



## Construction of Unique Buildings and Structures



journal homepage: [www.unistroy.spb.ru](http://www.unistroy.spb.ru)



### Утепление цокольного узла зданий с неотапливаемым подвалом

Белоус А.Н.<sup>1</sup>, Оверченко М.В.<sup>2</sup>, Белоус О.Е.<sup>3</sup>

<sup>1-3</sup>Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, 86123, Украина, Донецкая область, Макеевка, ул. Державина, 2.

#### ИНФОРМАЦИЯ О СТАТЬЕ

УДК 697.148

doi: 10.18720/CUBS.50.1

#### ИСТОРИЯ

Подана в редакцию: 05.07.2016

#### КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Цокольный узел;  
утепление;  
теплотехнический расчет;  
температурные поля;  
энергоэффективность;

#### АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрен вопрос утепления цокольной части наружных стен крупноблочного здания с неотапливаемым подвалом. Предложены семь характерных вариантов утепления данного узла. Для рассматриваемых узлов построены температурные поля и определены линейные коэффициенты теплопередачи. Отдельно рассмотрена ситуация локального утепления в зданиях, прошедших термомодернизацию. Приведен сравнительный анализ утепления, выявлены преимущества и недостатки предложенных вариантов.

#### Содержание

|    |                         |    |
|----|-------------------------|----|
| 1. | Введение                | 8  |
| 2. | Обзор литературы        | 8  |
| 3. | Методы                  | 8  |
| 4. | Результаты и обсуждение | 9  |
| 5. | Заключение              | 17 |

Контактный автор:

- <sup>1</sup> \* +380990599566, [us28@ya.ru](mailto:us28@ya.ru) (Белоус Алексей Николаевич, к.т.н., доцент)  
<sup>2</sup> +380990733538, [miro4ka8@mail.ru](mailto:miro4ka8@mail.ru) (Оверченко Мира Викторовна, лаборант)  
<sup>3</sup> +380990222175, [olga.belaus@yandex.ua](mailto:olga.belaus@yandex.ua) (Белоус Ольга Евгеньевна, ассистент)

## 1. Введение

Эксплуатируемые здания постройки 70-80-х гг. XX века возводились в период, когда заниженные нормативы сопротивления теплопередаче сочетались с ускоренными темпами строительства, что явилось следствием низких теплотехнических свойств ограждающих конструкций.

Особое внимание в последнее время уделяется повышению теплотехнических свойств наружных ограждающих конструкций. В строительных конструкциях практически отсутствуют однородные по температурному полю конструктивные элементы. Наружные стены не являются исключением из этого правила. Основное влияние на приведенное сопротивление теплопередаче стены оказывают следующие элементы: покрытие, перекрытие, оконные блоки и грунтовый массив. Таким образом, цокольный узел является одним из мостиков холода. Дополнительное негативное воздействие на конструкции полов первых этажей оказывают атмосферная влага, талые и грунтовые воды. Для неотапливаемых подвалов с высокой влажностью отмечено влияние конденсации влаги на температурное поле массива грунта, которое может повлиять на распределение температурного поля стенового ограждения.

Цель: определение оптимального местоположения утеплителя в цокольном узле здания с неотапливаемым подвалом при термомодернизации. Для выполнения поставленной цели были определены следующие задачи:

Определить степень влияния расположения и геометрических параметров утеплителя на теплотеперь цокольной части наружных ограждающих конструкций здания.

Установить взаимосвязь между изменением температурного режима цокольной части наружных ограждающих конструкций и различного расположения и геометрии утеплителя.

## 2. Обзор литературы

В ходе проверки актуальности поставленной задачи в данной статье был произведен анализ современной отечественной и зарубежной литературы. В ходе изучения литературы была произведена систематизация изданий по нескольким критериям.

Нормативные требования строительной теплофизики к ограждающим конструкциям [1–4] нормируют толщину и наличие утеплителя в цокольной части без учета теплотехнических характеристик наружных ограждающих конструкций, наличие теплового потока от расположенных в подвальном помещении отопительных сетей и приборов, местоположения и характеристики утеплителя относительно цокольной части стены.

Основу численного моделирования температурных полей заложил в своих трудах Фокин К.Ф., Богословский В.Н. [5,12], уточненные модели и граничные условия для наружных ограждающих конструкций развили в своих трудах Крайнов Д.С., Малявина Е.Г., Дмитриев А.Н., Гагарин В.Г., [6 - 8,10,11,13], однако, данные работы не учитывают специфику теплообмена строительных конструкций с большими массивами грунта.

На основании типовых решений утепленных и неутепленных цокольных узлов крупноблочных зданий, разработанных Шерешевским И.А., Малявиной Е.Г., Маклаковой Т.Г., Колесниковым Е.А. [18-23], был произведен анализ предложенных методов утепления цокольной части наружной стены и приняты конструктивные решения по возможному расположению утеплителя в узле.

Методики расчета теплотеперь через цокольную часть наружных ограждающих конструкций базируются на трудах Малявиной Е.Г., Гагарина В.Г., Козлова В.В., Маршала А.Р., Дориона М.В. [5,7,8,12,14-17,19], с учетом конкретных значений линейных коэффициентов теплопередачи, температурного режима неотапливаемого подвального помещения и работы грунтового массива.

Выполненный анализ проведенных ранее научных работ позволил уточнить основную цель исследования, произвести расчеты и анализ полученных данных, представленных ниже в данной статье.

## 3. Методы

В качестве базового варианта рассмотрим цокольный узел крупноблочного здания, представленного на рисунке 1. Крупноблочное здание находится в городе Донецке, теплотехнические характеристики и геометрические параметры несущих и ограждающих конструкций приняты согласно результатов натурного обследования [23]. В качестве температуры наружного воздуха примем  $t_n = -22^\circ\text{C}$ , температуру в помещении первого этажа  $t_b = +20^\circ\text{C}$ , температуру в неотапливаемом подвале примем на основании расчетов, изложенных в работе [23], равную  $t_n = +6^\circ\text{C}$ .

Для выполнения поставленных задач будем использовать аналитический метод, а именно метод конечных элементов. Данный тип теплофизических задач решается с помощью моделирования двумерного стационарного температурного поля цокольного узла в программном комплексе Therm 7.2. В качестве исходных данных для расчета температурного поля примем температуру наружного и внутреннего воздуха, коэффициент теплообмена между поверхностями ограждающих конструкций и воздухом. Процесс моделирования массива грунта с граничными условиями примем на основании работы [23].

В качестве количественного фактора оценки теплопотерь через мостик холода предлагается использовать линейный коэффициент теплопередачи  $k$ , Вт/м·К. Согласно [1], линейный коэффициент теплопередачи – это коэффициент теплопередачи термически неоднородной ограждающей конструкции, учитывающий количество теплоты, которое передается через теплопроводное включение при разности температур сред, которые разделяет конструкция, в 1 К, приведенная к 1 м длины теплопроводного включения конструкций. С помощью программного комплекса Therm 7.2 линейный коэффициент теплопередачи определяется как разница между общим количеством тепла проходящего через узел и части тепла проходящего через термически однородную часть конструкции.

#### 4. Результаты и обсуждение

В результате моделирования двумерного температурного поля базового узла, рисунок 1, установлено, что минимальная температура (данные представлены в таблице 1) в месте сопряжения наружной стены и подвального перекрытия составила 9,8 °С. Данная температура не удовлетворяет нормативным требованиям Украины [1] и РФ [26], в которых сказано, что минимально допустимая температура на поверхности несветопрозрачной ограждающей конструкции должна быть выше точки росы. Для жилого помещения с относительной влажностью 55% и температурой +20°С, температура на поверхности, согласно [25], равна 10,7 °С, что выше полученного значения в 9,8 °С. Таким образом, в данной точке в холодный период года при температуре наружного воздуха  $t_n = -22^\circ\text{C}$  произойдет выпадение конденсата и, как следствие, появление плесневых грибов на внутренней поверхности стены первого этажа.

