

М.Н. Чекардовский¹, К.П. Гусева¹, С.Ю. Лебедев²

¹Строительный институт Тюменского индустриального университета

²Институт транспорта Тюменского индустриального университета

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ ПЕРЛИТОВЫЕ ШТУКАТУРКИ

Основным аспектом при проектировании ограждающих конструкций зданий является удовлетворение наружных ограждений требованиям тепловой защиты зданий и необходимому классу энергоэффективности. Для этого проектируются и возводятся множество вариантов конструкции наружных ограждений, одно из которых многослойные ограждающие конструкции, где основной упор делается на слои основания и утеплителя, при этом не учитывается слой наружной отделки, который увеличивает количество тепловых потерь через ограждение, ухудшает общие качества ограждения, поскольку слои основания и утеплителя имеют достаточно низкую плотность и хорошую паропроницаемость, а отделочный слой более плотный и недостаточно паропроницаемый.

Теоретические методы исследования данных нормативной литературы и исследовательские о перлитовых материалах делают возможным применение теплоизоляционных перлитовых штукатурок в качестве наружного отделочного слоя решить проблемы увеличения тепловых потерь и влажности конструкции. Они имеют небольшую плотность по сравнению с другими отделочными материалами и хорошую паропроницаемость.

Анализ основных материалов для наружной отделки ограждающих конструкций, которые применяются в данное время, показал, что перлитовые штукатурки имеют ряд преимуществ, улучшающих теплотехнические и эксплуатационные показатели: не влияют на увеличение теплопотерь от ограждения, не допускают переувлажнение конструкции.

Применение теплоизоляционных перлитовых штукатурок для наружной отделки зданий может не только служить дополнительной мерой для теплоизоляции наружных стен, но и обеспечить увеличение звукоизоляции помещений, использоваться в качестве защитных покрытий от грызунов, грибов и плесени во влажных помещениях, защитить здания от нежелательных мостиков холода.

Ключевые слова: теплоизоляционные материалы; перлитовые материалы; перлитовая штукатурка; фасадные отделочные материала; защита от бактерий; защита от грибка, теплопотери.

Введение. При строительстве зданий в районах с холодным климатом особое внимание уделяется процедуре утепления стен с целью:

- обеспечения нормальных условий микроклимата;
- уменьшения теплопотерь через наружные ограждения;
- снижения затрат на тепловую энергию для отопления здания в зимний период.

Для удовлетворения этих требований проектируются и возводятся здания в основном с многослойными ограждающими конструкциями [1]. Преимуществ многослойных ограждающих конструкций множество, одно из них – меньшее количество потерь тепла через их толщу, чем у панельных стен или стен из силикатного кирпича. Почти все ограждающие конструкции, точнее, наружные стены, проектируются из современных материалов с использованием наилучших утеплительных материалов и конструкций. Но возьмем, к примеру, ту же повсеместно возводимую многослойную ограждающую конструкцию, состоящую из основания в виде газобетонных блоков, утепления в виде минераловатных плит и отделки цементно-песчаным раствором или отделочным кирпичом, который необходимо наносить на специальный адгезивный раствор [2]. Сочетание газобетона и минераловатных плит дает гораздо меньше теплопотерь, чем ограждения из панелей, к примеру, но мало кто берет во внимание отделку, тот же цементно-песчаный раствор имеет большую плотность, что негативно сказывается на теплопотерях, и поэтому толщина ограждения увеличивается, к тому же ухудшаются другие свойства конструкции [3].

Но если применить в отделке стен с наружной стороны перлитовую «теплую» штукатурку, на показатель теплопотерь это не повлияет, а даже улучшит, к тому же прибавит конструкции таких качеств, как звукоизоляция, экологичность, защита от грызунов и грибков, позволит возводить конструкцию во влажном климате [4].

Поскольку здание облицовывается как снаружи, так и изнутри различными отделочными материалами, дополнительной мерой для улучшения теплоизоляции стен может быть использование перлитовых теплоизоляционных штукатурок. В статье рассмотрим все виды данных штукатурок, технические характеристики, достоинства и все возможные методы применения этого материала помимо теплоизоляции [5–6].

