ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME - 3

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME - 3

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

РАЗЛИЧНЫЕ ЗОНЫ КИСЛОЙ ФУТЕРОВКИ ДУГОВОЙ СТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЕЧИ

Ш.Н. Саидходжаева
Д.О.Абдалимов
Ташкентский государственный технический университет
Ш.Б.Давулов
Ташкентский государственный технический университет
М.А. Ражабова
Ташкентский государственный технический университет

Аннотация. В данной работе рассматривается роль кислой футеровки дуговой сталеплавильной печи, предназначенной для защиты корпуса агрегата от высокотемпературного, механического и химического воздействия в процессе выплавки стали. Футеровка должна выдерживать температуры свыше 1600 °C, снижать тепловые потери и предотвращать перегрев металлического кожуха печи. Особое внимание уделено анализу особенностей работы отдельных зон футеровки, включая подину, стенки и свод печи. Рассмотрены факторы, влияющие на износ футеровки, а также пути повышения её стойкости и эффективности эксплуатации.

Ключевые слова: кислая футеровка, дуговая сталеплавильная печь, огнеупорные материалы, износ футеровки, тепловые потери, высокие температуры, зоны футеровки.

Annotatsiya. Ushbu ishda elektr yoyli po‘lat eritish pechining kislotali futerovkasi ko‘rib chiqiladi. U pech korpusini yuqori harorat, mexanik va kimyoviy ta’sirlardan himoya qilish uchun xizmat qiladi. Futerovka 1600 °C dan yuqori haroratga bardosh berishi, issiqlik yo‘qotilishini kamaytirishi va pech metall qobig‘ining qizib ketishini oldini olishi kerak. Tadqiqotda futerovkaning alohida zonalari — tag qismi, devorlari va gumbazi ishlash xususiyatlari tahlil qilingan. Shuningdek, futerovka yemirilishiga ta’sir etuvchi omillar va uning xizmat muddatini oshirish usullari ko‘rib chiqilgan.

Kalit so‘zlar: kislotali futerovka, elektr yoy pechi, o‘tga chidamli materiallar, futerovka yemirilishi, issiqlik yo‘qotilishi, yuqori harorat, futerovka zonalari.

Annotation. This paper examines the role of acid lining in an electric arc furnace used for steelmaking, which protects the furnace shell from high-temperature, mechanical, and chemical воздействия during operation. The lining must withstand temperatures above 1600 °C, reduce heat losses, and prevent overheating of the furnace shell. Special attention is given to the performance characteristics of different lining zones, including the hearth, walls, and roof. Factors affecting lining wear and methods to improve its durability and operational efficiency are also discussed.

ISSN 3030-3907

Keywords: acid lining, electric arc furnace, refractory materials, lining wear, heat loss, high temperature, lining zones.

ВВЕДЕНИЕ.

Кислая футеровка дуговой сталеплавильной печи предназначена для защиты корпуса агрегата от высокотемпературного, механического и химического воздействия в процессе выплавки стали. Такая футеровка должна выдерживать температуры свыше 1600 °C, предотвращать перегрев металлического кожуха печи и снижать тепловые потери. Кроме того, правильно сформированная футеровка уменьшает газопроницаемость, повышая безопасность эксплуатации и устойчивость технологического процесса. Особенности работы отдельных зон футеровки

Различные конструктивные элементы футеровки — подина, стенки и свод — функционируют в неодинаковых условиях, что требует дифференцированного подбора огнеупорных материалов на основе кремнезема (SiO_2). Во время загрузки холодной шихты подина подвергается интенсивным термическим ударам[1] .

ОБЗОР ЛИТЕРАТУР. Вопросы повышения стойкости футеровки дуговых сталеплавильных печей ДСП являются одним из ключевых направлений современных металлургических исследований. Это обусловлено тем, что футеровка подвергается комплексному воздействию высоких температур, химически агрессивных шлаков и механических нагрузок, что приводит к её интенсивному износу.

Современные исследования показывают, что разрушение футеровки имеет многофакторный характер и связано с термическими, химическими и механическими механизмами. В работе Demeter и др. установлено, что основными факторами износа огнеупоров являются воздействие шлака, содержание кислорода, вязкость шлака и механическое перемешивание расплава . При этом наибольший износ наблюдается в наиболее нагруженных зонах футеровки, таких как шлаковая линия и зона контакта металла со стенками печи.

