

## Влияние утепления грунта на глубину его промерзания

Одним из путей снижения вредного влияния на здание морозного пучения грунта является уменьшение глубины его промерзания. Это может быть достигнуто с помощью утеплённых отмосток. К утеплителям предъявляются следующие требования: они должны обладать высокой прочностью и низкими показателями теплопроводности и водопоглощения.

Из новых теплоизоляционных материалов этим требованиям в наибольшей мере соответствует экструзионный пенополистирол; из более доступных традиционных (керамзитовый щебень). Теплопроводность последнего 0,23 Вт/м · град примерно в 6 раз больше, чем у экструзионного пенополистирола (0,035 Вт/м·град.)

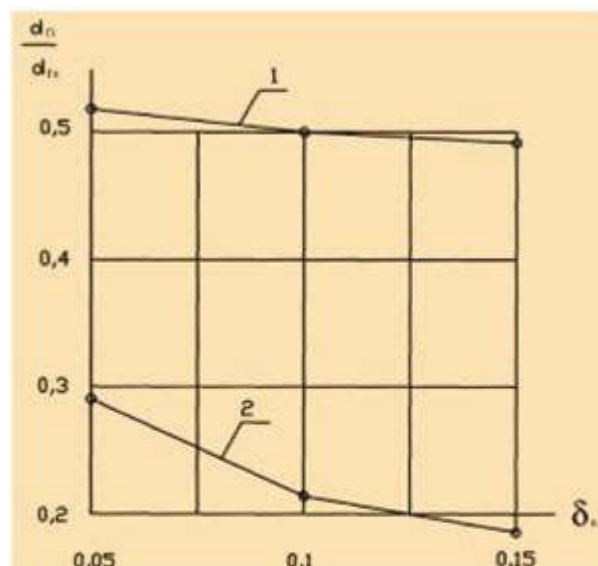


Рис. 1. Графики зависимости относительной глубины промерзания грунта основания отапливаемого здания от толщины слоя пенополистирола при ширине отмостки: 0,5 м — 1; 1,0 м — 2

Исследование влияния толщины и ширины слоя утеплителя на глубину промерзания грунта было выполнено численным моделированием по программе, разработанной на кафедре криологии МГУ (проф. Л.Н. Хрусталева и др.). Достоинством программы является учёт фазовых переходов грунта. Программа реализуется методом конечных элементов.

Применительно к предмету исследования рассмотрена осесимметричная задача. При этом приняты следующие исходные данные. Расстояние между осями ленточных фундаментов здания — 12 м, ширина фундаментов — 0,6 м, глубина заложения — 0,3 м, толщина песчаной подушки — 0,5 м, ширина — 0,7 м. Конструкция пола — по утеплённому цокольному перекрытию (высота цоколя 0,6 м) и по грунту. Окружающий фундаменты грунт — суглинок мягкопластичной консистенции с влажностью 0,23. Температура воздуха в помещении принята 00С (условно неотапливаемое здание) и 180С (отапливаемое здание), средняя температура воздуха за зимний период равна -70С, нормативная глубина промерзания грунта — 1,5 м. Ширина слоя утеплителя (отмостки) — 0,5 ; 1 ; 1,5 м, толщина — 5, 10 и 15 см (экструзионный) и 15, 30, 45 см (керамзитовый шлак).

При численном решении задачи (рассмотрено 40 вариантов) получены температурные поля, выраженные изотермами. За глубину промерзания грунта принято расстояние от поверхности до точки пересечения изотермы с нулевой температурой с вертикалью, проходящей через внешнюю грань фундамента.

Полученные данные обобщены в виде графиков зависимости относительной глубины промерзания грунта  $d_{fi} / d_{fn}$  (где  $d_{fi}$ ,  $d_{fn}$  — соответственно глубина промерзания утепленного грунта и нормативная глубина промерзания) от толщины слоя утеплителя.

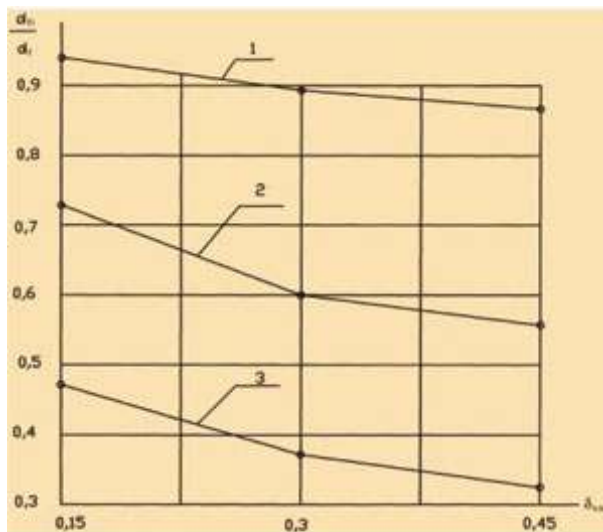


Рис. 2. Графики зависимости относительной глубины промерзания грунта основания от толщины слоя керамзитового щебня при ширине откоса: 0,5 м — 1; 1,0 м — 2; 1,5 м — 3.

В качестве примера на рис. 1 представлены данные по глубине промерзания грунта, утепленного экструзионным пенополистиролом, под фундаментами здания с цокольным перекрытием.

Анализ полученных данных свидетельствует о существенном влиянии утепления грунта на глубину его промерзания, увеличивающегося по мере роста толщины и ширины слоя утеплителя.

На рис. 2 приведены графики зависимости относительной глубины промерзания грунта, утепленного керамзитовым гравием, от толщины его слоя при разной ширине. Графики построены по результатам эксперимента, проведенного в зимний период 2001–2002 гг. на площадке в Рузском районе Московской области.

Под каждой из отмонок шириной 0,5; 1; 1,5 м толщина слоёв утеплителя была принята равной 15, 30, 45 см. Под тремя контрольными отмоками утеплитель отсутствовал. Таким образом, было подготовлено 12 фрагментов отмонок, которые были сгруппированы в единую систему.

Каждый из фрагментов был оборудован скважиной для измерения глубин промерзания грунта мерзлотомером Ратомского и глубинными марками, установленными с интервалом 30 см, для контроля глубины промерзания и исследования послойных деформаций пучения грунта. Перемещения марок измерялись нивелированием относительно неподвижного репера.

Установлено, что глубина промерзания грунта на экспериментальной площадке в зимний период 2001–2002 гг. была равна 148 см. На утепленных участках она составляла 0,5–1,42 м (в зависимости от толщины и ширины слоя утеплителя).

Результаты выполненных исследований свидетельствуют о возможности значительного уменьшения глубины промерзания грунта путём применения утепленных отмонок.

### **Литература:**

Хрусталева Л. Н., Емельянов Н. В., Пустовойт Г. П., Яковлев С. В.  
 Программа расчета теплового взаимодействия инженерных сооружений с вечномерзлыми грунтами «ТЕПЛО».  
 Свидетельство № 940281, росАПО, 1994.

М.Б. Кассахун