

$Mg_{ост} - 0,022\%$. Расход комплексного модификатора составлял 2,5% и плавикового шпата 1,0% от веса расплава.

Металлографические исследования показали, что микроструктура чугуна состоит из графита шаровидной и компактной формы типа $G_{ф}10-G_{ф}13$, перлита П45, феррита $Fe55$, цементита ЦП1000Ц2. Наличия участков скопления сульфидов и других неметаллических включений в структуре не обнаружено.

Механические характеристики определяли на стандартных образцах, вырезанных из трещиноватых проб и непосредственно из отливок. В литом состоянии чугун имел следующие показатели механических свойств: $\sigma_B = 51,7 - 68,4$ кгс/мм², $\delta = 2,0-2,7\%$, $HV = 197-229$.

После термической обработки тонкостенного литья (низкотемпературного отжига) и механической обработки отливки проходили стендовые испытания в экспериментальном цехе. Результаты испытаний приведены в табл. 1.

Из результатов проведенных исследований следует, что применение комплексного модификатора для обработки чугуна обычного ваграночного состава позволяет получать качественные отливки из высокопрочного чугуна, превосходящие по показателям прочности аналогичные отливки из ковкого чугуна марки КЧ37-12 и не уступающие стали 40Л. ЧШГ не обладает в принятом для исследования перечне отливок склонностью к образованию в отливках черных пятен, характерных для магниевого высокопрочного чугуна. Это исключает необходимость предварительной обработки расплава специальными рафинирующими добавками.

Разработанный процесс может быть рекомендован для серийного производства отливок из высокопрочного чугуна при использовании чугунов обычной ваграночной плавки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Н а л и м о в В.В., Ч е р н о в а Н.А. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов. — М.: Л., 1965.

УДК 669.14

В.Ф.СОБОЛЕВ, А.С.ЧАУС, А.П.ДУБКО

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЛИТОГО ИНСТРУМЕНТА

Настоящая работа посвящена изучению возможности более широкого использования литой быстрорежущей стали. Исследованы основные свойства и характер разрушения литой быстрорежущей стали Р6М5К5 электрошлакового переплава после закалки и отпуска.

Таблица 1

Быстрорежущая сталь Р6М5К5	Твердость HRC	Теплостойкость, °С (HRC 60)	Прочность $\sigma_{изг}$, Па	Вязкость α , Дж м ²
Литая (ЭШП)	65	630	185×10^7	4×10^4
Кованая	65,5	630	320×10^7	26×10^4

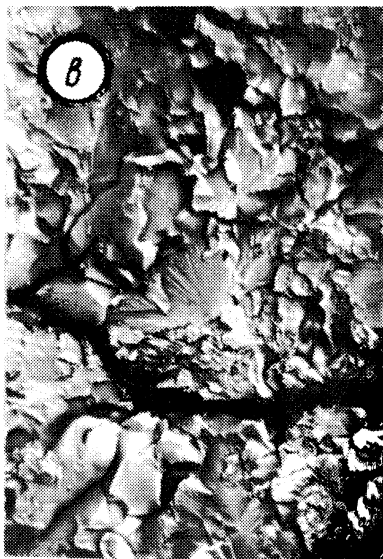
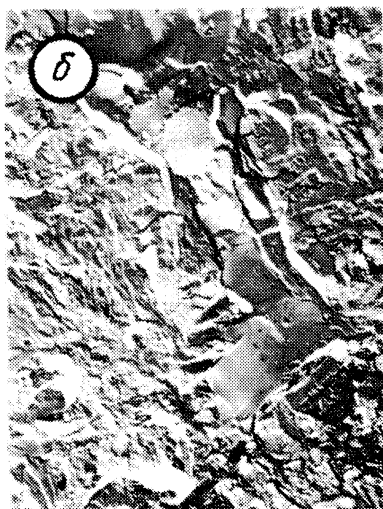
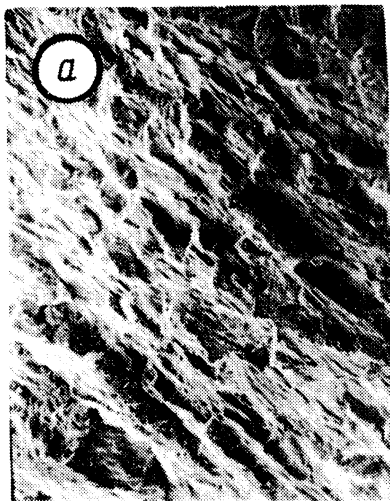


Рис. 1. Поверхность разрушения литой быстрорежущей стали Р6М5К5 ЭШП закалки и отпуска: а — общая картина разрушения (Х200); б) — внутризеренное разрушение (Х5000); в — межзеренное разрушение (Х500).

