



<https://doi.org/10.21122/1683-6065-2020-4-64-67>
УДК 621.74

Поступила 09.11.2020
Received 09.11.2020

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЛИТЬЯ ПОРШНЕЙ

М. А. САДОХА, Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Беларусь, пр. Независимости, 65. Тел. + 375-29-778-84-65.

Представлены результаты исследований получения сложных отливок из алюминиевых сплавов с применением метода самозаполнения. Изучено влияние ряда технологических параметров (время заливки, режим охлаждения кокиля, применение самозаполнения и др.) на качество получаемых отливок поршней. Установлено оптимальное время заполнения расплавом кокиля при литье поршней. Показано, что режим охлаждения кокиля оказывает существенное влияние на качество отливок.

Ключевые слова. Литейное производство, поршень, самозаполнение, кокиль, алюминиевый сплав, расплав, кристаллизация, брак отливок.

Для цитирования. Садоха, М. А. Технологические особенности литья поршней / М. А. Садоха // Литье и металлургия. 2020. № 4. С. 64-67. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2020-4-64-67>.

TECHNOLOGICAL FEATURES OF PISTON CASTING

М. А. SADOKHA, Belarusian National Technical University, Minsk, Belarus, 65, Nezavisimosti ave.
Tel. + 375-29-778-84-65.

The results of studies of obtaining complex castings from aluminum alloys using the self-filling method are presented. The influence of a number of technological parameters (pouring time, chill cooling mode, the use of self-filling, etc.) on the quality of the resulting piston castings has been studied. The optimal time for filling the chill mold was determined when casting pistons. It is shown that the chill mold cooling mode has a significant impact on the quality of castings.

Keywords. Foundry, piston, casting, self-pouring, permanent mold, aluminum alloy, melt, solidification, defective castings.

For citation. Sadokha M. A. Technological features of piston casting. Foundry production and metallurgy, 2020, no. 4, pp. 64-67. <https://doi.org/10.21122/1683-6065-2020-4-64-67>.

Поршень, как отливка, относится к литым заготовкам повышенной ответственности и соответственно высокой сложности. Наличие большой разницы в толщине стенок, значительных по объему тепловых узлов, применение в конструкции вставок из нирезиста, оформление кольцевых каналов для масляного охлаждения и т.п. выдвигает перед технологией литья ряд требований как по металлургической подготовке расплава, так и по заполнению формы (кокиля), параметрам кристаллизации.

Метод самозаполнения, который успешно используется для получения фасонных отливок [1], позволяет обеспечить регулируемое заполнение формы расплавом с установленным расходом. Известно, что при реализации метода самозаполнения напор является величиной непостоянной (регулируемой) – функцией угла поворота кокиля (φ) и в общем виде описывается формулой:

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

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 стабилизировав качество литья.

Качество получаемой в кокиле отливки в значительной степени зависит от скорости его заполнения металлом, которая, в свою очередь, определяется параметрами литниковой системы: площадью сечения стояка и питателей и местом подвода питателей.

Применительно к получению отливок поршней с нирезистовой вставкой и каналом для масляного охлаждения важно обеспечить два обязательных условия получения качественной отливки [2, 3]: сваривание нирезистовой вставки с основным материалом отливки и отсутствие литейных дефектов в материале отливки (пористость, усадочные дефекты, неметаллические включения и т.п.).

Заполнение кокиля в стационарном положении при литье поршней не всегда позволяет обеспечить в полной мере все необходимые условия заполнения рабочей полости расплавом, кристаллизации отливки (различных ее зон), сваривание нирезистовой вставки с основным материалов отливки. В связи с этим применение метода самозаполнения позволяет более гибко управлять всеми названными выше процессами и обеспечить получение отливок требуемого качества.

Принимая во внимание относительно небольшую массу отливки поршня, целесообразно вести заполнение кокиля не через чашу, встроенную в конструкцию кокиля, а с использованием заливочного приспособления (например, ковша) непосредственно в литниковую чашу кокиля, который в это время наклоняется, т.е. в данном случае вариант самозаполнения совмещен с традиционной заливкой. Схема реализации варианта самозаполнения представлена на рис. 1. На начальной стадии заливки (рис. 1, а) обеспечивается плавное заполнение нижней части отливки. Далее в результате поворота кокиля (рис. 1, б, в) происходит более интенсивное заполнение верхних слоев отливки. При этом гибко регулируется напор за счет скорости поворота кокиля.