Значительное внимание в научной литературе уделяется химическому взаимодействию между футеровкой и шлаком. Исследования, представленные в работе Heo и Park, показывают, что состав шлака, в частности соотношение CaO/SiO_2, оказывает существенное влияние на растворимость огнеупорных материалов. Увеличение содержания SiO_2 приводит к снижению основности шлака и усилению растворения огнеупоров. Это особенно важно для кислой футеровки, состоящей преимущественно из кремнезёмистых материалов.

ISSN 3030-3907

В ряде исследований отмечается, что одним из ключевых механизмов разрушения футеровки является химическая коррозия, обусловленная взаимодействием оксидов железа, кальция и кремния со структурой огнеупора. При этом проникновение шлака в поры материала усиливает деградацию, снижая его прочностные характеристики . Низкая пористость и высокая плотность огнеупоров рассматриваются как важные факторы повышения их стойкости. Отдельное направление исследований связано с влиянием температурных факторов. Быстрые циклы нагрева и охлаждения вызывают термические напряжения, приводящие к образованию трещин и сколов. Эти процессы особенно характерны для дуговых печей, где наблюдаются резкие колебания температуры в процессе плавки .

Современные научные работы также подчеркивают важность зонального подхода к футеровке. Различные участки печи (подина, стенки, свод) работают в неодинаковых условиях, что требует применения материалов с различными свойствами. Наиболее интенсивный износ наблюдается в зоне дуги и шлаковой линии, где сочетаются высокие температуры и химическая агрессивность среды .

Кроме того, в последние годы активно исследуются методы повышения стойкости футеровки, включая оптимизацию состава шлака, применение защитных слоёв, а также модификацию структуры огнеупоров. Установлено, что формирование промежуточных защитных фаз на границе «шлак–футеровка» может снижать скорость растворения материала и увеличивать срок службы футеровки .Таким образом, анализ литературных источников показывает, что долговечность кислой футеровки дуговых печей определяется совокупностью факторов: химическим составом шлака, температурным режимом, механическими нагрузками и структурными характеристиками огнеупорных материалов. Перспективным направлением исследований является разработка комплексных подходов, учитывающих все перечисленные факторы для повышения эффективности и ресурса футеровки.В процессе плавления, особенно при окислительном периоде, происходит взаимодействие футеровки с оксидом железа. Восстановительный период сопровождается обратными химическими реакциями. В связи с этим рабочий слой кислой футеровки должен обладать:

низким коэффициентом термического расширения;

высокой огнеупорностью;

устойчивостью к термическим ударам;

достаточной химической инертностью по отношению к кислым шлакам.Дополнительно требуется эффективная теплоизоляция внешних

ISSN 3030-3907

слоев для минимизации тепловых потерь. Подина выполняет функцию формирования ванны, устойчивой к воздействию расплава металла и шлака. В условиях эксплуатации она подвергается:
механическому разрушению при загрузке скрапа;
локальному перегреву и эрозионному износу;
химическому взаимодействию с оксидной средой.
Кислая футеровка подины формируется послойно:

на металлическое днище укладывается теплоизоляционный слой (например, асбест или современные волокнистые материалы);

далее наносится выравнивающий слой из шамотного или кварцевого порошка;
затем выполняется кладка из динасового (кремнеземистого) кирпича;

швы заполняются мелкодисперсным кварцевым порошком или кислым мертелем. Для повышения теплоизоляции между слоями могут применяться волокнистые прокладки, снижающие теплопотери. Толщина футеровки определяется конструкцией печи и глубиной металлической ванны.
Работоспособность стен определяется:
температурным режимом плавки;
длительностью нахождения расплава в печи;
химическим составом шлака;
качеством кремнеземистых огнеупоров.

Наиболее нагруженной зоной является нижний пояс стен, который подвергается интенсивному излучению электрических дуг и механическим нагрузкам. Поэтому здесь применяются высокоплотные динасовые или высококремнеземистые материалы с увеличенной толщиной кладки.

Для повышения стойкости футеровки могут использоваться конструкции с водоохлаждаемыми элементами, что способствует:
снижению теплового потока;
увеличению срока службы кладки;
уменьшению частоты ремонтов.

