

вующего напора. Даже простейшие литниковые системы при течении камнелитейных расплавов характеризуются низким коэффициентом расхода ($<0,1$). Поэтому целесообразно конструировать литниковые каналы увеличенного сечения с диафрагмированием их на входе в полость отливки. Практика производства показывает, что для каменного литья успешно могут применяться разветвленные и многорукие литниковые системы.

**В.М. Карпов,
В.С. Балин,
В.Л. Попов**

ИЗНОСОСТОЙКИЕ ФУТЕРОВКИ ГОРНОРУДНОГО И МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Предприятия черной металлургии характеризуются значительным количеством агрегатов, работающих в условиях активного воздействия агрессивных сред. Актуальной является задача продления межремонтных сроков эксплуатации таких узлов и агрегатов. При защите оборудования от абразивного и химического износа хорошо зарекомендовали себя камнелитевые футеровки. Структура подобных изделий в большинстве случаев, представляет собой силикаты пироксенового ряда, что обуславливает высокую твердость материала и стойкость кремнекислородного каркаса в химически агрессивных средах. Небольшая пористость и водопоглощение литого камня обеспечивают его высокую морозоустойчивость. Камнелитевые изделия плохо реагируют с газообразным хлором и галогенидными расплавами, что с учетом низкой электропроводности твердых силикатов позволяет применять их для футеровки течек, лотков, транспортеров, гидрориклонов и другого оборудования.

На Первоуральском заводе горного оборудования производится каменные отливки различных видов и типоразмеров. В качестве основного шихтового материала используются горнблендитовые отходы обогащения железных руд, представленные в основном роговой обманкой с небольшими примесями магнетита, пшинелей и др. Материал поставляется в виде готовых фракций от 5–10 до 40–70 мм, удобных для шлавки в электродуговых и пламенных печах.

Для крупного литья в качестве плавильного агрегата используется ванно-полочная регенеративная печь непрерывного действия, отапливаемая природным газом. Расплав из печи через систему сливных каналов по-

падает в поворотный копыльник, откуда выпускается в разливочные ковши. Для введения состава расплава в поле кристаллизации пироксенов в шихту добавляется бой красного кирпича. Получаемый расплав (49–52 % SiO_2 , 14 % Al_2O_3 , 8–10 % CaO , 7–9 % MgO , 9–15 % ($\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$)) содержит повышенное количество трехвалентного железа, что способствует выпадению магнетита, выполняющего роль центров кристаллизации.

Многокомпонентные шихты на основе отходов обогащения руд с тугоплавкими добавками наиболее полно проплавляются в двухэлектродных электродуговых печах емкостью 4,5 т при рабочем напряжении 380 В. Графитовые электроды погружаются в расплав, вследствие чего основная масса тепла выделяется в самом расплаве, являющемся ионным проводником. Восстановительные условия в электродуговой печи способствуют увеличению содержания в расплаве двухвалентного железа за счет трехвалентного. Для повышения кристаллизационной способности расплава в шихту вводят измельченную хромовую руду.

Из горнблентитовых расплавов производят трубы-вкладыши диаметром 680, 775, 870, 970 и 1165 мм с толщиной стенки 35–40 мм и длиной 1 м. Каменные трубы изготавливают на центробежной горизонтально-осевой машине, где труба формируется в съемном кокиле в течение 7–8 мин при частоте вращения 200–300 мин^{-1} в зависимости от диаметра. С целью увеличения эксплуатационной прочности трубы армируют проволочным каркасом. Сформированные трубы помещают в туннельную печь для медленного охлаждения, чтобы снять температурные напряжения и предупредить растрескивание.

Футеровку стальных труб вкладышами выполняют на специальном стенде. Стыки между камнелитыми трубами и зазоры между стальными трубами и футеровкой заполняют цементным раствором. Операция футеровки стальных труб не требует сложного оборудования и может выполняться потребителем на месте. На горно-обогатительных предприятиях камнелитыми трубами футеруют шламопроводы, а также отдельные участки тракта транспортирования кусковых и сыпучих материалов. По данным ряда горно-обогатительных комбинатов, стойкость трубопроводов, футерованных камненным литьем, превышает 8–10 лет. Это снижает расходы на ремонт оборудования и ведет к значительной экономии стальных труб.

Наряду с выпуском камнелитых труб большого диаметра, на Первоуральском заводе освоено производство камнелитых желобов длиной 1 м, диаметром лотка 300, 400 и 500 мм. Замена плиточной футеровки течек и технологических желобов футеровкой из цельнолитых элементов значительно сокращает затраты на ремонт и обслуживание оборудования.

Массовой разновидностью изготавливаемых каменных отливок являются также футеровочные плиты толщиной 30–40 мм различных типов.

Размеры плиты определяются по согласованию с заказчиком, при необходимости в них может быть выполнено монтажное отверстие. Плиты изготавливают в открытых песчано-глинистых формах на горизонтально-замкнутом тележечном конвейере. Перед заливкой формы проходят через туннельную сушильно-прокалочную печь, где нагреваются до 400–500 °С. Расплав заливается при 1320–1380 °С свободно падающей струей. Залитые формы на тележках проталкиваются через кристаллизационно-охладительную печь, в которой вначале осуществляется процесс кристаллизации расплава, а затем медленное (6–40 ч) охлаждение отливок до 80–50 °С.

Из плит изготавливаются наборные футеровки для горизонтальных, вертикальных и наклонных поверхностей. Монтаж плит ведется на цементе, а для антикоррозионных целей – на кислотоупорной замазке «арзамит». При наличии монтажного отверстия крепление осуществляется с помощью конических полых втулок, привариваемых к защищаемой металлической поверхности. Камнелитые футеровки из плит используют для защиты тепчек, бункеров, коксовых рамп, желобов, газоходов, баковой аппаратуры, флотокамер, классификаторов, скрубберов и др.

**В.М. Карпов,
В.С. Балин,
В.Д. Тагильцев**

КАМНЕЛИТАЯ ЗАЩИТА ТЕПЛОМЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Оборудование электростанций, работающих на высокозольных углях, подвержено значительному износу и коррозии. Наиболее интенсивный износ наблюдается в трактах топливоподачи и золоудаления. Надежным способом защиты таких узлов является применение камнелитых футеровок, что позволяет в несколько раз продлить межремонтные сроки эксплуатации оборудования, снизить расход металла и ремонтные трудозатраты.

Камнелитые элементы изготавливают по литейной технологии из расплавов горных пород. Наиболее уязвимым для агрессивных сред местом футеровки являются швы между отдельными элементами, в связи с чем авторами разработаны конструкции камнелитых футеровок с торцовым ступенчатым шпунтом. Это позволяет надежно перекрывать стыки отдельных элементов и не требует разделки швов при футеровочных работах.

Защита таких видов оборудования, как газоходы, скрубберы, сепараторы и циклоны пыли, ванны и короба шнекового золоудаления, столы