

# СТРОИТЕЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ИЗДЕЛИЯ

## CONSTRUCTION MATERIALS AND PRODUCTS

Вестник Томского государственного  
архитектурно-строительного университета.  
2024. Т. 26. № 5. С. 163–172.

ISSN 1607-1859 (для печатной версии)  
ISSN 2310-0044 (для электронной версии)

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo  
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –  
Journal of Construction and Architecture.  
2024; 26 (5): 163–172.  
Print ISSN 1607-1859  
Online ISSN 2310-0044

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 691.1

DOI: 10.31675/1607-1859-2024-26-5-163-172

EDN: MRHDKH

### СТРАТЕГИЯ ВЫБОРА ИННОВАЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ В АРХИТЕКТУРЕ И СТРОИТЕЛЬСТВЕ: МАГНЕЗИТОВЫЕ ПЛИТЫ

Вахтанг Тенгизович Пипия

ООО «Арх-Консалт», г. Москва, Россия

**Аннотация.** Современные тенденции устойчивого развития предъявляют высокие требования к строительным материалам и изделиям. Предпочтение отдается той продукции или технологиям, которые потенциально могут быть отмечены как экологически безопасные, что и определяет *актуальность* исследования.

**Объектом исследования** являются магнезитовые плиты, представляющие собой строительный материал, характеризующийся высокой огнестойкостью, влагостойкостью, прочностью, звукоизоляционными и экологическими свойствами.

**Цель исследования** – изучение инновационного строительного материала на примере магнезитовых плит, определение их эксплуатационных характеристик, включая огнестойкость, влагостойкость, прочность и экологичность. Исследование направлено на оценку эффективности магнезитовых плит по сравнению с другими строительными материалами.

**Методы исследования.** В статье проведен анализ свойств плит из оксида магния как самого экологичного и безопасного инновационного строительного материала. Преимущества оцениваются через сравнительный анализ физических и механических свойств плит из оксида магния с другими доступными строительными плитами (гипсокартонными, ориентированно-стружечными).

**В результате исследования** выявлено, что магнезитовые плиты являются экологичным и универсальным материалом для использования в архитектурных и строительных конструкциях. Результаты исследования показали, что магнезитовая плита превосходит по выбранным параметрам другие строительные плиты, однако их стоимость выше.

**Ключевые слова:** инновационные материалы, энергоэффективность, архитектура, магнезитовая строительная плита

*Для цитирования:* Пипия В.Т. Стратегия выбора инновационных материалов в архитектуре и строительстве: магнезитовые плиты // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2024. Т. 26. № 5. С. 163–172. DOI: 10.31675/1607-1859-2024-26-5-163-172. EDN: MRHDKH

## ORIGINAL ARTICLE

### INNOVATIVE MATERIALS IN ARCHITECTURE AND CONSTRUCTION: MAGNESITE PANELS

Vakhtang T. Pipiia

ООО “Arch-Konsult”, Moscow, Russia

**Abstract.** Magnesite panels studied herein, are characterized by high fire resistance, moisture resistance, strength, sound insulation and environmental properties. The relevance is due to the modern trends in sustainable development, imposing high demands on building materials and products. Preference is given to those products or technologies that can potentially be marked as eco-friendly.

**Purpose:** The purpose of this work is to study magnesite panels, an innovative building material, to determine their performance characteristics, including fire resistance, moisture resistance, strength and environmental friendliness. The paper analyzes their effectiveness in comparison with other building materials.

**Methodology/approach:** The paper analyzes the properties of panels made of magnesium oxide as the most environmentally friendly and safe innovative building material. Their advantages are assessed through a comparative analysis of the physical and mechanical properties of magnesium oxide panels with other available building panels (gypsum panels, oriented strand panels).

**Research findings:** It is found that magnesite panels are an environmentally friendly and universal material in architecture and construction. It is shown that magnesite panels are superior to other building panels in the selected parameters, but are more expensive.

