

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛИТНИКОВЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ЛИТЬЯ СЛОЖНЫХ ПЛАСТИКОВЫХ ОТЛИВОК В СИЛИКОНОВЫЕ ФОРМЫ

Шумков А.А¹, Пустовалов Д.О.¹

¹Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, shumkov_89@mail.ru

Рассмотрены несколько типов литниковых систем для литья полиуретана в сложные силиконовые формы, с целью оценки заполняемости отливки. Для исследования были рассчитаны и спроектированы 3D модели отливок с верхней и боковой литниковыми системами. Произведен расчет элементов литниковых систем для литья двухкомпонентных холоднотвердеющих полиуретанов по методике определения суммарного сечения стояка для металлических отливок. Последующий анализ расчета в программном комплексе ProCAST показал, что целесообразнее для получения качественных отливок применять для заливки двухкомпонентного холоднотвердеющего полиуретана в силиконовую форму верхнюю литниковую систему. В ходе работы установлено, что применение программного комплекса ProCAST для оценки результатов заливки полиуретана в силиконовую форму, позволяет определить не заполненные части отливки и скорректировать конструкцию литниковой системы на стадии ее проектирования.

Ключевые слова: силиконовая форма, двухкомпонентные холоднотвердеющие полиуретаны, программный комплекс PROCAST, верхняя литниковая система, боковая литниковая система.

DESIGN GATING SYSTEMS CASTING PLASTIC COMPLEX CASTINGS IN SILICONE MOLDS

Shumkov A.A¹, Pustovalov D.O.¹

¹Perm national research polytechnic university, Russia, Perm, shumkov_89@mail.ru

We consider several types of gating systems for molding polyurethane complex silicone mold, in order to assess the occupancy of the casting. For the study was designed and engineered 3D models of castings from the top and side of the gating system. The calculation of the elements of gating systems for two-component cold-cast polyurethanes according to the procedure to determine the total cross section of the riser for metal castings. Subsequent analysis of the calculation in the software package ProCAST showed that it is more expedient to produce quality castings used for pouring polyurethane silicone mold top runner system. The work established that the application software system for evaluating ProCAST pouring polyurethane silicone mold, allows you to adjust the design of the gating system at the stage of designing.

Keywords: silicone mold, two-component cold-polyurethanes software package PROCAST, top gating system, side gating system.

В настоящее время технология литья полиуретанов в силиконовые формы в вакууме получила широкое распространение среди методов получения пластмассовых изделий. Одной из важнейших задач, является улучшение качественных показателей готового изделия (уменьшения брака, снижение расхода заливаемого материала, снижение себестоимости готового изделия), которые зависят от правильного устройства литниковой системы. На данный момент существует множество методик расчета литниковых систем, применительно к стальным, чугунным и цветным сплавам [3]. Однако определенного метода расчета литниковых систем для пластмассовых изделий получаемых литьем в силиконовые формы в литературе не приводится. Существует много вариантов подвода заливаемого материала в форму, выбора количества, конфигурации и соотношения сечений элементов литниковых систем при изготовлении отливок. Выбор конструкции литниковой системы для изготовления конкретной отливки

требует оценки целого ряда факторов: свойства заливаемого материала, массы и конфигурации отливки, условия заливки, вид формы [1].

Основной задачей проектирования литниковых систем для литья двухкомпонентных холоднотвердеющих полиуретанов является обеспечение заданных режимов заполнения форм и получение качественных отливок [3]. Как и при литье сплавов, возникает проблема заполнения формы и устранения дефектов, таких как газовая пористость. При литье двухкомпонентных холоднотвердеющих полиуретанов в силиконовые формы перемешивание компонентов смеси, и заливка происходит в вакууме. Выделение воздуха происходит при предварительной дегазации компонентов перед перемешиванием [4]. На стадии перемешивания наблюдается интенсивное выделение тепла и газа, что впоследствии заливки, может повлиять на заполнение отдельных частей отливки [5].

Материалы и методы исследования

Нами осуществлено проектирование литниковых систем по 3D модели отливки и последующий их анализ с использованием программного комплекса ProCAST (рис.1,2).