Материалы и методы. По данным нормативной и технической документации касательно перлитовых материалов, а точнее, именно перлитовых «теплых» штукатурок, получены данные об их разновидностях, технических характеристиках и методах использования.

Состав перлитовой теплоизоляционной штукатурки

Такие штукатурные смеси используются для отделки наружных стен, как облицовка, так и по внутренней грани ограждающей конструкций [7, 8].

Состав перлитовой штукатурки в основном трехкомпонентный:

- мелкий заполнитель (перлитовый песок с высокой пористостью);
- минеральное вяжущее вещество (негашеная известь, портландцемент или двухводный гипс);

– химические добавки (полимерные вяжущие), которые вводятся для улучшения пластифицирующих, гидрофобных и воздухоовлекающих свойств штукатурной смеси [7–8].

Технические характеристики перлитовых штукатурок приведены в табл. 1.

Таблица 1

Технические характеристики перлитовых штукатурок

Технические параметры	Значение параметра
Влажность сухой смеси, %, не более	0,1
Максимальная фракция, мм	0,63
Расход воды для образования смеси, л/кг	0,22–0,24
Время жизни, мин	20
Расход смеси, кг/м ² на 1 мм толщины слоя	1,0
Прочность при сжатии через 28 сут, МПа, не менее	15
Адгезия через 28 сут, МПа, не менее	0,5
Коэффициент теплопроводности, Вт·(м/°С)	0,16

В перлитовых теплоизоляционных штукатурках используется перлитовый песок вспученный фракцией 0,63 мм. По данным ГОСТ 10832–2009 «Песок и щебень, перлитовые вспученные» данный размер фракций относится к группе ВПС – вспученный песок средний [4], имеющий зерновой состав от 0,16 до 2,5 мм. ВПС имеет марку по насыпной плотности М100, что соответствует насыпной плотности свыше 75 до 100 кг/м³ включительно. Данная группа перлитового песка (ВПС) имеет физико-механические характеристики, представленные в табл. 2 [9].

Таблица 2

Физико-механические показатели вспученного перлитового песка ВПС

Наименование показателя	Значение показателя для ВПС марки по насыпной плотности М100
Теплопроводности при температуре (+25...–5) °С, Вт/(м ² ·°С), не более	0,052
Прочность при сдавливании в цилиндре, МПа, не менее	не нормируется

Эксплуатационные и технологические свойства штукатурки:

– устойчивость к резким перепадам температуры и атмосферным воздействиям, что делает возможным применение данной штукатурки в качестве наружной отделки стен и во влажных помещениях, если она используется в качестве внутренней отделки;

- высокая адгезивная способность;
- звукоизоляция благодаря содержанию в составе штукатурки высокопористых материалов;
- низкая теплопроводность;
- долговечность;
- высокая пластичность, что позволяет без труда распределять штукатурную смесь по поверхности стены и выравнивать поверхность;
- экологичность;
- легкость материала, который не вызывает дополнительную нагрузку на несущие элементы конструкции;
- негорючесть, не способствует возгоранию и распространению пламени, класс горючести – НГ;
- паропроницаемость;
- прочность [10].

Данная штукатурка подразделяется только на три типа по виду используемого вяжущего вещества:

- на цементной основе;
- на гипсовой основе;
- на известковой основе [9].

Перлитовая штукатурка на цементной основе

В качестве вяжущего вещества в составе штукатурной смеси применяется цемент, что повышает стойкость и водонепроницаемость покрытия. Это позволяет использовать ее для отделки наружной поверхности стен зданий, которые эксплуатируются в условиях повышенной влажности [11, 12].

Перлитовая штукатурка на гипсовой основе

Изготавливается на базе гипсового вяжущего вещества. Этот вид штукатурки применяется как в сухих отапливаемых помещениях, так и в помещениях с незначительной влажностью. Вспученный перлитовый песок будет защищать ограждающую конструкцию от появления различных микроорганизмов, таких как грибок. Применение данного вида штукатурной смеси является одним из перспективных направлений по улучшению теплозащитных и акустических свойств зданий и сооружений. Используется для отделки различных поверхностей, таких как бетон, кирпич, гипсокартон, потолок [8].

