

УДК 621.74

А.А. Бондарь, магистр, Одес. нац. политехн. ун-т

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ ОТЛИВОК С ТОНКИМИ ПОЛОСТЯМИ

О.А. Бондар. Дослідження процесу формування відливок з тонкими порожнинами. Розглянуто технологію формування порожнин за допомогою соле-керамічних, органічних та металевих стрижнів.

A.A. Bondar. Research of the process of forming castings with small cavities. Technology of forming of cavities with the help of the salt-ceramic, organic and metallic cores is considered.

В машиностроении требуется большая номенклатура литых деталей со сложными внутренними полостями, к качеству которых предъявляются повышенные требования.

Формирование таких полостей при помощи песчаных стержней на основе различных связующих вызывает сложности, связанные, в основном, с трудоемкостью удаления стержней из готового изделия и высокой шероховатостью внутренней поверхности отливки.

С другой стороны, применение легкоудаляемых стержней, которые обеспечивают низкую шероховатость, ограничено их нестабильными и невысокими физико-механическими свойствами. Так, например, соляные и органические стержни имеют высокую усадку и низкую прочность. Кроме того, соляные стержни имеют высокие остаточные термические напряжения, что приводит к повышенному трещинообразованию, а также высокую гигроскопичность, что ограничивает срок их хранения и затрудняет нанесение защитных покрытий.

Поэтому представляет интерес разработка эффективных легкоудаляемых стержней для изготовления высококачественных отливок со сложными внутренними полостями, не требующими последующей механической обработки. Для этого шероховатость внутренних поверхностей таких отливок не должна превышать $0,16 \cdot 10^{-6}$ м.

Исследованию подвергались соляные, органические и металлические стержни.

Рассмотрим условия формирования внутренней полости при помощи соляных стержней.

Применение соляных расплавов без наполнителей для получения стержней показало, что при изготовлении тонких стержней они не обладают требуемой прочностью, поэтому целесообразно упрочнять соляные расплавы введением порошкообразных наполнителей, что приводит к измельчению структуры и упрочнению стержня.

Кроме прочности, для обеспечения качественных внутренних поверхностей отливок соляные стержни также должны иметь шероховатость менее $0,16 \cdot 10^{-6}$ м.

Основными факторами, влияющими на шероховатость поверхности литых соляных стержней, являются их состав, температура пресс-формы и заливки соляного расплава, а также качество поверхности пресс-формы. Снижение шероховатости за счет значительного повышения температуры заливки соляного расплава не рекомендуется, т.к. при перегреве расплава более чем на 50° появляется газовая шероховатость и значительно снижается прочность стержней.

В результате исследования влияния температуры заливки и температуры пресс-формы на величину шероховатости литых соляных стержней было установлено, что эти зависимости имеют область минимума. В частности, построены графические зависимости для солевого состава, содержащего 55 % KNO_3 и 45 % NaNO_3 (рис. 1).

Характерной особенностью приведенных зависимостей является снижение шероховатости поверхности стержней до минимальных для данного состава значений с увеличением температуры пресс-формы до 340 К. Дальнейшее увеличение температуры пресс-формы приводит к резкому ухудшению качества поверхности стержней (в 2...3,5 раза).

Таким образом, существующие технологии изготовления соляных стержней не могут гарантировать стабильно высокого качества их поверхности из-за небольшого диапазона температур пресс-форм при котором шероховатость поверхности получается меньше $0,16 \cdot 10^{-6}$ м.

Исследования позволили определить влияние температуры заливки на шероховатость поверхности стержней. При шероховатости поверхности пресс-форм $0,13 \cdot 10^{-6}$ м органические стержни имели шероховатость поверхности менее $0,16 \cdot 10^{-6}$ м при $T_{\text{зал}}=403 \dots 408$ К и $T_{\text{зал}}=363 \dots 373$ К для составов: 50 % парафина +50 % стеарина кальция и 75 % парафина +25 % Al_2O_3 , соответственно.

Недостатком органических композиций является их усадка при охлаждении. Так, например, при охлаждении большинства восковых композиций от 323 до 293 К линейное сокращение составляет около 4,5 %. Применение порошковых наполнителей (15...25 % Al_2O_3) обеспечило снижение усадки всего на 1,2 %, что также является неприемлемым.