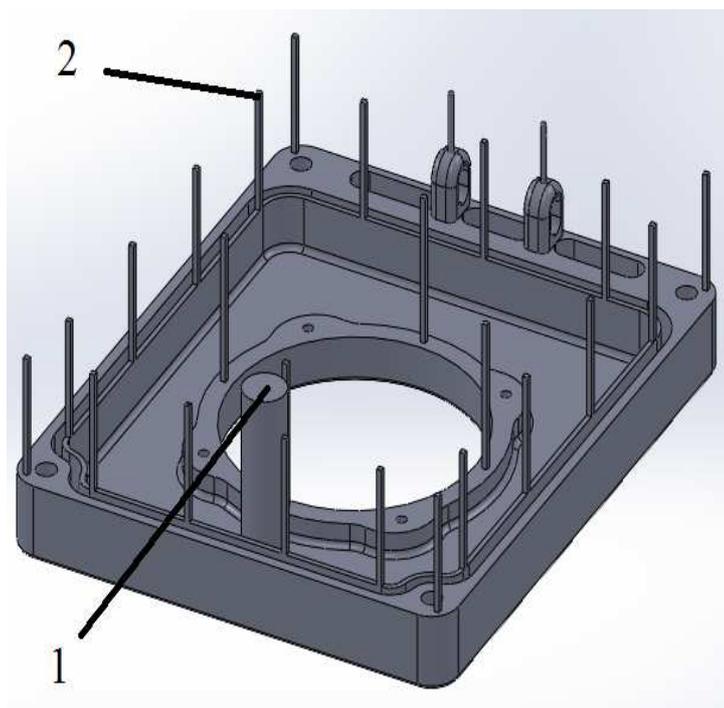


Рис.1. Модель отливки с верхней литниковой системой: 1-стояк, 2- выпор.

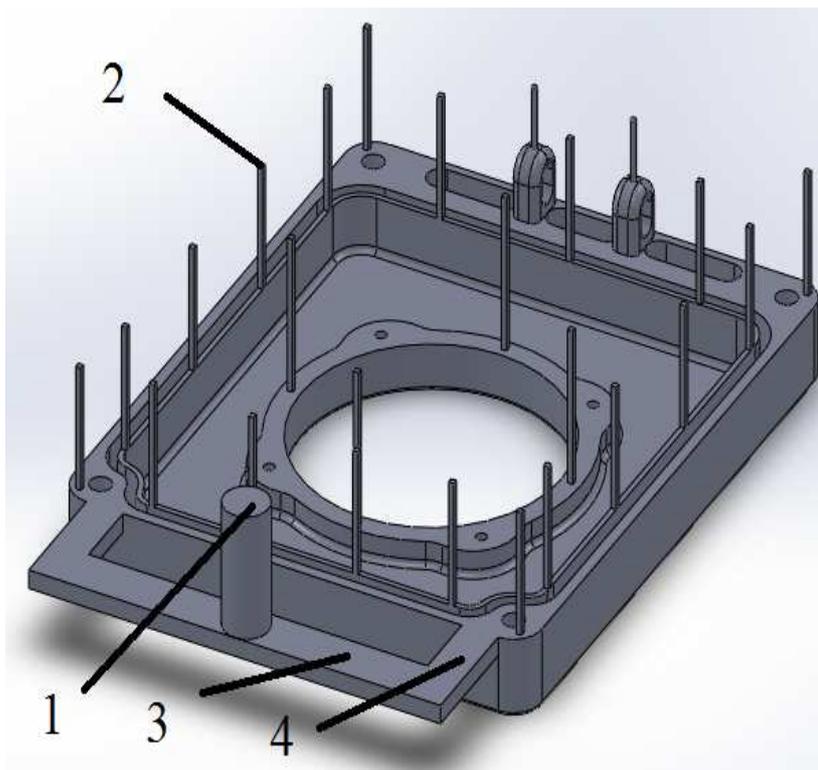


Рис. 2. Модель с боковой литниковой системой: 1-стояк, 2-выпор, 3-коллектор, 4-питатель.

Спроектированные литниковые системы состоят из: стояка-1, выпора-2, коллектора-3, питателя-4, (рис.1,2). Для моделирования литниковых систем был произведен расчет суммарного сечения стояка по аналогии методики расчета для металлических отливок:

$$\Sigma = \frac{1000 \cdot G_m}{\mu \cdot \tau_{\text{зал.ф.}} \cdot \rho \cdot \sqrt{2gH_p}} \quad (1) [1]$$

где, G_m - емкость заливаемого полиуретана, кг; μ - коэффициент расхода; $\tau_{\text{зал.ф.}}$ - продолжительность заполнения, с ; ρ -плотность жидкого полиуретана, г/см³; g -ускорение свободного падения, 9,81 см/с²; H_p -средний напор, м.

Для вычисления среднего напора была применена формула Дитерта:

$$H_p = H_0 - \frac{P^2}{2C} \quad (2) [2]$$

где, H_0 -первоначальный максимальный металлостатический напор в расчетном узком сечении, см; P - высота самой верхней точки отливки над центром тяжести расчетного узкого сечения, см; C - высота отливки по положению при заливке, см.