Перлитовая штукатурка на известковой основе

Перлитовые штукатурные смеси на основе известкового вяжущего вещества обеспечивают хорошую адгезию с пористыми поверхностями и легко затираются. Поэтому их часто применяют для отделки стен из

ячеистого бетона и керамики. Эти смеси представляют собой бактерицидный и экологически чистый материал с достаточно хорошим антибактериальным действием.

Для увеличения прочности покрытия в случае необходимости в его состав добавляют портландцемент, а для увеличения пластичности применяют добавку – пластификатор С-3 [12].

Область применения перлитовой теплоизоляционной штукатурки

Являясь отличным теплоизоляционным материалом, широко используется во многих строительных процессах, таких как:

- отделки фасада, требующего дополнительные меры по теплоизоляции;
- теплоизоляция и звукоизоляция стен – как внутренних, так и наружных;
- утепление откосов окон, проемов дверей, поскольку в этих местах присутствуют мостики холода, а также утепление перекрытий [12, 13].

Благодаря своему составу и легкости нанесения на вертикальную поверхность перлитовая штукатурка имеет ряд преимуществ:

- не требует применения арматурных сеток;
- смеси можно наносить на необработанные и неровные поверхности;
- на затвердевшем покрытии из перлитовой штукатурки не образуются мостики холода;
- штукатурка исключает проникновение насекомых и грызунов [14, 15].

Результаты исследования. В результате проведенных теоретических исследований выявлены преимущества перлитовых теплоизоляционных штукатурок над другими видами отделочных материалов, таких как простой цементно-песчаный раствор, используемый повсеместно, либо отделочный керамический кирпич. Данные исследования и сравнительные характеристики приведены в табл. 3.

Таблица 3

Сравнительные характеристики отделочных материалов

Особенности материала/технические характеристики	Вид отделочного материала		
	перлитовая штукатурка	цементно-песчаный раствор	отделочный керамический кирпич
Показатель	Значение показателя		
Класс горючести	НГ	НГ	НГ
Плотность, кг/м ³	500–550	1600–1800	1000–1500
Теплопроводность, Вт/(м·°С)	0,13	0,9–1,2	0,4–0,7
Морозостойкость, циклы	не менее 75 (F75)	не менее 100 (F100)	35–75
Влагопоглощение, %	До 20	5–6	9–14
Паропроницаемость, мг/(м·ч·Па)	0,035	0,09	0,17

Окончание табл. 3

Особенности материала/технические характеристики	Вид отделочного материала		
	перлитовая штукатурка	цементно-песчаный раствор	отделочный керамический кирпич
Прочность при сжатии, МПа	не менее 3,0	До 30	1,5
Прочность при изгибе, МПа	не менее 1,5	–	1,4
Температура эксплуатации готового покрытия, °С	от –50 до +70 °С	От –50 до +70 °С	допускаемая до 700
Возможность использования во влажных помещениях	допускается	не допускается	не допускается
Возможность использования в помещениях с применением химикатов	допускается	допускается	да, стоек к агрессивным средам
Защита от грызунов	да	нет	нет
Защита от бактерий/грибка	да	нет	нет
Экологичность	да	нет	да
Легкость конструкции	легкая	тяжелый	тяжелая
Адгезивная способность, МПа/класс	0,4 Мпа/Класс КП II. Высокоадгезивные, не требуют дополнительных растворов, повышающих адгезию между основанием и самим материалом	0,6 Мпа при наличии адгезионного слоя с добавкой. Необходим адгезивный состав для крепления материала к основанию	0 МПа. Необходим адгезивный состав для крепления материала к основанию

Таким образом, проанализировав полученные данные, справедливо сделать вывод о том, что перлитовые теплоизоляционные штукатурки в качестве наружного отделочного материала превосходят остальные по своим теплотехническим свойствам, т.е. имеют наименьший коэффициент теплопроводности и паропроницаемости и малую плотность, что обеспечит наименьшие теплотери всей конструкции в целом и конкретно отдельного слоя. Помимо этого, не утяжеляют конструкцию, так как имеют малый вес и плотность, менее трудоемки в возведении, чем другие виды материалов, поскольку обладают хорошей адгезивностью, состав наносится непосредственно на основание и не требует дополнительных адгезивных составов, в отличие, например, от отделочного кирпича.

