

Одним из наиболее эффективных способов снижения расхода мелющих тел является замена стальных шаров на мелющие тела из высоколегированных чугунов. В промышленно развитых странах мира доля производства мелющих тел из высоколегированных чугунов, износостойкость которых в 4 - 5 раз выше стальных, достигает 35 % всего объема и продолжает быстро увеличиваться. Современные марки белых износостойких чугунов представляют собой сложнелегированные многокомпонентные сплавы с большим разнообразием структур и широким диапазоном физико-механических свойств. Применение высоколегированных чугунов для отливки шаров с последующей термической обработкой, обеспечивает получение по всему сечению мелющего тела мартенсито - карбидную структуру, с твердостью HRCэ 55,0, с высокой ударостойкостью, низким удельным расходом (45 - 50 г/т) мелющих тел в процессе эксплуатации.

В современных условиях развития РБ, характеризующихся ограниченными материальными и энергетическими ресурсами, важной народнохозяйственной задачей является разработка и внедрение современных энерго- и ресурсосберегающих технологий и оборудования для изготовления мелющих тел, повышения их надежности и долговечности.

В настоящее время наметилась тенденция использования многокомпонентных экономно легированных в различных сочетаниях (Cr, Ni, Mo, Ti, V, B и т.д.) чугунов. Каждый компонент наряду со своим назначением выполняет и общую задачу повышения уровня эксплуатационных свойств, при этом его индивидуальные свойства могут быть усилены коллективным воздействием. Главная задача сводится к тому, чтобы получить однородную и однотипную по свойствам микроструктуру во всех частях отливки из легированных чугунов, процессы структурообразования в которых отличаются повышенной чувствительностью к кинетическим факторам.

На основании анализа научно-исследовательской и патентной литературы можно сформулировать основные положения наиболее оптимальной схемы технологического процесса изготовления мелющих шаров:

- после введения модификаторов необходимо обеспечить ускоренное охлаждение расплава до минимально возможной температуры, для того чтобы уменьшить возможное увеличение размеров карбидов;
- для получения необходимой структуры, заготовки из износостойких белых чугунов, подвергают длительной термической обработке, вполне обоснованным и рациональным решением является совмещение процесса литья с термической обработкой. Время выдержки при температуре аустенизации выбирается в зависимости от исходной структуры и должно обеспечивать получение однородной аустенитной микроструктуры металлической матрицы, выравнивания температуры по сечению отливки, насыщения до требуемой величины аустенита углеродом и обеспечения выделения вторичных карбидов с размерами ~1 мкм;
- охлаждение с высокой скоростью до температуры мартенситного превращения, для того чтобы исключить образование промежуточных структур. Низкотемпературная термическая обработка для снятия внутренних напряжений.

В связи с дефицитом легирующих элементов в Беларуси, необходимо использовать отходы смежных отраслей промышленности в виде оксидосодержащих материалов, стружки, окалины и других материалов, содержащих дорогие легирующие элементы. Безусловно, необходимо вести работы по отработке технологии плавки с использованием отходов с целью их стабильного восстановления и усвоения. Использование вместо традиционных ферросплавов дешевых отходов производств, с экономической точки зрения позволит существенно повысить конкурентоспособность отечественной продукции.

Большие перспективы открываются перед технологами при использовании методов обработки расплава с помощью введения дисперсных порошков тугоплавких соединений карбидов, оксидов, нитридов и т.д. В результате введения наноразмерных материалов, происходит ускорение и развитие объемного затвердевания, что позволяет уменьшить или полностью устранить транскристаллизацию при затвердевании. Благодаря наличию в расплаве большого количества дисперсных частиц, играющих роль зародышей кристаллизации при охлаждении отливки, происходит образование мелкозернистой структуры металла и, как следствие, существенное повышение комплекса физико-механических и эксплуатационных свойств материалов.

УДК 669.14.018.252

Особенности технологии получения литых штампов

Студент гр. 104315 Сермяжко М.И.
Научный руководитель – Рудницкий Ф.И.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

В настоящее время при получении литого штампового инструмента используется литье песчаные и керамические формы, литье по выплавляемым моделям, электрошлаковое кокильное литье.