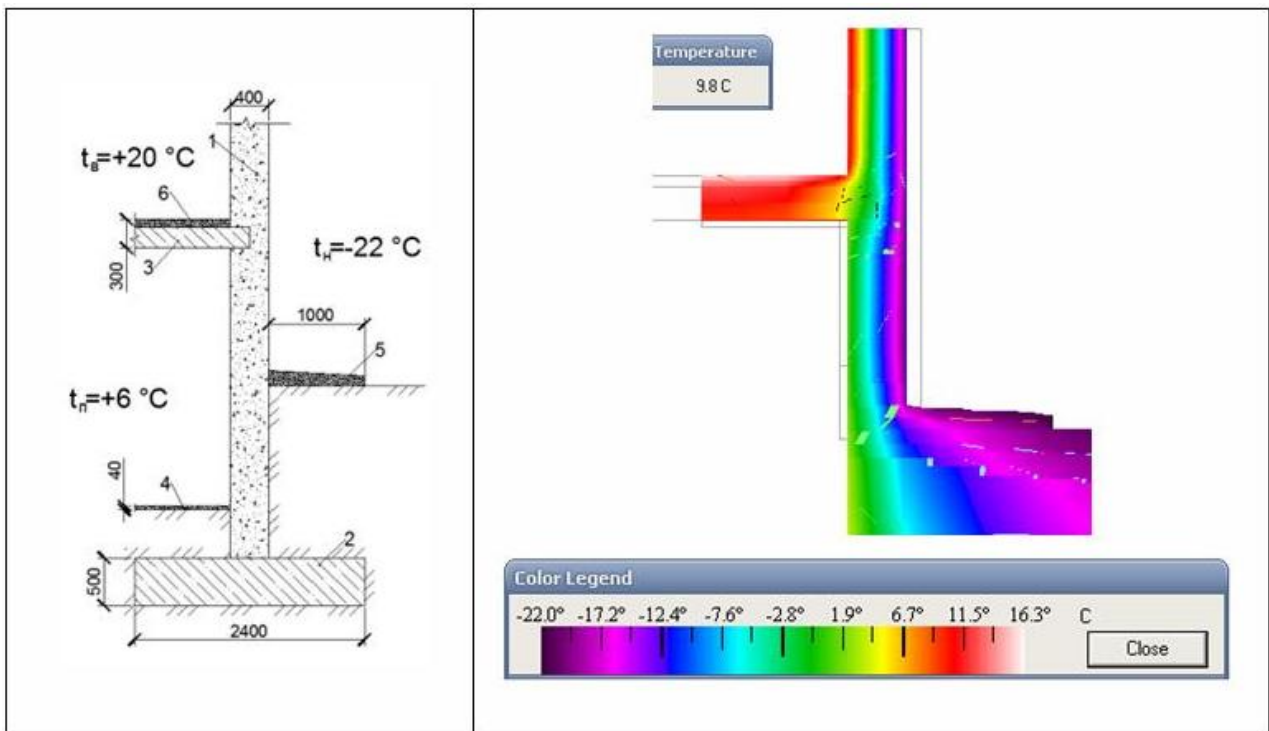


Рисунок 1. Базовый цокольный узел крупноблочного здания

Таблица 1. Значения минимальных температур и линейных коэффициентов теплопередачи цокольного узла.

| № п/п рисунка | $t_{\min}, ^\circ\text{C}$ | $k, \text{Вт/м}\cdot\text{К}$ | Эффект по сравнению с базовым вариантом, % |
|---------------|----------------------------|-------------------------------|--|
| 1             | 9,8                        | 3,465                         | –  |
| 2             | 9,5                        | 2,985                         | 13,96                                      |
| 3             | 9,5                        | 2,710                         | 21,8                                       |
| 4             | 10,1                       | 3,291                         | 4,99                                       |
| 5             | 9,8                        | 3,249                         | 6,23                                       |
| 6             | 9,7                        | 3,340                         | 3,58                                       |
| 7             | 10,2                       | 3,484                         | -0,57                                      |
| 8             | 15,0                       | 2,071                         | 40,2                                       |
| 9             | 16,0                       | 2,091                         | 39,6                                       |
| 10            | 15,7                       | 2,041                         | 41,1                                       |
| 11            | 15,1                       | 2,376                         | 31,4                                       |
| 12            | 15,1                       | 1,651                         | 52,3                                       |
| 13            | 16,0                       | 1,999                         | 42,3                                       |
| 14            | 16,2                       | 2,127                         | 38,6                                       |

Во избежание данной ситуации возможно произвести локальное утепление данного узла. На рисунках 2–7 представлены различные варианты утепления. На рисунке 2 приведен вариант вертикального утепления цокольной части наружной стены утеплителем (экструдированным пенополистиролом с  $\lambda_6 = 0,042 \text{Вт/(м}\cdot\text{К)}$ ) толщиной 50 мм на высоту 1000 мм. На рисунке 3 предложен вариант утепления, аналогичный представленному на рисунке 2, отличающийся высотой утепления от 1000 мм до 1500 мм, увеличенной для полного перекрытия неутепленной части цокольного фрагмента наружной стены.

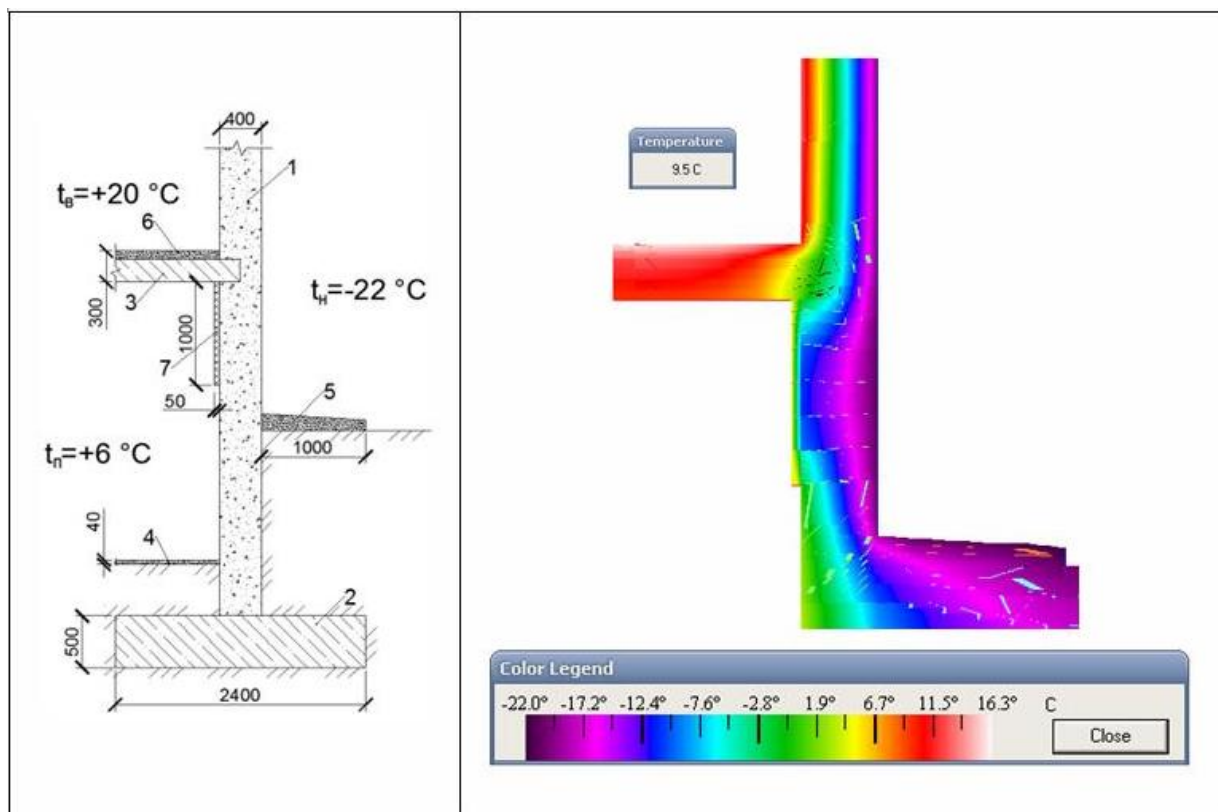


Рисунок 2. Вариант вертикального утепления цокольной части наружной стены утеплителем толщиной 50 мм на высоту 1000 мм

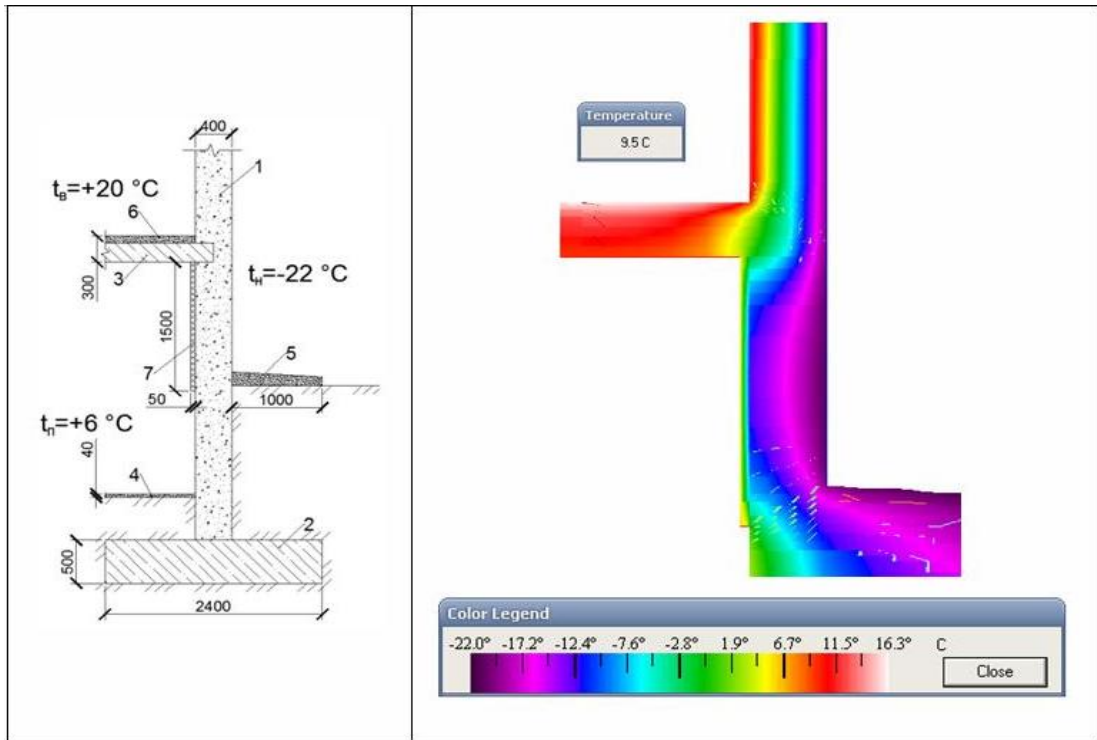


Рисунок 3. Вариант вертикального утепления цокольной части наружной стены утеплителем толщиной 100 мм на высоту 1000 мм

