

УДК 69

DOI 10.21661/r-469224

*И.А. Васенева*

## **ФУНДАМЕНТЫ ПОД ЗДАНИЯ ХОЛОДИЛЬНИКИ**

**Аннотация:** в данной статье рассмотрены проблемы устройства фундаментов под здания холодильники. Проанализированы основные, традиционные методы их устройства, выделены положительные и отрицательные стороны каждого из способов. Автором выделены основные способы их совершенствования.

**Ключевые слова:** фундаменты, электропрогрев, проветриваемое подполье, строительство в сложных условиях.

*I.A. Vaseneva*

## **FOOTING FOR REFRIGERATED BUILDINGS**

**Abstract:** problems of foundations for refrigerated building are considered in this article. Basic and traditional methods of their arrangement are analyzed, positive and negative aspects of each of the ways are highlighted. The author outlines the main ways to improve them.

**Ключевые слова:** foundations, electric heating, ventilated underground, construction in difficult conditions.

Фундамент – одна из важнейших частей здания, передающая нагрузку от надземной его части нижележащим слоям грунта. Слои грунта, находящиеся в напряженном состоянии под действием нагрузки от фундамента, называют основанием.

Основания и фундаменты холодильников проектируются по данным полевых инженерно-геологических изысканий и лабораторных исследований грунтов. При изучении физических свойств грунтов особое внимание уделяют, вызывающему их морозное пучение, промерзанию грунтов в основании фундаментов холодильника. Расчетную глубину промерзания основания здания

холодильников с отрицательной температурой принимают равной 1/3 ширины здания охлаждаемого склада при ширине 30 м или 10 м – при ширине более 30 м.

Массивные обычные промышленные здания, в которых температура внутри помещений выше 0, строятся таким образом, чтобы подошва фундамента лежала ниже глубины промерзания грунта (при умеренной ее величине), если грунт в пункте строительства является влажным (мокрый песок, плыун, суглинистые и глинистые грунты и т. п.). Это вызвано тем, что при замерзании слоев грунта, содержащих влагу, происходит выпучивание грунта, вызываемое расширением воды при ее отвердевании примерно на 8–9%. При увеличении в объеме воды в грунте возникает напряжение, иногда превосходящее 10 МПа, в то время как нагрузка от веса здания, передаваемая на грунт через подошву фундамента, обычно не превышает 1 МПа. Таким образом, усилий, которые возникают при замерзании грунта, достаточно для того, чтобы «поднять» любое сооружение.

Образование льда начинается в раковинах и щелях в грунте, где влага находится под относительно меньшим давлением и, поэтому имеет более высокую температуру замерзания. Так как давление насыщенного пара над поверхностью льда ниже, чем над водой, то это способствует притоку водяного пара и его конденсации на поверхности льда. В связи с неравномерностью образования льда в грунте, подъем здания происходит либо в отдельных местах, либо весьма неравномерно, из-за чего он влечет за собой появление трещин в несущих конструкциях здания: фундаментах, стенах, перекрытиях, нарушающих прочность конструкции.

В холодильных сооружениях это явление усиливается. Во-первых, из-за наличия помещений с температурой намного меньше 0, расположенных на грунте; грунт может промерзать не только под фундаментом по периметру здания, как это имеет место в обычных отапливаемых зданиях, но и под зданием. Во-вторых, если под фундаментом обычных зданий грунт в теплое время года оттаивает, то под холодильными сооружениями все время царит «вечная мерзлота», вследствие чего нулевая изотерма постепенно опускается все ниже и ниже, свидетельствуя о промерзании более глубоких слоев грунта. Из опытных

данных известно, что в первые годы эксплуатации после постройки нулевая изотерма под холодильником за год опускается на 1 м. Продвижение нулевой изотермы со временем прекращается при достижении равновесного состояния, характеризуемого, равенством между количеством тепла, отводимым от грунта на изотермической поверхности и теплопритоком к ней от окружающих слоев грунта. Промерзание влажного грунта под низкотемпературными помещениями на некоторых отечественных и зарубежных холодильниках привело к выпучиванию полов в нижних этажах, к появлению трещин в стенах, колонах, междуэтажных перекрытиях. Несомненно, что это явление следует учитывать при выполнении планировок и предупреждать его вредные последствия. Надо иметь в виду, что из-за очень малой величины теплового потока, идущего от нижних слоев грунта, практически невозможно защитить от промерзания грунта устройством даже мощного слоя тепловой изоляции. В связи с этим приходиться применять иные меры.

Существует несколько уже традиционных технологий устройства фундаментов под здания холодильники:

1. Устройство проветриваемого или вентилируемого подполья.
2. Искусственный прогрев основания фундамента под морозильной камерой.
3. Устройство под холодильником отапливаемого подвала.