Таким образом, применение органических стержней при высоком качестве поверхности не обеспечивает желаемых результатов, так как они имеют высокую усадку.

В результате исследования влияния температур заливки и подогрева пресс-формы на величину шероховатости литых металлических стержней установлено, что эти зависимости также имеют область минимума.

На рис. 2 представлены кривые зависимостей шероховатости стержня из сплава Cd-Zn от температуры пресс-формы при температурах заливки 593, 613 и 653 К. Как видно оптимальным для данного сплава является диапазон температур пресс-формы от 313 до 343 К, независимо от $T_{\text{зал}}$.

На шероховатость поверхности металлического стержня влияют также температура заливки и свойства материала стержня. Графические зависимости (рис. 3) влияния температуры заливки на чистоту поверхности стержней представлены для следующих стержневых сплавов: 3,0 % Sn, 85,0 % Pb, 12,0 % Sb (1); 32,25 % Cd, 67,75 % Sn (2); 43,0 % Sn, 43,0 % Pb, 14,0 % Bi (3); 100 % Zn (4). Отсюда следует, что легкоплавкие сплавы позволяют получать стержни шероховатостью Ra менее $0,16 \cdot 10^{-6}$ м, которая обеспечивается в широком интервале температур заливки. Характерным для этих зависимостей является снижение шероховатости с увеличением температуры заливки на начальном этапе, далее шероховатость достигает минимума, а затем возрастает. Это связано с тем, что при увеличении температуры перегрева расплава возрастает его способность воспроизводить поверхность, однако чрезмерное увеличение температуры заливки приводит к ухудшению качества поверхностного слоя стержней, в основном за счет газовых дефектов.

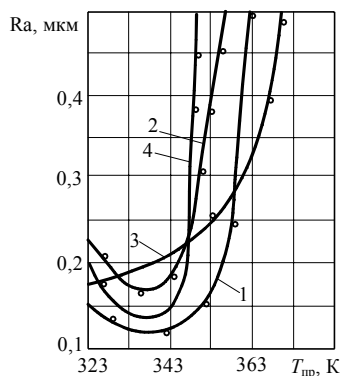


Рис. 1. Зависимость шероховатости поверхности соляного стержня от температуры пресс-формы: 1 — 553 К; 2 — 473 К; 3 — 573 К; 4 — 583 К

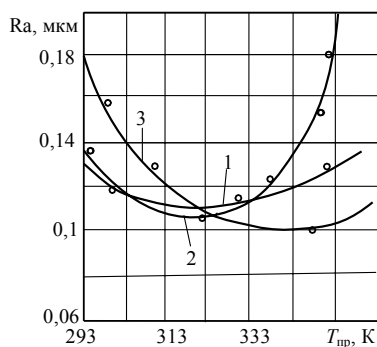


Рис. 2. Влияние температуры пресс-формы на шероховатость поверхности стержня из сплава Cd-Zn (82,3 и 27,7 %, соответственно) при температуре заливки: 593 К (1); 613 К (2); 653 К (3)

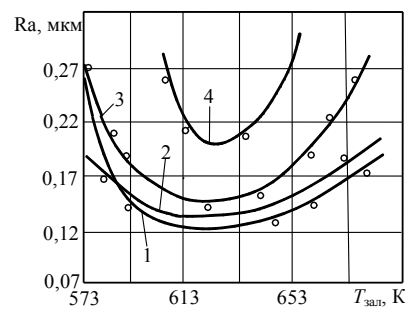


Рис. 3. Влияние температуры заливки на шероховатость поверхности стержня

Таким образом, рассмотренные технологии изготовления металлических стержней, по сравнению с другими технологиями изготовления легкоудаляемых стержней, позволяют получать стержни более высокого качества с наиболее стабильными свойствами, из-за большего

диапазона температур пресс-форм, при котором шероховатость меньше $0,16 \cdot 10^{-6}$ м. При этом металлические стержни лишены таких недостатков, как низкая прочность, высокие остаточные термические напряжения, усадка и гигроскопичность, которыми обладают соляные или органические стержни.

Литература:

1. Флемингс М. Процессы затвердевания. — М.: Мир, 1977. — 414 с.