



It is shown that the method of filling allows to increase considerably the lay-out of non-defective casting at production of stretched castings as compared to casting in stationary chill mold.

М. А. САДОХА, Н. Е. БОНДАРИК, НП РУП «Институт БелНИИлит»

УДК 621.74

МЕТОД САМОЗАПОЛНЕНИЯ, КАК ПУТЬ К ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОГО ЛИТЬЯ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Современное машиностроение потребляет все большее количество алюминия и сплавов на его основе в виде различных деталей, изготовленных преимущественно методами литья. Принимая во внимание высокую энергоемкость производства отливок из алюминиевых сплавов, непрерывно увеличивающиеся цены на алюминий и возрастающие требования к физико-механическим свойствам деталей, промышленностью востребованы новые технологические процессы производства отливок из алюминиевых сплавов, которые могут способствовать существенному снижению издержек производства при одновременном повышении качества литья.

Попробуем разобраться, в чем кроются резервы снижения затрат и себестоимости алюминиевого литья. Если проанализировать традиционное литье в кокиль, то для получения качественной отливки (отсутствие усадочных дефектов и дефектов, обусловленных особенностями заполнения расплавом формы) применяют различные литниково-питающие системы, масса которых достигает 50–100% от чистой массы отливки. Технологические приемы, позволяющие уменьшить массу литниково-питающей системы, обеспечат не только сокращение потребности в количестве расплава на производство одной отливки, что равнозначно снижению потребления энергии, но и существенное уменьшение потерь металла от угара.

Одним из классических вариантов уменьшения литниково-питающей системы может быть использование варианта «верхней» заливки расплава в кокиль, т.е. заливки непосредственно через прибыль.

Известно, что при производстве отливок из алюминиевых сплавов по традиционной техноло-

гии литья в стационарный кокиль такой метод заливки имеет ряд недостатков и может быть использован лишь в отношении небольших отливок (высота отливки не должна превышать 100 мм), не имеющих высоких требований по герметичности и прочности.

Неправильный подбор варианта и параметров литниковой системы и места подвода расплава в форму могут служить причиной образования не только чисто усадочных дефектов в теле отливки, но и таких дефектов отливок, которые принято называть «потоками» по причине образования специфических узоров на поверхности отливки.

На рис. 1 показана макроструктура поверхности отливок, полученных из сплава АК9 (ГОСТ 1583-93) в кокиля, имеющие одинаковые размеры, шероховатость поверхности и окрашенные одинаковой кокильной краской. Различие заключается лишь в условиях заполнения кокилей расплавом.

Как видно на рис. 1, а, поверхность отливки имеет однородную структуру и не содержит заметных дефектов, полностью копирует рельеф окрашенной поверхности кокиля. Микроструктура отливки в зоне такой поверхности плотная и не содержит неметаллических включений.

Структура поверхности отливки, представленная на рис. 1, б, заметно отличается от структуры на рис. 1, а. Во-первых, нет четкого отпечатка окрашенной поверхности кокиля. Во-вторых, заметны скопления оксидных плен, которые только частично выходят на поверхность, а основная их масса скрыта в теле отливки под поверхностью.

Отсутствие четкого отпечатка окрашенной поверхности кокиля свидетельствует о том, что расплав при заполнении кокиля и кристаллизации не плотно прилегал к стенке кокиля. Причиной