Согласно рисунку 4, утепление предполагается выполнить по рекомендациям [1,2,8,19] вертикально с наружной стороны стены на глубину 1000 мм толщиной 50 мм; в расчетной схеме, представленной на рисунке 5, толщина утеплителя увеличена с 50 мм до 100 мм. На рисунке 6 утеплитель в расчетной схеме расположен горизонтально под отсыпкой, толщиной 50 мм. Также, предлагается рассмотреть вариант утепления цокольного перекрытия горизонтально расположенным слоем теплоизоляции на нижней стороне перекрытия, толщиной 50 мм, согласно рисунку 7.

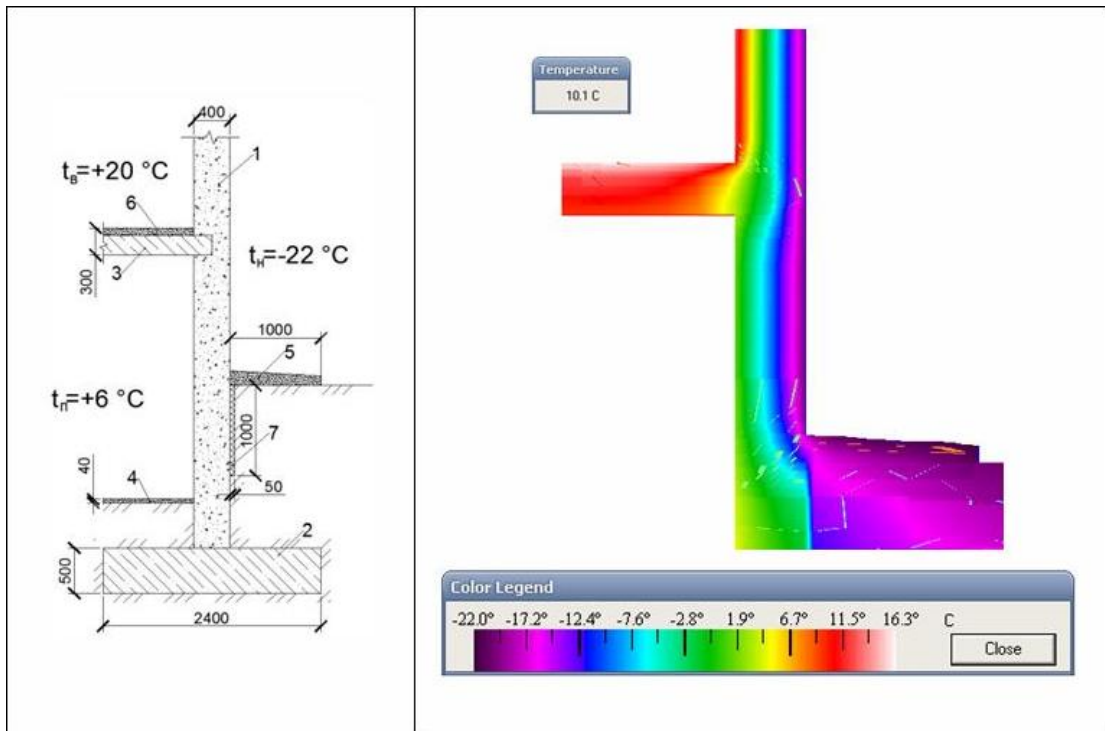


Рисунок 4. Вариант вертикального утепления с наружной части стены утеплителем толщиной 50 мм на глубину 1000 мм



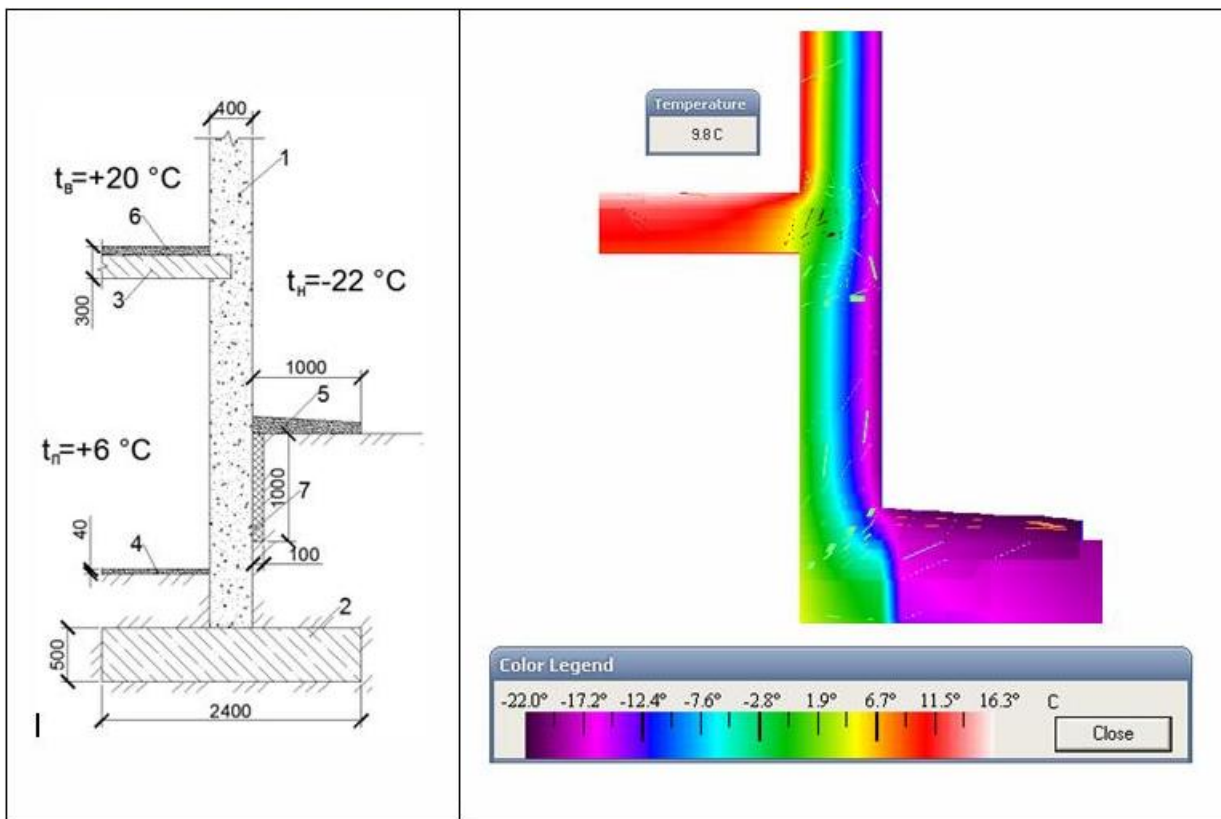


Рисунок 5. Вариант вертикального утепления с наружной части стены утеплителем толщиной 100 мм на глубину 1000 мм

