



МРНТИ 67.09.55

Научная статья

<https://doi.org/10.32523/2616-7263-2025-151-2-9-19>

Проверка на образование конденсата на внутренней поверхности наружных стен каркасных зданий, выполненных из термоблоков

М.М.Махмудов*  , М.Б.Хаитов 

Самаркандский государственный архитектурно-строительный университет имени Мирзо Улугбека

E mail: maxmudov.mirzajon@samdaqu.edu.uz

Аннотация. Статья посвящена актуальной проблеме повышения энергоэффективности каркасных зданий за счёт использования термоблоков в качестве наружных стеновых заполнений. Термоблоки представляют собой современный многослойный стеновой материал, сочетающий в себе высокие теплоизоляционные характеристики, прочность, экологическую безопасность и технологичность монтажа. В работе рассматриваются термоблоки на основе мелкозернистого бетона и базальтовых плит, проведён анализ их теплозащитных свойств, физико-механических показателей и конструктивных преимуществ. Особое внимание уделено вопросам снижения теплопотерь, что способствует не только сокращению затрат на отопление, но и общему снижению эксплуатационных расходов. Также рассматривается влияние применения термоблоков на повышение энергоэффективности зданий в целом, что соответствует современным требованиям устойчивого строительства. Полученные результаты могут быть полезны при проектировании энергоэффективных объектов и выборе оптимальных решений для ограждающих конструкций зданий различного назначения.

Ключевые слова: Энергосбережение, теплоизоляция, термоблок, сопротивление теплопередаче, коэффициент теплопроводности, тепловое поле, тепловой поток, конденсация, точка росы.

Поступила 25.06.2025. Доработана 26.06.2025. Одобрена 28.06.2025. Доступна онлайн 30.06.2025

* автор по корреспонденции

Введение

Современные тенденции в строительстве диктуют необходимость использования материалов, которые одновременно обеспечивают высокую прочность, энергоэффективность и экологическую безопасность. Одним из таких инновационных решений могут стать Т-образные термоблоки, изготовленные на основе мелкозернистого бетона и базальтовых плит. Благодаря своей уникальной конструкции и материалам, термоблоки представляют собой перспективное решение для возведения энергоэффективных зданий с высокими теплозащитными качествами.

Т-образные термоблоки отличаются высокой функциональностью, позволяя создавать прочные ограждающие конструкции с улучшенными теплоизоляционными свойствами. Базальтовый компонент в их составе выступает в роли эффективного теплоизолятора, снижая теплопотери, а мелкозернистый бетон обеспечивает необходимую жёсткость и устойчивость к нагрузкам. Такая комбинация делает эти блоки целесообразным материалом для применения в качестве стенового заполнения в строительстве многоэтажных и высотных каркасных жилых зданий и другого назначения, отвечающих современным требованиям теплозащиты.

В статье рассматриваются особенности конструкции Т-образных термоблоков, их состав, преимущества и области применения. Особое внимание уделяется их вкладу в повышение устойчивости конструкций заполняющих стен к внешним воздействиям и снижению затрат на энергопотребление.

В условиях глобального роста цен на энергоресурсы и ужесточения экологических стандартов, повышение энергоэффективности зданий становится одной из ключевых задач современного строительства. Каркасные здания, благодаря своей универсальности и экономичности, широко применяются в жилом и коммерческом строительстве. Однако их энергоэффективность во многом зависит от характеристик наружных ограждающих конструкций, таких как стены и фасады.

Использование термоблоков на основе мелкозернистого бетона и базальтовых плит открывает новые возможности для создания конструкций с улучшенными теплоизоляционными свойствами. Такие материалы позволяют снижать теплопотери, обеспечивать комфортный микроклимат внутри помещений и значительно уменьшать затраты на отопление и кондиционирование.

Повышение энергоэффективности также способствует сокращению выбросов углекислого газа и других вредных веществ в атмосферу, что актуально в контексте глобальной борьбы с изменением климата. Тема приобретает особую значимость не только для Узбекистана, но и для многих стран, где энергосбережение является важным требованием при строительстве и эксплуатации отапливаемых зданий.

