

$$+ \frac{h_2^3}{2h^3} \left\{ \frac{h_2}{48} h_2^2 [q_3 - q_1 + 2(q_n - q_2)] + F_1 + F_2 \right\}.$$

Выражения для вычисления значений окончательной эпюры изгибающих моментов получим согласно зависимости

$$M_i = \overline{M}_i^{(0)} \cdot F_x + M_{pi}. \quad (5)$$

Вид эпюры изгибающих моментов для рассматриваемой рамы на левой стойке показан на рис. 2, г.

Заключение. В общем виде получены выражения и зависимости для расчета одноэтажных рам, ригель которых имеет выпуклое криволинейное очертание, на ветровую нагрузку. Для получения зависимостей и выражений использован метод сил.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Нагрузки и воздействия: СНиП 2.01.07–85 / Госстрой СССР. – М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. – 48 с.
2. Борисевич, А.А. Строительная механика: учебное пособие / А.А. Борисевич, Е.М. Сидорович, В.И. Игнатюк. – Мн.: БНТУ, 2009. – 756 с.

УДК 624.139.02

Семенюк О.С.

Научный руководитель: доцент Чернюк В.П., доцент Семенюк С.М.

ЭФФЕКТИВНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ХОЛОДИЛЬНЫХ КАМЕР В ГРУНТЕ

Введение. Охлаждение и замораживание различных материалов, грунтов, продуктов и т.д. используется во многих отраслях народного хозяйства страны, в том числе для разнообразных целей в строительстве.

В строительстве это используется для улучшения разработки грунтов при производстве земляных работ; в мелиорации при отрывке каналов, осушении и обводнении территорий (мёрзлые грунты разрабатываются лучше болотистых и водонасыщенных, на мёрзлых грунтах улучшается проходимость землеройной и другой строительной техники, повышается устойчивость грунтов); в пищевой и перерабатывающей промышленности при строительстве овоще- и клубнехранилищ, холодильных установок для хранения мясных, рыбных и фруктовых изделий, а также других продуктов питания; в нефтяной и газовой промышленности при прокладке магистральных трубопроводов, строительстве линейных и нефтегазовых сооружений, при транспортировании энергоносителей (нефти и газа); в горном деле при проходке стволов шахт в слабых и плавунных грунтах, а также при строительстве жилых зданий и промышленных сооружений.

Основная часть. Согласно строительным нормам сохранение грунтов оснований в мёрзлом состоянии и понижение их температуры, охлаждение и замораживание могут быть обеспечены путём устройства холодных подполий, холодных первых этажей здания, укладки охлаждающих труб, прокладки вентилируемых каналов, установки ветровых, жидкостных и парожидкостных автоматически действующих охлаждающих устройств и т.п.

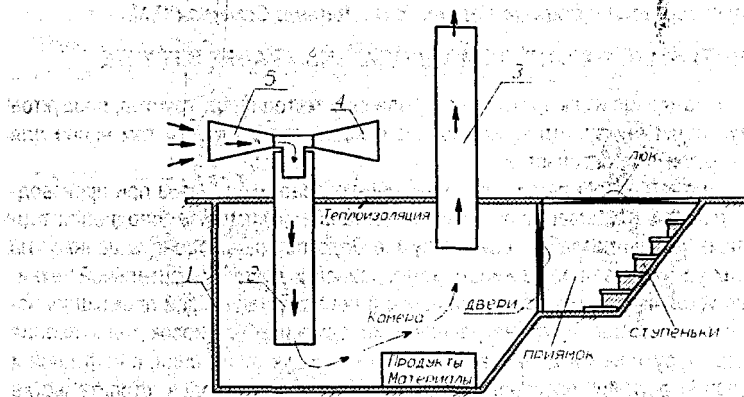
Охлаждающие трубы и каналы (проходные и непроходные) применяются для промышленных зданий и сооружений с повышенными нагрузками на полы, когда устройство

подполий экономически нецелесообразно, а также для прокладки инженерных коммуникаций. В отдельных случаях охлаждающие каналы и трубы применяются в сочетании с вентилируемым подпольем, устраиваемым под частью или под всем первым этажом здания.

Воздушные и охлаждающие автоматически действующие жидкостные и парожидкостные установки применяются как вспомогательные или как основные средства, предназначенные для сохранения заданного температурного режима грунтов основания, для создания мерзлотных завес и т.п.