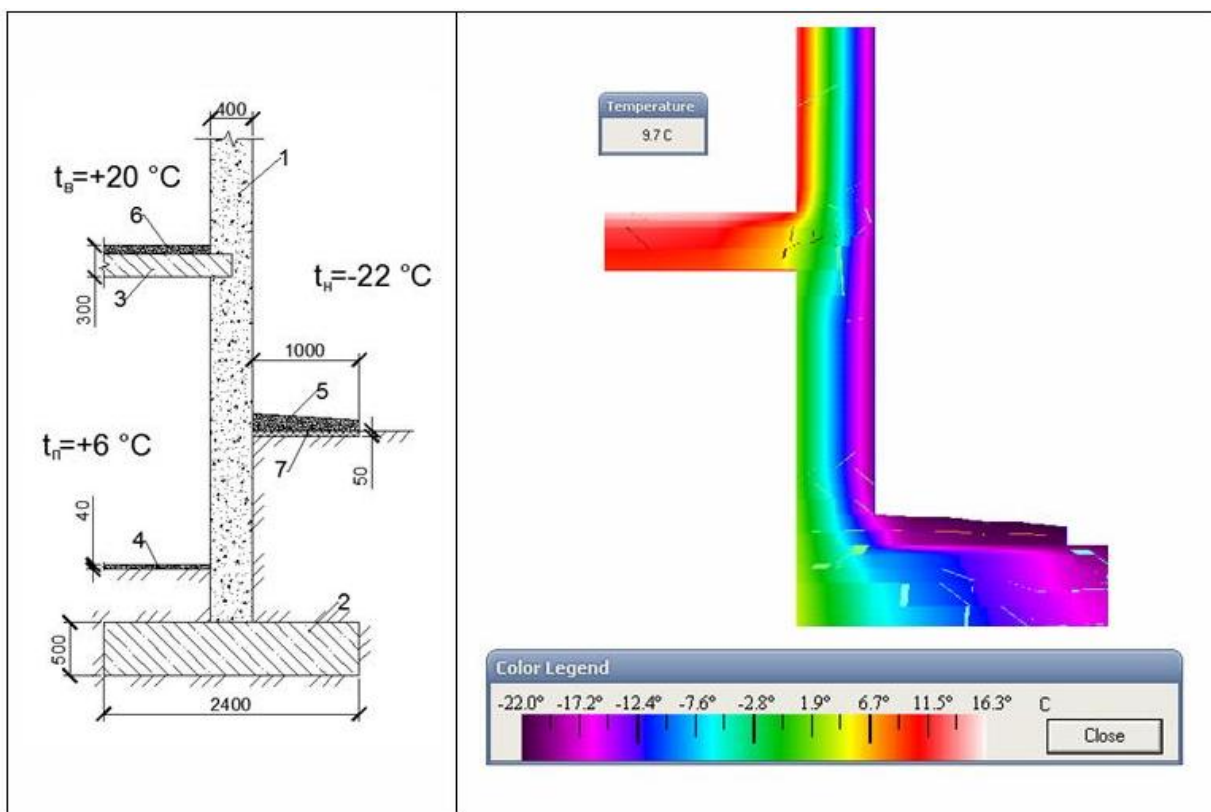


Рисунок 6. Вариант горизонтального утепления под отмосткой с толщиной утеплителя 50 мм

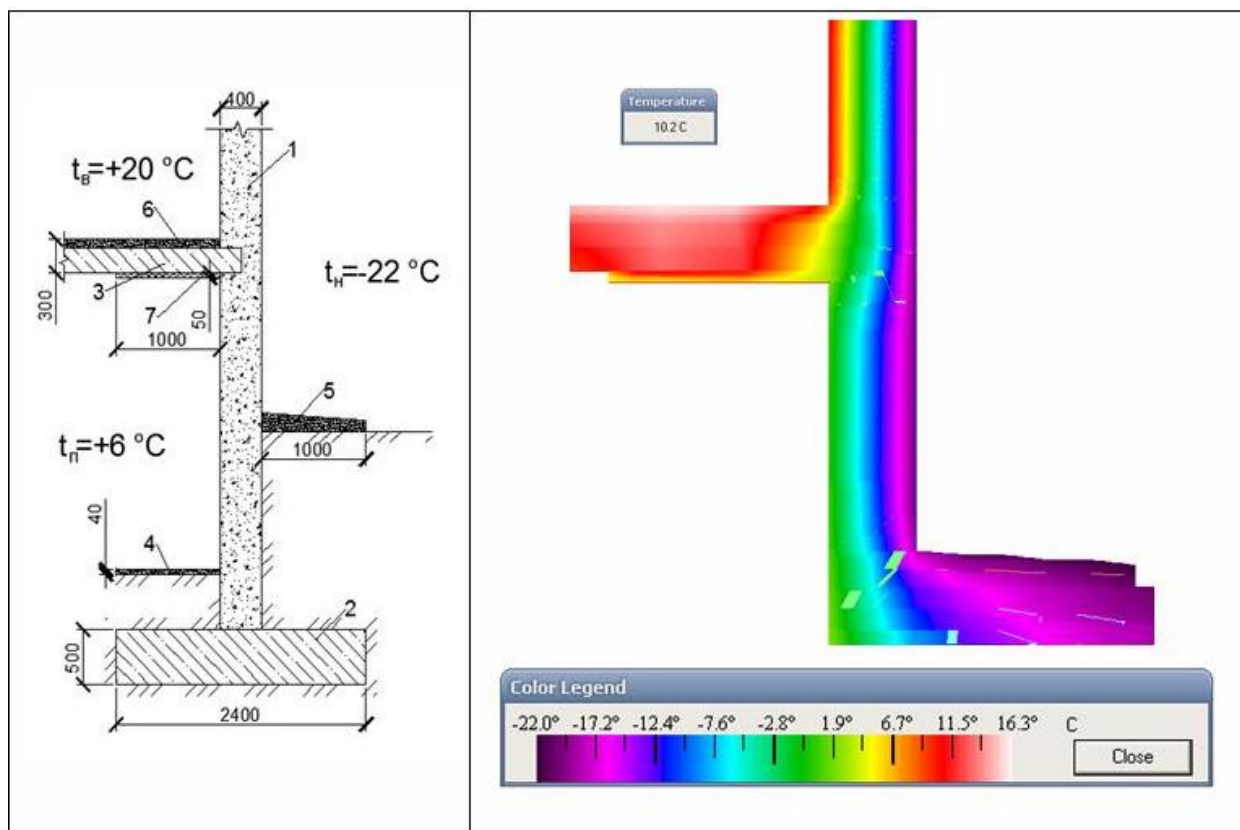


Рисунок 7. Вариант горизонтального утепления цокольного перекрытия с толщиной утеплителя 50 мм

В результате численного моделирования двумерных температурных полей получены линейные коэффициенты теплопередачи цокольного узла неотапливаемого подвального помещения. Для удобства анализа, данные представлены в табличном виде (таблица 1), где указаны минимальные температуры, линейные коэффициенты теплопередачи и энергоэффективность предложенных решений по сравнению с базовым вариантом, представленным на рисунке 1. Как видно, все предложенные варианты утепления не удовлетворяют требованиям [1,26] относительно минимальной температуры на поверхности ограждающей конструкции.

Температура в месте сопряжения наружной стены и цокольного перекрытия снизилась с  $10,1^{\circ}\text{C}$  до  $9,8^{\circ}\text{C}$  в схемах, приведенных на рисунках 4 и 5. В предложенных вариантах 2 и 3 минимальная температура на внутренней поверхности уменьшилась с  $9,8^{\circ}\text{C}$  до  $9,5^{\circ}\text{C}$  вследствие перераспределения теплового потока в цокольной части наружной стены. Потери тепла через цокольную часть в варианте на рисунке 3 сократились на 21,8% по сравнению с базовым вариантом. В схеме 7 теплопотери незначительно изменились на  $-0,566\%$ , что обусловлено неэффективным расположением утеплителя по отношению к тепловому потоку.

Рассмотрим все выше изложенные варианты локального утепления (рисунки 1–7) в случае, когда в здании была произведена термомодернизация и добавлен слой теплоизоляции, при этом толщина утеплителя определена исходя из требований [1,2,26].

Согласно требованиям [1,2,26], подземная цокольная часть здания, как и наружная надземная часть здания, должна быть утеплена. Ниже представлены расчетные схемы (рисунки 8–14), выполненные аналогично схемам 1–7, но с утеплителем в составе наружной стены, толщиной 110 мм и  $\lambda_b = 0,042 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot\text{К})$ .