Методология

Ограждающие конструкции играют ключевую роль в обеспечении энергоэффективности зданий. В каркасных зданиях, где несущие функции выполняет

железобетонный каркас, наружные стены служат в основном для теплоизоляции и защиты от внешних воздействий. Качество и характеристики этих конструкций напрямую влияют на уровень теплопотерь и, следовательно, на затраты энергии на отопление и охлаждение помещений.

Предлагаемые нами термоблоки представляют собой многослойный стеновой материал (рис.1), состоящий внешней оболочки из прочного мелкозернистого бетона и теплоизоляционного слоя, выполненного из материалов с низкой теплопроводностью, таких как пенополистирол, пенополиуретан или базальтовая вата.

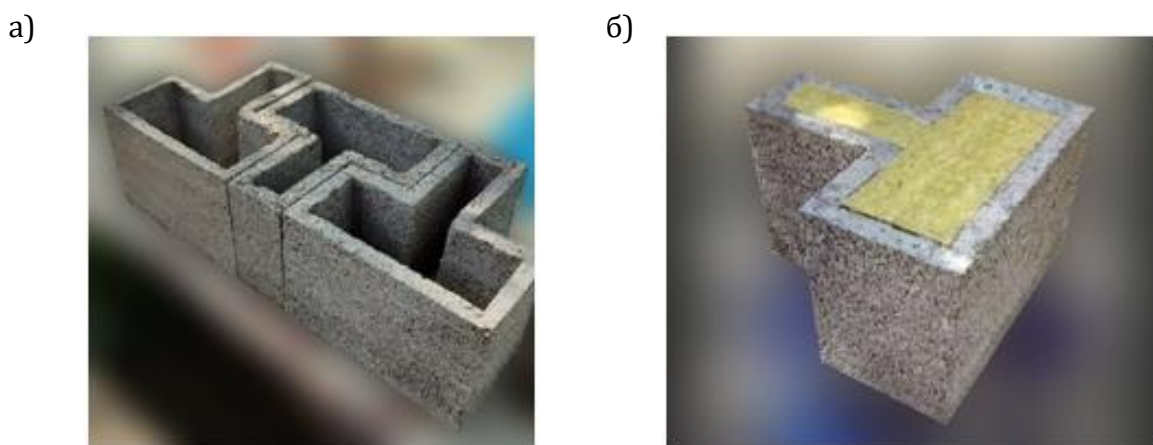


Рисунок 1. Вид Т-образного термоблока: а – оболочка термоблока из мелкозернистого бетона; б – термоблок с теплоизоляцией из базальтовых плит.

Использование термоблоков Т-образной формы позволяет:

- Уменьшить количество "мостиков холода" в наружной стене;
- Снизить теплопотери через стены за счёт высокой теплоизоляции;
- Сократить расходы на отопление и кондиционирование;
- Повысить долговечность и устойчивость конструкций к внешним воздействиям.

Применение инновационных теплоизоляционных материалов, таких как базальтовых плит, позволяет улучшить теплоизоляционные характеристики при сохранении прочности. Производство базальтовых плит в Узбекистане, используемых в качестве теплоизоляционного материала, является одним из перспективных направлений развития строительной отрасли и материаловедения. Наличие местных месторождений базальта снижает себестоимость производства и позволяет обеспечить устойчивые поставки сырья. Внедрение инновационных методов плавления и формования базальтовых волокон способствует выпуску высококачественной продукции, соответствующей международным

стандартам. Базальтовое волокно является экологически чистым материалом, что соответствует современным требованиям строительной отрасли.

Особое внимание уделяется технологии укладки термоблоков с минимизацией толщины швов путём использования клеящих материалов, что предотвращает образование "мостиков холода" больших размеров (рис.2).

Для оценки эффективности термоблоков проводятся экспериментальные исследования и численное моделирование теплопередачи через ограждающие конструкции. Использование методов компьютерного моделирования позволяет прогнозировать теплотери и оптимизировать конструктивные решения ещё на этапе проектирования.

