

УДК 625.28(06)

## МОНИТОРИНГ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОЙ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ФУНДАМЕНТОВ

**Дмитриева Н.В.**

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

**Парапир В.В.**

Бендерский политехнический филиал

«Приднестровский государственный университет имени Т.Г. Шевченко»

В статье отражена проблема энергоэффективности конструкций фундаментов. Приведены результаты мониторинга конструктивно-технологических решений, повышающих энергоэффективность конструкций фундаментов. Авторами предложен алгоритм выбора рационального решения на основе таких критериев, как теплопроводность, паропроницаемость, прочность, стабильность при эксплуатации, технологичность применения и стоимость материалов. Определены количественные и качественные критерии оценки конструктивно-технологических решений.

**Ключевые слова:** энергоэффективность, теплоизоляция, фундамент, технологичность решения.

**Постановка проблемы.** Вопрос энергосбережения в современном домостроении появился несколько десятилетий назад. Вопросы обогрева раньше решались увеличением интенсивности обогрева, то современное повышение цен на энергоносители, изменение сознания людей в отношении к природным ресурсам, требуют совсем других подходов в работе архитекторов и строителей.

Экономия энергии за счет сохранения тепла в здании – актуальная проблема. Согласно исследованиям в этой области комплексный подход к решению этой проблемы, заключается в теплоизоляции не только ограждающих конструкций зданий и кровли, но и фундамента. Процент теплопотерь, который приходится на фундаменты составляет до 15% (рис. 1), составлено на основании источников [1-4, 8].

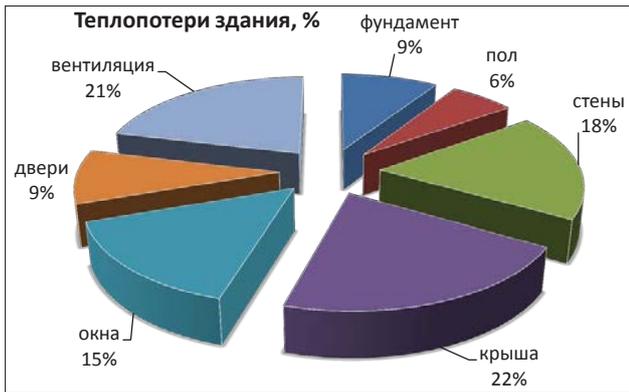


Рис. 1. Сравнительные потери тепла через разные поверхности здания

**Анализ последних исследований и публикаций.** Первая и самая известная причина, из-за которой следует ответственно подходить к вопросу утепления основания дома – постоянное колебание температуры и влажности почвы. Природные явления провоцируют трещины в фундаменте и его последующее разрушение [5].

Немаловажным является экономический эффект: теплый фундамент позволит сократить на треть сэкономить затраты на отопление.

Фундамент – это основная несущая конструкция при возведении любых зданий и сооружений. Именно он выполняет главную функцию, а именно передает грунту статические нагрузки, связанные с давлением, оказываемым на основание самой постройки и имеющимся внутри нее составляющими. Кроме того, фундамент способен передать грунту возникающие под влиянием ветра, течения грунтовых вод, движения транспорта и других факторов, динамические нагрузки. Если основание возведено с соблюдением всех требований, то оно исключает разрушение или деформацию постройки [4, 7].

Избежать вредного воздействия окружающей среды на фундамент, прибегают к комплексу мер, и два основных защитных мероприятия – это гидроизоляция и теплоизоляция его.

Гидроизоляция необходима для предотвращения впитывания и распространения воды в толще фундамента через поры и дальнейшего предотвращения разрушения конструкции под действием переменных температур, а также предотвращения образования сырости, которая приводит к плесени, грибку, гнили, ржавлению металла.

Теплоизоляция фундамента важна не меньше, чем гидроизоляция. Промерзший грунт не может защитить основание дома от влаги и холода, а сам фундамент после многократного промерзания начинает быстрее разрушаться.

Вопросам теплоизоляции конструкций фундаментов посвящены труды В.В. Веселова, А.В. Захарова, А.Н. Дмитриева, В.В. Лушникова, М.Ю. Абелева.

**Выделение нерешенных ранее частей общей проблемы.** Формирование системы надежности заключается в выборе и применении эффективных конструктивно-технологических решений теплоизоляции фундаментов.

Для высокой эффективности теплоизоляции, теплоизолирующий материал должен обладать следующими характеристиками: низкой тепло-

проводностью; водонепроницаемостью; хорошей механической прочностью; стойкостью к температурным перепадам.