Заключение и обсуждение. Применение теплоизоляционных перлитовых штукатурок может не только служить дополнительной мерой для теплоизоляции наружных стен, но и обеспечить увеличение звукоизоляции помещений, использоваться в качестве защитных покрытий от грызунов, грибков и плесени во влажных помещениях, защитить здания от не-

желательных мостиков холода. При этом материал является экологически чистым, негорючим и не поддерживающим возгорание, легок сам по себе, что не влияет на изменение несущей способности здания, легок в возведении и не требует применения дополнительных смесей для подготовки поверхности к отделке, поскольку обладает достаточной адгезией.

Библиографический список

1. Пономарев О.И., Горбунов А.М., Корнев М.В. Особенности проектирования несущих и ограждающих конструкций из силикатных кладочных изделий // *Строительные материалы*. – 2019. – № 8. – С. 39–41.
2. Логанина В.И., Фролов М.В., Эффективность применения теплоизоляционной штукатурки с применением микросфер для отделки газобетонной ограждающей конструкции // *Известия высших учебных заведений. Строительство*. – 2016. – № 5 (689). – С. 55–62.
3. Умнякова Н.П. Особенности проектирования энергоэффективных зданий, уменьшающих негативное влияние на окружающую среду // *Известия Юго-Западного государственного университета*. – 2011. – № 5, ч. 2. – С. 94–100.
4. Вытчиков Ю.С., Черенева А.В. Исследование воздухопроницаемости «теплой» штукатурки на цементно-перлитовой основе. Традиции и инновации в строительстве и архитектуре // *Материалы 69-й Всерос. науч.-техн. конф. по итогам НИР // СГАСУ*. – 2012. – С. 304–305.
5. Нациевский С.Ю., Алексеева Л.В. Производство сухих строительных смесей с применением вспученного перлита // *Сухие строительные смеси*. – 2012. – № 6. – С. 26–27.
6. Зин М.Х., Тихомирова И.Н. Теплоизоляционные материалы на основе вспененного жидкого стекла // *Успехи в химии и химической технологии*. – 2017. – Т. 31, № 3 (184). – С. 34–36.9.
7. Пашкевич С.А., Голунов С.А., Пустовгар А.П. Методы испытаний штукатурных фасадных покрытий, твердеющих при отрицательных температурах // *Вестник МГСУ*. – 2011. – № 3. – С. 180–184.
8. Богословский В.Н. Основы теории потенциала влажности материала применительно к наружным ограждениям оболочек зданий: монография / под ред. В.Г. Гагарина. – М.: МГСУ, 2013. – 112 с.
9. Зубарев К.П., Гагарин В.Г. Математическая модель влажностного режима ограждающих конструкций с использованием дискретно-континуального подхода // *Строительство – формирование среды жизнедеятельности XXI. Междунар. науч. конф.: сб. материалов сем. «Молодежные инновации»*.
10. Повышение водостойкости покрытия на основе известковых строительных материалов / В.И. Логанина, Л.В. Макарова, С.Н. Кислицына, К.А. Сергеева // *Известия высших учебных заведений. Строительство*. – 2012. – № 1 (637). – С. 41–46.
11. Реологические свойства композиционного известкового вяжущего с применением синтетических цеолитов / В.И. Логанина, С.Н. Кислицына, Л.В. Макарова, М.А. Садовникова // *Известия высших учебных заведений. Строительство*. – 2013. – № 4 (652). – С. 37–42.
12. Логанина В.И., Фролов М.В., Арискин М.В. Влияние вида наполнителя на механизм передачи тепла в теплоизоляционных штукатурках // *Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. Строительство и архитектура*. – 2017. – № 5. – С. 6–10.
13. Повышение энергоэффективности зданий за счет повышения теплотехнической однородности наружных стен в зоне сопряжения с балконными плитами / Н.П. Умнякова, Т.С. Егорова, П.Б. Белогуров, К.С. Андрейцева // *Строительные материалы*. – 2012. – № 6. – С. 19–21.
14. Гагарин В.Г. Теплофизические свойства современных стеновых ограждающих конструкций многоэтажных зданий // *Строительная теплофизика и энергоэффективное проектирование ограждающих конструкций зданий: сб. тр. II Всерос. науч.-техн. конф.* – URL: http://window.edu.ru/catalog/pdf2txt/279/73279/51723?p_page=5.
15. Луговой А.Н. Повышение энергоэффективности ограждающих конструкций // *Строительные материалы*. – 2011. – № 3. – С. 32–33.