Основным типом холодного подполья, наиболее оправдавшим себя на практике при строительстве современных зданий и сооружений является подполье с круглогодичной (или сезонной зимней) вентиляцией воздуха. Грунты основания в подпольях этого типа охлаждаются в зимнее время за счёт циркуляции холодного наружного воздуха, который снимает тепло непосредственно с поверхности грунта, не покрытого (не утепленного) снежным покровом. Вследствие того, что в подполье быстрее происходит промерзание оттаявшего за лето слоя грунта, раньше начинается охлаждение грунта через промерзший сезоннооттаивающий слой. Затенение зданием поверхности грунта в подполье уменьшает летний прогрев основания, а вентиляция холодного наружного воздуха с отрицательной температурой в подполье зимой способствует общему понижению температуры.

В этом направлении в БрГТУ на кафедре ТСП разработано несколько конструкций устройств для охлаждения грунта [1;2], а также холодильных камер для замораживания продуктов [3;4], две из которых представлены на рис. 1, 2.



1 – теплоизолированное помещение (камера); 2 – подающая труба; 3 – вытяжная труба;
4 – флюгер; 5 – воздухозаборник

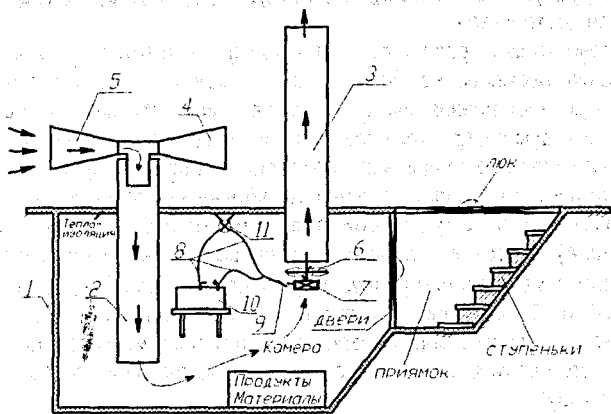
Рисунок 1 – Холодильная камера в грунте без освещения (патент РБ №5073)

Холодильные камеры могут работать только зимой (при наступлении отрицательных температур наружного воздуха) в режиме естественной и принудительной циркуляции воздуха (при снятом и одетом флюгере и воздухозаборнике). Холодный воздух, попадая по подающей трубе в камеру, охлаждает в камере воздух и содержащиеся в нём материалы, продукты, затем через вытяжную трубу вытягивается на поверхность.

В режиме принудительной циркуляции (при одетом на подающую трубу флюгере с воздухозаборником) воздух принудительно попадает в воздухозаборник (при этом флю-

гер всегда настраивает воздухозаборник против ветра), затем – в подающую трубу и камеру, охлаждая её объём, далее в вытяжную трубу и на поверхность. Для лучшей вытяжки и прокачки воздуха низ вытяжной трубы должен быть расположен выше низа подающей трубы (и чем выше, тем лучше), а верх вытяжной трубы – выше верха подающей трубы (и чем выше, тем эффективнее). Холодильная камера работает только зимой, на лето флюгер с воздухозаборником снимаются, а верхние концы обеих труб закрываются (паклей, ватой).

Во второй конструкции холодильной камеры (рис. 2) дополнительно предусмотрено автономное электроосвещение внутреннего помещения. При попадании воздуха в вытяжную трубу последний вращает ветряную вертушку, а та, в свою очередь, электрогенератор, который вырабатывает электрический ток и по электрическому кабелю подаёт его на осветительные приборы (электрические лампочки) через выключатель и (или) – при избытке электрического тока на аккумулятор.



- 1 – теплоизолированное помещение (камера); 2 – подающая труба; 3 – вытяжная труба; 4 – флюгер;
 5 – воздухозаборник; 6 – ветряная вертушка; 7 – электрогенератор; 8 – электрический кабель;
 9 – выключатель; 10 – аккумулятор; 11 – осветительные приборы (лампочки)
 Рисунок 2 – Холодильная камера в грунте без освещения (патент РБ №5073)

Камеры работают в автономном режиме, независимо от внешних энергопоставщиков, наличия ветра (и даже, при его отсутствии, но при наличии тяги). Такие конструкции охлаждающих камер можно отнести к разряду энергосберегающих, что актуально в настоящее время.