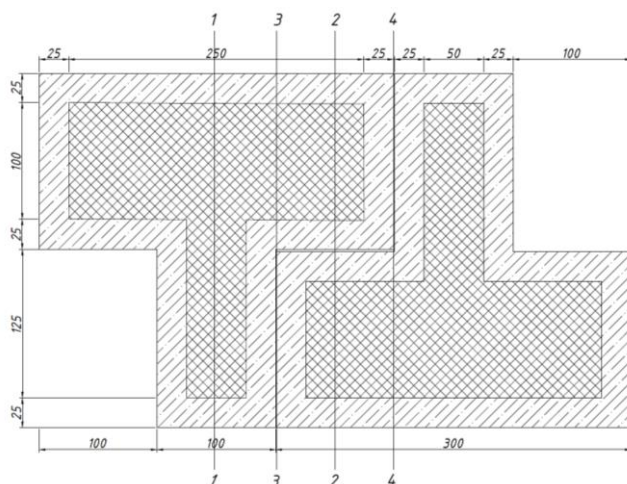


Рисунок 2. Характерные сечения наружной стены из Т-образных термоблоков.

Ниже приведены результаты теплотехнического расчёта изменения температуры на сечениях 1-1, 2-2, 3-3, 4-4 стены для климатических условий города Самарканда, выполненного с помощью компьютерного моделирования, приведенного на сайте www.smartcalc.ru/thermocalc.

1. Исходные данные и результаты теплотехнического расчёта стены по сечению 1-1:

- | | |
|---|------------------------------------|
| - расчетная зимняя температура наружного воздуха | - -15 °C [1]; |
| - расчетная температура внутреннего воздуха | - + 20 °C [2]; |
| - продолжительность отопительного периода | -153 суток [1]; |
| - средняя температура воздуха отопительного периода | - 4,05 °C [1]; |
| - условия эксплуатации помещения | - А |
| - количество градусо-суток отопительного периода (ГСОП) | - 2440 °C·сут [2]; |
| - требуемое сопротивление теплопередаче наружных стен для второй степени теплозащиты $[R_0^{TP}]$ | - 2,2 (м ² ·°C)/Вт [2]. |

Таблица 1. Характеристика материалов слоёв стены

№	Материалы слоев стены	Толщина, мм
1	Сложный раствор $\gamma_o=1700 \text{ кг/м}^3$	10
2	Мелкозернистый бетон $\gamma_o=1800 \text{ кг/м}^3$	25
3	Базальтовая плита $\gamma_o=120 \text{ кг/м}^3$	250
4	Мелкозернистый бетон $\gamma_o=1800 \text{ кг/м}^3$	25
5	Сложный раствор $\gamma_o=1700 \text{ кг/м}^3$	10

Общее сопротивление теплопередаче стены для сечения 1-1, определенное по формуле (4) [2], равно $R_o = 6,83 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$.

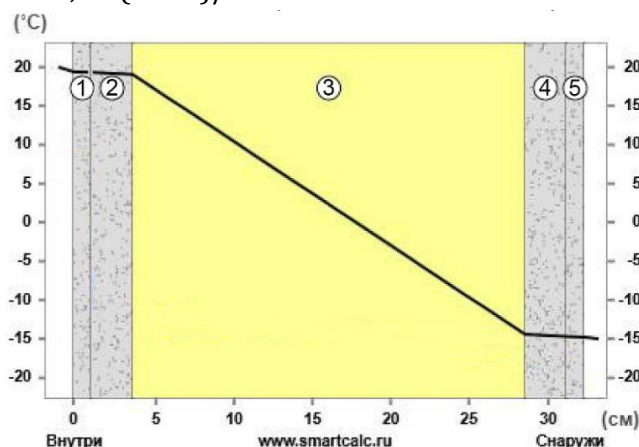


Рисунок 3. График изменения температуры по сечению 1-1.

График изменения температуры по сечению 2-2 стены представлен на рис.4.