Свод является наиболее уязвимой частью конструкции. Его разрушение связано с: воздействием высокотемпературных дуг, которые резкими температурными перепадами при загрузке шихты, механическими напряжениями,интенсивным тепловым излучением.

Кислая футеровка свода обычно выполняется из динасового кирпича. Для повышения эксплуатационной стойкости могут применяться высокоглиноземистые или комбинированные материалы. К огнеупорам для свода предъявляются требования такие как, высокая огнеупорность,

ISSN 3030-3907

термостойкость, устойчивость к пылегазовой среде, низкая теплопроводность. Используемые материалы кислой футеровки

Основу кислой футеровки составляют кремнеземистые материалы:

динасовый кирпич ($SiO_2 \geq 93\%$);

кварцевые пески;

шамотные изделия;

огнеупорные глины;

каолиновые материалы.

Для заполнения швов и формирования набивных масс применяются кварцевые смеси с жидким стеклом. Важно отметить, что кислая футеровка несовместима с основными шлаками (с высоким содержанием CaO), поэтому применяется в процессах с контролируемым химическим составом среды.

Футеровка включает три ключевых элемента:

Подина — формируется из набивного и кирпичного слоев.

Стены — выкладываются из клиновидного или фасонного кирпича.

Свод — монтируется по шаблону с учетом расположения электродов.

Современные технологии предусматривают использование монолитных огнеупорных бетонов для сводов, что повышает надежность конструкции. Для увеличения срока службы кислой футеровки необходимо:

сокращать продолжительность плавки;

оптимизировать электрический режим;

избегать локального перегрева;

своевременно ремонтировать поврежденные участки;

применять защитные покрытия и пропитки.

Также важно:

не допускать образования наростов на подине;

контролировать состав шлака;

соблюдать технологическую дисциплину плавки.

Кислая футеровка представляет собой тип огнеупорного покрытия, используемого для защиты поверхностей плавильных ковшей, тиглей, реакторов и других емкостей, эксплуатируемых в металлургической и химической промышленности. Основной характеристикой кислой футеровки является ее высокая устойчивость к воздействию кислотных шлаков и агрессивных химических веществ. Этот тип футеровки применяется в условиях, где температура плавления металлов и химическое воздействие могут значительно превышать стандартные показатели, требуя использования материалов с высокой стойкостью. Технические особенности. Основной состав кислой футеровки включает огнеупоры на

ISSN 3030-3907

основе кремнезема, кварцита, магнезитов и других специальных материалов, обладающих высокой теплостойкостью и устойчивостью к химическому воздействию. Такой состав позволяет образованию прочного и устойчивого кислотостойкого слоя, предотвращающего разрушение и коррозию футерованной поверхности в условиях высоких температур и агрессивной химической среды. Значимость кислой футеровки в металлургической и химической промышленности. В современной металлургической и химической промышленности кислая футеровка играет ключевую роль в обеспечении эффективности и надежности технологических процессов. Этот важный элемент обеспечивает защиту печей и реакторов от высоких температур, химического воздействия и механических нагрузок, что является критически важным для обеспечения безаварийной работы оборудования.

Кислая футеровка применяется в широком спектре областей металлургии и химии. В металлургической промышленности она используется для футеровки стенок и днищ различных плавильных ковшей, тиглей и емкостей, предназначенных для переработки металлических сплавов. В химической промышленности кислая футеровка находит применение в футеровке реакторов и аппаратов, эксплуатируемых при высоких температурах и агрессивных химических условиях.

Основные используемые материалы. Кварц. Кварц является одним из основных материалов, используемых для кислой футеровки. Он обладает высокой стойкостью к химическому воздействию и термической устойчивостью. Кварцевая футеровка часто используется в плавильных ковшах и тиглях, где температура плавления металлов, таких как сталь и чугун, может достигать выше 1500°C. Содержание кремнезема в кварце обеспечивает его высокую химическую стойкость и долговечность.

Шамот — это огнеупорный материал, получаемый путем обжига глинистых минералов. Он содержит значительное количество оксида алюминия, что придает ему высокую термостойкость и механическую прочность. Шамотная футеровка широко применяется в металлургических печах и других высокотемпературных установках, где требуется высокая устойчивость к механическим нагрузкам и термическому воздействию.