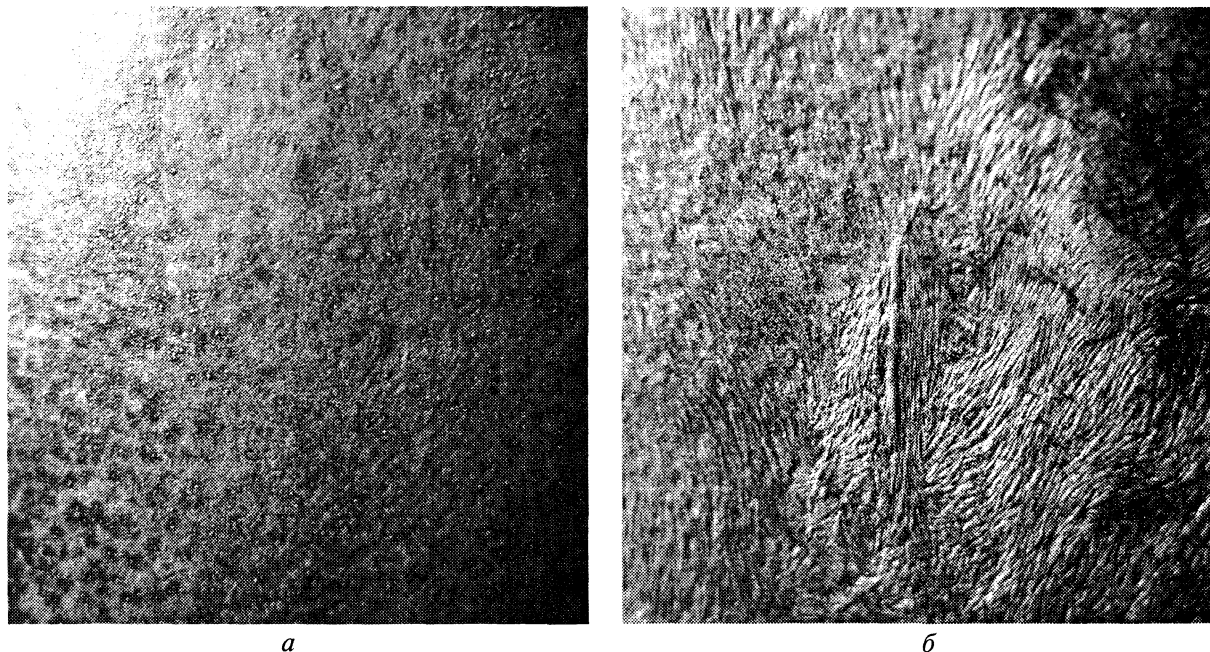


Рис. 1. Макроструктура поверхности кокильного литья из сплава АК9: *а* – подвод расплава в кокиль снизу; *б* – верхний подвод металла в кокиль (высота заливки 150 мм). х5. Без травления

этому может быть наличие определенного количества газов и воздуха на границе кокильная краска–отливка. Воздух мог появиться в данной зоне вследствие захвата его потоком расплава в литниковой системе и переноса в отливку, газы – за счет выделения из расплава при кристаллизации.

Причем в данном случае эти явления взаимосвязаны, так как при интенсивном замешивании потоком расплава в литниковой системе компоненты воздуха частично растворяются в расплаве, вызывают интенсивное образование оксидных плен и неметаллических включений. Далее расплав с воздухом и включениями перемешивается в полость кокиля. Интенсивное отделение воздуха от расплава, оседание оксидных плен и неметаллических включений происходит в зонах, где скорость потока становится ниже некоторой критической. Воздух и газы концентрируются в неровностях кокильной краски на стенках кокиля, утепляя отливку.

Вследствие сказанного выше данный участок кристаллизуется несколько позднее остальной части отливки и служит зоной для выделения из расплава и растворенных газов. Микроструктура отливки в этом месте всегда пористая и содержит значительное количество неметаллических включений в виде оксидных плен и шлака, материал отливки негерметичен и имеет низкие физико-механические свойства.

Верхняя заливка при производстве крупногабаритных отливок из алюминиевых сплавов с обеспечением высокого качества литья и исключением образования приведенных выше дефектов возможна при использовании метода самозаполнения [1]. Схема, иллюстрирующая данный метод, показана на рис. 2.

Суть метода самозаполнения заключается в том, что расплав предварительно заливается в чашу, являющуюся частью кокиля (формы), после чего кокиль из горизонтального положения поворачивается в вертикальное положение, как показано стрелкой, и расплав через питатели медленными потоками поступает в верхнюю (прибыльную) часть формы и далее по форме на верхнюю часть формирующейся отливки.

По мере заполнения нижней части кокиля и дальнейшего его поворота начинают заполняться лежащие выше слои отливки. Тем самым обеспечивается направленность питания и кристаллиза-

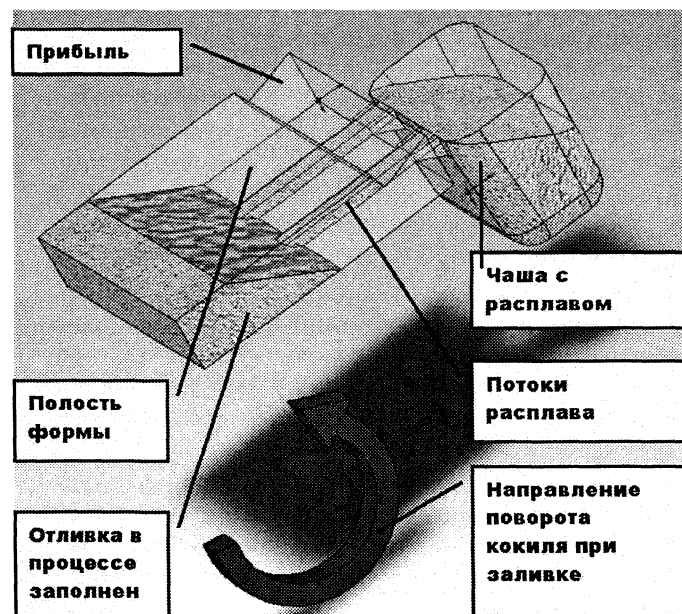


Рис. 2. Схема метода самозаполнения при верхней заливке расплава в кокиль

ции отливки. Причем в силу того, что за счет скорости поворота можно найти оптимальное соотношение между скоростью кристаллизации и скоростью заполнения кокиля, обеспечивается хорошая подпитка кристаллизующейся отливки при заливке и заполнении лежащих выше слоев. По этой причине значительно уменьшается требуемый объем прибылей, которые необходимы теперь только для питания верхних частей отливки.