Соотношение площадей рассчитываемых элементов литниковых систем было принято равным:

$$\sum F_{\text{ст.}} : \sum F_{\text{кол.}} : \sum F_{\text{пит.}} = 1 : 2 : 2,5 \quad (3) \quad [2]$$

Результаты расчетов элементов литниковых систем для построения и последующего анализа 3D модели:

Площадь сечения стояка: $F_{\text{ст.}} = 2,249 \text{ см}^2$

Диаметр стояка:

$$d_{\text{ст.}} = 2 \sqrt{\frac{F_{\text{ст.}}}{\pi}} = 2 \sqrt{\frac{2,249}{3.14}} = 1,7 \text{ см} \quad [2]$$

Площадь сечения прямоугольного коллектора:

$$\sum F_{\text{кол.}} = 4,498 \text{ см}^2$$

$$a_{\text{кол.}} = 1,7 \text{ см}; \quad h_{\text{кол.}} = 2,6 \text{ см}$$

Площадь прямоугольного питателя:

$$\sum F_{\text{пит.}} = 5,6225 \text{ см}^2$$

Количество питателей 2шт;

$$F_{\text{пит.}} = \frac{5,6225}{2} = 2,81 \text{ см}^2$$

$$a=1,4 \text{ см}; \quad h=0,6 \text{ см}$$

Сечения коллектора и питателей предусматриваются прямоугольные (рис.2) с целью упрощения конструкции и в связи с технологическими особенностями последующего формования моделей в силиконе. Сечение выпора выбиралось с учетом толщины стенки в месте его установки. Подвод полимера к отливке спроектирован с учетом расположения разъема формы, для осуществления беспрепятственного извлечения затвердевшей отливки.

Результаты исследования и их обсуждение

Анализ расчета в программном комплексе ProCAST показывает, что в случае исполнения литниковой системы с боковым подводом полиуретана к отливке (рис.3), на ее поверхности наблюдаются усадочные дефекты в виде скопления воздуха. Литниковая система не обеспечивает последовательного заполнения силиконовой формы. Заливаемый материал заполняет форму сверху - вниз, образуя завихрения и запирающие газы в массивных частях отливки.

Предусмотренные выпоры в конструкции литниковой системы должным образом не работают, тем самым не обеспечивают отвод газов.

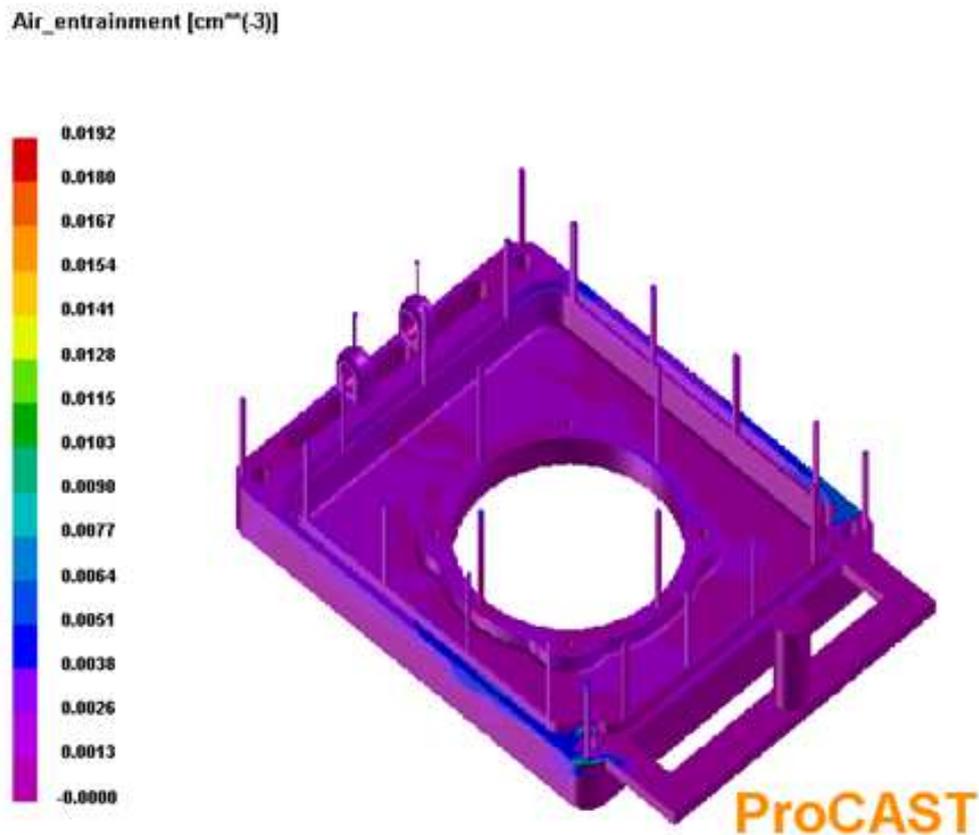


Рис. 3. Зоны воздушных включений в отливке с боковой литниковой системой

В случае верхнего подвода полиуретана к отливке (рис.4) литниковая система обеспечивает хорошую заполняемость при кратчайшем пути полиуретана до формы. Заполнение формы происходит снизу вверх. Создает наиболее благоприятные условия для последовательной полимеризации отливки. Позволяет получить отливки с отсутствием усадочных дефектов на ее поверхности.