Кислые материалы, используемые для футеровки, обладают высокой стойкостью к химическому воздействию кислотных шлаков и агрессивных химических веществ. Это позволяет использовать их в условиях интенсивной химической эксплуатации без риска быстрого разрушения и снижения эффективности оборудования. Материалы на основе кремнезема и оксида алюминия имеют высокую термостойкость, что позволяет им

ISSN 3030-3907

выдерживать экстремально высокие температуры, характерные для процессов плавки стали и чугуна. Это свойство особенно важно для металлургической промышленности, где температурные режимы плавления часто превышают 1500°C.

Кислые огнеупоры, такие как шамот, обладают высокой механической прочностью, что обеспечивает долговечность и надежность футеровки. Это особенно важно в условиях интенсивной эксплуатации, где механические нагрузки и термические циклы могут приводить к разрушению менее стойких материалов. Кислая футеровка отличается длительным сроком службы благодаря своей химической и термической устойчивости. Это снижает необходимость частых ремон тных работ и замены футеровочных материалов, что в свою очередь уменьшает затраты на эксплуатацию оборудования.

Технические характеристики кислой футеровки определяются её способностью выдерживать высокие температуры, химические атаки и механические нагрузки. Выбор подходящих огнеупорных материалов и правильное их применение играют решающую роль в обеспечении эффективности производственных процессов и увеличении срока службы оборудования. Надежность кислой футеровки важна для экономической эффективности и безопасности производства, поэтому выбор материалов и их установка требуют особого внимания и профессионализма.

Температурный режим эксплуатации. Кислая футеровка должна выдерживать значительные температурные нагрузки, которые могут достигать 1800°C и выше в плавильных и реакторных печах. Огнеупорные материалы, такие как кремнеземистый огнеупор и муллит, обладают высокой термостойкостью и могут успешно применяться в этих условиях. Например, кремнеземистый огнеупор способен выдерживать температуры до 1800°C благодаря своей кристаллической структуре, которая обеспечивает стабильность при высоких температурах.

Одним из критически важных свойств кислой футеровки является её устойчивость к агрессивным химическим средам. При работе с кислотами, щелочами и металлическими расплавами футеровочные материалы должны сохранять свои физические и химические свойства. Например, диоксид кремния (SiO_2) обладает хорошей химической стойкостью к щелочам и кислотам, что делает его идеальным для использования в кислотостойких футеровках. Требования к прочности и износостойкости. Прочность и износостойкость кислой футеровки важны для предотвращения её разрушения в условиях механических нагрузок и абразивного износа. Огнеупорные материалы, такие как магнезиальный огнеупор, обеспечивают

ISSN 3030-3907

высокую механическую прочность и устойчивость к износу, что особенно важно в плавильных печах с перемешивающимися материалами. Магнезиальный огнеупор обладает высокой абразивной стойкостью благодаря своей составной структуре и минералогическому составу [2].

В металлургической и химической промышленности кислая футеровка играет важную роль, обеспечивая защиту оборудования от высоких температур и агрессивных химических воздействий. Этот материал необходим для продления срока службы плавильных печей, реакторов и других технологических емкостей. Давайте подробно рассмотрим процесс установки кислой футеровки, начиная с подготовки поверхности и заканчивая контролем качества [3].

1.Подготовка поверхности печи.

Перед установкой кислой футеровки необходимо провести тщательную подготовку поверхности печи. Этот этап включает:

- Очистку поверхности: устранение всех остатков предыдущей футеровки, окислов и загрязнений, которые могут повлиять на адгезию нового слоя футеровки.
- Обезжиривание: применение специальных обезжиривающих средств для удаления масел и жиров, что также способствует лучшей адгезии материалов.
- Подготовка основы: поверхность печи должна быть равномерной и гладкой, чтобы избежать образования трещин или деформаций в процессе эксплуатации.

2.Выбор и подготовка материалов

Выбор материалов для кислой футеровки зависит от условий эксплуатации печи и химического состава обрабатываемых материалов. Основные материалы включают:

- Кварцевый огнеупор: идеален для высокотемпературных печей, так как обладает высокой термостойкостью и химической устойчивостью к кислотам.
- Шамотный огнеупор: применяется в печах, где необходима высокая механическая прочность и стойкость к механическим повреждениям.
- Диатомит: обеспечивает хорошие теплоизоляционные свойства и устойчивость к химическим воздействиям, что делает его подходящим для химических реакторов.