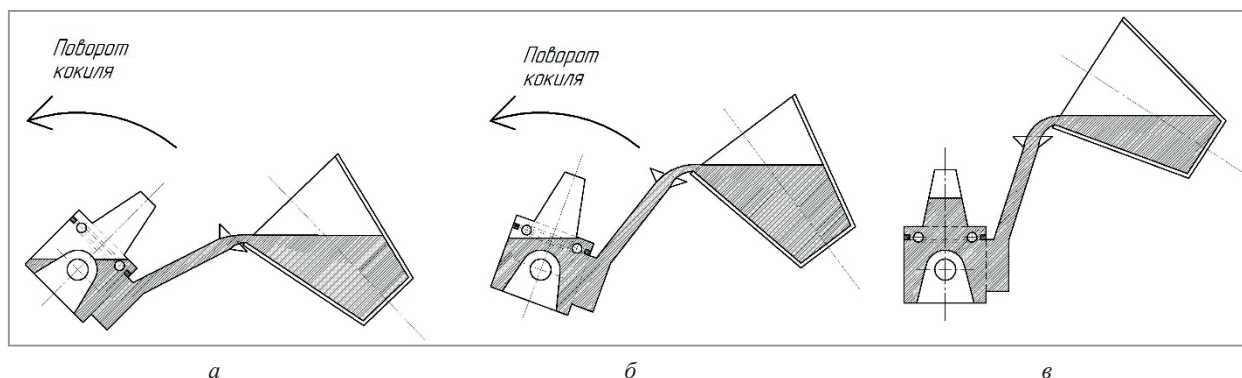


Рис. 1. Схема самозаполнения кокиля расплавом при литье поршней

Экспериментальные работы проводили с получением отливок поршней дизельных двигателей из сплава АК12М2МгН (АЛ25) (ГОСТ 1583-93) с применением вставок из нирезиста, имеющего следующий состав: 14–18% Ni, 6–5% Cu, 1,5–2,6% Cr, 2,5–3% C, 2–3% Si, до 0,5% P, 0,5–1% Mn, Fe – остальное.

Было установлено, что при литье в стационарный кокиль общий уровень брака отливок поршней значительно выше, чем при использовании самозаполнения (рис. 2).

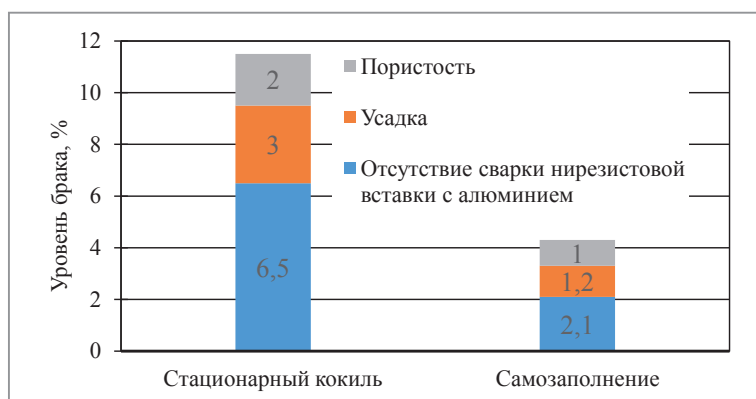


Рис. 2. Уровень брака отливок поршней при использовании разных технологий. Время заливки – 10 с

Это можно объяснить тем, что при использовании самозаполнения создаются оптимальные условия заполнения и кристаллизации различных зон отливки. В частности, при самозаполнении происходит лучшее омывание нирезистовой вставки расплавом, удаление с поверхности вставки пузырьков газов, неметаллических включений и оксидов, что, в конечном итоге, и обеспечивает сваривание алюминиевого сплава с нирезистовой вставкой.

Влияние времени заполнения кокиля расплавом на уровень брака отливок поршней показано на рис. 3.