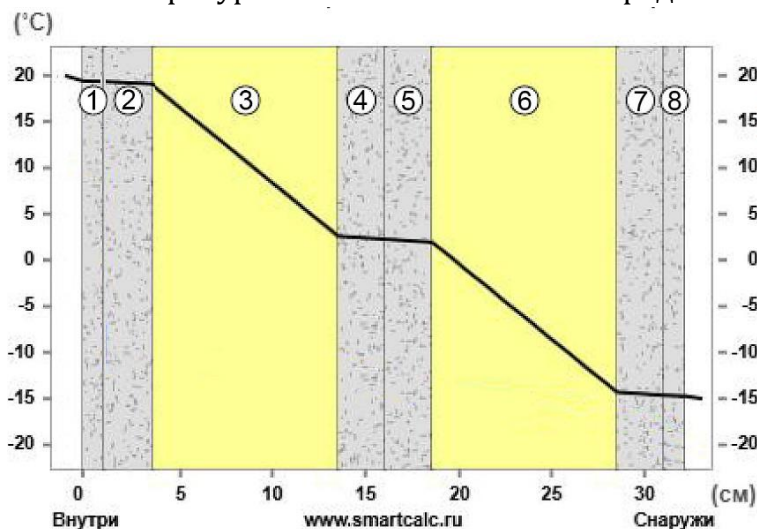


Рисунок 4. График изменения температуры по сечению 2-2.

Общее сопротивление теплопередаче стены для сечения 2-2, определенное по формуле (4) [2], равно $R_0 = 5,58 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$.

Таблица 2. Характеристика материалов слоёв стены

№	Материалы слоев стены	Толщина, мм
1	Сложный раствор $\gamma_0 = 1700 \text{ кг/м}^3$	10
2	Мелкозернистый бетон $\gamma_0 = 1800 \text{ кг/м}^3$	25
3	Базальтовая плита $\gamma_0 = 120 \text{ кг/м}^3$	100
4, 5	Мелкозернистый бетон $\gamma_0 = 1800 \text{ кг/м}^3$	25+25
6	Базальтовая плита $\gamma_0 = 120 \text{ кг/м}^3$	100
7	Мелкозернистый бетон $\gamma_0 = 1800 \text{ кг/м}^3$	25
8	Сложный раствор $\gamma_0 = 1700 \text{ кг/м}^3$	10

График изменения температуры по сечению 3-3 стены представлен на рис.5.

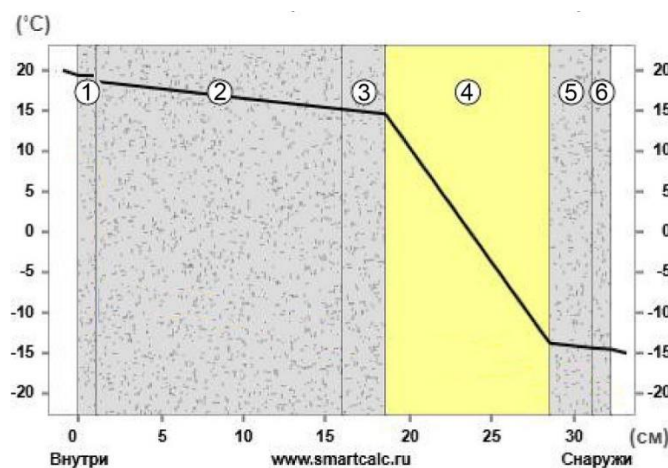


Рисунок 5. График изменения температуры по сечению 3-3.

Общее сопротивление теплопередаче стены для сечения 3-3, определенное по формуле (4) [2], равно $R_0 = 3,08 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$.

Таблица 3. Характеристика материалов слоёв стены

№	Материал	Толщина, мм
1	Сложный раствор $\gamma_0 = 1700 \text{ кг/м}^3$	10
2, 3	Мелкозернистый бетон $\gamma_0 = 1800 \text{ кг/м}^3$	150+25
4	Базальтовая плита $\gamma_0 = 120 \text{ кг/м}^3$	100
5	Мелкозернистый бетон $\gamma_0 = 1800 \text{ кг/м}^3$	25
6	Сложный раствор $\gamma_0 = 1700 \text{ кг/м}^3$	10

График изменения температуры по сечению 4-4 стены представлен на рис.6.