Подготовка материалов включает обрезку, формовку и предварительное нагревание огнеупорных блоков для улучшения их адаптации к форме поверхности печи.

3.Методы укладки и фиксации кислой футеровки

ISSN 3030-3907

Эффективность укладки кислой футеровки напрямую зависит от правильно выбранного метода и качественно выполненной работы:

•Ручная укладка: используется для точной адаптации футеровочных блоков к форме поверхности печи, обеспечивая минимальные зазоры между блоками.

•Применение монолитных материалов: применяется там, где требуется безшовное покрытие, например, в реакторах, чтобы избежать утечек и контаминации. Фиксация футеровки производится с использованием специальных огнеупорных клеев или растворов, которые обеспечивают надежное соединение и предотвращают разрушение в условиях высоких температур.

4.Особенности контроля качества на различных этапах установки

Контроль качества является критически важным аспектом процесса установки кислой футеровки:

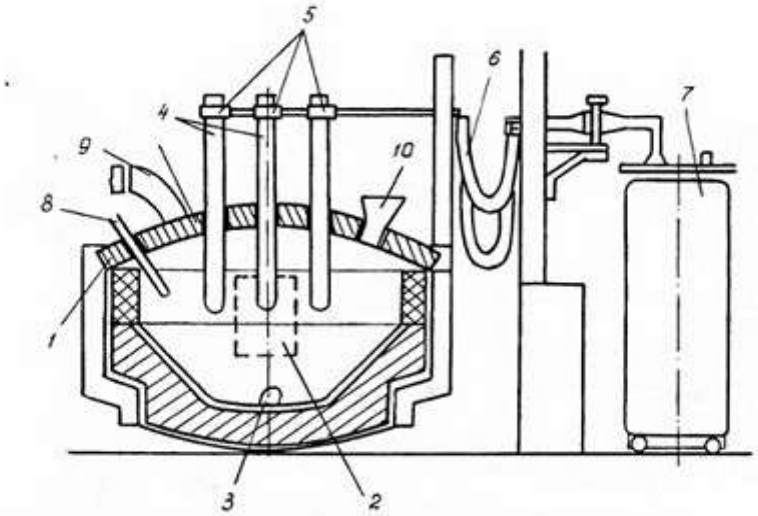
Визуальный осмотр: проводится на каждом этапе укладки для выявления дефектов, трещин или неправильной формы футеровочных блоков. Испытания на прочность: после завершения укладки проводятся испытания на механическую прочность и адгезию для оценки долговечности футеровки.

Термообработка: контролируется процесс нагрева печи до рабочих температур для проверки стабильности футеровки и отсутствия деформаций.

Обслуживание и ремонт кислой футеровки требуют тщательного и профессионального подхода. Регулярное техническое обслуживание, своевременный ремонт и правильный выбор материалов позволяют значительно увеличить срок службы футеровки и предотвратить неожиданные остановки производства. Следуя приведенным рекомендациям и используя современные методы и материалы, можно обеспечить надежную работу оборудования и высокую эффективность производственных процессов. Регулярное техническое обслуживание кислой футеровки является неотъемлемой частью продления срока службы оборудования. Основные этапы обслуживания включают.Регулярная очистка футеровки от нагаров и отложений предотвращает их накопление и ухудшение теплообмена. Ремонт кислой футеровки может быть выполнен различными методами в зависимости от типа и степени повреждения: При обнаружении небольших трещин или локальных повреждений, их можно устранить с помощью специальных огнеупорных составов или герметиков. Эти материалы восстанавливают целостность футеровки и предотвращают

ISSN 3030-3907

дальнейшее разрушение.Если повреждения обширны, может потребоваться замена целых секций футеровки. Этот процесс включает удаление поврежденных блоков и установку новых с соблюдением всех технологических требований. В некоторых случаях эффективным методом является применение монолитных материалов, которые наносятся на поврежденные участки и затвердевают, образуя прочное покрытие.



Основные элементы комплекса ДСП: 1 – свод; 2 – рабочее окно; 3 – сталевыпускное отверстие; 4 – электроды; 5 – электрододержатели; 6 – короткая сеть; 7 – трансформатор; 8 – кислородная фурма; 9 – отвод отходящих газов; 10 – загрузочная воронка

Примеры типичных проблем и способы их решения. Типичные проблемы кислой футеровки могут варьироваться в зависимости от условий эксплуатации и используемых материалов.