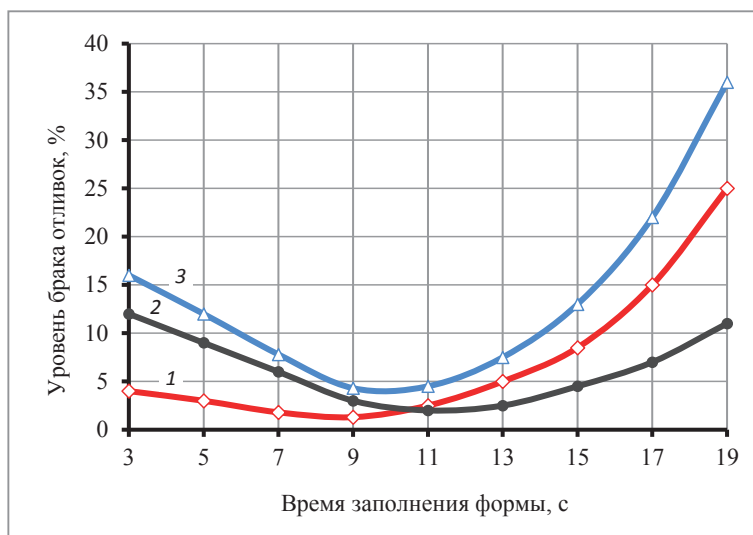


Рис. 3. Влияние времени заполнения кокиля на уровень брака отливок поршней: 1 – сваривание нирезистовой вставки; 2 – литейные вставки; 3 – всего

По мере увеличения времени заполнения формы с 3 до 9 с происходит уменьшение брака как по причине улучшения приваривания нирезистовой вставки к алюминиевому сплаву, так и по причине снижения литейных дефектов в теле отливки. Повышение уровня брака при очень быстрой заливке можно объяснить высокой турбулентностью расплава, плохим омыванием поверхности нирезистовой вставки расплавом и отсутствием условий для наиболее полного удаления воздуха и шлаковых включений с поверхности вставки.

После перехода через минимальное значение уровня брака (при заполнении кокиля за 9–11 с) по мере дальнейшего увеличения времени заполнения наблюдается существенное повышение уровня брака отливок поршней. В этом диапазоне на брак влияют другие причины, чем при быстром заполнении. Среди них следует отметить некоторое снижение температуры нирезистовой вставки в момент контакта с расплавом и более сильное окисление ее поверхности, а также уменьшение скорости потока расплава вдоль поверхности вставки, что существенно снижает эффект смыва оксидных пленок, неметаллических включений шлака и флюсов. Кроме того, увеличение времени заполнения кокиля выводит процесс кристаллизации отливки за оптимальные границы. В связи с этим существенно возрастает количество таких дефектов, как неспаи, недоливы, раковины, пористость и т. п.

Выполненные исследования показывают (рис. 3), что наиболее оптимальное время заполнения кокиля расплавом при литье поршней методом самозаполнения составляет 9–11 с. В этом случае создаются нормальные условия для сваривания нирезистовой вставки с основным материалом отливки, условия для выхода газов, задержания шлаков и оксидов, предотвращается подсос воздуха струей расплава и обеспечивается благоприятное распределение температуры в расплаве, при котором происходит направленная кристаллизация и достаточное питание всех сечений отливки.

Большое влияние на процесс формирования отливки (особенно такой сложной и разностенной, как поршень) наряду с условиями заполнения рабочей полости кокиля расплавом оказывает принудительное охлаждение различных зон кокиля.

Было установлено, что непрерывное принудительное охлаждение элементов кокиля при заливке ведет к сильному неконтролируемому переохлаждению отдельных элементов кокиля, особенно при неритмичной работе заливщика. Следствием этого может быть как чрезмерное обжатие отливкой охватываемых частей и элементов кокиля и затрудненный съем отливки, так и нарушение тепловых условий формирования отливки и появление различных видов литейного брака.

В результате проведения опытных работ установлено, что режим охлаждения элементов кокиля, сопрягаемых с наиболее массивными частями отливки, наиболее рационален по режиму 2:1 (2/3 времени кристаллизации отливки – охлаждение включено, 1/3 – выключено) (рис. 4).