Повышение эффективности выбора применяемых конструктивно-технологических решений устройства теплоизоляции всегда актуально, так как с каждым годом появляются новые решения в области строительного материаловедения.

**Формулировка цели статьи.** Выбор теплоизоляции, основанный на следующих критериях: стоимость, отсутствие деформации под давлением грунта, влагостойкость; морозостойкость; применение с наружной стороны конструкции.

**Изложения основного материала.** Анализ конструктивно-технологических решений теплоизоляции фундамента с внешней стороны позволил выявить, как преимущества их, так и недостатки.

Самый старый и малоэффективный способ засыпки песком или керамзитом (рис. 2), основанный на свойстве этих материалов отводить влагу и создавать воздушную прослойку возле стенок фундамента.

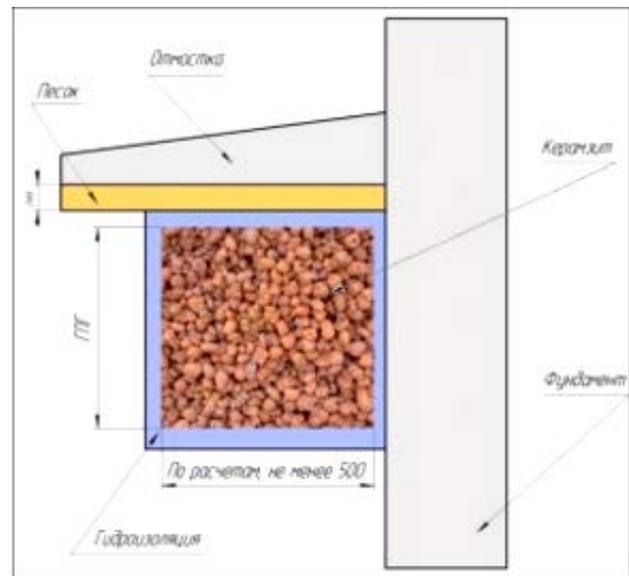


Рис. 2. Утепление фундамента керамзитом

**Преимуществами метода:** невысокая стоимость; материала наименьшие трудозатраты; не требует высококвалифицированных специалистов; компенсирует давление грунта при пучении.

**Недостатки:** необходимость в гидроизоляции; отсыпка сверху утеплителя; большой объем земляных работ; высокая теплопроводность; высокое водопоглощение [8, 11].

Способы утепления с помощью плит пенопласта и его современных аналогов: Пеноплекса, полистирола и экструдированного пенополистирола (рис. 3-5) обладают следующими преимуществами и недостатками.

**Преимуществами применения плит пенопласта:** высокие теплоизоляционные характеристики материала, простота выполнения теплоизоляции, устойчивость материала к механическим нагрузкам и повреждениям, простота отделки.

**Недостатки:** высокое водопоглощение; требуется подготовка поверхности фундамента; защита слоя утеплителя от грызунов; требуется предшествующая гидроизоляция [5, 6, 11, 15].



Рис. 3. Утепление с помощью плит пенопласта



Рис. 4. Утепление с помощью плит Пеноплекса

*Преимуществами применения плит Пеноплекса:* низкий показатель теплопроводности, прочность, высокая степень влагостойкости, термостойкость широкого спектра, легкость, экологичность, плотность (25–32 кг/м<sup>3</sup>), долговечность (до 40–50 лет).

*Недостатки:* низкий показатель паропроницаемости; материал привлекает грызунов; класс горючести ГЗ (плавится и воспламеняется).

Утепление с помощью плит экструдированного полистирола (рис. 5) обладают такими *преимуществами*, как: устойчивость к влаге; долговечность (более 40 лет) и прочность; простое крепление и монтаж; не повреждается грызунами; легко обрабатывается при декоративной внешней отделке; ослабляет нагрузку пучинистых грунтов; выполняет функции пристенного дренажа; доступная цена.

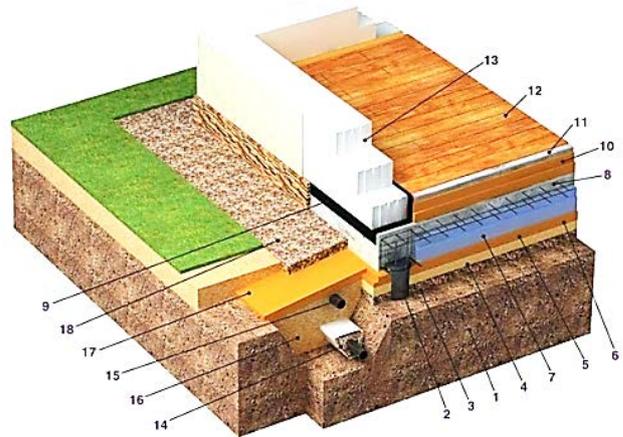
Так же приведем *недостатки* этой системы: низкая пароизоляция; высокая стоимость; необходимость установки каркаса или применения специальных клеевых составов; низкая устойчивость к УФ-лучам; необходимость дополнительной обработки [5, 9, 10, 12].