Рассмотрим наиболее распространенные из них и способы их решения:

Часто возникают из-за температурных перепадов или механических нагрузок. Решение: использование материалов с высокой термостойкостью и регулярная проверка температурных режимов.

Может происходить под воздействием агрессивных химических сред. Решение: применение материалов с высокой химической стойкостью, таких как кремнеземистый или шамотный огнеупор.

Возникает при работе с абразивными материалами или в условиях сильного механического воздействия. Решение: использование материалов с высокой износостойкостью, таких как магнезиальный огнеупор.

Максимальный износ кислой футеровки можно определить по нескольким признакам:

1.Толщина футеровки

В процессе эксплуатации футеровка постепенно теряет свою толщину из-за абразивного воздействия шлаков и металлического расплава.

ISSN 3030-3907

Максимальный износ наступает, когда толщина футеровки становится минимально допустимой. В металлургической практике толщина футеровки обычно снижается на 30-50% от начальной перед тем, как требуется ее замена. Например, если начальная толщина футеровки составляет 300 мм, ее замена рекомендуется при снижении толщины до 150 мм.

2.Образование трещин и швов. В местах, где футеровка подвергается особенно высоким температурным нагрузкам, могут образовываться трещины и швы. Это происходит из-за термических напряжений и неравномерного расширения материала.

3.Изменение цвета футеровки. Визуальные изменения, такие как изменение цвета, могут указывать на износ футеровки. В местах, где футеровка подверглась воздействию высокой температуры или агрессивных химических веществ, она может изменить цвет, что свидетельствует о разрушении материала и утрате его защитных свойств.

Температура на внешней стороне футеровки. Повышение температуры на внешней стороне футеровки может указывать на снижение ее изолирующих свойств. Это свидетельствует о том, что футеровка потеряла значительную часть своей толщины и больше не способна эффективно защищать оборудование [4].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: Кислая футеровка дуговых сталеплавильных печей представляет собой сложную многослойную систему, эффективность которой определяется правильным подбором материалов и учетом условий эксплуатации каждой зоны печи. Рациональная конструкция футеровки позволяет снизить тепловые потери, повысить безопасность работы агрегата и увеличить его производительность.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Atajanov G.L., Turaxodjayev N.D., Quymakorlik jihozlari, O‘quv qo‘llanma, -T.: « ToshDTU », 2024.
2. Еднерал Ф.П. Электрометаллургия стали и ферросплавов. –М.: Металлургия, 1977. – 488 с.
3. Nosir S. et al. DEVELOPMENT OF QUALITY STEEL ALLOY LIQUIDATION TECHNOLOGY //American Journal of Interdisciplinary Research and Development. – 2022. – Т. 7. – С. 74 – 83.
4. Свенчанский А.Д., Смелянский М.Я. Электрические промышленные печи. Часть 2. Дуговые печи. – М.: Энергия, 1975. – 264 с.
5. B.D.Muxammadaliyev., T.S.Xalimjonov., R.K.Mamadaliyev., Sh.N.Saidxodjayeva., A.B.Nurmatov Induksion pechida po‘lat eritish jarayonida resurs tejamkorlikni ta’minlash //QURILISH VA TA’LIM ILMIY JURNALI, 2025, №3 Namangan. *https://jurnal.qurilishtalim.uz/*

ISSN 3030-3907

6. Леви Л.И., Мариенбах Л.М. Основы теории металлургических процессов и технология плавки литейных сплавов. – М.: Машиностроение,1970. – 496 с.
7. Bektemirov, A., Turakhodjaev, N., Makhammadjanov, K., Tashbulatov, S., Akhunjonov, A., Erkinjonov, A., & Abdullaev, F. Characteristics of Titanium Nitride (Tin) in Increasing the Wear Resistance of High-Carbon Steel Alloys.
8. Abdujalol, B., Nodir, T., Fakhriddin, M., Nuriddin, T., Kamola, T., & Nargiza, S. (2022). Development of steel wheel detail casting technology. *NO PARTICULAR PAGE NO.*

ISSN 3030-3907