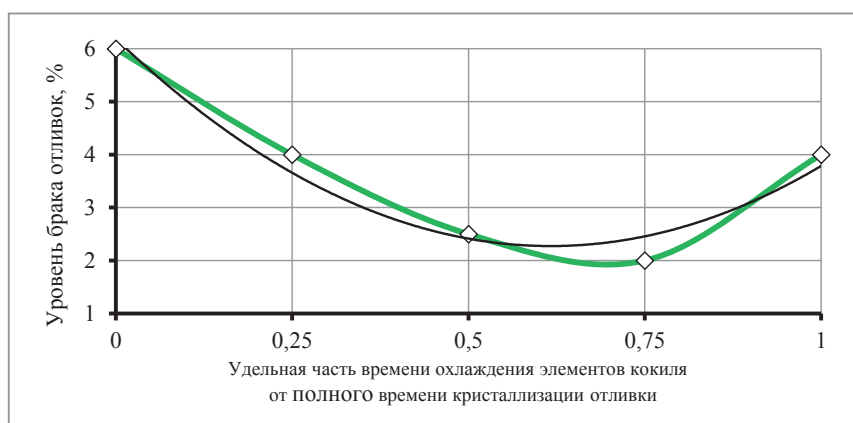


Рис. 4. Влияние времени охлаждения элементов кокиля на качество отливок поршней

Расход воды через каждый из охлаждаемых элементов кокиля регулируется индивидуально в процессе отладки технологического процесса.

Принимая во внимание особенно высокие требования к технологии литья поршней, включая необходимость регулируемого охлаждения различных зон кокиля по заданной программе, а также жесткие условия работы кокилей, формообразующие их части целесообразно изготавливать из сталей типа 40X, 4X5MCF и др. В этом случае рационально заготовки формообразующих частей получать методом литья. С целью обеспечения максимальной эффективности целесообразно использовать современные технологии получения литейной модельной оснастки [4, 5].

ЛИТЕРАТУРА

1. Садоха М.А. Производство отливок из алюминиевых сплавов литьем в кокиль // Литейное производство. 2017. № 1. С. 18–22.
2. Садоха М.А. Исследование технических параметров кокилей для получения отливок поршней // Литье и металлургия. 2011. № 3. С. 58–60.
3. Садоха М.А. Определение технологических параметров производства отливок поршней высоконагруженных дизельных двигателей // Литье и металлургия. 2011. № 3. С. 61–64.
4. Нелюб И.А., Кушель П.А., Ровин С.Л. Особенности и преимущества применения современных пластполимерных материалов для изготовления модельной оснастки // Литье и металлургия. 2010. № 4. С. 36–39.
5. Современные способы создания модельных комплектов для литья / М.Л. Калиниченко, Л.П. Долгий, С.Л. Ровин, В.А. Кукареко, В.А. Калиниченко // Литье и металлургия. 2018. № 3. С. 125–130.

REFERENCES

1. Sadoha M.A. Proizvodstvo otlivok iz aljuminievyh splavov lit'em v kokil' [Production of castings from aluminum alloys by cokeel casting]. *Litejnoe proizvodstvo = Foundry*, 2017, no. 1, pp. 18–22.
2. Sadoha M.A. Issledovanie tehniceskikh parametrov kokilej dlja poluchenija otlivok porshnej [Study of technical parameters of chill molds for obtaining piston castings]. *Lit'e i metallurgija = Foundry production and metallurgy*, 2011, no. 3, pp. 58–60.
3. Sadoha M.A. Opredelenie tehnologicheskikh parametrov proizvodstva otlivok porshnej vysokonagruzhennyh dizel'nyh dvigatelej [Determination of technological parameters for the production of piston castings for high-load diesel engines]. *Lit'e i metallurgija = Foundry production and metallurgy*, 2011, no. 3, pp. 61–64.
4. Neljub I.A., Kushel' P.A., Rovin S.L. Osobennosti i preimushhestva primeneniya sovremennyh plastpolimernyh materialov dlja izgotovlenija model'noj osnastki [Features and advantages of using modern plastic-polymer materials for the manufacture of model equipment]. *Lit'e i metallurgija = Foundry production and metallurgy*, 2010, no. 4, pp. 36–39.
5. Kalinichenko M.L., Dolgij L.P., Rovin S.L., Kukareko V.A., Kalinichenko V.A. Sovremennye sposoby sozdaniya model'nyh komplektov dlja lit'ja [Modern Ways to Create Model Casting Kits]. *Lit'e i metallurgija = Foundry production and metallurgy*, 2018, no. 3, pp. 125–130.