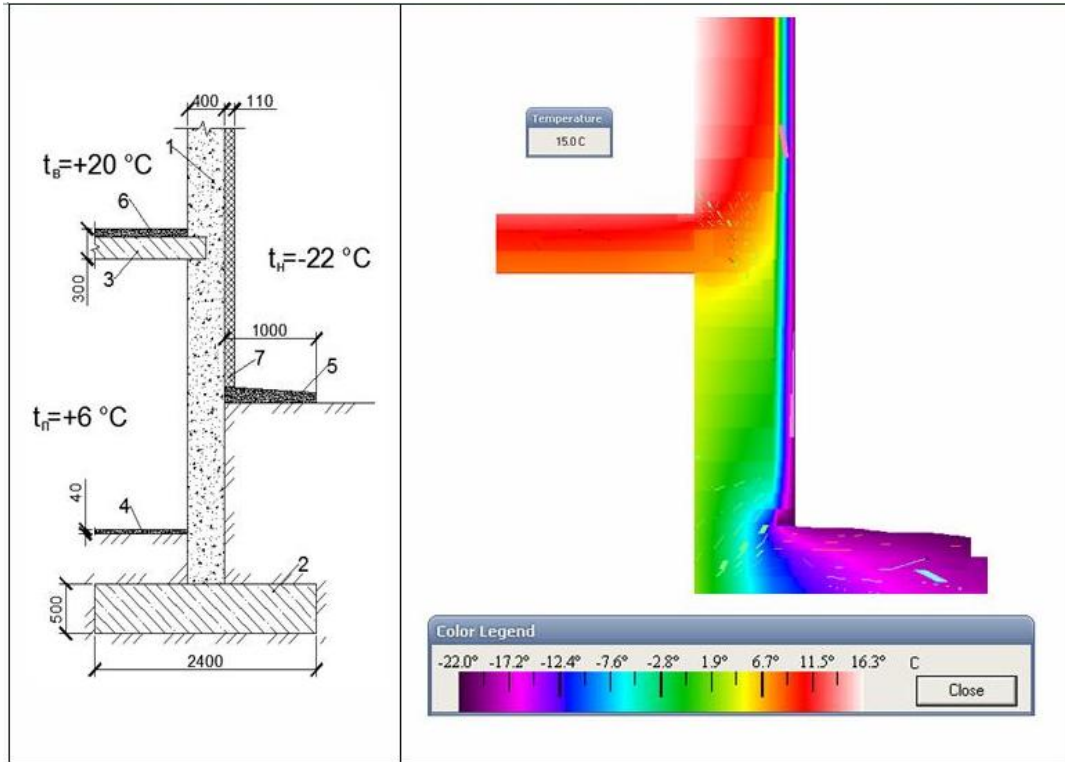


Рисунок 8. Термомодернизированный базовый цокольный узел крупноблочного здания

Предложенные схемы 9 и 10 дают увеличение температуры в точке сопряжения плиты перекрытия и стены с 15,0°С до 16,0°С (вариант 9) и 15,7°С (вариант 10, с большим вертикальным размером утеплителя). Количество теплотерь в данном варианте утепления по сравнению с вариантом 8 уменьшилось на 1,0 %, таким образом можно сделать вывод о неэффективности данного варианта дополнительного утепления.

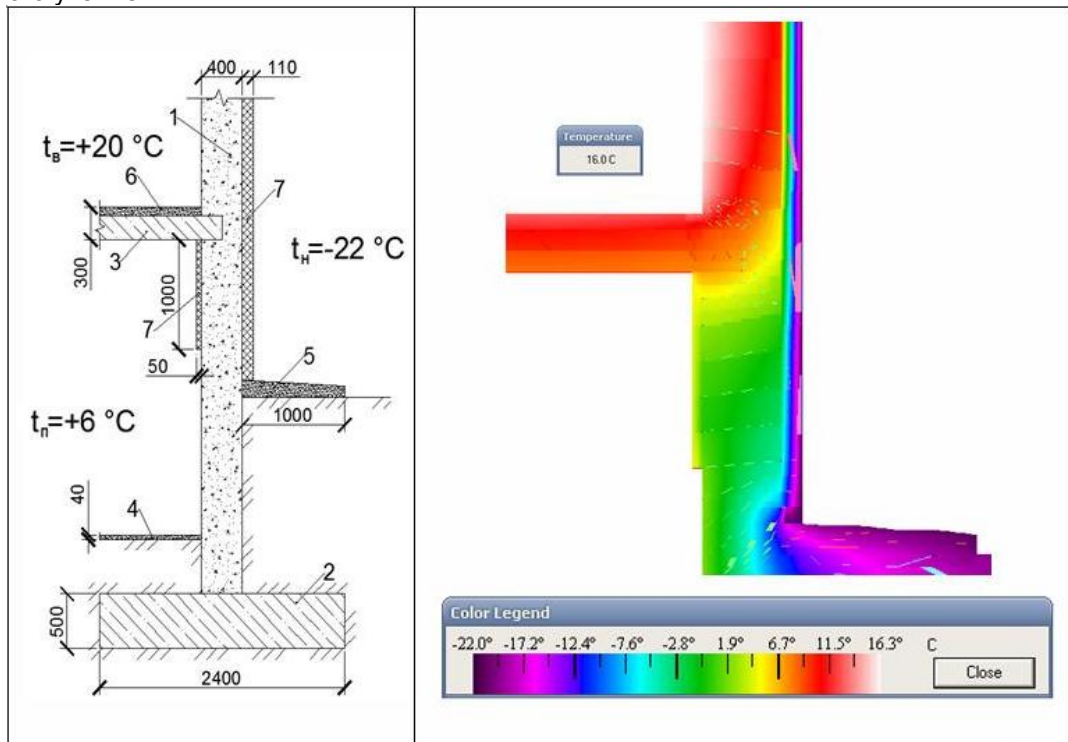


Рисунок 9. Вариант вертикального утепления цокольной части наружной стены утеплителем толщиной 50 мм, высотой 1000 мм после термомодернизации



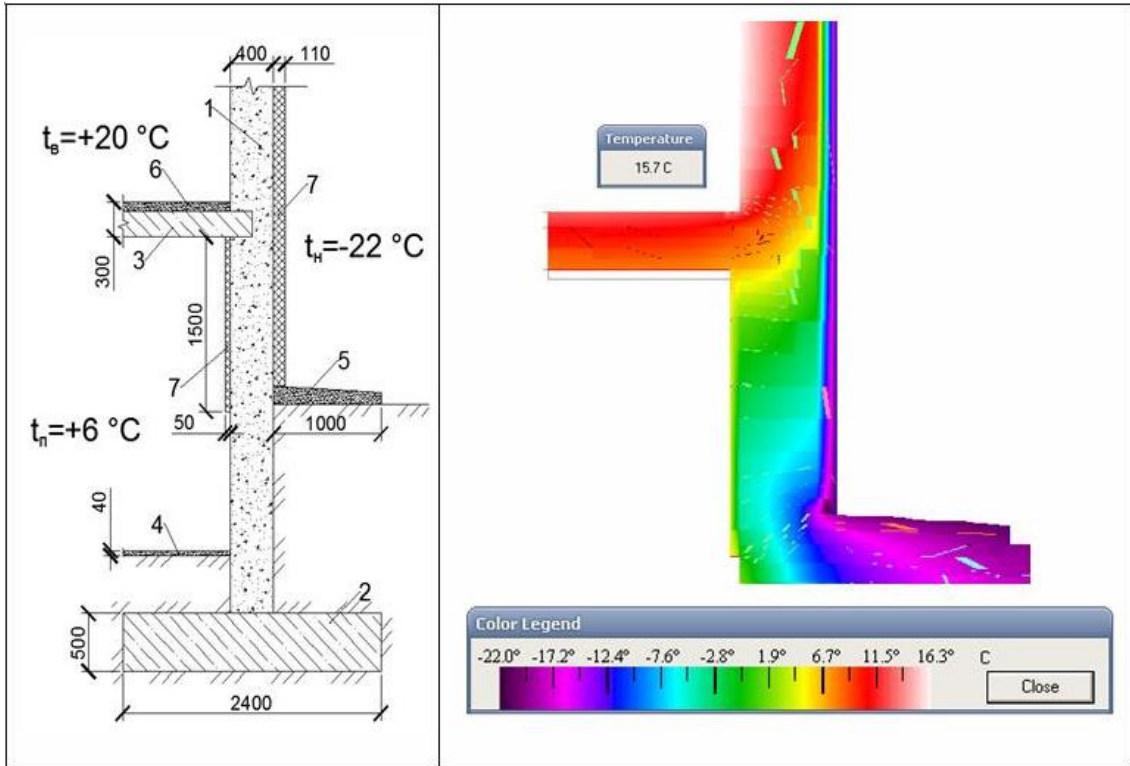


Рисунок 10. Вариант вертикального утепления цокольной части наружной стены утеплителем толщиной 100 мм, высотой 1000 мм после термомодернизации

В случае утепления вертикально наружной грани цокольной части стены, непосредственно контактирующей с грунтом, на глубину 1000 мм с толщиной утеплителя 50 мм (рисунок 11) и толщиной 100 мм (рисунок 12), минимальная температура увеличилась незначительно, на 0,1 °С.