Рассмотрим преимущества и недостатки утепления с использованием минеральных матов с последующей обшивкой фундамента защитным экраном (рис. 6).

Этот способ характеризуется следующими преимуществами: низкая паропроницаемость; прочность системы.

В результате анализа выявлены следующие недостатки данного метода: требуется возведе-

ние каркаса, необходимость защиты утеплителя от намокания, возведение защитной стенки из кирпича или других отделочных материалов [12].



1. Грунт основания
2. Армированная монолитная свая
3. Щебеночная подготовка
4. Песчаная подушка
5. Тепловой экран из пенополистирола
6. Гидроизоляционная пленка
7. Пенополистирол или некондиционный газобетон
8. Армированный монолитный ж.б. ростверк с тонкой плитой основания полов
9. Отсечная гидроизоляция
10. Теплоизоляция
11. Стяжка полов первого этажа
12. Напольное покрытие
13. Стена дома
14. Дренажная труба в геотекстиле
15. Труба скрытой ливневой канализации
16. Обратная засыпка
17. Отмостка из пенополистирола
18. Декоративная отмостка

Рис. 5. Утепление фундамента экструдированным полистиролом

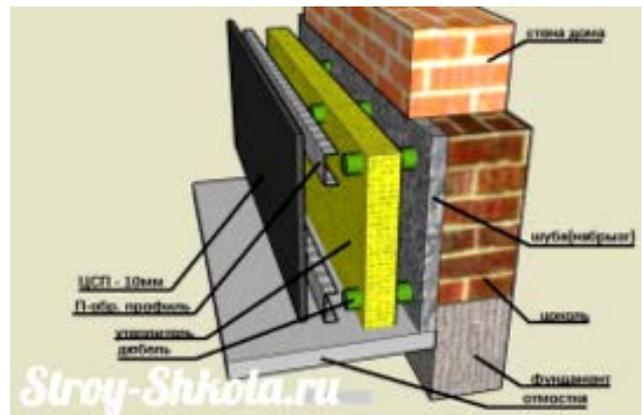


Рис. 6. Утепление с использованием минеральных матов с последующей обшивкой фундамента защитным экраном

Применение способа теплоизоляции с помощью плит пеностекла (рис. 7) обладает следующими *преимуществами*: абсолютно экологичный, неограниченный срок эксплуатации, влагонепроницаемый, негорючий.

Наряду с преимуществами, также имеются *недостатки* этого способа: материал не гигроскопичен; высокая стоимость [13].



Рис. 7. Утепление с помощью плит пеностекла

Способ теплоизоляции распылением на поверхность пенополиуретана с помощью специальной установки (рис. 8). В результате создается бесшовный слой, устойчивый к механическим повреждениям с высокими теплоизоляционными свойствами.

Этот способ также имеет преимуществами: отличная влагостойкость; низкая паропроницаемость; возможность устройства без гидроизоляции; высокая адгезия; не требует специальной подготовки поверхности; герметичность; биологически нейтрален; обладает антикоррозий-

ными свойствами; экологически безопасен; низкая теплопроводность и недостатками: высокая стоимость; необходимость в высококвалифицированных специалистах; аренда специального оборудования; подвержен ультрафиолетовому излучению [12].



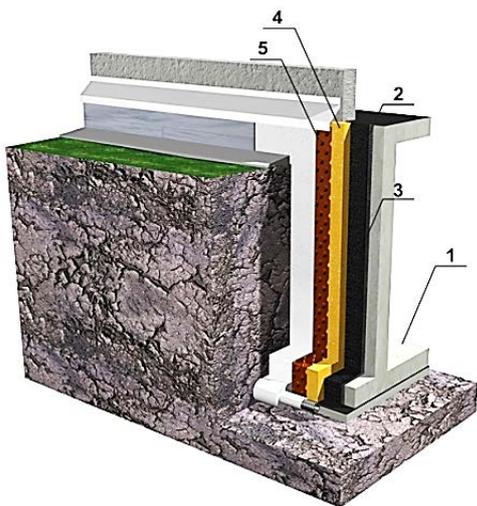
Рис. 8. Распыление на поверхность пенополиуретана

Одним из конструктивно-технологических решений является система ISOBOX ФУНДАМЕНТ (рис. 9).

