



*Using of powder materials in casting by investment patterns allowed to receive the porous extracting models with high thermal stability, quality of surface, to reduce considerably spoilage of shell forms and to produce founding from metal discards, what considerably reduces the cost of the output goods.*

*И. Г. САПЧЕНКО, С. Г. ЖИЛИН, О. Н. КОМАРОВ,  
Институт машиноведения и металлургии ДВО РАН, г. Комсомольск-на-Амуре*

УДК 621.74

## ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ В ЛИТЬЕ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ

Литье по выплавляемым моделям (ЛВМ) является многооперационным, с большой номенклатурой используемых материалов, а потому и дорогим методом получения отливок [1], что обуславливает недопустимость имеющего место брака выплавляемых моделей (ВМ), оболочковых форм (ОФ) и отливок. Важная технологическая задача в процессе производства отливок ЛВМ — получение высокоточных качественных, без трещин и сколов ОФ и, как следствие, отливок. Высокую точность и качество литья обеспечивают операции охлаждения ВМ в процессе и после их получения, удаления моделей и формирования отливок.

Перспективными направлениями в ЛВМ являются увеличение качества поверхности, размерной и геометрической точности отливок, снижение себестоимости литья, достигаемое совершенствованием каждой стадии технологического процесса ЛВМ.

Установлено [2], что формование изделий из порошкообразных материалов обеспечивает высокую размерную и геометрическую точность при значительно меньших энергозатратах, чем получение заготовок литьем.

На основании анализа технологических свойств ВМ, изготовленных по различным технологиям, было выявлено, что ОФ, полученные по пористым моделям, обладают более высокими технологическими свойствами.

Разработан принципиально новый подход к образованию пористости в структуре выплавляемой модели [3]. Разработанный способ изготовления выплавляемых моделей позволяет ликвидировать практически все виды брака, образуемые выплавляемой моделью.

Прессованные модели имеют рассредоточенную мелкодисперсную открытую пористость по всему объему в пределах 3–20 %. Процесс порообразования — саморегулирующийся и модели имеют меньшую пористость в тонких частях. Это позволяет упразднить дефекты моделей по недоливам, поверхностным газовым раковинам, вол-

нистости, складкам, утяжинам и устранить облой по поверхности разъема пресс-формы. Пористые модели обладают высокой размерной и геометрической точностью на всем временном интервале хранения. Чистота поверхности при соответствующем качестве изготовления пресс-формы характеризуется зеркальным блеском.

Изготовление пористых моделей по разработанной технологии позволяет равномерно распределить внутренние напряжения по всему объему последних, что обуславливает геометрическую стабильность моделей при перепадах температур, имеющих место при формировании керамической оболочки. Последнее дает возможность упразднить растрескивание и отслаивание формируемых слоев ОФ. Поверхность экспериментальных моделей — влагопроницаемая и позволяет плавно регулировать процесс сушки формируемого слоя, равномерно регулируя усадочные процессы, повышая их прочность на 10–15 %.

Время выплавления традиционных моделей больше времени расплавления пористых моделей. При этом пористые модели не оказывают расширяющего воздействия на ОФ, процесс выплавления сопровождается сокращением их размеров [4].

При использовании пористых моделей предотвращается пропитывание модельной массой ОФ (при осуществлении операции удаления моделей в горячей воде), что приводит к снижению их брака при прокаливании.

Размерно-геометрическая точность пористых ВМ соответствует 9–10-му качеству, что выше, чем у традиционных ВМ.

Четырехслойные ОФ, изготовленные по пористым моделям, наполненные смесью металлошихты, подвергаются термообработке. При температуре 800 °С происходит воспламенение металлошихты и образование жидкой фазы металла, что, в свою очередь, ведет к формированию отливки.

Температура горения шихты определяется из условия полного расплавления ферросплавов и стружки, максимального усвоения легирующих

элементов расплавом и хорошего отделения шлака. Основу образуемого шлака при горении шихты составляет  $Al_2O_3$ , имеющий плотность  $4000 \text{ кг/м}^3$  и температуру плавления  $2050^\circ\text{C}$ . В связи с этим температура реакции генерировалась на  $50^\circ\text{C}$  выше температуры плавления шлака, т. е. температура горения шихты составляла  $2100^\circ\text{C}$ , и на  $500^\circ\text{C}$  больше температуры плавления ферросплавов, используемых при составлении шихты.

Плотность засыпки шихтовой смеси для качественного прохождения процесса находится в диапазоне  $2800\text{--}3900 \text{ кг/м}^3$ . Пористость, образуемая шихтовой засыпкой, компенсирует расширение материала во время плавления и предотвращает разрушение формы. Выход годной стали при содержании в шихтовой смеси 30 % стальной и чугунной стружки составляет 72 %. Качественное питание отливок обеспечивается объемом прибыли 40 % от объема отливок.

Реализация данной технологии позволяет рационально использовать отходы производства, сократить расход жидкой стали и энергозатраты на производство отливок, ликвидировать брак при литье, увеличить выход годного литья, повысить качество отливок по многим направлениям.

Сравнение геометрических параметров отливок, полученных по традиционной и экспериментальной технологиям, показало, что последние обладают лучшими геометрическими параметрами

и большей точностью внутренних углов взаимно-перпендикулярных поверхностей.

Использование порошковых материалов позволило осуществить получение пористых удаляемых моделей с высокой термостабильностью, качеством поверхности и размерно-геометрической точностью; значительно сократить брак ОФ при изготовлении и их технологической обработке; изготавливать отливки из металлоотходов, что значительно понижает себестоимость выпускаемой продукции [5].

#### Литература

1. Литье по выплавляемым моделям / Под. общ. ред. В. А. Озерова. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1994.
2. Кипарисов С. С., Либенсон Г. А. Порошковая металлургия: Учебник для техникумов. 3-е изд., перераб. М.: Металлургия, 1991.
3. Патент 2188735 Россия. Способ изготовления выплавляемых моделей / И. Г. Сапченко, С. Г. Жилин, Т. В. Костина, С. А. Некрасов.
4. Влияние пористости моделей на процесс их удаления из оболочковых форм / И. Г. Сапченко, С. Г. Жилин, А. И. Евстигнеев // Прикладные задачи механики деформируемого твердого тела и прогрессивные технологии в машиностроении. Владивосток: Дальнаука, 2001. Вып. 2. С. 73–83.
5. Новохачки В. А. и др. Малоотходная технология производства стальных отливок с экзотермическими прибылями / В. А. Новохачкий, А. А. Жуков, Ю. И. Макарычев. М.: Машиностроение, 1986.