В связи с этим за счет регулирования скорости поворота кокиля можно обеспечить для каждой зоны отливки заполнение при строго определенном напоре, т.е. создать идеальные условия для заполнения. В отличие от стационарного кокиля, где невозможно управлять напором, а можно лишь тормозить поток расплава различного рода элементами литниковой системы, при использовании метода самозаполнения протяженность (высота) отливки не имеет принципиального значения, так как высота отливки не определяет величину напора, при котором происходит поступление расплава в форму.

Таким образом, можно говорить о возможности получения методом самозаполнения отливок значительной протяженности, которые в стационарном кокиле если и можно получить, то только со значительными усложнениями литниковой системы.

Фактически при литье методом самозаполнения отливку можно представить как последовательный ряд соединенных в единое целое отдельных миниотливок, каждая из которых заполняется при оптимальном напоре после заполнения предыдущей (лежащей ниже). Главным при литье методом самозаполнения является подбор такого режима поворота кокиля, который позволит добиться полного соединения миниотливок в одну большую отливку.

Следует отметить, что даже при заливке протяженных отливок расплав в полость кокиля начинает поступать при невысоких скоростях, обеспечивающих ламинарность потока расплава. Это обусловлено тем, что первые порции металла поступают в кокиль (в дальнюю его часть) при малом угле поворота кокиля. В данном случае напор (H), который при литье в стационарные формы является величиной постоянной и определяется преимущественно высотой отливки, может быть переменной величиной и представляет собой функцию угла поворота кокиля (φ):

$$H = f(\varphi). \quad (1)$$

В свою очередь угол поворота кокиля (φ) также переменная величина и представляет собой функцию времени (t):

$$\varphi = f(t). \quad (2)$$

Из этого следует, что фактически напор (H) является функцией времени (t):

$$H = f(t). \quad (3)$$

Таким образом, при самозаполнении, согласно формулам (1)–(3), возможно управление напором при заливке путем осуществления поворота кокиля с управляемой скоростью по режиму, который определяется требованиями геометрии отливки. В технологическом плане дополнительно появляется еще одна степень свободы, значительно увеличивающая возможности воздействия на режим заполнения кокиля расплавом.

Одновременно с этим возникает возможность автоматизировать предварительно отработанный режим заполнения кокиля расплавом, полностью исключив человеческий фактор из процесса и заметно стабилизируя качество литья.

Что касается выхода годного литья, то реализация метода самозаполнения при литье в кокиль имеет одну особенность: чем протяженнее и габаритнее отливка, тем выше будет выход годного за счет направленности кристаллизации и питания нижних слоев отливки за счет верхних. Метод самозаполнения позволяет значительно повысить выход годного литья (до 2–4 раз) при получении протяженных отливок по сравнению с литьем в стационарные кокиля.

На рис. 3 показаны для сравнения две одинаковые отливки с литниками, но полученные различными методами. Даже по внешнему виду можно говорить о существенном повышении выхода годного при использовании метода самозаполнения.

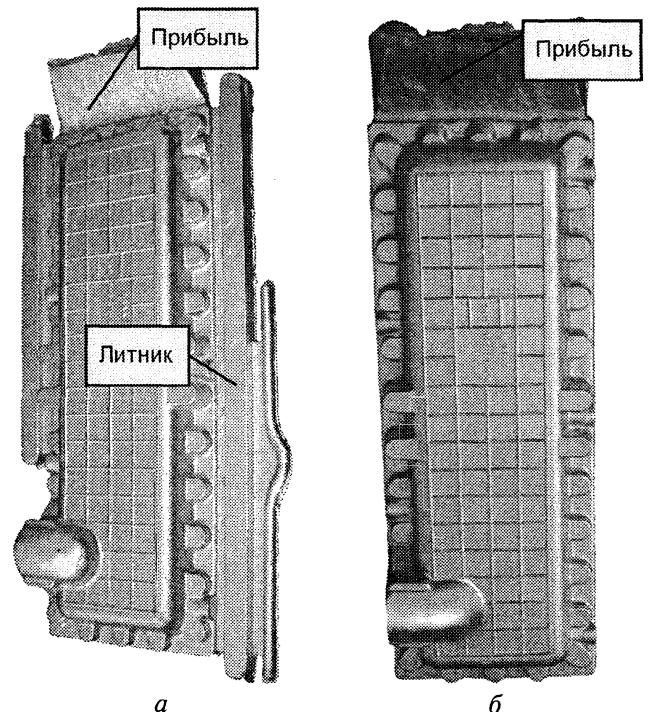


Рис. 3. Отливки детали 540-1714056 «Бачок масляного радиатора», полученные различными методами литья: а – традиционное кокильное литье; б – метод самозаполнения формы

Литература

1. Садоха М.А., Мельников А.П., Краев Б.А. и др. Метод самозаполнения при производстве алюминиевых отливок// Литье и металлургия. 2004. №2. С. 153–155.