**Keywords:** innovative material, energy efficiency, architecture, magnesite panel

**For citation:** Pipiia V.T. Innovative Materials in Architecture and Construction: Magnesite Panels. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2024; 26 (5): 163–172. DOI: 10.31675/1607-1859-2024-26-5-163-172. EDN: MRHDKH

#### Введение

Технологические инновации в строительстве представляют интерес для архитекторов, проектировщиков, предпринимателей и научных исследователей.

Существует четкая связь между архитектурной модой и развитием материалов и технологий, которые, в свою очередь, связаны с масштабными социальными проблемами (устойчивое развитие и экологизация).

С.Н. Дьяконова выявила, что в настоящее время на строительство и эксплуатацию зданий приходится около 40 % выбросов парниковых газов, при этом наибольшую долю вносят США, Китай и Россия. Таким образом, экология строительства становится одним из основных аспектов, способных повлиять на решение глобальной проблемы защиты климата и в целом содействовать устойчивому развитию [1].

Большая часть исследований сосредоточена на вопросах экологически устойчивой архитектуры и урбанизма, комплексного территориального разви-

тия, использования энергоэффективного оборудования, снижения теплопотерь в зданиях и др.

Исследований по разработке экологических строительных материалов меньше, а термин «экоматериал» часто используется как тренд маркетинговых брендов. Экологичное строительство невозможно вести без использования материалов, имеющих низкий углеродный след, повышенную биологическую устойчивость, на что указывает О.Г. Бердиева и другие авторы [2].

Результатом исследований К.А. Быстрова стал вывод о том, что энергоэффективность имеет большое значение в процессе обеспечения комфортных условий в зданиях [3]. В частности, потери тепла в ограждающих конструкциях увеличивают потребление энергии. На этом этапе необходимо предотвратить передачу тепла между внутренними и наружными помещениями с помощью пассивных систем. Одним из инновационных материалов, производимых для утепления зданий, является магнезитовая строительная плита (рис. 1).



Рис. 1. Магнезитовая строительная плита<sup>1</sup>

Fig. 1. Magnesite panels

На основе теоретического анализа и синтеза полученных знаний определена цель настоящей работы – изучение преимуществ использования магнезитовой строительной плиты для архитектурных целей.

Задачи исследования: изучение технологических характеристик, обоснование преимуществ и недостатков, а также проведение сравнительного обзора свойств плит из оксида магния с аналогичными плитами из других материалов (гипсокартонные, цементно-стружечные и фанерные плиты).

Магнезитовая строительная плита обладает следующими характеристиками: класс воспламеняемости А1, водонепроницаемость, ударопрочность, тепло- и звукоизоляция. Материал можно использовать во многих элементах внутренней и внешней отделки зданий, таких как внешняя облицовка, внутренние перегородки, потолки, системы фальшполов. В то же время магнезитовый лист, не выделяющий вредных и токсичных газов, предотвращает образование плесени, грибка и бактерий во влажной среде.

MgO входит в состав различных природных строительных материалов, которые использовались еще в древности и прошли испытание временем [4]. Благодаря своим свойствам плита из оксида магния абсолютно безопасна и делает внутреннюю среду здания здоровой.

<sup>1</sup> URL: [https://www.researchgate.net/figure/Magnesite-Building-Board-Url-10\\_fig7\\_370865181](https://www.researchgate.net/figure/Magnesite-Building-Board-Url-10_fig7_370865181)

С.И. Кузьмин провел анализ свойств плиты из оксида магния, которая представляет собой строительную плиту большого формата, обычно белого цвета. Магnezитовая плита изготавливается из экологически чистого природного материала, безопасного для здоровья и не выделяющего при использовании токсичных веществ [5]. Уникальной особенностью плит из оксида магния является активное потребление  $\text{CO}_2$  из воздуха на протяжении всего жизненного цикла. Это дает постоянное очищение и улучшение качества среды в помещении. Магnezитовая пластина имеет широкое практическое применение: продукт используется для монтажа потолков, перегородок, каминов, всех видов внутренней и наружной облицовки стен, вентилируемых фасадов и в местах, где необходимо защитить здание от огня, гниения и плесени. Поверхность магnezитовых плит можно легко облицевать плиткой, оштукатурить или покрасить [6].