Устройство проветриваемого или вентилируемого подполья

Данный тип применяется в основном в южных районах, где среднегодовая температура наружного воздуха не ниже 1,7°C. В остальных регионах на стадии проектирования необходимо произвести теплотехнический расчет подполья и тем самым доказать его эффективность. Подполье проектируется высотой не менее 0,6 м, в теплых регионах подполье проектируется открытым при среднегодовой температуре выше 4°C, при температуре ниже 4°C, оно делается закрытым со сквозными продухами (в здании должен быть хотя бы один сквозной продух). Плита перекрытия над подпольем требует использования бетона высокого класса по морозостойкости не менее F 300 и влагонепроницаемости не ниже

W 6. Здания с данным вариантом фундамента имеют низкую несущую способность по сравнению с другими вариантами фундамента, высокую стоимость на стадии производства и большие трудозатраты, но не требующие дополнительных вложений для дальнейшей эксплуатации зданий холодильников.

Плитный фундамент с электропрогревом грунтов основания.

Электрический прогрев основания происходит с использованием электрического кабельного обогрева.

Пирог фундамента состоит из песчано-гравийной подготовки, уложенной на утрамбованный грунт, на нее укладывается геотекстиль, по которому прокладываются греющие кабели, затем утеплитель и только потом несущая железобетонная плита.

Суть этой технологии состоит в том, что тепло от греющих проводов распространяется в основном в тело грунта, а не выходит наружу из-за слоя утеплителя, тем самым основание постоянно находится при положительных температурах и не происходит морозного пучения.

Данная технология не очень надежна и во избежание дополнительных затрат по замене кабеля, параллельно основному кабелю укладывают резервный, также кабель укладывают секциями под каждой морозильной камерной, для еще большей надежности. Электрическая мощность прогрева определяется теплотехническим расчетом и примерно составляет  $30\text{--}35 \text{ Вт}/\text{м}^2$ . Кабель укладывается под всеми помещениями с отрицательными температурами, а также в примыкающих к ним коридорам, вестибюлях.

К греющему кабелю предъявляют повышенные требования:

1. Применяют резистивные кабеля, то есть постоянного сопротивления в полимерной изоляции

2. Погонная мощность составляет  $4\text{--}7 \text{ Вт}/\text{м}$ , хотя иногда применяют кабели с большей погонной мощностью

3. К изоляции предъявляют повышенные требования, она должна быть стойкой к механическим повреждениям, поэтому применяют несколько слоев изоляции.

Данный метод является дорогим на стадии эксплуатации из-за больших трат на электроэнергию, а также он является не надежным из-за невозможности контролировать качество кабелей на строительной площадке.

Плитный фундамент с жидкостным обогревом грунта основания.

Металлические секции укладываются секциями, они подключены к коллекторам подачи/возврата. Технологичнее и экономичнее греть жидкость теплотой конденсации холодильной установки. Температура плиты под холодильником должна быть примерно от 1°C до 3°C. Температуру и количество жидкости определяют с помощью теплотехнического расчета. В данном методе обогрева предъявляют высокие требования к антакоррозийной защите труб и плотности их соединения.

Предъявляются требования и к жидкости, она должна иметь удельную теплоемкость 2.0–4.0 кДж/кг·°C, низкую вязкость, не вызывать коррозию. Обычно применяют этиленгликоль (двуухатомный спирт с маслянистой структурой).

Устройство под холодильником отапливаемого подвала.

Данный вариант используется при строительстве многоэтажных холодильников, когда под холодильником, располагающимся на первом этаже, устраивают отапливаемый подвал. Данный вид холодильников имеет ограничение по массе груза, находящего в камере и повышенные требования к морозостойкости перекрытия над подвалом. Данный вид защиты основания от пучения является надежным, но из-за большей стоимости и трудоемкости сейчас не применяется.

Вывод:

Из всего сказанного можно сделать вывод, что ни один из вариантов традиционно применяемых фундаментов не является универсальным. Сейчас наибольшей популярностью пользуются здания с электропрогревом основания, но из-за больших затрат на стадии эксплуатации (траты на электричество) они не удовлетворяют арендаторов складских помещений. Наиболее перспективным, я считаю, является вариант улучшения варианта с проветриваемым подпольем,

как имеющего наименьшие затраты на стадии эксплуатации и относительно невысокие на стадии строительства.

### ***Список литературы***

1. СП 109.13330.2012 Холодильники. Актуализированная редакция СНиП 2.11.02–87.
2. Курялев Е.С. Холодильные установки, 3-е изд., перераб. и доп. / Е.С. Курялев, Н.А. Герасимов – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1980. – 622 с.
3. Быков А.В. Проектирование холодильных сооружений. – М.: Пищевая промышленность, 1978. – 256 с.

### ***References***

1. SP 109.13330.2012 Kholodil'niki. Aktualizirovannaia redaktsiiia SNiP 2.11.02-87.
2. Kurylev, E. S., & Gerasimov, N. A. Kholodil'nye ustanovki, 3-e izd., pererab. i dop.
3. Bykov, A. V. (1978). Proektirovanie kholodil'nykh sooruzhenii., 256. M.: Pishchevaia promyshlennost'.

---

**Васенева Ирина Александровна** – бакалавр техн. наук, магистрант ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет», Россия, Санкт-Петербург.

**Vaseneva Irina Aleksandrovna** – bachelor of Engineering Science, graduate of Saint-Petersburg state university of architecture and civil engineering, Russia, Saint-Petersburg.

---