Выбор того или иного технологического процесса изготовления отливок штампов определяется главным образом стремлением к получению заготовок с минимальными припусками под последующую механическую обработку, габаритными размерами инструмента и экономичностью процесса получения форм.

Так, при применении для формирования фигуры штампа стержней из песчано-глинистых смесей ввиду образования большого пригара на отливках требовались большие припуски на механическую обработку и поэтому этот метод не получил распространения.

Более прогрессивным для технологического процесса получения отливок штампов является использование при литье в песчаные формы облицовочного формовочного слоя, состоящего из 90-92 % электрокорунда или плавленного кварца и 8-10% жидкого стекла. В качестве наполнительного состава в этом случае можно применять смесь, состоящую из 95% кварцевого песка и 5% жидкого стекла. Такая технология изготовления форм позволяет улучшить качество литой поверхности фигуры штампа.

С помощью литья по выплавляемым моделям получают отливки, максимально приближенные по форме и размерам к готовой детали, а в ряде случаев не нуждающиеся в обработке резанием. В результате значительно снижается трудоемкость, и стоимость изготовления изделий сокращаются расход металла и инструмента, потребность в производственных площадях, станочном оборудовании и приспособлениях, уменьшаются энергоемкость производства, а также потребность в рабочих-станочниках высокой квалификации.

В Шоу-процессе, как и в процессе изготовления форм по выплавляемым моделям, используют этилсиликатную суспензию. Однако Шоу-процесс имеет ряд отличительных особенностей: а) применены съемные формы, изготавливаемые по деревянным или металлическим моделям; б) вводятся в суспензию добавки гелеобразователя, резко ускоряющие процесс твердения; в) формы газопроницаемы и с повышенной термостойкостью вследствие наличия сетки трещин, образующихся при выгорании спирта после отверждения суспензии.

Процесс получения заготовок способом электрошлакового кокильного литья состоит из двух основных стадий: 1) расплавления и накопления металла в электрошлаковой тигельной печи; 2) заливки металла в литейные формы, формирования отливок и их кристаллизации.

В процессе электрошлаковой тигельной плавки плавление металла происходит в результате выделения теплоты в жидком электропроводном шлаке при прохождении через него электрического тока. В качестве исходного сырья используют расходуемые электроды цельные или собранные из кусков штанг, а также в кусковую шихту или стружку. В последнем случае подогрев шлака осуществляют нерасходуемыми электродами.

Расплавленный металл, проходя через слой жидкого шлака, температура которого обычно на 150-200 °С выше температуры плавления металла, интенсивно рафинируется от вредных примесей и неметаллических включений. Жидкий металл собирается на дне плавильного тигля, футерованного огнеупорными материалами, способными в течение достаточно длительного времени работать в контакте со шлаком при температурах, характерных для электрошлакового процесса (до 2000 °С). Возможна также работа электрошлаковой тигельной печи по схеме с жидкой завалкой, когда жидкий металл, приготовленный в отдельном агрегате (например, в дуговой или индукционной печи), заливают в тигель, где уже наведена соответствующая шлаковая ванна.

При электрошлаковом кокильном литье накопленный в электрошлаковой тигельной печи жидкий металл заливают в литейную форму, как правило, вместе со шлаком. Кристаллизуясь на внутренней поверхности холодной относительно расплава формы (обычно стальной или чугуновой), шлак образует шлаковый гарнисаж (2-4мм), который обеспечивает хорошее качество поверхности отливок, получаемых электрошлаковым кокильным литьем, предохраняет их от приваривания к форме.

После шлака, а частично и вместе с ним, в литейную форму поступает жидкий металл, который оттесняет шлак от гарнисажа вверх и образует отливку. Шлак покрывает свободную поверхность жидкого металла и предотвращает образование закрытой усадочной раковины.

Высокое качество поверхности и требуемые механические свойства отливок позволяют изготавливать этим способом литья заготовки (взамен поковок) с небольшими (3-5 мм) припусками и широко использовать новые технологии при производстве заготовок самых разнообразных деталей ответственного назначения.

