

Разработан и опробован способ заливки силикатного расплава в несколько приемов с охлаждением каждого залитого слоя до температуры начала массовой кристаллизации расплава. При таком способе изготовления усадочные дефекты в виде пор достаточно равномерно распределяются по толщине стенки трубы, а усадка последнего залитого слоя расплава приводит к образованию незначительных морщин внутренней поверхности трубы.

Предприятия горнодобывающей, угольной, цементной промышленности и др. нуждаются также в футерованных каменным литьем стальных трубах среднего диаметра (от 250 до 450 мм) длиной до 3 м. Для футеровки подобных труб использовали роликовую центробежную машину с подвижной кареткой. Заливку расплава производили с одного конца вращающейся стальной трубы, ограниченной торцевыми крышками-фланцами. Поскольку отжиг таких изделий невозможно производить в существующих туннельных печах по причине формирования значительного температурного градиента по длине, рекомендовано отжигать трубы в кессонах в теплоизоляционной засыпке, например, в вермикулите. Особенностью изготовления камнелитых труб длиной 3 м в стальной обечайке является различная величина линейной усадки камнелитого материала и разогретой стальной трубы, что проявляется в несовпадении их торцевых поверхностей после охлаждения. С целью предупреждения несовпадения сконструированы и установлены на стальную трубу торцевые крышки в виде цилиндрических чаш. При заливке силикатным расплавом такой обечайки длина камнелитой трубы получается несколько больше, чем стальной, а после охлаждения до комнатной температуры их длины уравниваются. Это условие имеет важное значение, поскольку при стыковке футерованных труб между ними не должно быть зазора.

Разработанные технологии изготовления крупногабаритных каменных отливок успешно внедрены в производство в камнелитейном цехе Первоуральского завода горного оборудования и цехе каменного литья ПРП «Свердлов-энергоремонт».

**Г. П. Барышников**

## **МОДЕЛЬНАЯ МАССА ДЛЯ ТОНКОСТЕННОГО ЛИТЬЯ**

Экспериментальное опробование показало, что применяемая в производстве модельная масса ПС50:50 при ручной запрессовке обеспечивает получение моделей с толщиной стенки 1,5–1,3 мм. Однако низкие механическая прочность и формоустойчивость моделей не позволяют использовать их в производстве тонкостенного литья. Поэтому были проведены исследования с целью разра-

ботки состава модельной массы и технологии изготовления моделей для получения тонкостенных отливок.

В качестве основы модельной массы был выбран парафин, имеющий хорошую совместимость с различными компонентами, небольшую усадку, низкую температуру каплепадения. К недостаткам парафина следует отнести низкие механические свойства и малую теплоустойчивость. В качестве компонентов, улучшающих свойства парафина, были выбраны церезин, полиэтиленовый воск, сополимер этилена с винилацетатом – сэвилен. Выбор указанных материалов произведен по результатам сравнительного анализа физико-механических свойств, показавшего целесообразность их совместного использования в составе модельной массы: церезин имеет более высокую по сравнению с парафином теплоустойчивость, полиэтиленовый воск – повышенные твердость, прочность и теплоустойчивость, сэвилен – высокие пластичность (600 %) и прочность (таблица).

Основные физико-механические характеристики  
исходных модельных материалов

| Наименование материала | Температура плавления (каплепадения), °С | Теплоустойчивость, °С | Линейная усадка, % | Зольность, % | Твердость (100 г, 25 °С, 5 с), мм <sup>-1</sup> | Прочность на изгиб (растяжение), МПа | Относительное удлинение, % |
|------------------------|------------------------------------------|-----------------------|--------------------|--------------|-------------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------|
| Парафин                | 50–58                                    | 25–28                 | 0,5–0,8            | –            | 13–18                                           | 1,7                                  | –                          |
| Церезин                | 67–80                                    | 30–35                 | 3,5–4,0            | 0,03         | 16–30                                           | –                                    | –                          |
| Полиэтиленовый воск    | 100–107                                  | 60–70                 | 5,0–7,0            | 0,04         | 3,0–3,5                                         | 9,6                                  | –                          |
| Сэвилен                | 125–140                                  | 75–95                 | 4,5–5,5            | –            | 0,2–0,4                                         | 10 ( $\sigma_B$ )                    | 600                        |
| Защитный воск          | 35–40                                    | 20–23                 | 0                  | 0,07         | 46                                              | –                                    | –                          |