Согласно анализу рынка магnezитовых плит [6] мировой рынок сегментирован на шесть основных регионов, а именно: Северная Америка (США, Канада), Европа (Великобритания, Франция, Германия, Россия), Азиатско-Тихоокеанский регион (Китай, Япония, Австралия), Южная Америка (Бразилия, Аргентина), Ближний Восток (Саудовская Аравия, ОАЭ, Катар) и Африка (Египет, Южная Африка) (рис. 2).

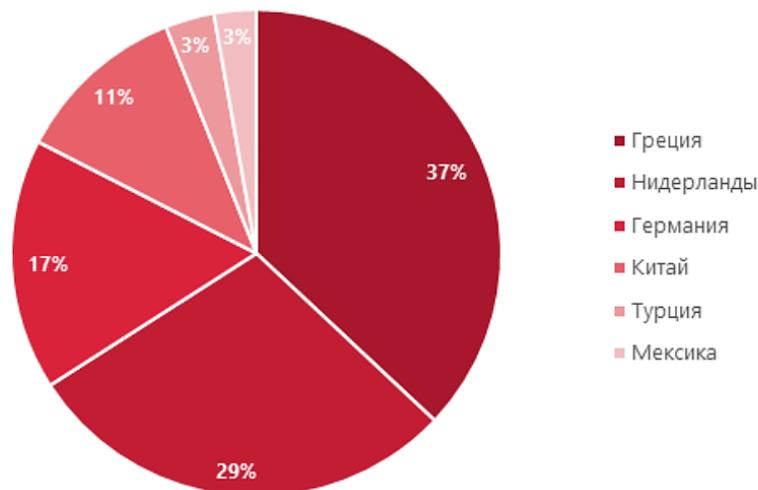


Рис. 2. Структура импорта магnezитовых плит<sup>2</sup>  
Fig. 2. Import structure of magnesite panels

В этих регионах много производителей магnezитовых плит и еще больше поставщиков. Сами импортеры заявляют, что единой рецептуры производства плит  $\text{MgO}$  не существует, и плиты разных производителей значительно отличаются по своим свойствам (рис. 3). В основном магnezитовая плита состоит из оксида магния и может содержать различные добавки, улучшающие её свойства или создающие определённые характеристики. Напри-

<sup>2</sup> URL: [https://www.megaresearch.ru/news\\_in/analiz-rossijskogo-rynka-kausticheskogo-magnezita-i-perspektivy-razvitiya-rynka-do-2023-goda](https://www.megaresearch.ru/news_in/analiz-rossijskogo-rynka-kausticheskogo-magnezita-i-perspektivy-razvitiya-rynka-do-2023-goda)

мер, компания Zhangjiagang Oriental Construction Material Co., Ltd. заявляет [6], что производимая ими плита изготовлена из оксида магния высокой чистоты, сульфата MGO ( $MgSO_4$ ), замены хлорида магния ( $MgCl_2$ ), высокопрочной стекловолоконной сетки, перлита.

