

Научная статья
УДК 666.766

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ СМЕСИ НА ОСНОВЕ СЫРЬЯ УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА ДЛЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Александр Алексеевич Бабкин, Анна Эдуардовна Глызина¹

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

¹ anna.glyzina94@gmail.com

Аннотация. Применение теплоизоляционных смесей (ТИС) является одним из наиболее значимых методов энергосбережения, а также имеет важное технологическое значение. ТИС наиболее эффективно дают улучшение теплоизоляционных свойств металла, позволяют снизить скорость охлаждения расплава, а также способствуют распределению металла в ковшах, которое происходит благодаря добавлению веществ, не относящихся к металлу.

Ключевые слова: диатомит, теплоизоляционная смесь, фосфатная связка

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

Для цитирования: Бабкин А. А., Глызина А. Э. Теплоизоляционные смеси на основе сырья Уральского региона для металлургической промышленности // 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. 284–288.

Original article

HEAT-INSULATING MIXTURES BASED ON RAW MATERIALS FROM THE URAL REGION FOR THE METALLURGICAL INDUSTRY

Alexandr A. Babkin, Anna E. Glyzina¹

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

¹ anna.glyzina94@gmail.com

Abstract. The use of heat-insulating mixtures (HIM) is one of the most significant methods of energy saving and is also of great technological importance. HIM most effectively improve the heat-insulating properties of the metal, allow to reduce the cooling rate of the melt and also contribute to the distribution of metal in the ladles, which occurs due to the addition of substances that are not related to the metal.

Keywords: diatomite, heat-insulating mixture, phosphate binder

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

For citation: Babkin A. A., Glyzina A. E. (2023). Teploizolyatsionnyye smesi na osnove syr'ya Ural'skogo regiona dlya metallurgicheskoy promyshlennosti [Heat-Insulating Mixtures Based on Raw Materials from The Ural Region for the Metallurgical Industry]. *Ehnergo- i resursosberezhenie. Ehnergoobespechenie. Netradicionnyye 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. 284–288. (In Russ).

Снижение тепловых потерь металла в ходе его нахождения в промежуточном ковше в процессе выдержки и отливки является основной задачей современных технологий разливки стали. Шлаки, применяемые в качестве теплоизоляционных материалов, обладают недостаточными теплоизоляционными свойствами, кроме того, они вызывают повышенную эрозию футеровки в работе шлакового пояса. В связи с этим актуальным является вопрос о необходимости замены шлака инертной смесью в повышенными теплоизоляционными свойствами.

При выборе сырья для производства теплоизоляционных смесей стремятся опираться на такие физико-химические свойства, как от-

носителем низкая теплопроводность при повышенных температурах, инертность и нанопористость структуры при высокой общей пористости.

В настоящей работе в качестве сырья для исследования был выбран диатомит Ильинского месторождения (Свердловская область). Были изучены его свойства, а также свойства теплоизоляционной смеси (ТИС), полученной по разработанной ранее схеме [1, с. 44].

Основными характеристиками, принимаемыми во внимание при выборе диатомита в качестве сырья материалов для металлургической промышленности, являются его тугоплавкость (950–1100 °С) и низкая теплопроводность. Благодаря этим характеристикам возможно получение легких и достаточно прочных теплоизоляционных материалов. Диатомит более стабилен и устойчив к теплосменам, нежели схожие по своим характеристикам материалы. Диатомит не подвергается воздействию шлаков, окислы и газов, что говорит о высокой степени шлакоустойчивости. Низкая насыпная плотность материала предохраняет зеркало металла от химического и механического взаимодействия.

Однако диатомит имеет невысокую температуру огнеупорности, вследствие содержания в нем различных примесей. Путем корректировки состава и технологическими приемами можно добиться использования смесей на основе диатомита в качестве теплоизолирующего материала для утепления и защиты зеркала металла в ковше или других емкостях [2, с. 14].

По химическому составу диатомит Ильинского месторождения (Свердловская область) содержит кремнезем (SiO_2 — 75,22 мас. %) и примеси различных оксидов (Al_2O_3 — 9,45 мас. %, Fe_2O_3 — мас. % и др.). Минеральный состав исследуемого диатомита представлен кварцем, монтмориллонитом, каолинитом и аморфной фазой. Аморфная часть представлена опаловой породой.

Основной задачей введения в состав фосфатных связок является повышение огнеупорности и прочности, а также получение необходимых теплоизоляционных свойств полученных материалов до температуры спекания. Данный тип связки дает возможность сохранения постоянства объема без увеличения жидкой фазы при высоких температурах, что в результате позволит увеличить стойкость материалов в процессе их использования.

В ходе работы была разработана технологическая схема производства и установлены основные технологические параметры, удовлетво-

ряющие заявленным требованиям. В состав вводилась ортофосфорная кислота с различной концентрацией раствора (10–100 %). Образцы подвергались высокотемпературному обжигу для установления точки плавления, полученные результаты сравнивали с результатами исследования чистого (не содержащего в своем составе добавок) диатомита. У образцов, сформованных без введения ортофосфорной кислоты, при температуре обжига 1300 °С наблюдается деформация и вспучивание, а при температуре 1350 °С фиксируется расплавление образцов. Образцы, сформованные с введением даже 10 %-ого раствора ортофосфорной кислоты, показывают большую устойчивость к температурам, точка начала деформации фиксируется при обжиге на значении 1400 °С. У образцов, содержащих в своем составе более концентрированные растворы ортофосфорной кислоты (от 40 % и выше), при такой температуре изменений формы не наблюдается, их пористость и прочность лежат в пределах установленных ранее значений [3, с. 44–48]. Также был проведен рентгенофазовый анализ для получения сведений о минеральном составе полученных образцов, который показал рост кристобалита в соответствии с увеличением концентрации раствора ортофосфорной кислоты, кроме того, выявлено снижение температуры начала его кристаллизации (с 1150 до 800 °С).

Таким образом, в настоящей работе было рассмотрено получение теплоизоляционных материалов на основе диатомита с применением фосфатных связок. Результат анализов показал, что использование диатомита в качестве сырья для получения теплоизоляционных материалов является выгодным с технико-экономической точки зрения, а введение в состав ортофосфорной кислоты позволяет повысить огнеупорность материала, что, в свою очередь, расширяет область применения диатомита в металлургии.

Список источников

1. Неформованный теплоизоляционный материал на основе диатомита для алюминиевых сплавов / И. Д. Кащеев, А. Э. Глызина, А. Б. Финкельштейн [и др.] // Новые огнеупоры. 2019. № 7. С. 43–46.
2. 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.

3. Ивачева Н. Д. Разработка технологии производства теплоизоляционных материалов для металлургической промышленности на основе сырья Уральского региона: магистерская диссертация. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2021. 81 с.

References

1. 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.

2. 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.

3. Ivacheva N. D. Development of technology for the production of thermal insulation materials for the metallurgical industry based on raw materials of the Ural region: master's thesis. Ekaterinburg : Ural University Publishing House, 2021. 81 p.

Информация об авторах

Александр Алексеевич Бабкин — студент Института новых материалов и технологий Уральского федерального университета (Екатеринбург, Россия), babkinalexandr99@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

Information about the authors

Alexandr A. Babkin — Student of the Institute of New Materials and Technologies of the Ural Federal University (Ekaterinburg, Russia), babkinalexandr99@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, Ural Federal University (Ekaterinburg, Russia), anna.glyzina94@gmail.com