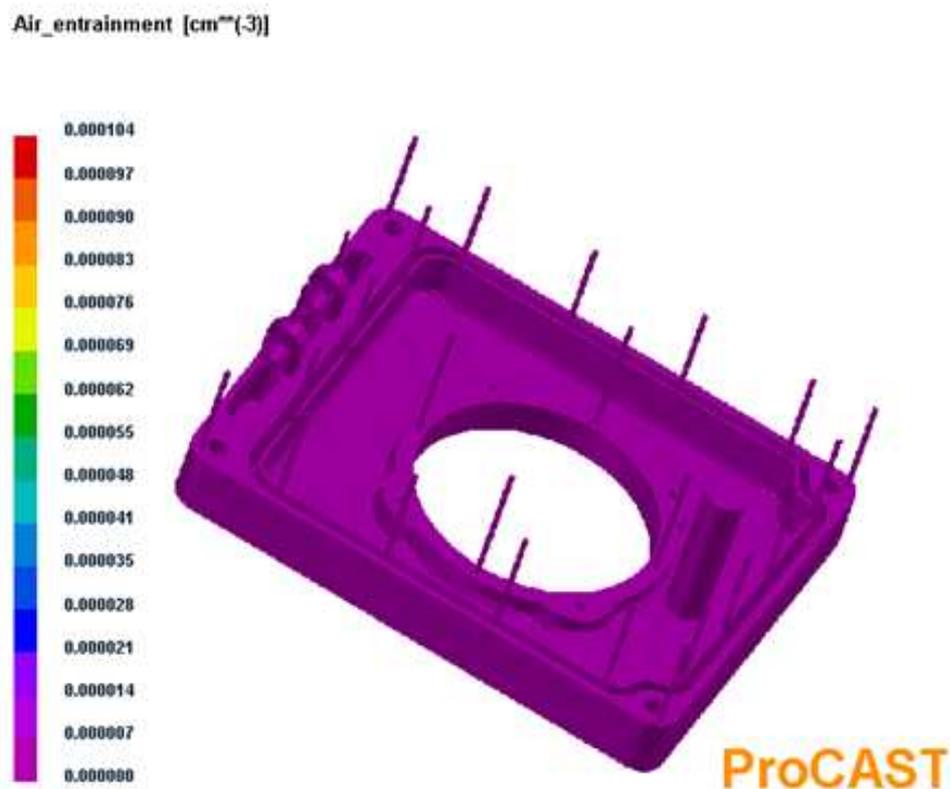


Рис. 4. Зоны воздушных включений в отливке с верхней литниковой системой.

Заключение

Использование методики определения суммарного сечения стояка для металлических отливок применительно к полиуретанам позволяет смоделировать процесс заливки силиконовой формы в программном комплексе ProCAST и оценить заполняемость отливки и возникновение на ее поверхности усадочных дефектов.

Таким образом, использование программного комплекса Procast для анализа результатов заливки при проектировании отливки и литниковой питающей системы для литья полиуретанов в силиконовые формы не только существенно ускоряет и упрощает процесс изготовления детали, но и позволяет получать изделия с высоким качеством поверхности и точными размерами.

Список литературы

1. Галдин Н.М Литниковые системы для отливок из легких сплавов. – М: Машиностроение, 1987. –198 с.
2. Дубицкий Г.М Литниковые системы. Москва–Свердловск, Машгиз. 1962. 256 с.

3. Шумков А.А. Особенности технологии тиражирования пластиковых изделий методом литья двухкомпонентных холоднотвердеющих полиуретанов в силиконовые формы в вакууме // Вестник Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. Машиностроение, материаловедение.– 2014. – Т.16,№ 2. –С.94–100.
4. Шумков А.А, Самусев И.В. Получение изделий литьем холоднотвердеющих двухкомпонентных полиуретанов в силиконовые формы в вакууме // Вестник Перм. нац. исслед. политехн. ун-та. Машиностроение, материаловедение.– 2013. – Т. 15. № 2. –С. 39-43.
5. Y. Tang, W.K. Tan, J.Y.H. Fuh, H.T. Loh, Y.S. Wong, S.C.H. Thian, L. Lu. Micro-mould fabrication for a micro-gear via vacuum casting // Journal of Materials Processing Technology. – 2007. – V. 192–193. – PP. 334–339.

Рецензенты:

Сиротенко Л.Д., д.т.н., проф. каф. МТиКМ ПНИПУ, г. Пермь.

Матыгуллина Е.В., д.т.н., проф. каф. МТиКМ ПНИПУ, г. Пермь.