Две другие технические разработки охлаждающих устройств, предназначенные для замораживания грунта под отдельностоящие опоры (например, трубопроводов, линий электропередач, газонефтепромысловых сооружений) и массивов грунта под промышленные, гражданские и жилые здания с большими тепловыделениями в основании и в других целях, представлены на рис. 3, 4. Обе конструкции обладают высокой холодопроизводительностью зимой, простотой изготовления, летом они свою работу автоматически прекращают.

Первое устройство содержит частично заглубленную в грунт, заполненную хладонотителем (керосином), закрытую с обоих торцов металлическую трубу радиусом R , внут-

ри которой размещена пластмассовая труба радиусом r (рис. 3). Соотношение $r:R \approx 0,7:1$. Так как $2\pi r^2 = \pi R^2$ или $1 = 0,7^2 + 0,7^2$. Пластмассовая труба установлена внутри металлической трубы ассиметрично с эксцентриситетом $C \approx R-r$, т.е. «стенка к стенке» и соединена с ней заклёпками. В нижней части пластмассовой трубы имеется сквозное отверстие для пропуска хладоносителя из металлической в пластмассовую трубу во время его циркуляции. Площадь сечения отверстия равна площади сечения поперечно сечения пластмассовой трубы, т.е. $F = \pi(R^2 - r^2) \approx 0,5\pi R^2$.

Устройство работает следующим образом. Зимой, при наступлении отрицательных температур холодного наружного воздуха, керосин, охлаждаясь в надземной части металлической трубы, по зазору между металлической и пластмассовой трубами опускается в нижнюю (подземную) часть устройства, охлаждая и замораживая окружающий грунт. Нагреваясь, хладоноситель далее через сквозное отверстие поступает внутрь пластмассовой трубы и, поднимаясь вверх через верхний торец пластмассовой трубы попадает в наружную часть металлической трубы. Далее цикл охлаждения-нагрева хладоносителя повторяется.

Летом установка свою работу автоматически прекращает, превращаясь в однотрубную конструкцию, так как более тёплый и лёгкий хладоноситель остаётся в верхней части устройства до наступления зимы. Установка зимой работает как производительная двухтрубная конструкция, при этом пластмассовая труба препятствует смешиванию потоков нагретого и холодного хладоносителя и теплопередаче между ними.

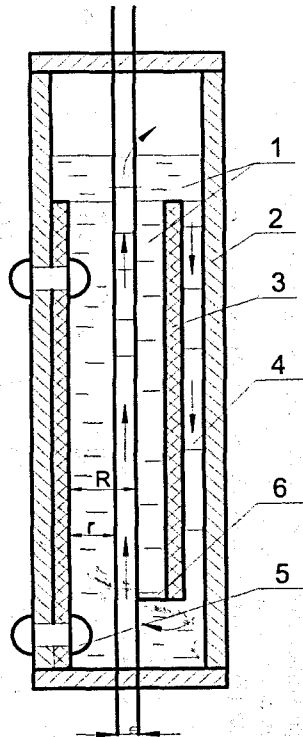
Второе устройство включает частично заглубленную в грунт, заполненную хладоносителем (керосином), закрытую с обоих торцов металлическую трубу с внутренним радиусом R (рис. 4). Внутри металлической трубы размещена пластмассовая труба с открытыми торцами и внутренним радиусом r , при соотношении $R:r \approx 1:0,7$. Верхний торец пластмассовой трубы выполнен раструбным в виде лепестка, а над ним установлено запорное приспособление в виде плавающего зимой пластмассового шарообразного поплавка (тонущего летом клапана), выдавливая его из гнезда и превращая в поплавок в металлической трубе.

Зимой при отрицательных температурах наружного воздуха керосин интенсивно охлаждается в надземной части металлической трубы, опускается вниз, охлаждая и замораживая грунт, нагревается и через нижний торец пластмассовой трубы с определенной скоростью попадает в раструб (лепесток) под низ шарообразного поплавка (клапана), выдавливая его из гнезда и превращая в поплавок в металлической трубе.