Из слитка отожженной стали диаметром 200 мм вырезали образцы для определения показателей механических свойств и подвергали их термообработке по общепринятым режимам для стали Р6М5К5.

Результаты испытаний стали Р6М5К5 электрошлакового переплава приведены в табл. 1 в сравнении со свойствами ковальной стали.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что теплостойкость стали электрошлакового переплава не уступает ковальной, но прочность и ударная вязкость у нее ниже.

Был изучен характер разрушения исследуемой стали с целью установления связи между состоянием поверхности излома и полученным значением ударной вязкости. На сканирующем и просвечивающем электронных микроскопах изучали изломы ударных образцов. Первый позволил изучать непосредственно поверхность излома при малых увеличениях, что обеспечило возможность наблюдения общей картины разрушения (рис. 1, а).

Высокая разрешающая способность просвечивающего электронного микроскопа позволила приблизиться к изучению более тонкого строения изломов.

Исследование изломов показало, что для литой стали преобладающим является внутризеренное разрушение, которое применительно к закаленному и отпущенному мартенситу получило наименование "квазиотрыва" [1]. Основную часть поверхности излома составляют квазиотрывные фасетки с небольшим количеством фасеток скола карбидов (рис. 1,б). В случае межзеренного разрушения для поверхности излома характерно в основном наличие фасеток скола карбидов с тонким ручьистым узором. Разрушение происходит по карбидной фазе (рис. 1,в).

По характеру разрушения косвенно можно судить о том, что энергоемкость его в случае литого металла мала и ударная вязкость имеет относительно низкое значение. Но достигаемый ею уровень может обеспечить нормальную работу многим типоразмерам реального литого инструмента. Однако при выборе его номенклатуры необходимо строго учитывать условия работы. В более спокойных условиях работают концевые фрезы с неравномерным окружным шагом зубьев. Такое расположение зубьев хорошо гасит вибрации, создающие ударные нагрузки.

Благоприятные условия для применения литого инструмента создаются при чистовых работах. Хорошо себя зарекомендовали литые фасонные фрезы, зенкера и сверла большого диаметра. Для них на первое место среди важнейших показателей выступает уже не ударная вязкость, а износостойкость.

При подготовке настоящей работы проведены стойкостные испытания червячных фрез диаметром 180 мм и концевых фрез диаметром 220 мм, вырезанных из литых заготовок, полученных электрошлаковым переплавом заводских отходов быстрорежущей стали Р6М5К5. Они показали, что стойкость литого инструмента в этом случае не уступает стойкости ковальной.

Вместе с тем при переходе на литые заготовки появляются резервы экономии металла и снижение трудоемкости изготовления инструмента.

Это свидетельствует о том, что при правильном выборе области применения литая сталь не только уступает кованой, но и имеет по сравнению с нею даже преимущества.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б и ч е м К.Д., П е л л у П.М. Электронная фрактография — средство изучения микромеханизма процессов разрушения. — В кн: Прикладные вопросы вязкости разрушения. М., 1968.

УДК 669.14

В.Ф.СОБОЛЕВ, А.С.ЧАУС, А.П.ДУБКО

УЛУЧШЕНИЕ СВОЙСТВ ЛИТОЙ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ

В настоящей работе проведено исследование влияния легирующих элементов на ударную вязкость и другие свойства литой быстрорежущей стали Р6М5К5, которые определяют стойкость металлорежущего инструмента.

Исследование проводилось на образцах, отлитых в графитовый кокиль. Графитовый кокиль перед заливкой подогревался до температуры 300°С. Выплавка всех исследуемых составов сталей проведена в высокотемпературной электрической печи с графитовым нагревателем. После отливки и выбивки образцы подвергались изотермическому отжигу при температуре 850°С в течение двух часов с последующей изотермической выдержкой при температуре 700°С в течение 4 ч. До 500°С образцы охлаждались с печью, а затем на воздухе.

После отрезки прибыльной части и предварительной механической обработки образцы подвергались термообработке по стандартному режиму. Механические свойства и теплостойкость исследовали по методике [1]. Определение количества остаточного аустенита проводилось на рентгеновском дифрактометре "Дрон-2" в Со-излучении.

В табл. 1 показано влияние легирующих элементов на механические свойства, теплостойкость и количество остаточного аустенита (в закаленном состоянии) литой быстрорежущей стали Р6М5К5 (ГОСТ 19265—73). В конце табл. 1 приведены свойства стали без легирующих добавок.

Анализ экспериментальных данных показывает, что при введении бора твердость стали после закалки несколько увеличивается и остается примерно одинаковой во всем диапазоне легирования. Устойчивость остаточного аустенита стали с бором ниже, но растет с увеличением содержания бора.