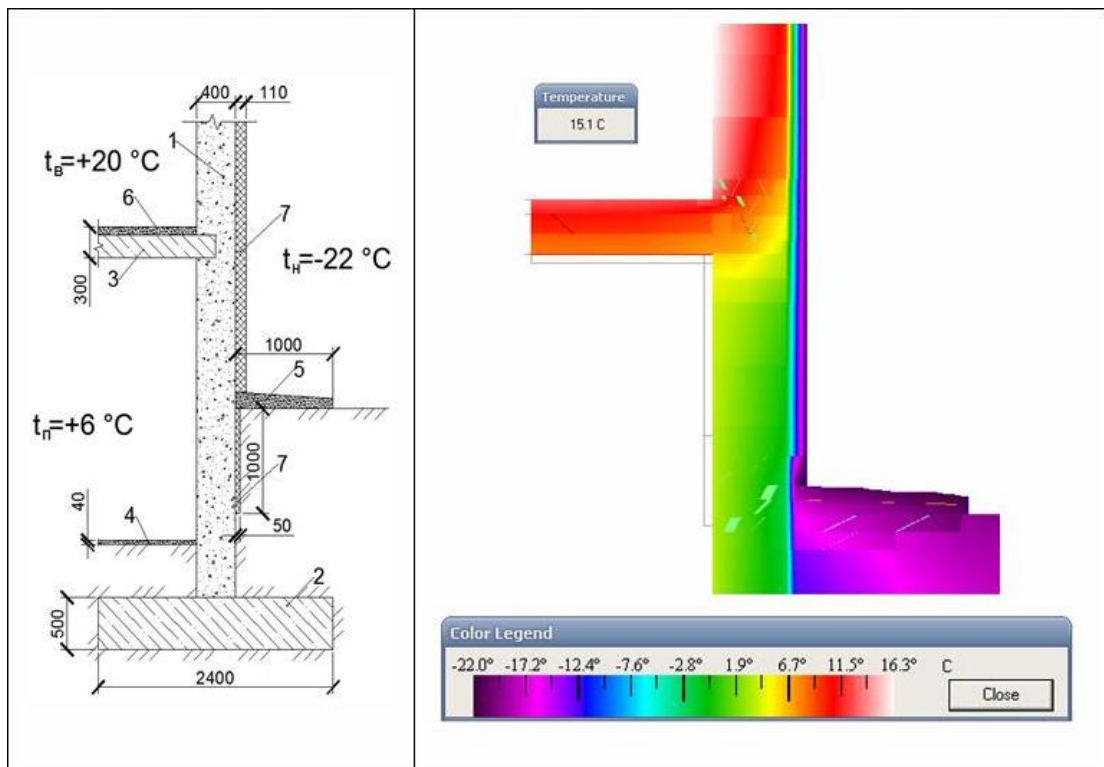


Рисунок 11. Вариант вертикального утепления с наружной части стены утеплителем толщиной 50 мм на глубину 1000 мм после термомодернизации

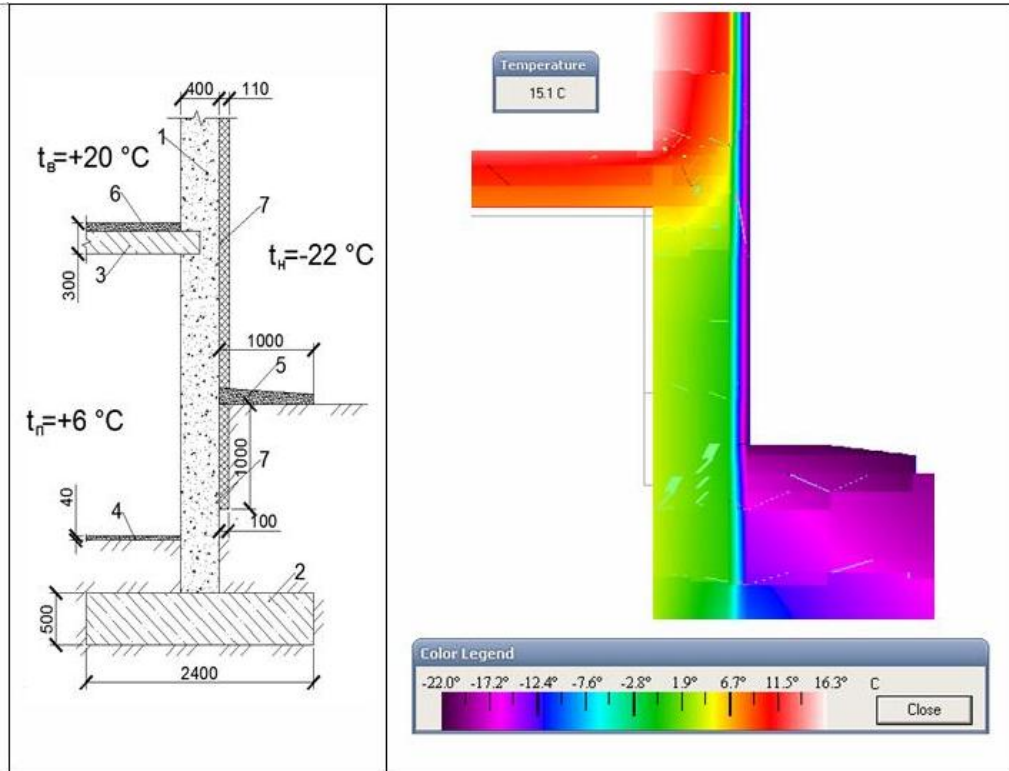


Рисунок 12. Вариант вертикального утепления с наружной части стены утеплителем толщиной 100 мм на глубину 1000 мм после термомодернизации

Теплопотери по сравнению с неутепленным узлом 1 уменьшились на 31,4% и 52,1% (рисунки 11 и 12 соответственно), а по сравнению с узлом 8 увеличились на 8,2% (узел на рисунке 11) и уменьшились относительно узла 12 на 12,7%, что показывает неэффективность данного расположения утеплителя.

В случае расположения утеплителя горизонтально под отступкой (рисунок 13), уровень минимальной температуры увеличивается на 1,0 °C, эффективность по сравнению с базовым неутепленным узлом составляет 42,3% и 2,1% по сравнению с вариантом, в котором утеплена наружная стена (рисунок 8).

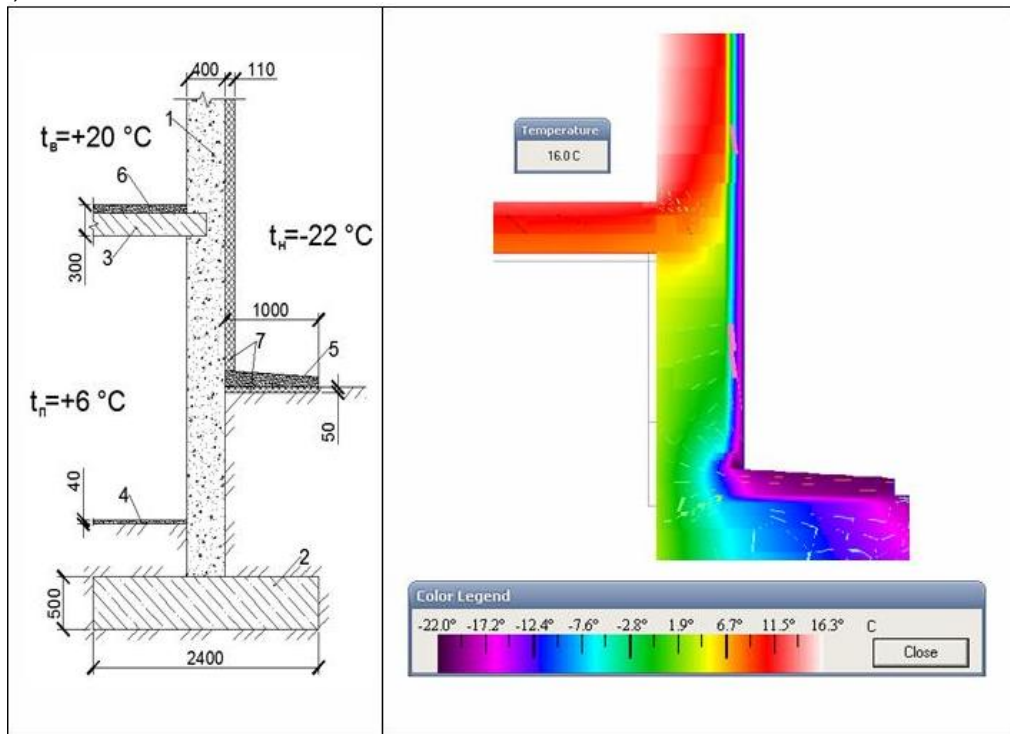


Рисунок 13. Вариант горизонтального утепления под отступкой с толщиной утеплителя 50 мм после термомодернизации