Таблица 1

## Сравнительный анализ конструктивно-технологических решений теплоизоляции фундаментов

Конструктивно-технологические решения		Критерии выбора					
		Теплопроводность, Вт/м*К	Паропроницаемость, мг/(м*ч*Па)	прочность на сжатие, кгс/см <sup>2</sup>	стабильность при эксплуатации	технологичность применения	стоимость материалов, руб.
1	Засыпная – керамзитом	0,10-0,18	0,21-0,26		До 50 лет	Устраивается совместно с гидроизоляцией, совместим с бетонными и алфальто-бетонными смесями, песком	64640
2	Утепление с помощью плит пенопласта	0,02-0,035	0,05	2	5-10 лет	Крепится дюбелями, клеится полимерными и неорганическими составами, требует жесткого каркаса	23538
3	Утепление с помощью плит Пеноплекса	0,001 до 0,003	0,008, 0,007	2,7	До 50 лет	Крепится дюбелями, клеится полимерными и неорганическими составами, хорошо штукатурится	27517
4	Утепление экструдированным полистирола	0,031-0,036	0,013	2,5	10-15 лет	Крепится дюбелями, клеится полимерными и неорганическими составами, хорошо штукатурится	27517
5	Утепление с использованием минеральных матов с последующей обшивкой защитным экраном	Минвата 0,035 Кирпич 0,5 Система 0,535	Минвата 0,49-0,6 Кирпич 0,11 Система 0,6-0,7	- 50-150	В сухом состоянии неограниченно	Клеится полимерными и неорганическими мастиками, плохо штукатурится Кирпич сочетается с любыми цементными растворами, клеится полимерными и неорганическими мастиками	64148
6	Утепление с помощью плит пеностекла	0,045-0,11	0,02-0,03	5-20	неограничено	Сочетается с любыми цементными растворами, клеится полимерными и неорганическими мастиками, хорошо штукатурится	312000
7	Распыление на поверхность пенополиуретана	0,02-0,035	0-0,05	-	10-15 лет	Сочетается с любыми бетонными и каменными поверхностями	17552
8	Система ISOBOX ФУНДАМЕНТ	0,040 и 0,037	0,3	7	До 25 лет	Мастика Isobox нанесение на поверхности железобетона, металла, древесины, композитных материалов. Утеплитель ISOBOX клеится полимерными и неорганическими мастиками, плохо штукатурится.	54472



1. Основание – бетонная плита с выравнивающим слоем из ЦПС
2. Грунтовка – праймер ISOBOX
3. Гидроизоляция – наплавляемый рулонный материал ISOBOX
4. Теплоизоляция XPS ISOBOX 250
5. Профилированная мембрана Плантер-Гео

Рис. 9. Система ISOBOX ФУНДАМЕНТ

Преимущества этой системы заключается в следующем: оптимальный состав элементов системы, эффективная тепло- и гидроизоляция фундаментов, дренажная функция. Системе присущи также ряд недостатков – высокая стоимость необходимых материалов, трудоемкость и продолжительность монтажа материалов [12, 14].