Для определения соотношений компонентов был изучен ряд составов в бинарных композициях: парафин – церезин, парафин – полиэтиленовый воск, парафин – сэвилен. С увеличением количества этих компонентов усадка и теплоустойчивость бинарных композиций возрастают, причем количество компонентов не должно превышать 20 %. Это подтвердилось и при исследовании прочности. Введение 10 % полиэтиленового воска повышает прочность композиции до 4,0 МПа. Такая же прочность в композиции парафин – сэвилен достигается при введении 25 % сэвилена, но при этом вязкость массы резко возрастает, что затрудняет ее приготовление и использование.

При исследовании тройных композиций было установлено, что совместное введение 2–10 % полиэтиленового воска и сэвилена в пределах 2–15 % позволило получить модельную композицию с достаточно высокой прочностью (4,5 МПа) и наиболее высокими показателями теплоустойчивости (48 °С), которая обеспечивает получение качественных моделей с минимальной толщиной стенок

0,5–0,6 мм. К числу ее недостатков следует отнести повышенную температуру плавления (80–85 °С), малый интервал вязкопластичного состояния (3–5 °С) и высокую линейную усадку (1,5–2,2 %) при переходе из жидкого состояния в твердое. Поэтому модельная масса указанного состава могла успешно применяться лишь при изготовлении наиболее тонких равностенных моделей, поскольку в массивных элементах моделей наблюдались внешние усадочные дефекты глубиной 1,0–1,5 мм.

С целью устранения указанных недостатков в состав модельной композиции был введен дополнительно защитный воск марки ЗВ–I, относящийся к группе пластичных восков с пониженной температурой плавления и нулевой усадкой. Теплоустойчивость композиции повысилась до 54 °С, твердость – на 14 единиц, прилипаемость понизилась на 0,04 МПа, интервал пастообразного состояния расширился на 7 градусов, усадка уменьшилась до 1,0–1,5 %, заполняемость пресс-форм в случае образца толщиной 1 мм возросла на 35 %. Модели, изготовленные из композиции, имеют толщину стенок до 0,6 мм, гладкую, глянцевую поверхность, сохраняют форму и размеры в течение месячного хранения при температуре 18–20 °С. Состав модельной массы защищен авторскими свидетельствами № 772682 и №923716.

**М. Г. Близник, Г. М. Сюкасов,  
В. И. Черменский, С. В. Рабинович,  
М. П. Шалимов, М. Д. Харчук**

## **СВАРНО-ЛИТОЙ ШПАНГОУТ ВЫСОКОЙ ТЕРМОСТАБИЛЬНОСТИ**

Применение прецизионных литейных суперинварных сплавов взамен деформируемых суперинваров типа 32НКД (ГОСТ 10994) для шпангоутов теплозащитных узлов летательных аппаратов обеспечивает повышение технологичности изготовления этих крупногабаритных металлических деталей. Вместе с тем одним из наиболее перспективных путей повышения термостабильности шпангоутов является изготовление их в виде конструкции, состоящей из комплекта наружных сложнопрофильных элементов и внутреннего (несущего) сплошного кольца [1]. Именно такой конструкции присуща весьма высокая термостабильность, что позволяет использовать в качестве внутреннего кольцевого элемента металлические неинварные материалы, например, нержавеющие стали, обладающие существенно меньшей стоимостью по сравнению с суперинварами.

С учетом данных обстоятельств, разработчиками изделия была выбрана конструкция шпангоута, состоящая из наружных элементов, изготавливаемых