Летом при наступлении положительных температур воздуха более нагретый и легкий керосин остается в верхней части металлической трубы, а более холодный и тяжелый – в нижней её части. Циркуляция хладоносителя прекращается, поплавок оседает в раструб (лепесток) за счет более тяжелой оболочки в своё гнездо, превращаясь в клапан, уменьшая (и даже исключая) растопление окружающего грунта.

Обе конструкции просты в изготовлении, автономны, холодопроизводительны и не требуют никаких затрат внешней энергии.

Заключение. В данной статье рассмотрены существующие способы охлаждения и замораживания грунтов, предложены две новые автономные энергосберегающие холодильные камеры в грунте, относящиеся к разряду ресурсосберегающих, позволяющие получить определённый технико-экономический эффект.



1 – хладоноситель (керосин); 2 – металлическая труба; 3 – пластмассовая труба; 4 – зазор; 5 – заклёпки; 6 – сквозное отверстие
 Рисунок 3 – Устройство для замораживания грунта (патент РБ № 5455)

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Устройство для замораживания грунта: патент РФ на полезную модель №5455 / Авт. П.С. Пойта, В.П. Чернюк, С.М. Семенюк, В.А. Тимошук, О.С. Семенюк. М. кл. – E02D 3/00.
2. Устройство для замораживания грунта: патент РФ на полезную модель №5456 / П.С. Пойта, В.П. Чернюк, С.М. Семенюк, С.М. Ивасюк, О.С. Семенюк. М. кл. – E02D 3/00.
3. Холодильная камера: патент РФ на полезную модель №5073 / П.С. Пойта, В.П. Чернюк, С.М. Семенюк, В.Н. Пчёлин, Н.А. Сташевская. М. кл. – E02D 3/00.
4. Холодильная камера: патент РФ на полезную модель №5630 / П.С. Пойта, В.П. Чернюк, С.М. Семенюк, О.С. Семенюк. М. кл. – E02D 29/00.

УДК 681.3: 634.04

Семенюк О.С.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Игнатюк В.И.

СТАТИЧЕСКИЙ РАСЧЁТ БЕСШАРНИРНЫХ АРОК НА ДЕЙСТВИЕ РАДИАЛЬНО НАПРАВЛЕННЫХ РАВНОМЕРНО РАСПРЕДЕЛЕННЫХ НАГРУЗОК

В практике проектирования находят применение длинные цилиндрические оболочки, выполненные из лёгких материалов. Для таких оболочек особую роль играет ветровая нагрузка, действующая в радиальных направлениях [1]. Расчётная схема длинной цилиндрической оболочки может быть сведена к бесшарнирной арке. Поэтому расчёт бесшарнирных арок кругового очертания на действие радиально направленных равномерно распределённых нагрузок актуален и представляет интерес.

Постановка задачи. Рассматривается задача определения усилий в бесшарнирных арках постоянной жёсткости кругового очертания при статическом действии радиально направленных равномерно распределённых нагрузок (рис. 1). Для решения задачи используется метод сил с переносом неизвестных в упругий центр (рис. 2). При определении перемещений наряду с изгибающими моментами учитываются поперечные и продольные силы. Так как рассматриваются круговые арки, для упрощения вычисления интегралов Мора воспользуемся полярной системой координат. За полюс принимается точка в центре окружности (точка О), а в качестве оси, относительно которой будем отсчитывать угол (θ), примем вертикальную ось, направленную от полюса вертикально вверх.

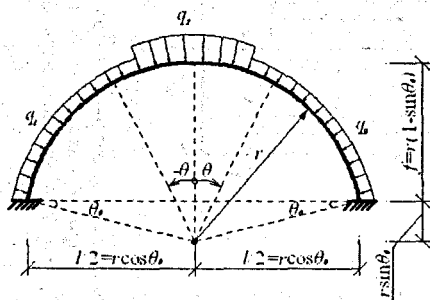


Рисунок 1 – Расчётная схема арки

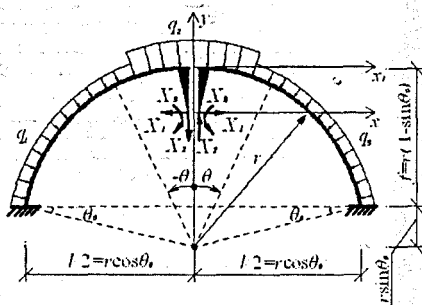


Рисунок 2 – Основная система метода сил