В данном случае заготовки служат, как правило, для собственных, внутривзаводских нужд предприятия – изготовителя отливок, а в качестве исходного сырья используют изношенный или отбракованный инструмент и детали (оснастку). По традиционной производственной схеме они идут в скрап и переплавляются вместе с ломом черных металлов в открытых сталеплавильных печах. При этом дорогая легированная инструментальная или конструкционная сталь (5ХНМ) практически обесценивается, так как при переплаве она смешивается со сталью других марок, многие легирующие элементы выгорают, и металл приходится легировать заново. При переплаве в электрошлаковой тигельной печи химический состав переплавляемого материала практически не изменяется. После заливки металла в кокиль получают заготовку, которую после

некоторой обработки резанием используют по назначению. После выхода инструмента или деталей из строя цикл повторяется.

Внедрение описанного замкнутого цикла изготовления инструмента и деталей, оснастки из собственных отходов обеспечивает существенное повышение маневренности инструментального производства и ремонтных служб, исключает зависимость их от поставок металла со стороны, снижает транспортные расходы и пр. В этом случае себестоимость инструмента существенно (в 1,5 – 2 раза) ниже, чем кованных, при эквивалентной или даже более высокой в случае электрошлакового кокильного литья стойкости.

УДК 669.14.018.252

Технология изготовления литого инструмента из высокоуглеродистой быстрорежущей стали

Студент гр. 104325 Ковалев А.А., студент гр. 104324 Сергиеня В.Н.
 Научный руководитель – Рудницкий Ф.И.
 Белорусский национальный технический университет
 г. Минск

Опыт применения литейных технологий при изготовлении литых заготовок из быстрорежущих сталей позволяет с уверенностью выделить ряд преимуществ по сравнению с традиционными методами использования проката и поковок:

- возможность использования собственных отходов инструментального производства (стружка, вышедший из строя инструмент, немерные заготовки проката, металлоабразивный шлам);
- экономия металла за счет максимального уменьшения припусков под механическую обработку при использовании точных методов литья (до 90 %);
- повышение стойкости инструмента путем оптимизации химического состава, технологических факторов изготовления на всех этапах от плавки металла до заливки и термической обработки заготовок с максимальным учетом конкретных условий эксплуатации.

По существу применяемые в настоящее время в мировой практике быстрорежущие стали стандартного состава являются универсальными по комплексу свойств и назначению, поскольку применяются для изготовления инструмента различного назначения (сверла, метчики, зенкеры, фрезы, развертки и др.), испытывающего при эксплуатации, различающиеся по абсолютной величине силовые, тепловые, изнашивающие и др. воздействия. При изготовлении инструмента литьем имеется уникальная возможность, используя в качестве шихтовых материалов отходы стандартных марок сталей, скорректировать в процессе плавки металла его состав, оптимизировать условия кристаллизации. Оптимизация состава и технологических факторов получения литых заготовок позволяет увеличить свойства, имеющие первостепенное значение с точки зрения эксплуатационной стойкости конкретного инструмента и условий его работы (тип инструмента, обрабатываемый материал, режимы резания и др.).

В ряде случаев необходимость в обработке давлением при изготовлении стандартных быстрорежущих сталей ограничивает в их составе наличие таких элементов, как бор, углерод и др., существенно повышающих их твердость, теплостойкость, износостойкость и в результате эксплуатационную стойкость.

В данной работе проведено исследование влияния повышенного содержания углерода на структуру и свойства литой быстрорежущей стали Р6М5.

Свойства исследуемых сплавов, приведенные в таблице, свидетельствуют о том, что увеличение содержания углерода способствует значительному возрастанию твердости, теплостойкости и износостойкости, но снижению ударной вязкости (таблица).

Влияние содержания углерода на основные свойства литой быстрорежущей стали

Сталь	Твердость, HRC	Теплостойкость, 620 °С, 4 ч., HRC	Ударная вязкость, КС, кДж/м ²	Износ, ΔМ 10 ⁻¹ , кг/ч
Р6М5	63,0	58,5	90	780
Р6М5 + 1,2 % С	69,0	64,0	20-30	450
Р6М5 + 1,2 % С + модификатор	HRC 70	66,0	100-120	420

Изменение свойств вызвано увеличением количества карбидной составляющей в структуре. Причем зафиксировано увеличение, как первичных изолированных карбидов, так и сетки ледебуритной эвтектики, вызывающей охрупчивание стали.

Для устранения эффекта охрупчивания в результате повышенного содержания углерода предпринята попытка повышения ударной вязкости за счет модифицирования.