



*There is shown the mechanism and described the kinetics of thermal deformations of chill auxiliaries. There are carried out the concrete experiments and presented their results. There are described the basic existing methods of chill auxiliaries thermal deformations control and shown their defaults.*

М. А. САДОХА, Б. А. КРАЕВ, А. С. МИРОНОВ, Н. Е. БОНДАРИК, В. И. ГУТКО,  
НП РУП «Институт БелНИИлит»

УДК 621.74

## К ВОПРОСУ О ТЕРМИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЯХ КОКИЛЬНОЙ ОСНАСТКИ

Одним из основных способов производства отливок из алюминиевых сплавов является метод литья в кокиль. Особенно значительный удельный вес кокильного литья в секторе крупногабаритных ответственных отливок. Важнейшим технологическим инструментом данного метода является кокиль — металлическая форма, изготавливаемая, как правило, из чугуна (около 70% всех кокилей), различных марок сталей (около 25% кокилей) и других металлических материалов.

Среди существенных проблем кокильного литья следует отметить проблему работоспособности оснастки, что прежде всего определяется стойкостью кокилей против образования трещин в процессе эксплуатации, их способностью сохранять размерную и геометрическую точность формообразующей полости.

Известно, что в процессе работы кокиля формообразующие слои кокиля, контактирующие непосредственно с расплавом при заливке, а в последующем — с кристаллизующейся и остывающей отливкой, поглощают значительное количество тепла. Это приводит к локальным перегревам кокиля и, как следствие, к значительным термическим напряжениям, которые визуальнo проявляются в виде деформации кокиля. Особенно это заметно на торцовых частях кокилей по разьему полуформ.

В результате проведенных в НП РУП «Институт БелНИИлит» экспериментов было установлено, что на кокиле шириной 1200 мм, изготовленном из специального легированного чугуна, в процессе изготовления отливок из алюминиевого сплава АК9ч между торцовыми частями полуформ появляются зазоры величиной до 8 мм (рис. 1).

Причем зазор увеличивается от заливки к заливке с тенденцией к насыщению примерно на 7-й заливке. Это, вероятнее всего, свидетельствует о наступлении теплового равновесия, а, следовательно, и равновесия термических напряжений. При этом следует заметить, что кривая, представленная на рис. 1, является некой средней линией деформации полуформ. Реальное же изменение зазора между полуформами в процессе литья носит не такой линейный характер, как показано на рис. 1.

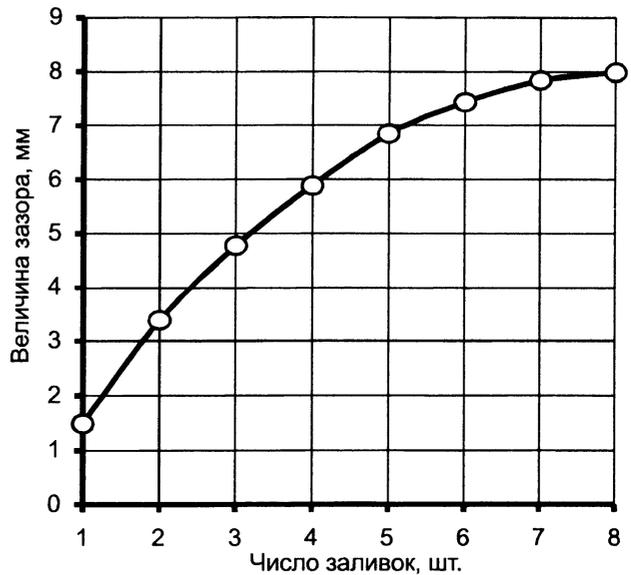


Рис. 1. Зависимость величины зазора между торцовыми частями полуформ кокиля, замеренного через 10 с после извлечения отливки из кокиля, от количества заливок

На рис. 2 приведено изменение зазора между полуформами в процессе цикла заливки.

