

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ЭЛЕКТРОШЛАКОВОГО ПЕРЕПЛАВА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТВЕТСТВЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В НЕФТЕХИМИЧЕСКОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Е.Н. Еремин, В.Г. Радченко, С.Н. Жеребцов

На предприятиях нефтехимической и газовой промышленности широко используется различная соединительная трубопроводная арматура – фланцы, переходники, колена, тройники и т.п. Эти детали работают в различных агрессивных средах при высоких температурах и давлениях. Поэтому их изготавливают как из углеродистых, так и легированных сталей и сплавов.

По действующей в промышленности технологии заготовки таких деталей получают ковкой, штамповкой, прошивкой и т.д. Большое число промежуточных операций, сопровождающихся нагревом металла до высоких температур, приводит к заметным его потерям и обуславливает высокую трудоемкость получения заготовок, а коэффициент использования металла не превышает 0,1 – 0,3.

Перспективным направлением решения проблемы экономии металла является замена кованых заготовок отливками, имеющими минимальные припуски на механическую обработку.

В последнее время значительно возросли требования к качеству литых деталей по структуре металла, наличию и величине дефектов, к обеспечению гарантированной надежности работы литых деталей в условиях их длительного использования. Основными процессами, определяющими качество литых деталей, является плавка, заливка и кристаллизация металла. Поэтому увеличивается применение нетрадиционных и специальных способов литья таких, как направленная кристаллизация, бестигельная плавка, электрошлаковое литье и его разновидности.

Электрошлаковое литье – метод получения отливок фасонных изделий в водоохлаждаемой металлической литейной форме (кристаллизаторе) на основе применения электрошлакового процесса плавления расходуемого электрода. Электрошлаковое литье (ЭШЛ) совмещает в себе все достоинства электрошлакового переплава – получение металла самого высокого качества и литья – отливки изделий сложной формы. ЭШЛ в отличие от приемов обычного литья преду-

сматривает одновременное непрерывное приготовление и расходование жидкого металла в едином для литейной формы агрегате.

При ЭШЛ жидкий металл не взаимодействует с водоохлаждаемой литейной формой, а шлаковая ванна служит надежной защитой металла от окисления во время заливки металла в форму. Методом ЭШЛ сегодня успешно отливаются следующие детали: полые заготовки и трубы; корпуса задвижек запорной и регулирующей арматуры тепловых и атомных электростанций; шестерни коробок передач и колеса гусеничной техники; корпуса сосудов высокого давления, днища, фланцы, переходы и т.п.

Электрошлаковое литье постоянно развивается. Возникли новые направления электрошлакового литья – фасонное, кокильное, центробежное. Своим высоким качеством литой электрошлаковый металл, прежде всего, обязан рафинирующему действию ЭШП. Литой металл ЭШП содержит в 2-3 раза меньше неметаллических включений, вредных примесей (фосфора и серы) – меньше в 3-4 раза и газов (O_2 , H_2 , N_2), – меньше в 1,5 раза, существенно улучшаются его пластические свойства, микроструктура, увеличивается плотность металла, уменьшается склонность сталей к трещинообразованию.

В настоящее время в тяжелом машиностроении, вагоностроении и энергомашиностроении все шире применяется технология электрошлакового приплавления, когда к заранее приготовленной детали или заготовке приплавляют выступающие части (втулки, патрубки, бобышки и т.п.) или соединяют в одно целое две или более заготовки.

Направленная кристаллизация металла при формировании заготовки в водоохлаждаемом кристаллизаторе, наличие жидкой металлической ванны в верхней части формирующейся заготовки позволяют получить плотную (без дефектов) макроструктуру металла по всему сечению заготовки. Рафинирующая способность жидкого шлака обеспечивает уменьшение содержания вредных

примесей и чистоту электрошлакового металла, что гарантирует его более высокую плотность по сравнению с деформированным металлом обычной выплавки, используемым в качестве расходного электрода. Для легированных сталей увеличение плотности составляет 0,05-0,1 г/см³, а надежная герметичность обеспечивается при минимальной толщине металла 0,5 мм (сталь 09Г2С), определенная методом термовакуумного контроля с помощью гелиевого течеискателя. Прочность и пластичность легированных сталей, подвергнутых термической обработке по разработанному режиму, находятся на уровне аналогичных свойств деформированного металла обычных способов выплавки, а ударная вязкость в 2-3 раза выше.

Исследования вязкости разрушения и механических свойств при различных скоростях деформации металла ЭШП и ОДП (стали 09Г2С) показали, что вязкость разрушения электрошлакового металла в 1,5 раза выше, чем у литого металла ОДП.

В настоящее время в России выпускаются установки для электрошлакового центробежного и кокильного литья, которые предназначены для получения заготовок различной конфигурации. Метод центробежного электрошлакового литья заключается в накоплении жидкого металла и последующей заливке его вместе со шлаком в изложницу центробежной машины. При этом на поверхности кокиля образуется слой шлакового гарнисажа, на котором формируется отливка. Толщина гарнисажа зависит в основном от тем

пературы, массы, удельной теплоемкости и теплопроводности материала кокиля, а также от температуры и физических свойств заливаемого шлака. Оставшийся незакристаллизованным шлак оттесняется жидким металлом к оси вращения и в зависимости от диаметра заливочного отверстия и количества залитого металла может либо оставаться на внутренней поверхности отливки, либо вытесняться наружу через заливочное отверстие.

Предотвращение окисления металла при заливке его в форму достигается такой организацией струи, при которой ее поверхность надежно защищена жидким шлаком от воздействия атмосферы. При заполнении металлом формы происходит эмульгирование в нем жидкого шлака. Как показывают расчеты и эксперименты, коагуляция шлаковой эмульсии и полное удаление ее из металла протекает со скоростями, значительно более высокими, чем скорость кристаллизации металла. Эмульгирование шлака в металле и последующее удаление шлаковой эмульсии способствует очищению объемов отливок от случайных экзогенных и эндогенных включений, образующихся при снижении температуры металла в период заполнения формы.

Проведенный экономический анализ показал, что применение заготовок ЭШП взамен поковок, особенно из легированной стали, дает значительный экономический эффект и повышает коэффициент использования металла в 1,5-2 раза.