

Научная статья  
УДК 666.766

## ПРИМЕНЕНИЕ НЕФОРМОВАННОГО ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ ДИАТОМИТА В ОТЛИВКЕ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

**Владислав Дмитриевич Силиванов<sup>1</sup>, Анна Эдуардовна Глызина**

Уральский федеральный университет имени первого Президента  
России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> [vladislavsilivanov99@gmail.com](mailto:vladislavsilivanov99@gmail.com)

**Аннотация.** В работе изложены материалы исследования диатомита Ильинского месторождения (Свердловская область) для получения неформованных теплоизоляционных смесей и применения их в качестве изолирующих материалов при отливке алюминия.

**Ключевые слова:** диатомит, теплоизолирующая смесь, неформованные теплоизоляционные засыпки, защита зеркала металла, расплав алюминия

**Благодарности:** исследование выполнено в рамках Госзадания РФ по Гранту № 075-03-2021-051/5.

**Для цитирования:** Силиванов В. Д., Глызина А. Э. Применение неформованного теплоизоляционного материала на основе диатомита в отливке алюминиевых сплавов // Энерго- и ресурсосбережение. Энергообеспечение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Атомная энергетика. Даниловские чтения — 2021 = Energy and Resource Saving. Power Supply. Non-traditional and Renewable Energy Sources. Nuclear Energy. Danilov Readings — 2021 : сборник научных трудов. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2023. С. 385–389.

Original article

## THE USE OF UNSHAPED HEAT-INSULATING MATERIAL BASED ON DIATOMITE IN THE CASTING OF ALUMINUM ALLOYS

**Vladislav D. Silivanov<sup>1</sup>, Anna E. Glyzina**

Ural Federal University named after the First President of Russia B. N. Yeltsin,  
Ekaterinburg, Russia

<sup>1</sup> [vladislavsilivanov99@gmail.com](mailto:vladislavsilivanov99@gmail.com)

**Abstract.** The paper describes the materials of the study of diatomite from the Il'insky deposit (Sverdlovsk region) for obtaining unshaped heat-insulating mixtures and their use as insulating materials in aluminum casting.

**Keywords:** diatomite, heat-insulating mixture, unshaped heat-insulating backfills, metal mirror protection, aluminum melt

**Acknowledgments:** this work was funded by State Assignment, grant number 075-03-2021-051/5.

**For citation:** Silivanov V. D., Glyzina A. E. (2023). Primeneniye neformovanogo teploizolyatsionnogo materiala na osnove diatomita v otlivke alyuminiyevykh splavov [The Use of Unshaped Heat-Insulating Material Based on Diatomite in the Casting of Aluminum Alloys]. *Ehnergo- i resursosberezhenie. Ehnergoobespechenie. Netradicionnye i vozobnovlyaemye istochniki ehnergii. Atomnaya ehnergetika. Danilovskie chteniya — 2021* [Energy and Resource Saving. Power Supply. Non-traditional and Renewable Energy Sources. Nuclear Energy. Danilov Readings — 2021]. Ekaterinburg : Ural University Publishing House, 2023. P. 385–389. (In Russ).

Повышение эффективности, качества, экологической безопасности является одной из основных задач современной металлургии. Производство и применение теплоизоляционных материалов снижает материалоемкость, способствует интенсификации тепловых процессов и экономит топливо. Именно поэтому неформованные огнеупоры входят в обязательный ассортимент продукции, которая представлена на рынке.

В современном индустриальном мире диатомиты благодаря своей высокой пористости, кислотостойкости и адсорбционной способности, а также относительно низкой теплопроводности, нашли широкое практическое применение. Использование диатомита в качестве сырья для производства теплоизоляционных смесей является не толь-

ко технически эффективным, но и выгодным с экономической точки зрения, поскольку запасы диатомита весьма обширны и легкодоступны для добычи открытым способом.

Однако диатомит имеет невысокую температуру огнеупорности, вследствие содержания в нем различных примесей. Путем корректирования состава и технологическими приемами возможно добиться использования смесей на основе диатомита в качестве теплоизолирующего материала для утепления и защиты зеркала металла в ковше или других емкостях [1, с. 14].

В работе применялся диатомит Ильинского месторождения (Свердловская обл.). По химическому составу он имеет высокое содержание кремнезема ( $\text{SiO}_2$  — 75,22 мас. %) и примесей различных оксидов ( $\text{Al}_2\text{O}_3$  — 9,45 мас. %,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  — мас. % и др.). По минеральному составу диатомит представлен кварцем, монтмориллонитом, каолинитом и аморфной фазой. Аморфная часть представлена опаловой породой ( $\text{SiO}_2 \times n\text{H}_2\text{O}$ ).

Неформованный зернистый теплоизоляционный материал получали по разработанной ранее схеме [2, с. 44]. Эффективность применения полученной теплоизоляционной смеси оценивали при плавке алюминиевого сплава АК5М2 в чугунном тигле в тигельной печи сопротивления САТ-0,16.