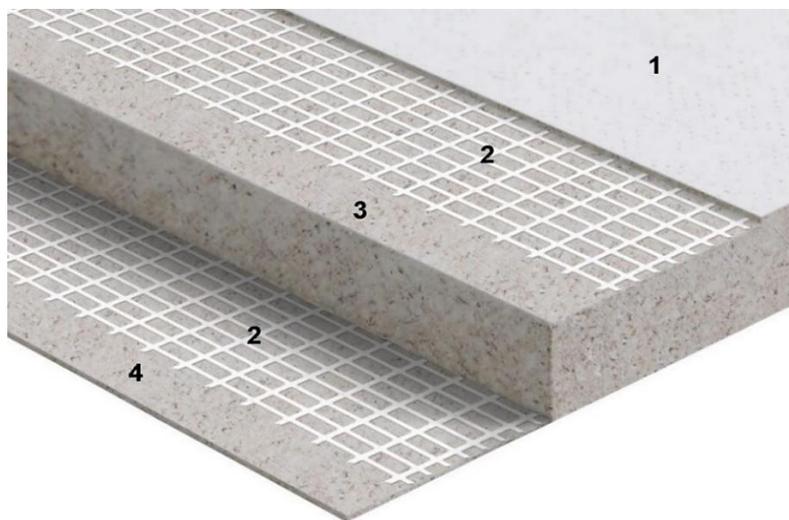


Рис. 3. Структура магнезитовых плит<sup>3</sup>:

1 – лицевая гладкая поверхность; 2 – армирующая стеклосетка; 3 – тело листа; 4 – обратная шершавая сторона

Fig. 3. Structure of magnesite panels:

1 – smooth front surface; 2 – reinforcing glass mesh; 3 – sheet; 4 – rough reverse side

Рассмотрим преимущества и недостатки плит MgO.

Положительные характеристики:

– Огнестойкость. Материал устойчив к температуре 800 °С и выдерживает воздействие открытого огня до 240 мин в составе сборных конструкций.

– Устойчивость к влаге. Плита не деформируется, не размягчается и не гниет под воздействием влаги и пара.

– Морозостойкость. Материал выдерживает более 50 циклов замораживания-оттаивания и не разрушается.

– Прочностные свойства. Магнезитовые плиты обладают хорошей ударопрочностью и повышенной прочностью на изгиб. Материал устойчив к ударам более 5 кДж/м<sup>2</sup>. Прочность на изгиб составляет от 15 до 22 МПа.

– Звукоизоляция. Материал отличается хорошим звукопоглощением и обеспечивает высокую звукоизоляцию. Шумозащита 8-миллиметровой конструкции – 29 дБ.

– Теплоизоляция. Плиты MgO имеют низкие свойства теплопроводности – коэффициент теплопроводности составляет 0,216 Вт/(м·К).

– Размерная стабильность. Материал не подвержен влиянию влаги, тепла или холода.

<sup>3</sup> URL: <https://ne-gorit.ru/osnova/sml/steklomagnezitovyj-list>

– Термический накопительный эффект. Это недавно обнаруженное свойство магнезитовой плиты, которое на 50 % выше, чем у гипсокартона.

Недостатки плит MgO:

– Цена: сегодня на рынке строительных материалов цена плит из оксида магния выше, чем аналогичных материалов.

– Спрос на магнезитовые плиты относительно невелик из-за конкуренции на рынке более дешевых материалов.

– Ограниченная доступность магнезитовых плит на рынке строительных материалов. Не много стран занимаются добычей MgO из-за недостаточной осведомленности о его свойствах.

Оценка достоинств и недостатков показывает, что плиты MgO имеют больше достоинств. Недостатки плит незначительны, однако их также необходимо учитывать при использовании. В целом можно сделать вывод о больших перспективах применения плит из магния на строительном рынке.

Самым большим препятствием на пути расширения использования плит MgO является их цена. В ходе дальнейшего исследования определим, оправдана ли высокая цена материала его физико-механическими и экологическими характеристиками в сравнении с другими материалами.

#### Материалы и методы исследования

Для сравнения параметров были выбраны традиционные строительные плиты различного происхождения толщиной 12 мм. Характеристики материалов приведены в табл. 1.

Таблица 1

#### Сравнение параметров строительных плит

Table 1

#### Building panel parameters

Материал	Характеристика
Магний	MgO плита, 12×1220×2440 мм, Zhangjiagang Swissiws Co., Ltd.
Цементно-стружечная плита	Цементно-стружечная плита ЦСП-1 (гладкая, нешлифованная) «Тамак», 12×2700×1250 мм
Гипсокартон	Гипсокартон «Кнауф». Обычный ГКЛ, 2500×1200×12,5 мм
Деревянный шпон	Фанера, бук обыкновенный, 12×1250×2500 мм
Ориентированно-стружечная плита (ОСП)	OSB 3 Kronospan, 12×625×2500 мм

1. Гипсокартонные листы на основе гипса [7]. Гипсокартон представляет собой панель, изготовленную из дигидрата сульфата кальция (гипса) с добавками или без них, обычно экструдированную между толстыми листами облицовочной и подкладочной бумагой [8].