### Список литературы:

1. Дмитриев А.Н. Управление энергосберегающими инновациями в строительстве зданий: Учебное пособие. – М.: АСВ, 2000. 320 с.
2. Захаров Александр Викторович, Анализ взаимодействия энергоэффективных конструкций фундаментов с грунтовым массивом. Автореф. на соис. к.т.н. 2011, Пермь, с. 22.
3. Попова М.В., Яшкова Т.Н. Методы повышения энергоэффективности зданий. Учебное пособие Владимир, 2014, с. 111.
4. Октябрьский Р.Д. Ресурсосберегающие принципы проектирования объектов строительства. Инф. бюллетень «Теплоэнергоэффективные технологии», № 3, 2001, С.-Петербург.
5. Абелев М.Ю. и др. Применение экструдированного пенополистирола «URSA FOAM» при производстве работ по устройству оснований фундаментов в зимнее время // ПГС. № 8. 2004. С. 50-53.
6. Кузнецов Е.В. Экструдированный пенополистирол «URSA FOAM» – залог надежности и долговечности фундамента // Строительные материалы № 4. 2004. С. 28-29.
7. Октябрьский Р.Д., Перов В.Н. Оптимальные решения в производственно-энергетических задачах строительства // М., уч. пособие, изд. ЦМИПКС, 1997.
8. Определение: фундамент – это основание любого здания // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://fundamentaya.ru/job/ustroystvo/fundament\\_eto.html](http://fundamentaya.ru/job/ustroystvo/fundament_eto.html).
9. Гидроизоляция фундамента [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vogorodah.ru/gidroizolyaciya-fundamenta/>.
10. Энциклопедия по фасадам от А до Я // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fasad-exp.ru/uteplenie/chem-uteplit-fundament-doma-snaruzhi.html#i>.
11. Как правильно утеплить фундамент дома снаружи // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fundamentprofi.ru/fundament-dlya/doma/kak-uteplit-snaruzhi>.
12. Строй школа / Школа строительного мастерства [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://stroyvopros.net/fundament/uteplenie-fundamenta/kak-uteplit-fundament-snaruzhi.html>.
13. Строительство и ремонт. Утепление фундаментов пеностеклом // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tutknow.ru/building/uteplenie/7063-uteplenie-fundamenta-penosteklom.html>.
14. ISOBOX комплексная изоляция. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.tn.ru/isobox/produkcija/teploizolyaciya/izoboks\\_vent\\_ultra/](http://www.tn.ru/isobox/produkcija/teploizolyaciya/izoboks_vent_ultra/).
15. Стройка – Ремонт – Быт – Уют / Строительные материалы // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://srbu.ru/stroitelnye-materialy/101-penopleks-tekhicheskie-kharakteristiki.html>.

Сравнительный анализ конструктивно-технологических решений теплоизоляции фундаментов по таким критериям, как теплопроводность, паропроницаемость, прочность, стабильность при эксплуатации, технологичность применения и стоимость материалов приведен в таблице 1 согласно источников [9-15].

Стоимость материалов конструктивно-технологических решений рассчитана на выполнение монолитного ленточного фундамента шириной 0,6 м, высотой 1,5 м и длиной 216 м.

На основании сравнительного анализа наименьшая стоимость системы теплоизоляции соответствует способу нанесения пенополиуритана на поверхность фундамента; самая дорогостоящая система – применение плит пеностекла.

Сравнение критерия теплопроводности теплоизоляционных материалов показывает, что наиболее энергоэффективным является способ применения плит Пеноплекса – 0,003 Вт/м\*К.

Оптимальное конструктивно-технологическое решение по совокупности показателей теплопроводности и стоимости является способ применения плит Пеноплекса.

На основании вышесказанного можно сделать следующие выводы:

1. Теплоизоляция фундамента является неотъемлемой частью комплекса энергосбережения здания
2. Получено аналитическое решение, позволяющее определять рациональное конструктивно-технологическое решение теплоизоляции подземных конструкций здания, в т. ч. и фундамента плитами Пеноплекса.

**Дмитрієва Н.В.**

Одеська державна академія будівництва і архітектури

**Парапир В.В.**

Бендерський політехнічний філіал

«Придністровський державний університет імені Т.Г. Шевченка»

## **МОНІТОРИНГ КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ТЕПЛОІЗОЛЯЦІЇ ФУНДАМЕНТІВ**

### **Анотація**

У статті висвітлено проблему енергоефективності конструкцій фундаментів. Наведено результати моніторингу конструктивно-технологічних рішень, що підвищують енергоефективність конструкцій фундаментів. Авторами запропонований алгоритм вибору оптимального рішення на основі таких критеріїв, як теплопровідність, паропроникність, міцність, стабільність при експлуатації, технологічність застосування і вартість матеріалів. Визначено кількісні та якісні критерії оцінки конструктивно-технологічних рішень.

**Ключові слова:** енергоефективність, теплоізоляція, фундамент, технологічність рішення.

**Dmitrieva N.V.**

Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture

**Parapir V.V.**

Bendery Polytechnic Branch

T.H. Shevchenko Pridnestrovian State University

## **MONITORING OF STRUCTURAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS OF ENERGY EFFICIENT INSULATION OF FOUNDATIONS**

### **Summary**

The article reflects the problem of energy efficiency in design of foundations. The results of monitoring of technological and structural solutions for improving energy efficiency design of foundations. The authors propose an algorithm rational decisions on the basis of such criteria as thermal conductivity vapour permeability durability, stability during operations, technology application and cost pf materials. The quantitative and qualitative evolution criteria of structural and technological solutions.

**Keywords:** energy efficiency, insulation, foundation, technology solutions.