References

1. Ponomarev O.I., Gorbunov A.M., Kornev M.V. Design features of load-bearing and enclosing structures from silicate masonry products // *Building materials*. 2019.No 8.P. 39–41.
2. Loganina V.I., Frolov M.V., Efficiency of application of heat-insulating plaster using microspheres for finishing aerated concrete building envelope // *News of Higher Educational Institutions. Building*. 2016. No5 (689). S. 55-62.
3. Umnyakova N.P. Design features of energy-efficient buildings that reduce the negative impact on the environment // *Bulletin of the South-West State University*. 2011. No. 5. Part 2. P. 94-100.
4. Vytychikov Yu.S., Chereueva A.V. A study of the air permeability of "warm" cement-perlite-based plasters. Traditions and innovations in construction and architecture // *Materials of the 69th All-Russian Scientific and Technical Conference based on the results of research // SSASU*. 2012.S. 304-305.
5. Natsievsky S.Yu., Alekseeva L.V. Production of dry construction mixtures using expanded perlite // *Dry construction mixtures*. 2012. No. 6. P. 26-27.
6. Zin M.Kh., Tikhomirova I.N. Heat-insulating materials based on foamed liquid glass // *Advances in chemistry and chemical technology*. 2017.Vol. 31. No. 3 (184). S. 34–36.9.
7. Pashkevich S.A., Golunov S.A., Pustovgar A.P. Test methods for plaster facade coatings hardening at negative temperatures // *Vestnik MGSU*. 2011. No 3. S. 180–184.
8. Bogoslovsky V.N. Fundamentals of the theory of the potential of humidity of a material as applied to exterior enclosures of the building envelope: monograph / ed. V.G. Gagarin. M.: MGSU, 2013.112 s.
9. Zubarev K.P., Gagarin V.G. The mathematical model of the humidity regime of building envelopes using the discrete-continuum approach // *Construction – the formation of the living environment XXI International scientific conference: collection of materials of the seminar "Youth Innovation"*.
10. Loganina V.I., Makarova L.V., Kislitsina S.N., Sergeeva K.A. Improving the water resistance of coatings based on calcareous building materials // *News of Higher Education Institutions. Building*. 2012. No1 (637). S. 41-46.
11. Loganina V.I., Kislitsyna S.N., Makarova L.V., Sadovnikova M.A. Rheological properties of a composite calcareous binder using synthetic zeolites // *News of Higher Educational Institutions. Building*. 2013. No. 4 (652). S. 37-42.
12. Loganina V.I., Frolov M.V., Ariskin M.V. The effect of the type of filler on the mechanism of heat transfer in heat-insulating plasters // *Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. Construction and architecture*. 2017. No. 5. P. 6-10.
13. Umnyakova N.P., Egorova T.S., Belogurov P.B., Andreitseva K.S. Improving the energy efficiency of buildings by increasing the heat engineering uniformity of the outer walls in the interface with balcony slabs // *Building Materials*. 2012. No. 6. S. 19-21.
14. Gagarin V.G. Thermophysical properties of modern wall enclosing structures of multi-storey buildings // *Construction Thermophysics and energy-efficient design of enclosing structures of buildings: cb. tr II All-Russian Scientific and Technical Conference*. Access Mode: http://window.edu.ru/catalog/pdf2txt/279/73279/51723?p_page=5/
15. Lugovoi A.N. Improving the energy efficiency of building envelopes // *Building materials*. 2011. No. 3. P. 32–33.