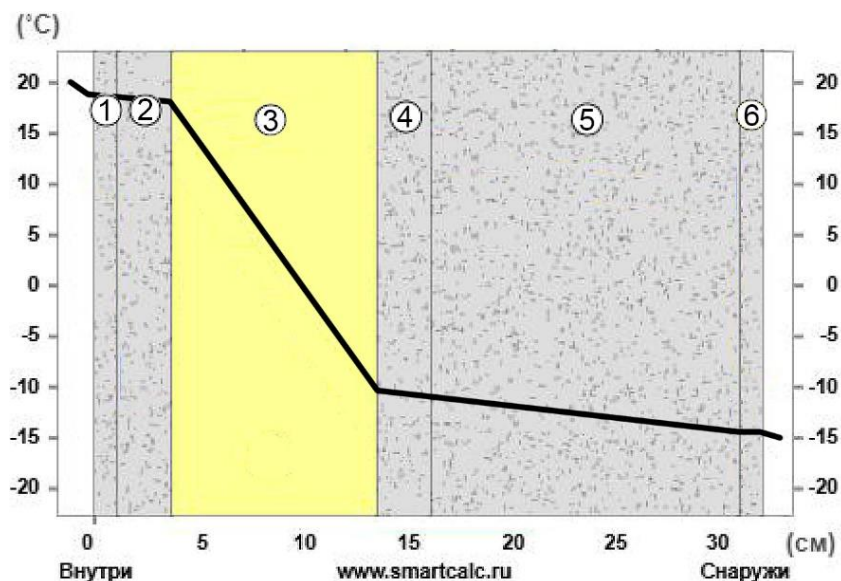


Рисунок 6. График изменения температуры на сечении 4-4.

Общее сопротивление теплопередаче стены для сечения 4-4, определенное по формуле (4) [2], равно $R_0 = 3,08 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$.

Таблица 4. Характеристика материалов слоёв стены

№	Материалы слоев стены	Толщина, мм
1	Сложный раствор $\gamma_0 = 1700 \text{ кг/м}^3$	10
2	Мелкозернистый бетон $\gamma_0 = 1800 \text{ кг/м}^3$	25
3	Базальтовая плита $\gamma_0 = 120 \text{ кг/м}^3$	100
4, 5	Мелкозернистый бетон $\gamma_0 = 1800 \text{ кг/м}^3$	175
7	Сложный раствор $\gamma_0 = 1700 \text{ кг/м}^3$	10

Заключение

1) Общее сопротивление теплопередаче стены по сечениям 3-3 и 4-4, где наибольшую часть толщины занимает мелкозернистый бетон с большим коэффициентом теплопроводности, составляет $R_0 = 3,08 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$, значительно больше, чем требуемое сопротивление теплопередаче наружных стен для второй степени теплозащиты, равное $R_0^{TP} = 2,2 \text{ (м}^2 \cdot \text{°C)/Вт}$.

2) При расчетной температуре внутреннего воздуха $t_{в} = +20^\circ\text{C}$ и относительной влажности $\varphi_{в} = 55 \%$ температура точки росы равна $t_{р} = +9,7^\circ\text{C}$. 3) Результаты

теплотехнического расчета изменения температуры по различным сечениям стены из Т-образных термоблоков показывают, что при понижении температуры наружного воздуха до -15°C ни в одном рассматриваемых сечениях температура на внутренней поверхности стены не понижается до температуры точки росы. Следовательно, можно гарантировать, что в климатических условиях Самарканда при понижении температуры наружного воздуха до -15°C на внутренней поверхности такой стены конденсат не образуется.

4) Таким образом, выполнение наружных стен каркасных зданий из Т-образных термоблоков является эффективным решением для повышения их энергоэффективности.

Вклад авторов

М.М. Махмудов — постановка научной задачи, общее руководство исследованием, формулирование выводов.