2. Древесные плиты: ориентированно-стружечная плита (ОСБ) и фанера. ОСБ – это разновидность инженерной древесины, похожая на древесно-стружечную плиту, получаемая путем добавления клея и последующего сжатия слоев древесных прядей (стружек) в определенной ориентации [9]. Была изобретена Армином Эльмендорфом в Калифорнии в 1963 г. Фанера – это материал, изготовленный из тонких слоев деревянного шпона, которые склеены вместе с соседними слоями, при этом волокна древесины повернуты на угол до 90° друг к другу [10].

3. Цементно-стружечная плита «Тамак» – одна из современных инновационных плит.

На основании имеющихся данных технической литературы, паспортов и каталогов для сравнения были выбраны следующие параметры:

- рыночная цена 1 м<sup>2</sup>;
- вес – более высокая плотность делает материал более прочным и устойчивым к изменению своей формы;
- модуль упругости – более гибкий материал, например, позволяет создавать изогнутые конструкции;
- термическое сопротивление – чем выше термическое сопротивление, тем меньше потери тепла через конструкцию;
- акустическое сопротивление – чем выше значение, тем устойчивее материал к передаче звука;
- прочность на изгиб, прочность на растяжение, прочность на сжатие;
- ударная вязкость – чем выше значение, тем долговечнее материал;
- содержание формальдегида – чем ниже содержание формальдегида, тем безопаснее материал;
- огнестойкость – группа горючести: НГ – негорючий материал, Г1 – слабогорючий, Г2 – умеренногорючий, Г3 – нормальногорючий, Г4 – сильногорючий;
- устойчивость к влаге – возможность использования во влажной среде;
- устойчивость к плесени и вредителям – способствует созданию более здоровой среды в помещении.

### Результаты

Полученные в ходе сравнительного анализа данные обобщены и представлены в табл. 2.

Рассматривая ценовой фактор, можно сделать вывод, что плита MgO имеет сопоставимую (даже более низкую) цену, чем ЦСП. Цена этих двух современных плит примерно на 50 % выше, чем цена гипсокартонных или древесных плит. Такая существенная разница зависит от плотности материала. В зависимости от значения плотности различаются прочностные характеристики плит. По значению модуля упругости плиты MgO и ЦСП сопоставимы, но по остальным прочностным параметрам плита MgO показывает лучшие характеристики. По сравнению с плитами из других материалов, MgO плита имеет высокую прочность на изгиб, высокие показатели прочности на разрыв и ударную вязкость. По прочности на сжатие MgO плита несколько уступает древесным панелям, но превосходит ЦСП и гипсокартон. Магnezитовая строительная плита имеет почти вдвое лучший показатель по акустическому сопротивлению, чем все остальные плиты, и еще более существенны различия по термическому сопротивлению [11].

Таблица 2

## Сравнительный анализ свойств плит

Table 2

## Panel properties

Параметры сравнения	MgO плита	Цементно- стружечная плита	Гипсо- картон	Фанера	ОБС плита
Средняя цена за 1 м <sup>2</sup> , руб.	600	550	300	250	330
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1000	1350	680	600	620
Модуль упругости, МПа	6045	6800	2200	3500	3500
Термическое сопротивление, м <sup>2</sup> К/Вт	18	11,5	2,2	16	16
Акустическое сопротивление, дБ	11	0,63	1,8	0,3	0,3
Прочность на изгиб, МПа	18	15	6,8	25	20
Прочность на растяжение, МПа	5	–	3,6	3,4	–
Прочность на сжатие, МПа	1,14	0,037	0,1042	0,12	0,12
Ударная вязкость, кгс/см <sup>2</sup>	48	30	25	23	25
Содержание формальдегида, мг	0	0	0	max 8	max 8
Группа горючести	НГ	Г1	Г1	Г4	Г4
Устойчивость к воздействию влаги	Да	Да	Нет	Нет	Нет
Устойчивость к воздействию жи- вых организмов (грызуны и т. п.)	Да	Да	Нет	Нет	Нет