Получено 22.05.2020

M. Chekardovskij, K. Guseva, S. Lebedev

HEAT-INSULATING PERLITE PLASTERS

The main aspect in the design of building envelopes is to meet the requirements for thermal protection of buildings and the required class of energy efficiency. For this, many design options for exterior fencing are designed and built, one of which is multi-layer enclosing structures, where the main emphasis is on the layers of the base and insulation, not taking into account the layer of exterior decoration, which increases the amount of heat loss through the enclosure and worsens the overall quality of the enclosure, since the base and insulation layers have a sufficiently low density and good vapor permeability, and the finishing layer is more dense and not sufficiently vapor permeable.

Theoretical methods of studying regulatory literature data and research on perlite materials make it possible to use heat-insulating perlite plasters as an external finishing layer to solve the problems of increasing heat loss and moisture of the construction. They have a low density compared to other finishing materials and good vapor permeability.

After analyzing the basic materials for the exterior decoration of building envelopes, which are currently used, perlite plasters have several advantages that improve thermal and operational performance: they do not affect the increase in heat loss from the fence, do not allow overwetting of the structure.

The use of heat-insulating perlite plasters for the exterior decoration of buildings can be not only an additional measure for thermal insulation of external walls, but also provide an increase in the sound insulation of rooms, can be used as protective coatings from rodents, fungi and mold in humid rooms, and protect buildings from undesirable cold bridges.

Keywords: insulation materials, perlite materials, perlite plaster, facade finishing materials, protector from bacteria, fungus protector, heat loss.

Чекардовский Михаил Николаевич (Тюмень, Россия) – доктор технических наук, доцент, профессор кафедры теплогаснабжения и вентиляции, Строительный институт Тюменского индустриального университета (625000, г. Тюмень, ул. Луначарского, д. 4, e-mail: chekardovskijmn@tyuiu.ru).

Гусева Ксения Петровна (Тюмень, Россия) – ассистент кафедры теплогаснабжения и вентиляции, Строительный институт Тюменского индустриального университета (625000, г. Тюмень, ул. Луначарского, д. 4, e-mail: gusevakp@tyuiu.ru).

Лебедев Сергей Юрьевич (Тюмень, Россия) – ассистент кафедры прикладной механики, Институт транспорта Тюменского индустриального университета (625000, г. Тюмень, ул. Мельникайте, д. 72, e-mail: lebedevsj@tyuiu.ru).

Mikhail Chekardovskiy (Tyumen, Russian Federation) – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of the Department of Heat and Gas Supply and Ventilation, Building Institute, Federal State Educational Institution of Higher Education of the Tyumen Industrial University, Unit (FSBEI HE "TIU") (4 Lunacharsky st., Tyumen, 625000, Russia, e-mail: chekardovskijmn@tyuiu.ru).

Ksenia Guseva (Tyumen, Russian Federation) – Assistant of the Department of Heat and Gas Supply and Ventilation, Construction Institute, Federal State Educational Institution of Higher Education of the Tyumen Industrial University, unit (FSBEI HE "TIU") (4 Lunacharsky st., Tyumen, 625000, Russia, e-mail: gusevakp@tyuiu.ru).

Sergey Lebedev (Tyumen, Russian Federation) – Assistant of the Department of Applied Mechanics, Institute of Transport, Federal State Educational Institution of Higher Education of the Tyumen Industrial University, unit (FSBEI HE "TIU") (72 Melnikayte st., Tyumen, 625000, Russia, e-mail: lebedevsj@tyuiu.ru).