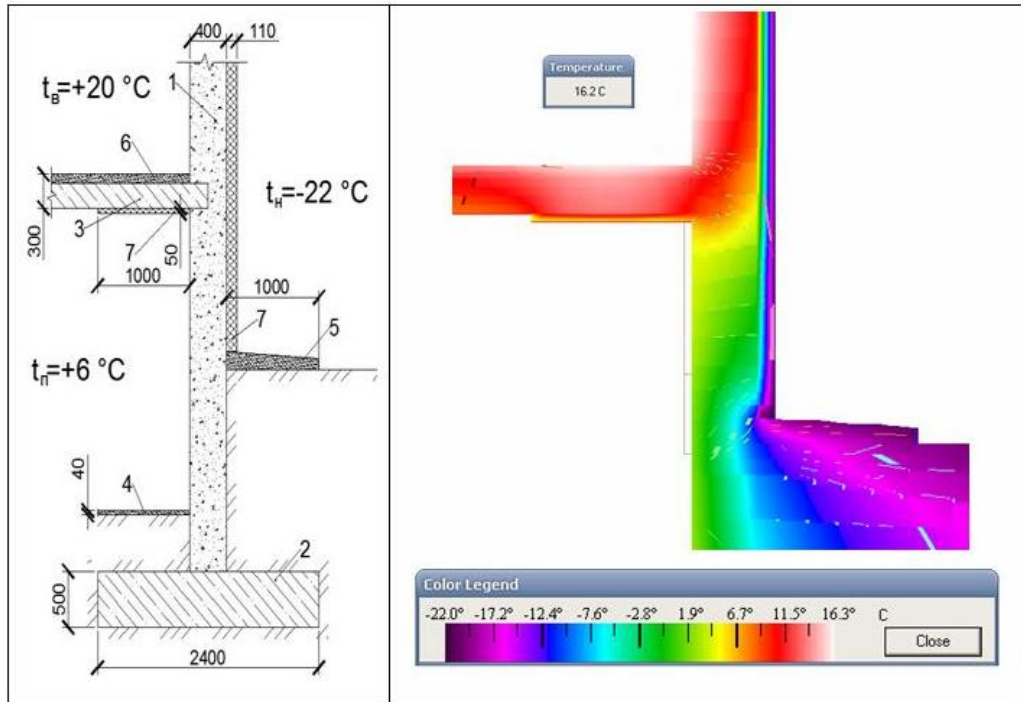


Рисунок 14. Вариант горизонтального утепления цокольного перекрытия с толщиной утеплителя 50 мм после термомодернизации

При горизонтальном расположении утеплителя в уровне цокольного перекрытия со стороны подвала, отмечается незначительное повышение температуры в точке мостика холода на  $1,2^{\circ}\text{C}$ , а также эффективность данного решения по сравнению с базовым неутепленным вариантом составляет  $-1,4\%$ . Это явление объясняется перераспределением теплового потока вследствие увеличения термического сопротивления с внутренней стороны цокольной части стены, таким образом, узел стал изолирован от теплового потока, проходящего через цокольное перекрытие со стороны жилых помещений в подвал.

## 5. Заключение

По результатам исследования различных вариантов утепления цокольного узла здания, сделаны следующие выводы:

1. Из всех предложенных вариантов локального утепления цокольного узла наиболее энергоэффективным оказался вариант утепления 3, эффективность которого по отношению к неутепленному варианту составила  $21,8\%$ . Но он не удовлетворяет нормативным требованиям Украины [1] и РФ [26] по минимальной температуре на внутренней поверхности наружной ограждающей конструкции, таким образом, невозможно проводить термомодернизацию здания без утепления наружных стен.
2. Для утепления наружной стены, прошедшей процедуру термомодернизации здания, предлагается использовать вариант утепления 12, эффективность которого равна  $52,3\%$  по сравнению с базовым неутепленным вариантом и  $12,1\%$  в сравнении с утепленной стеной.
3. Дополнительное утепление в цокольной части здания с подвалом, которое является обязательным по [1], сокращает общие теплопотери здания всего на  $1,0...1,5\%$  по сравнению с вариантом 8 (термомодернизация здания без дополнительного утепления цокольного узла), что является незначительным при расчете теплопотерь всего здания и ставит под вопрос целесообразность утепления цокольной части зданий с неотапливаемыми подвальными помещениями.

## Литература

- [1]. ДБН В.2.6-31:2006. Конструкції будинків та споруд. Теплова ізоляція будівель. К.: МінбудУкраїни, 2006. 64 с.
- [2]. ДСТУ Б В.2.6-189:2013. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. К.: МінрегіонУкраїни, 2013. 52 с.
- [3]. ДСТУ ISO 6946:2007. Будівельні конструкції та елементи. Тепловий опір і коефіцієнт теплопередавання. Методика розрахування (ISO 6946:1996, IDT). К.: ДержспоживстандартУкраїни, 2007. 23 с.
- [4]. ДСТУ ISO 10211-2:2005. Теплопровідні включення в будівельних конструкціях. Обчислення теплових потоків і поверхневих температур. Частина 2. Лінійні теплопровідні включення (ISO 10211-2:2001, IDT). К.: ДержспоживстандартУкраїни, 2007. 16 с.
- [5]. Білоус О.М., Колесник Є.С. Методи розрахунку теплопередачі через ґрунт // Вісник Донбаської нац. акад. буд-ва і арх-ри. 2012. Вип. 5 (97).
- [6]. Богословский В.Н. Тепловой режим здания. М.: Стройиздат, 1979. 248 с
- [7]. Крайнов Д.В., Сафин И.Ш., Любимцев А.С. Расчет дополнительных теплопотерь через теплопроводные включения ограждающих конструкций (на примере оконного откоса) // Инженерно-строительный журнал. 2010. №6.
- [8]. Малявина Е.Г. Строительная теплофизика и проблемы утепления современных зданий // АВОК, №1. 2009г. С. 4-10.
- [9]. ELCUT. Моделирование двумерных полей методом конечных элементов. Руководство пользователя. СПб. : ПК TOP, 2009. 339 с.
- [10]. Дмитриев А.Н. Математическое моделирование доменного процесса. Екатеринбург: УрО РАН, 2011.
- [11]. Дорняк О.Р., Шамаев В.А. Математическое моделирование интенсивных процессов тепломассопереноса при конвективной сушке древесины // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2011. Т. 7. № 12-1. С. 85-91.
- [12]. Фокин К.Ф. Строительная теплотехника ограждающих частей зданий / Под ред. Ю.А. Табунщикова, В.Г. Гагарина. – 5-е изд., пересмотр. М.: АВОК-ПРЕСС, 2006. 256 с.
- [13]. Гагарин В.Г., Козлов В.В. Теоретические предпосылки расчета приведенного сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций // Научно-технический и производственный журнал «Строительные материалы», декабрь 2010.
- [14]. Chen, Y., A.K. Athienitis, and K. Galal. Modeling, design and thermal performance of a BIPV/T system thermally coupled with a ventilated concrete slab in a low energy solar house: Part 1, BIPV/T system and house energy concept. 2010. Solar Energy 84(11): 1892 – 1907.
- [15]. Doiron, M., W. O'Brien, and A. Athienitis. Energy Performance, Comfort and Lessons Learned From a Near Net-Zero Energy Solar House. 2011. ASHRAE Transactions 117(2):1 – 13.
- [16]. Karjalainen, S. Thermal comfort and use of thermostats in Finnish homes and offices. 2009. Building and Environment 44(6): 1237 – 1245.
- [17]. Marszal, A., P. Heiselberg, J. Bourrelle, E. Musall, K. Voss, I. Sartori, and A. Napolitano. Zero Energy Building – A Review of definitions and calculation methodologies. Energy and Buildings. 2010
- [18]. Иванов Д.С. Определение теплопотерь подземной части здания моделированием нестационарного теплового режима ограждающих конструкций и грунта: диссертация. М.: МГСУ, 2015.
- [19]. Малявина Е.Г. Теплопотери здания. Справочное пособие. Москва: АВОК-ПРЕСС, 2007.
- [20]. Шерешевский И.А. Конструирование гражданских зданий. – Архитектура-С, 1981. 176 с.
- [21]. Сербинович П.П. Архитектура гражданских и промышленных зданий. Гражданские здания массового строительства. Учеб. для строительных вузов. Изд. 2-е, испр. и доп. М., «Высш. школа», 1975. 319 с.
- [22]. Маклакова Т.Г., Нанасова С.М. Конструкции гражданских зданий. – М.: Издательство АСВ, 2000 – 280 с.
- [23]. Колесник Є., Білоус О.М., Визначення лінійних коефіцієнтів теплопередачі вузлів примикань огороджень, що контактують з ґрунтом // Будівельні конструкції: Міжвідомчий науково-технічний збірник наукових праць (будівництво). Київ: 2014. №80. С.11-16.
- [24]. Белоус А.Н., Оверченко М.В. Теплопотери здания через неотапливаемые подвальные помещения // Строительство уникальных зданий и сооружений. №4(43)2016. 17 с.
- [25]. Тимофеев Н.В., Носаль А.Н., Белоус А.Н. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з розділу будівельної фізики «Будівельна теплотехніка» // ТОВ «Цифрова типографія», Донецьк, 2014, 24 с.
- [26]. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. М.: Министерство регионального развития РФ, 2012. 82 с.

## Insulation of the basement unit buildings with unheated basement

A.N. Belous<sup>1</sup>, M.V. Overchenko<sup>2</sup>, O.E. Belous<sup>3</sup>

*Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, 2, Derzhavin str., Makiyivka, Donetsk region, Ukraine.*

---

| Article info            | Article history     | Keywords  |
|-------------------------|---------------------|---|
| doi: 10.18720/CUBS.50.1 | Received 05.07.2016 | ground unit;<br>insulation;<br>thermal calculation;<br>temperature field;<br>energy-efficiency; |

---

### ABSTRACT

In the article the question of basement insulation of external walls of the large-block buildings with unheated basement. Proposed seven options of warming in this site. The temperature field and the heat transfer coefficients determined line built for the considered node. Separately, we consider the situation of the local thermal insulation in buildings, thermo past. A comparative analysis of insulation, found advantages and disadvantages of the proposed options. It was found that the additional insulation in the basement of the building with a basement reduces overall heat loss from the building only 1,0 ... 1,5% compared to the embodiment of thermo-insulation of the building without additional ground node. Thus, the insulation of the basement of the building with unheated basements significantly affect the overall heat loss from the building, and calls into question the appropriateness of the requirements for insulation basement units.