М.Б. Хайтов — сбор и анализ исходных данных, выполнение расчётов, оформление графической части и текста работы

Список литературы

1. ShNQ 2.01.01-22. Loyihalash uchun iqlimiy va fizikaviy-geologik ma'lumotlar.
2. ShNQ 2.01.04-18. Qurilish issiqlik texnikasi.
3. Makhmudov M., Rustamova D. Uniformity Check of the Thermal Conductivity Coefficient of Brick and Plaster Used in the Manufacture of Fragments of Experimental Walls for Studying Heat Protective Qualities //Journal of Advanced Scientific Research (ISSN: 0976-9595). – 2021. – Т. 1. – №. 1
4. Makhmudov, M., Rustamova, D. & Nosirova, S. (2021). Empirical dependence of sorption humidity of keramzybeton concrete on relative humidity of air. European Journal of Research Development and Sustainability (EJRDS) Available Online at: <https://www.scholarzest.ComVol,2>
5. Gayrat Shukurov, Khaitov MarufBolikulovich, Fazilov Farkhod Holiyevich, Kulmirzayev Jaxongir Ilxomiddinovich, M. Alvan Rizki; Innovative solutions for the use of aerated concrete blocks in residential buildings. AIP Conf. Proc. 24 July 2024; 3167 (1): 060013. <https://doi.org/10.1063/5.0221137>
6. Bolikulovich K. M. Study of the Thermal Conditions of Connections of Window Blocks to a Wall. – 2023.
7. Khayitov, M. B. (2021). Thermal insulation materials: advantages and production. ISJ Theoretical & Applied Science, 01 (93), 375-378.
8. Calculation of the Temperature Field of External Enclosing Structures Using The Finite Difference Method. (2024). Innovative: International Multidisciplinary Journal of Applied Technology (2995-486X), 165-169.
9. Mamadaliyev, X. E., Khaitov, M. B. & Fazilov, F.X. (2024). Prospects for the Use of Coal Ash in the Construction Industry. International Journal of Scientific Trends, 3(2), 45–48.

10. Bolikulovich, K. M., & Bakhodirovna, R. D. (2023). Methodology for Calculation of the Temperature Field in the External Fencing Structures of Buildings

М.М.Махмудов , М.Б.Хаитов

Мирзо Ұлықбек атындағы Самарқан мемлекеттік сәулет-құрылыс университеті

**Термоблоктардан жасалған қаңқалы ғимараттардың сыртқы
қабырғаларының ішкі бетінде конденсаттың түзілуіне тексеру**

Аңдатпа. Мақала қаңқалы ғимараттардың сыртқы қабырғалық толтырмалары ретінде термоблоктарды қолдану арқылы олардың энергия үнемділігін арттыру мәселесіне арналған. Термоблоктар — жылу оқшаулау қасиеттері жоғары, экологиялық қауіпсіз, ұзақ мерзімді және монтаждауға ыңғайлы заманауи қабырғалық материал. Жұмыста ұсақ түйіршікті бетон мен базальтты жылу оқшаулағыш плиталар негізінде жасалған термоблоктардың конструкциялары қарастырылған. Олардың жылу қорғау сипаттамалары, беріктігі және ғимараттың жалпы энергия тиімділігіне әсері талданады. Қоршаушы құрылымдар арқылы жылу шығынын азайту мәселесіне ерекше назар аударылған, бұл жылыту шығындарын едәуір қысқартуға мүмкіндік береді. Сондай-ақ, құрылымдардың жылу қорғау саласындағы құрылыс нормалары мен стандарттарына сәйкестігі қарастырылған. Алынған нәтижелер әртүрлі мақсаттағы энергия үнемдейтін ғимараттарды жобалау мен салуда, сондай-ақ оңтайлы құрылымдық шешімдерді таңдауда қолданылуы мүмкін.

Түйін сөздер: Энергия үнемдеу, жылу оқшаулау, термоблок, жылуөткізгіштікке қарсылық, жылуөткізгіштік коэффициенті, жылулық өріс, жылулық ағын, конденсация, шық нүктесі.