Теплопроводность чугунного тигля способствует высокой скорости охлаждения расплава металла. Охлаждение алюминия без засыпки от температуры нагрева алюминия ( $650^\circ\text{C}$ ) до температуры начала кристаллизации ( $615^\circ\text{C}$ ) происходит примерно за 20 мин.

Теплоизоляционная засыпка толщиной 25 мм на поверхности изменяет характер охлаждения расплава. Температура  $660^\circ\text{C}$  в течение 10 мин остается постоянной, а затем происходит ее снижение до  $600^\circ\text{C}$  в течение 56 мин. В дальнейшем температура в обоих случаях снижается одинаково [2, с. 45].

В связи с тем, что окислительные свойства алюминия при исследуемой температуре проявляются лучшим образом, нежели у кремния — основного компонента диатомита — возможна обменная реакция с насыщением алюминиевого расплава кремнием. Однако, как показали дальнейшие исследования, насыщения расплава не происходит, что является следствием образования на границе фаз диатомит — расплав оксидной пленки, возникающей благодаря нанопористой структуре диатомита, что препятствует развитию обменной реакции. Кроме

того, на поверхности шлифов не наблюдалось водородной пористости, и это доказывает, что диатомит препятствует проникновению атмосферных паров воды к поверхности зеркала металла.

Кроме того, проведенные опытно-промышленные испытания на ООО «Уралцветлит» (г. Каменск-Уральский) на отливке «Лопатка» из сплава АК9 при литье в кокиль с открытой прибылью подтвердили эффективность использования диатомита для повышения выхода годного. Повышение выхода годного при использовании теплоизолирующих засыпок достигается за счет уменьшения объема прибыли.

Проведено моделирование температурных полей в отливке «Лопатка» с высотой прибыли 160 мм без использования теплоизолирующей засыпки (текущий вариант технологии), 110 мм без использования засыпки и 110 мм с использованием засыпки диатомитом 20 мм. По результатам расчета видно, что засыпка диатомитом позволяет обеспечить питание отливки из прибыли при ее высоте 110 мм. Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что уменьшение высоты прибыли до 110 мм возможно, но только с использованием теплоизолирующего слоя [3, с. 10–11].

В работе рассмотрена возможность использования диатомита Ильинского месторождения в качестве теплоизолирующей засыпки открытых прибылей отливок из алюминиевых сплавов. Техничко-экономическая оценка показала эффективность предлагаемой технологии.

### Список источников

1. Опыт применения универсальных теплоизолирующих смесей для промежуточного ковша / А. П. Кривенко, А. Н. Легченков, Ю. В. Климов [и др.] // Сталь. 2007. № 11. С. 13–16.

2. Неформованный теплоизоляционный материал на основе диатомита для алюминиевых сплавов / И. Д. Кашеев, А. Э. Глызина, А. Б. Финкельштейн [и др.] // Новые огнеупоры. 2019. № 7. С. 43–46. <https://doi.org/10.17073/1683-4518-2019-7-43-46>.

3. Использование диатомита для утепления прибылей отливок из алюминиевых сплавов / И. Д. Кашеев, А. Б. Финкельштейн, А. Э. Глызина [и др.] // Литейное производство. 2020. № 10. С. 8–11.

## References

1. The experience of using universal heat-insulating mixtures for an intermediate ladle / A. P. Krivenko, A. N. Legchenkov, Yu. V. Klimov [et al.] // *Steel*. 2007. No. 11. P. 13–16.
2. Unformed thermal insulation material based on diatomite for aluminum alloys / I. D. Kashcheev, A. E. Glyzina, A. B. Finkelstein [et al.] // *New refractories*. 2019. No. 7. P. 43–46. <https://doi.org/10.17073/1683-4518-2019-7-43-46>.
3. The use of diatomite for warming the profits of castings from aluminum alloys / I. D. Kashcheev, A. B. Finkelstein, A. E. Glyzina [et al.] // *Foundry production*. 2020. No. 10. P. 8–11.

## Информация об авторах

**Владислав Дмитриевич Силиванов** — студент Института новых материалов и технологий Уральского федерального университета (Екатеринбург, Россия), [vladislavsilivanov99@gmail.com](mailto:vladislavsilivanov99@gmail.com)

**Анна Эдуардовна Глызина** — ассистент кафедры химической технологии керамики и огнеупоров, аспирант Института новых материалов и технологий Уральского федерального университета (Екатеринбург, Россия), [anna.glyzina94@gmail.com](mailto:anna.glyzina94@gmail.com)

## Information about the authors

**Vladislav D. Silivanov** — Student of the Institute of New Materials and Technologies of the Ural Federal University (Ekaterinburg, Russia), [vladislavsilivanov99@gmail.com](mailto:vladislavsilivanov99@gmail.com)

**Anna E. Glyzina** — Assistant at the Department of Chemical Technology of Ceramics and Refractories, Postgraduate Student at the Institute of New Materials and Technologies of the Ural Federal University (Ekaterinburg, Russia), [anna.glyzina94@gmail.com](mailto:anna.glyzina94@gmail.com)