---

*Corresponding author:*

- <sup>1</sup> \* +380990599566, us28@ya.ru (Alexey Nikolayevich Belous, PhD., Associate Professor)  
<sup>2</sup> +380990733538, miro4ka8@mail.ru (Mira Victorovna Overchenko, Laboratory Assistant)  
<sup>3</sup> +380990222175, olga.belous@yandex.ua (Olga Evgenievna Belous, Assistant)



## References

- [1] State Building Codes DBN V.2.6-31:2006. Konstruktsiï budinkiv ta sporud. Teplova izolyatsiya budivel [Construction of buildings and structures. Insulation of buildings]. K.: MinbudUkraini, 2006. 64 p.
- [2] State Standard DSTU B V.2.6-189:2013. Metodi vioru teploizolyatsiynogo materialu dlya uteplennya budivel [Methods of selecting insulation material for thermal insulation of buildings]. K.: MinregionUkraini, 2013. 52 p.
- [3] State Standard DSTU ISO 6946:2007. Budivelni konstruktsiï ta yelementi. Teploviy opir i koyefitsient teploperedavannya. Metodika rozrakhovuvannya (ISO 6946:1996, IDT) [Building structures and elements. The heat resistance and coefficient teploperedavannya. Method of calculating]. K.: DerzhspozhivstandartUkraini, 2007. 23 p.
- [4] State Standard DSTU ISO 10211-2:2005. Teploprovidni vklyuchennya v budivelnikh konstruktsiyakh. Obchislennya teplovikh potokiv i poverkhnevikh temperatur. Chastina 2. Liniyni teploprovidni vklyuchennya (ISO 10211-2:2001, IDT) [Conductive inclusion of building structures. Calculation of heat flows and surface temperatures. Part 2: Linear conductive inclusion]. K.: DerzhspozhivstandartUkraini, 2007. 16 p.
- [5] Bilous O.M., Kolesnik E.S. Metodi rozrakhunku teploperedachi cherez grunt [Methods of calculating heat transfer through the ground]. Visnik Donbaskoi nats. akad. bud-va i arkh-ri. 2012. Vip. 5 (97). (ukr)
- [6] Bogoslovskiy V.N. Teplovoy rezhim zdaniya [Thermal building mode]. M.: Stroyizdat, 1979. 248 p. (rus)
- [7] Kraynov D.V., Safin I.Sh., Lyubimtsev A.S. Raschet dopolnitelnykh teplopoter cherez teploprovodnyye vklyucheniya ogradhdayushchikh konstruktsiy (na primere okonnogo otkosa) [Calculation of additional conductive heat loss through the inclusion of protecting designs (for example, the slope of the window)]. Inzhenerno-stroitelnyy zhurnal. 2010. №6. Pp. 17-22. (rus)
- [8] Malyavina Ye.G. Stroitel'naya teplofizika i problemy utepleniya sovremennykh zdaniy [Building thermal physics and problems of modern thermal insulation of buildings]. AVOK. №1. 2009. Pp. 4-10. (rus)
- [9] ELCUT. Modelirovaniye dvumernykh poley metodom konechnykh elementov [Simulation of two-dimensional fields using finite element method]. Rukovodstvo polzovatelya. SPb. : PK TOR, 2009. 339 p. (rus)
- [10] Dmitriyev A.N. Matematicheskoye modelirovaniye domennogo protsessa [Mathematical modeling of the blast furnace process]. Yekaterinburg: UrO RAN. 2011. Pp. 117-128. (rus)
- [11] Dornyak O.R., Shamayev V.A. Matematicheskoye modelirovaniye intensivnykh protsessov teplomassoperenosa pri konvektivnoy sushke drevesiny [Mathematical modeling of heat and mass transfer processes intensive in convective drying of wood]. Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. 2011. T. 7. № 12-1. Pp. 85-91. (rus)
- [12] Fokin K.F. Stroitel'naya teplotekhnika ogradhdayushchikh chastey zdaniy [Thermal Engineering enclosing parts of buildings]. Pod red. Yu.A. Tabunshchikova, V.G. Gagarina. – 5-ye izd., peresmotr. M.: AVOK-PRESS, 2006. 256 p. (rus)
- [13] Gagarin V.G., Kozlov V.V. Teoreticheskiye predposylki rascheta privedennogo soprotivleniya teploperedache ogradhdayushchikh konstruktsiy [Theoretical background for calculating the reduced R-value]. Nauchno-tekhnicheskii i proizvodstvennyy zhurnal «Stroitelnyye materialy», dekabr 2010. Pp. 4-12. (rus)
- [14] Chen, Y., A.K. Athienitis, and K. Galal. Modeling, design and thermal performance of a BIPV/T system thermally coupled with a ventilated concrete slab in a low energy solar house: Part 1, BIPV/T system and house energy concept. 2010. Solar Energy 84(11): 1892 – 1907.
- [15] Doiron, M., W. O'Brien, and A. Athienitis. Energy Performance, Comfort and Lessons Learned From a Near Net-Zero Energy Solar House. 2011. ASHRAE Transactions 117(2):1 – 13.
- [16] Karjalainen, S. Thermal comfort and use of thermostats in Finnish homes and offices. 2009. Building and Environment 44(6): 1237 – 1245.
- [17] Marszal, A., P. Heiselberg, J. Bourrelle, E. Musall, K. Voss, I. Sartori, and A. Napolitano. Zero Energy Building – A Review of definitions and calculation methodologies. Energy and Buildings. 2010
- [18] Ivanov D.S. Opredeleniye teplopoter podzemnoy chasti zdaniya modelirovaniyem nestatsionarnogo teplovogo rezhima ogradhdayushchikh konstruktsiy i grunta: dissertatsiya [Determination of heat loss of the underground part of the building simulation of non-stationary thermal regime walling and soil: the dissertation]. M.: MGSU, 2015. 149p. (rus)
- [19] Malyavina Ye.G. Teplopoteri zdaniya. Spravochnoye posobiye [Heat loss of the building. A Reference guide]. Moskva: AVOK-PRESS, 2007. 144p. (rus)

- [20] Shereshevskiy I.A. Konstruirovaniye grazhdanskikh zdaniy [Construction of civil buildings]. Arkhitektura-S. 1981. 176 p. (rus)
- [21] Serbinovich P.P. Arkhitektura grazhdanskikh i promyshlennykh zdaniy. Grazhdanskiye zdaniya massovogo stroitelstva. Ucheb.dlya stroitelnykh vuzov. Izd. 2-ye, ispr. i dop [Buildings civil and industrial buildings. Civil construction of the building mass. Tutorial for building schools]. M., «Vyssh. shkola». 1975. 319 p. (rus)
- [22] Maklakova T.G., Nanasova S.M. Konstruktsii grazhdanskikh zdaniy [Construction of civil buildings]. M.: Izdatelstvo ASV, 2000. 280 p. (rus)
- [23] Kolesnik Є., Bilous O.M. Vznachennya liniynikh koyefitsientiv teploperedachi vuzliv primikan ogorodzen, shcho kontaktuyut z gruntom [Determination of heat transfer coefficient of linear junctions ivuzliv protections in contact with the soil]. Budivelni konstruktsii: Mizhvidomchiy naukovо-tekhnichniy zbirnik naukovikh prats (budivnitstvo).Kiiв: 2014. №80. Pp.11-16. (ukr)
- [24] Belous A.N., Overchenko M.V. Teplopoteri zdaniya cherez neotaplivayemye podvalnyye pomeshcheniya [Heat loss of the building through unheated basements // Construction of unique buildings and structures]. Stroitelstvo unikalnykh zdaniy i sooruzheniy. №4(43)2016. Pp 7-17. (rus)
- [25] Timofeyev N.V., Nosal A.N., Belous A.N. Metodichni vkazivki do vikonannya laboratornykh robit z rozdilu budivelnoї fiziki «Budivelna teplotekhnika» [Guidance for laboratory works for Building Physics section "Building Heat Engineering"]. TOV«Tsifrova tipografiya», Donetsk, 2014, 24 p. (ukr)
- [26] Set of Rules SP 50.13330.2012. Teplovaya zashchita zdaniy[Thermal protection of buildings]. M.: Ministerstvo regionalnogo razvitiya RF, 2012. 82 p.

*Белоус А.Н., Оверченко М.В., Белоус О.Е. Утепление цокольного узла зданий с неотапливаемым подвалом, Строительство уникальных зданий и сооружений, 2016, №11 (50). С. 7-21.*

*Belous A.N., Overchenko M.V., Belous O.E. Insulation of the basement unit buildings with unheated basement. Construction of Unique Buildings and Structures. 2016. 11(50). Pp. 7-21. (rus)*