к вспучиванию (“frost heave”) грунта. В результате возможны повреждения фундамента и перекос всей многотонной конструкции здания камеры. Рекомендации относительно При устройстве полов в условиях промерзаемого пучинистого грунта СНиП 2.03.13-88 рекомендует:

- ✓ понижение уровня грунтовых вод ниже глубины промерзания основания не менее чем на 0,8 м;
- ✓ прокладку по основанию теплоизоляционного слоя расчётной толщины из неорганических влагостойких материалов со средней плотностью не более 1,2 т/м<sup>3</sup>;
- ✓ замену пучинистого грунта при засыпке котлованов в зоне промерзания основания практически непучинистым грунтом.

Для обеспечения устойчивости строительных конструкций ХК эти меры оказываются недостаточными. Чтобы избежать пучения грунта, его температура должна быть не ниже 2...3 °С. В зависимости от площади камеры для этого применяется обогрев: либо электрический, либо воздушный (вентилируемое подполье), либо незамерзающей жидкостью, циркулирующей по встроенным в пол трубам. Наибольшее распространение получила кабельная система обогрева (КСО), отличающаяся минимальными эксплуатационными расходами. Высокая надежность работы маломощного нагревательного кабеля в бетоне достигается установкой дублирующей системы: предусматривается автоматическое включение резервных нагревательных секций при отказе основных.

Монтаж КСО компании DEVI несложен: нагревательный кабель крепится на специальной монтажной ленте Devifast™ или пластиковыми стяжными хомутами на стальной армирующей решётке. Система управляется электронным терморегулятором Devireg™330. Терморезистивный датчик позволяет поддерживать температуру грунта с точностью 0,4°С.

Особенно важен обогрев опорных колонн, являющихся мостиками холода. В этом случае удельная мощность прогрева должна быть 100...150 Вт/м<sup>2</sup>. Нагревательный кабель DTIE-17 крепится непосредственно к колонне от уровня фундамента до высоты

1...1,5 м от пола в камере, оштукатуривается или проклеивается алюминиевым скотчем и покрывается теплоизоляцией.

Расчёт КСО сводится к определению величины теплового потока от нагревательного кабеля, которая требуется для поддержания температуры грунта у основания фундамента на уровне +2...+3°C. Параметры для расчёта требуемой мощности обогрева: температура холодильной камеры, её площадь, толщина и теплопроводность материала теплоизоляции пола.

Удельные теплотери через пол ХК:  $Q = \lambda \cdot (T_{\text{осн}} - T_{\text{кам}}) / H$ , где

- $Q$  – удельные теплотери, Вт/м<sup>2</sup>,
- $\lambda$  – коэффициент теплопроводности теплоизоляции, Вт/(м•К),
- $T_{\text{осн}}$  – температура основания камеры, °С,
- $T_{\text{кам}}$  – температура воздуха внутри камеры, °С,
- $H$  – толщина теплоизоляции, м.

Обычно удельные теплотери лежат в пределах 10...25 Вт/м<sup>2</sup>.

Удельная мощность КСО должна превышать удельные теплотери с коэффициентом запаса 1,4, поскольку возможны дополнительные потери, связанные с качеством монтажа, материала, повышенной влажностью, а также с возможным пониженным напряжением сети.

*Пример расчёта КСО.*

Исходные данные: коэффициент теплопроводности пенополистирола при 0 °С  $\lambda = 0,043$  Вт/(м•К);  $(T_{\text{осн}} - T_{\text{кам}}) = 40$  °С,  $H = 0,15$  м. Толщина теплоизоляции  $H$ , как правило, лежит в пределах 100...200 мм и выбирается, исходя из гидрогеологических условий, температуры в камере  $T_{\text{кам}}$  и регламентируемой полезной нагрузки на пол (обычно 2500 кг/м<sup>2</sup>). Удельная установленная мощность КСО составит  $1,4 \cdot 0,043 \cdot 40 / 0,15 = 16$  Вт/м<sup>2</sup>.

\* \* \*

Дистрибьюторы компании DEVI (member of Danfoss Group, Дания) успешно применяют в кабельных системах обогрева грунта ХК надёжные резистивные нагревательные кабели Deviflex™ DTIP-10, DTIE-10, DSOT и DTCE малой мощности (10 Вт/м). Максимальное расстояние между соседними линиями кабеля, при котором не образуются мостики холода и грунт в зоне между витками не промерзает, обычно составляет 35...40 см.

Среди выполненных в 2006–2007 гг. в России проектов систем защиты грунта от промерзания с помощью КСО DEVI:

- *ХК агрохолдинга «Приосколье»* (исполнитель: «Фармина», Москва). Площадь установки  $S = 6830$  м<sup>2</sup>, общая мощность  $N = 132$  кВт.
- *ХК консервного завода «Саранский»* (исполнитель: ООО «Партнер ДЕВИ», Нижний Новгород),  $S = 120$  м<sup>2</sup>,  $N = 4,6$  кВт.
- *Холодильный терминал ЗАО «Нижегородский купец»*, (исполнитель: ООО «Партнер ДЕВИ», Нижний Новгород),  $S = 614$  м<sup>2</sup>,  $N = 30$  кВт.
- *Холодильный склад ЗАО «Шахунский молокозавод»* (исполнитель: ООО «Партнер ДЕВИ», Нижний Новгород),  $S = 505$  м<sup>2</sup>,  $N = 25$  кВт.
- *ХК для хранения мороженого в г. Долгопрудный* (исполнитель: ООО «Простор\_Л», Королев),  $S = 1000$  м<sup>2</sup>,  $N = 25$  кВт.
- *Складской терминал «Технопарк Родники»* (исполнители: ЗАО «Объем», ЗАО «Стройиндустрия ПСК», Москва),  $S = 5000$  м<sup>2</sup>,  $N = 120$  кВт.

В заключение отметим высокую надёжность КСО, основанных на применении кабелей Deviflex™ и терморегуляторов Devireg™ компании DEVI, о чём свидетельствует 13-летний опыт эксплуатации этих систем в холодильных терминалах на территории России и 66-летний опыт работы компании на мировом рынке. Продукция DEVI производится в г. Вайле (Дания) и проходит обязательный жёсткий выходной контроль. Производственное оборудование компании сертифицировано Международной организацией по стандартизации на соответствие стандарту ISO 9001.

**Материал предоставлен ООО «Данфосс»**

**тел. +7 495 792 5757**

**факс +7 495 926 7364**