M.M. Makhmudov, M.B. Khaitov

Mirzo Ulugbek Samarkand State Architectural and Construction University

**Condensation Check on the Inner Surface of the External Walls of Frame Buildings
Made of Thermoblocks**

Abstract. This article addresses the issue of improving the energy efficiency of frame buildings through the use of thermoblocks as external wall infill. Thermoblocks are modern wall materials characterized by high thermal insulation properties, environmental safety, durability, and ease of installation. The study considers thermoblock constructions based on fine-grained concrete and basalt thermal insulation boards. Their thermal protection characteristics, strength, and impact on the overall energy efficiency of buildings are analyzed. Special attention is paid to the reduction of heat loss through enclosing structures, which allows for a significant decrease in

heating costs. The compliance of the constructions with current building codes and standards in the field of thermal protection is also examined. The results obtained can be applied in the design and construction of energy-efficient buildings for various purposes, as well as in the selection of optimal structural solutions for enclosing elements.

Keywords: Energy saving, thermal insulation, thermoblock, thermal resistance, thermal conductivity coefficient, thermal field, heat flow, condensation, dew point.

References

1. ShNQ 2.01.01-22. Loyihalash uchun iqlimiy va fizikaviy-geologik ma'lumotlar.
2. ShNQ 2.01.04-18. Qurilish issiqlik texnikasi.
3. Makhmudov M., Rustamova D. Uniformity Check of the Thermal Conductivity Coefficient of Brick and Plaster Used in the Manufacture of Fragments of Experimental Walls for Studying Heat Protective Qualities //Journal of Advanced Scientific Research (ISSN: 0976-9595). – 2021. – T. 1. – №. 1
4. Makhmudov, M., Rustamova, D. & Nosirova, S. (2021). Empirical dependence of sorption humidity of keramzybeton concrete on relative humidity of air. European Journal of Research Development and Sustainability (EJRDS) Available Online at: <https://www.scholarzest.ComVol, 2>
5. Gayrat Shukurov, Khaitov MarufBolikulovich, Fazilov Farkhod Holiyevich, Kulmirzayev Jaxongir Ilxomiddinovich, M. Alvan Rizki; Innovative solutions for the use of aerated concrete blocks in residential buildings. AIP Conf. Proc. 24 July 2024; 3167 (1): 060013. <https://doi.org/10.1063/5.0221137>
6. Bolikulovich K. M. Study of the Thermal Conditions of Connections of Window Blocks to a Wall. – 2023.
7. Khayitov, M. B. (2021). Thermal insulation materials: advantages and production. ISJ Theoretical & Applied Science, 01 (93), 375-378.
8. Calculation of the Temperature Field of External Enclosing Structures Using The Finite Difference Method. (2024). Innovative: International Multidisciplinary Journal of Applied Technology (2995-486X), 165-169.
9. Mamadaliyev, X. E., Khaitov, M. B. & Fazilov, F.X. (2024). Prospects for the Use of Coal Ash in the Construction Industry. International Journal of Scientific Trends, 3(2), 45–48.
10. Bolikulovich, K. M., & Bakhodirovna, R. D. (2023). Methodology for Calculation of the Temperature Field in the External Fencing Structures of Buildings

Сведения об авторах:

М.Махмудов и.о. профессора кафедры «Строительная инженерия» Самаркандского государственного архитектурно-строительного университета имени Мирзо Улугбека

М.Хайтов преподаватель кафедры «Архитектура» Самаркандского государственного архитектурно-строительного университета имени Мирзо Улугбека

М.Махмудов — Мирзо Ұлықбек атындағы Самарқан мемлекеттік сәулет-құрылыс университетінің «Құрылыс инженериясы» кафедрасының доценті (уақытша міндетін атқарушы).

М.Хайтов — Мирзо Ұлықбек атындағы Самарқан мемлекеттік сәулет-құрылыс университетінің «Сәулет» кафедрасының оқытушысы.

M. Makhmudov — Acting Associate Professor of the Department of Structural Engineering at Mirzo Ulugbek Samarkand State Architectural and Construction University.

M. Khaitov — Lecturer of the Department of Architecture at Mirzo Ulugbek Samarkand State Architectural and Construction University.



Copyright: © 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>).