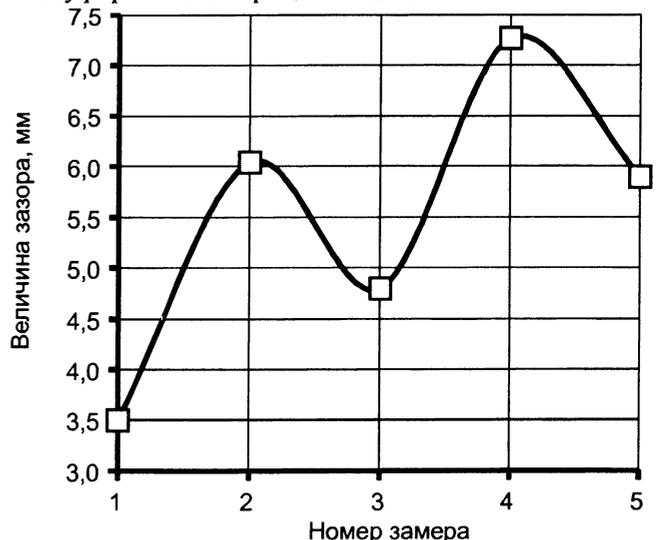


Рис. 2. Изменение зазора между полуформами в процессе заливки и кристаллизации: замер 1 — до заливки (соответствует заливке 2 на рис. 1); замер 2 — после заливки и истечения 50% времени кристаллизации; замер 3 — соответствует заливке 3 на рис. 1; замер 4 — после последующей заливки и истечения 50% времени кристаллизации; замер 5 — соответствует заливке 4 на рис. 1

Сразу после заливки происходит первоначальный всплеск деформации, обусловленный резким тепловым потоком на формообразующие поверхности кокиля и большим перепадом температур в различных областях кокиля. Через некоторое время происходит некоторое выравнивание температур, что сопровождается даже некоторым уменьшением деформаций и установление зазоров определенной величины. Данное явление повторяется при каждом цикле заливки. Единственная разница — значение деформации, вокруг которого происходит изменения.

Рассмотренные выше деформационные процессы, вызванные термическими факторами, характеризуются определенной амплитудой (рис. 2), которая косвенно свидетельствует о величине термических напряжений, возникающих в кокиле.

Известно, что в условиях циклического нагружения материал способен выдержать определенное число циклов нагружения. После чего он разрушается, причем разрушение начинается с образования сетки мелких трещин, которые, развиваясь в дальнейшем, переходят в глубокие трещины. Данное явление наблюдается в работе кокильной оснастки.

Отметим, что в начальный период эксплуатации кокиля он еще сохраняет способность возвращения в исходное состояние после выравнивания температур. В дальнейшем в силу образования и роста трещин деформации кокиля становятся необратимыми и постоянно увеличивающимися. Причем чем выше амплитуда деформации, а, следовательно, и амплитуда изменения напряжений, тем быстрее протекают процессы зарождения и развития трещин.

Среди известных и наиболее часто используемых способов борьбы с деформационными

явлениями в кокильной оснастке следует отметить увеличение толщины полуформ кокиля, расчленение кокиля на несколько составных частей, стягивание торцов кокиля винтовыми стяжками.

Увеличение толщины полуформ кокиля приводит к видимому сокращению величины деформаций и существенному повышению внутренних напряжений и амплитуды их колебаний в материале кокиля в ходе литья, что способствует более быстрому образованию и последующему росту трещин со стороны формообразующих поверхностей кокиля. Расчленение кокиля на несколько составных частей частично решает проблему деформаций, однако появляется проблема заливок по стыкам частей. Воздействие винтовых стяжек торцов кокиля по своему действию и последствиям аналогично увеличению толщины полуформ кокиля.

В НП РУП «Институт БелНИИлит» прошла первый цикл испытаний система компенсации термических напряжений в кокильной оснастке в процессе заливки и кристаллизации отливки. На кокиле, который без применения системы показал результаты, представленные на рис. 1, получены следующие результаты: максимальный зазор между торцовыми частями полуформ не превысил 1,5 мм, а амплитуда колебаний зазора составила не более 0,5 мм. Это свидетельствует о значительном уменьшении внутренних термических напряжений, что должно положительным образом сказаться на сроке службы кокильной оснастки и точности размеров и формы производимых отливок. По предварительным расчетам в случае применения системы компенсации термических напряжений срок службы кокиля может возрасти до 2 раз.