Магнезитовая строительная плита также демонстрирует высокую устойчивость к огню и имеет высокий класс огнестойкости, тогда как худшую реакцию на огонь имеют плиты на основе древесины (низкий класс огнестойкости). С точки зрения воздействия на здоровье неблагоприятными являются древесные плиты, т. к. технология их производства включает нанесение клея, в состав которого входит фенолоформальдегидная смола. Кроме того, только плиты MgO и ЦСП обладают устойчивостью к влаге, плесени и вредителям. Древесные плиты и гипсокартон такими свойствами не обладают.

Следовательно, более высокая цена плиты MgO вполне оправданна, поскольку она имеет лучшие значения практически по всем параметрам. ЦСП «Тамак» имеет еще более высокую цену, хотя лишь некоторые характеристики сопоставимы с плитой MgO.

### Заключение

Строительные плиты являются неотъемлемой частью любого здания. Они имеют широкий спектр применения (стены, перегородки, полы, крыши, перекрытия), а также относительно широкую материальную базу (гипс, древесно-волоконная плита, ДСП, фанера, фиброцемент). В исследовании проанализированы свойства инновационной строительной плиты, которая изготов-

лена на основе магнезита. Во многих источниках перечисляется ряд преимуществ и свойств, превосходящих эксплуатационные характеристики традиционных гипсовых и древесных строительных плит (огнестойкость, устойчивость к плесени и вредителям, акустическая и термическая стойкость, параметры прочности, особенно прочность на растяжение и ударная вязкость, безопасность для здоровья, устойчивость к влаге, плотность материала и модуль упругости). Однако установлено, что их широкому использованию препятствует более высокая стоимость по сравнению с традиционными строительными плитами. В ходе проведенного сравнительного анализа удалось доказать, что более высокая цена магнезитовых плит оправдана их физико-механическими и экологическими свойствами.

Плита MgO показывает значительно лучшие значения по шести параметрам (прочность на изгиб, растяжение и сжатие, термическая, акустическая прочность и огнестойкость). По результатам можно сделать вывод, что магнезитовая строительная плита имеет потенциал для более широкого использования как с точки зрения цены, так и с точки зрения прочностных и других параметров.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Дьяконова С.Н., Батехова А.А. Анализ использования инновационных строительных материалов // *Инновации, технологии и бизнес*. 2021. № 1 (9). С. 42–47.
2. Бердиева О.Г., Байлиева Д.Б., Халлиев Г.Ч. Инновационные материалы в архитектуре и строительстве: от прозрачной древесины до легких сейсмических усилителей // *Вестник науки*. 2024. № 4 (73). Т. 1. С. 528–531.
3. Быстров К.А., Гамаюнова О.С. Инновационные строительные материалы // *Высокие технологии в строительном комплексе*. 2022. № 2. С. 24–34. EDN: CNJKNM
4. Гришин И.А., Масалимов А.В., Андреева О.С. Непрерывный контроль как инструмент управления процессом обогащения магнезитов // *Вестник МГТУ им. Г.И. Носова*. 2020. № 4. С. 4–11.
5. Кузьмин С.И., Соколов Д.А. Модель получения качественного магнезиального вяжущего из природного магнезита Савинского месторождения // *Современные технологии и научно-технический прогресс*. 2024. № 1. С. 216–217. EDN: RIQENP
6. Масалимов А.В., Смирнов А.Н., Орехова Н.Н., Гришин И.А. Состояние сырьевой базы для обнаружения перспективных источников получения оксида магния в процессах обогащения // *Вестник ЗабГУ*. 2021. № 3. С. 16–25. EDN: SHRZPY
7. Макаренко О.И. Инновационные императивы развития современных строительных материалов и технологий в жилищном строительстве // *Жилищные стратегии*. 2023. Т. 10. № 1. С. 43–60.
8. Изотов Е.А. Гипсокартон. Описание и применение в строительстве // *Наука и образование сегодня*. 2020. № 3 (50). С. 23–24.
9. Бамбетова К.В., Бегиева Б.М. Преимущества цементно-стружечной плиты // *Вопросы науки и образования*. 2022. № 1 (157). С. 75–78.
10. Маннапов А.Р., Каинов П.А. Обзор отечественных и зарубежных исследований в области технологии производства фанеры // *Современное строительство и архитектура*. 2022. № 2 (26). С. 25–29.
11. Чуркина А.В. Анализ использования фанеры как сырья // *Форум молодых ученых*. 2019. № 2 (30). С. 1645–1648.

