

Заливка проводилась при температуре жидкого чугуна 1420...1440 °С. Расход магниевой лигатуры составлял 1,2 % от массы заливаемого расплава.

Для исследования влияния легирования никелем в количестве 1,5 % на структуру модифицированного в литейной форме высокопрочного чугуна отливали ступенчатые пробы толщиной: 1,5; 2,5; 5; 10; 15 мм. В проведенных опытах в микроструктуре ступеней цементит отсутствовал.

Полученные экспериментальные данные показали, что легирование никелем уменьшает количество включений шаровидного графита в 1,5-2,0 раза во всех ступенях технологической пробы.

В результате легирования высокопрочного чугуна 1,5 % Ni количество перлита в микроструктуре металлической основы ступени толщиной 2 мм увеличивается с 60 до 90 %, толщиной 3 мм – с 20 до 30 %. В ступенях толщиной 5 мм и более количество перлита увеличивается с 5...10 % до 25...30 %. Таким образом, при легировании 1,5 % Ni модифицированного в литейной форме высокопрочного чугуна в сечениях 2 мм обеспечивается получение перлитной металлической основы, а в более толстых (3...15 мм) формируется феррито-перлитная металлическая основа. В высокопрочном чугуне легированном 1,5 % Ni в ступенях сечением 3 мм и более скорость охлаждения оказывает незначительное влияние на перлитизацию металлической основы.

УДК 621.74

**В.В.Ясюков, Д.О.Гладаренко**

Одесский национальный политехнический университет, Одесса

### **ЛИТЫЕ ВСТАВКИ ПРЕСС-ФОРМ ЛПД С КОМПОЗИЦИОННОЙ РАБОЧЕЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ**

Положительными сторонами литья под давлением (ЛПД) является высокая производительность процесса; максимальная приближенность размеров отливки к размерам детали; качество поверхности отливок выше 6-го класса; резкое сокращение объемов механической обработки отливок; низкие трудозатраты; повышенные механические свойства за счёт кристаллизации под избыточным давлением и сохранением зоны мелких кристаллов на поверхности отливок. Дальнейшее развитие этого прогрессивного способа литья базируется на увеличении стойкости дорогостоящей

оснастки, особенно элементов, непосредственно контактирующих с жидким металлом и расширении области ЛПД на отливки из чёрных сплавов. Стойкость оснастки можно повышать различными способами: правильным выбором материалов для вставок и стержней; оптимизацией температуры подогрева пресс-форм; термической и химико-термической обработкой деталей; применением смазок, снижающих температуру контакта и не влияющих на качество отливок. Перечисленные мероприятия не охватывают всей гаммы существующих способов, однако в первом ряду находится материал, из которого выполняется оснастка и технологии её изготовления.

Широко применяемые в настоящее время хромовольфрамованадиевые и хромомолибденованадиевые стали (30X2B8Ф, 40XB2С, 40X5MФС, 30X3M3K3Ф) в виде проката и поковок не отвечают полностью современным требованиям к оснастке из-за сравнительно низкой стойкости и невозможности использовать их для чёрных сплавов. Интенсивные поиски новых материалов ведутся в направлении повышения степени легирования сталей, применения тугоплавких материалов.

По нашему мнению, наиболее перспективными являются мартенситно-старяющие стали, превосходящие по конструкционной прочности стали вышеприведенных марок. Например, сталь 03Н12К15М10 имеет  $\sigma_{\text{в}} = 2500$  МПа,  $\sigma_{0,2} = 2400$  МПа,  $\delta = 6\%$ ,  $\psi = 30\%$ . Высокая прочность этих сталей достигается совмещением двух механизмов упрочнения: мартенситного  $\gamma \rightarrow \alpha$  превращения и старения мартенсита, при котором выделяются мелкодисперсные частицы вторичных фаз, когерентно связанные с матрицей. Эти стали разрушаются вязко, имеют малую чувствительность к надрезам, высокое сопротивление хрупкому разрушению.

Попытка использования этих сталей при изготовлении оснастки ЛПД литьём показывает сравнительно низкие литейные свойства, особенно жидкотекучесть: сложную тонкорельефную поверхность литьём в керамизированную форму получить невозможно. Поэтому была принята следующая технология: изготовление керамизированной формы по модели вкладыша: опорный слой формы из жидкостекольной смеси, облицовка из холодноогелеваемой керамики на основе гидролизованного этилсиликата и плавленого кварца; нанесение методом плазменного напыления в контролируемой атмосфере порошкообразной композиции, по химическому составу отвечающей стали марки 03Н12К15М10; толщина оболочки составляет от 2 до 5 мм; слой холодноогеливаемой керамики покрывается полиаюмоэтилсилоксановым лаком, либо остекловывается; собранная форма заливается матричным металлом, в результате происходит диффузионное связывание оболочки и жидкого металла. Улучшение смачиваемости и пропитки оболочки достигается обработкой поверхно-

сти бурой; завершает цикл термообработка отливки в вакууме, преследующая цель закалки, уменьшение содержания кислорода в оболочке; завершает термообработку операция старения.

Формообразующая полость вставки практически не требует механической обработки, обрабатываются только базовые плоскости. Испытания сопротивления композиционных вставок термической усталости в циклах термосмен (ц.т.) показали увеличение стойкости пресс-форм с 2745 до 3211ц.т., то есть на 15-18% при заливке образцов из стали 20Л. Причина выхода из строя вкладышей – сетка разгара.

УДК 621.74

**В. В. Ясюков, Е. А. Пархоменко**

Одесский национальный политехнический университет, Одесса

## **МЕХАНИЧЕСКИЕ СВЯЗИ В КОНТАКТНОЙ ЗОНЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ КОМПОЗИЦИОННЫХ ОТЛИВОК**

Одним из наиболее доступных методов решения задачи изготовления композиционных отливок является получение полостей путем установки в литейную форму оболочек с последующей заливкой матричным металлом. Классическим примером являются охлаждаемые поршни двигателей внутреннего сгорания, закрытые лопастные колеса с радиально расположенными лопастями, лопатки турбин и другие детали. Поршни эксплуатируются при повышенных температурах и ударно-циклических нагрузках. При этом конструкторы стремятся к увеличению мощности двигателя с одновременным уменьшением рабочего объема. Рост удельной нагрузки приводит прежде всего к повышению термомеханической напряженности поршней. Установка турбонаддува усложняет задачу: увеличивается температура головки поршня, возникает опасность закоксования смазочного масла и падения жаропрочности алюминиевых сплавов выше 300 °С. Все это приводит к спеканию верхних поршневых колец, прорыву газов в картер двигателя и к износу поршней. Высокая температура на поверхности поршня в сочетании с ударно–циклическими нагрузками приводит к трещинообразованию вследствие увеличения термических напряжений. По результатам исследований снижение температуры среднеразмерного поршня на 30 °С увеличивает работоспособность его в 10 раз. Учитывая вышесказанное, была разработана технология жидкой штамповки поршней с кольцевыми каналами для охлажде-