#### REFERENCES

1. D'yakonova S.N., Batekhova A.A. Analysis of Innovative Building Materials. *Innovatsii, tekhnologii i biznes*. 2021; 1 (9): 42–47. (In Russian)

2. *Berdieva O.G., Baylieva D.B., Halliev G.Ch.* Innovative Materials in Architecture and Construction: From Transparent Wood to Lightweight Seismic Amplifiers. *Vestnik nauki*. 2024; 4 (73) 1: 528–531. (In Russian)
3. *Bystrov K.A., Gamayunova O.S.* Innovative Building. *Vysokie tekhnologii v stroitel'nom komplekse*. 2022; 2: 24–34. (In Russian)
4. *Grishin I.A., Masalimov A.V., Andreeva O.S.* On-line Analytical Control as a Tool for Managing a Magnesite Enrichment Process. *Vestnik of Nosov Magnitogorsk State Technical University*. 2020; 4: 4–11. (In Russian)
5. *Kuzmin S.I., Sokolov D.A.* Production Model of High-Quality Magnesia Binder from Natural Magnesite of the Savinsky Deposit. *Sovremennye tekhnologii i nauchno-tekhnicheskii progress*. 2024; 1: 216–217. (In Russian)
6. *Masalimov A.V., Smirnov A.N., Orekhova N.N., Grishin I.A.* Raw Material Base for Magnesium Oxide Production Promising Sources in Beneficiation Processes. *Vestnik ZabGU*. 2021; 3: 16–25. (In Russian)
7. *Makarenko O.I.* Innovative Imperatives for Developing Modern Building Materials and Housing Technologies. *Zhilishchnye strategii*. 2023; 10 (1): 43–60. (In Russian)
8. *Izotov E.A.* Drywall. Description and Application in Construction. *Nauka i obrazovanie segodnya*. 2020; 3 (50): 23–24. (In Russian)
9. *Bambetova K.V., Begieva B.M.* Advantages of Cement-Bonded Particle Board. *Voprosy nauki i obrazovaniya*. 2022; 1 (157): 75–78. (In Russian)
10. *Mannarov A.R., Kainov P.A.* Russian and Foreign Research into Plywood Production Technology. *Sovremennoe stroitel'stvo i arkhitektura*. 2022; 2 (26): 25–29. (In Russian)
11. *Churkina A.V.* Analysis of Plywood Raw Material. *Forum molodykh uchenykh*. 2019; 2 (30): 1645–1648. (In Russian)

#### Сведения об авторе

Пупия Вахтанг Тенгизович, главный специалист-архитектор, ООО «Арх-Консалт» (архитектурный отдел), 107061, г. Москва, пл. Преображенская, 8, pipiavakho@gmail.com

#### Author Details

Vakhtang T. Pipia, Chief Architect, ООО “Arch-Consult”, 8, Preobrazhenskaya Sq., 107061, Moscow, Russia, pipiavakho@gmail.com