

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАЛИВКИ L-ОБРАЗНОЙ ЛИТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ

Шаров К.В.¹, Пустовалов Д.О.¹, Богомягков А.В.¹, Белова С.А.¹, Мазунина Н.В.¹

¹Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Пермь, Россия (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29), ksharov@yandex.ru

На сегодняшний день при гидравлическом расчете литниковых систем имеются некоторые трудности. Связаны они, как правило, с отсутствующими данными о величине некоторых коэффициентов гидравлических сопротивлений, типичных для литейного производства. Еще одной проблемой является сложность определения характера отбора части потока из коллектора в питатель. Исследование данных вопросов может производиться на специальных стендах, где в лабораторных условиях можно наблюдать течение модельной жидкости, определить скорости в интересующем сечении, избежав колебаний напора и взаимного влияния элементов литниковой системы. В данной работе производится моделирование заливки станда для исследования L-образной литниковой системы водой с помощью программных комплексов. В статье представлена схема станда, 3D-модель, а также приведены результаты моделирования заливки – распределение скоростей в коллекторе и питателях. Результаты моделирования сравнивались с расчетными, полученное совпадение говорит о том, что численное моделирование может применяться для предварительной оценки лабораторных и других литниковых систем с требованием поддержки постоянного напора.

Ключевые слова: L-образная литниковая система, стояк, коллектор, питатель, расход, напор жидкости.

MODELING OF POURING L-SHAPED GATING SYSTEM

Sharov K.V.¹, Pustovalov D.O.¹, Bogomyagkov A.V.¹, Belova S.A.¹, Mazunina N.V.¹

¹Perm national research polytechnic university, Russia, Perm, 614990, Komsomolsky Av. 29, ksharov@yandex.ru

To date, the hydraulic calculation of gating systems has some difficulties. They are connected, usually with missing data on the value of some of the coefficients of hydraulic resistance typical for foundry. Another problem is the difficulty of determining the nature of the selection of the flow from the collector into the feeder. Investigation of these issues can be made on special stands, where in the laboratory can be observed within a model fluid, determine the rate of interest in cross-section, avoid fluctuations in pressure and the mutual influence of the elements of the gating system. Keywords: L-shaped gating system, sprue, collector, feeder, flow discharge, liquid head. In this paper produced modeling of a stand pouring for the study of the L-shaped gating system with water, using program complexes. The article presents a scheme of the stand, 3D-model, and the results of modeling casting – the velocity distribution in the collector and feeders. The simulation results were compared with calculations obtained coincidence suggests that the numerical simulation can be used for a preliminary assessment of laboratory and other gating systems with the requirement to maintain a constant pressure.

Keywords: L-shaped gating system, sprue, collector, feeder, flow discharge, liquid head.

Основную массу заготовок в машиностроении получают различными методами литья. Качество литых заготовок во многом зависит от правильно спроектированной литниковой системы. Причем полученные отливки могут ощутимо различаться по массе, геометрии, точности и применяемому сплаву. Методика расчета литниковых систем для разных сплавов и способов литья разрабатывалась разными специалистами, поэтому в литературе можно найти множество рекомендаций, эмпирических зависимостей и номограмм, позволяющих определить приблизительные размеры каналов литниковой системы. Затем проводится гидравлический расчет системы, и размеры корректируются. Такой расчет сопряжен с рядом трудностей, таких как отсутствие данных о некоторых гидравлических сопротивлениях и механизме отбора жидкости из коллектора.

Экспериментальный поиск данных коэффициентов на жидком металле затруднен: необходимо обеспечение безопасности эксперимента, применение дорогостоящей оснастки, также проблематично поддерживать постоянный напор жидкого металла. Поэтому имеет смысл для поиска значений коэффициента гидравлического сопротивления проводить заливку лабораторного стенда водой [3; 4].

Целью данной работы является произвести моделирование заливки стенда водой, определить примерное распределение скоростей в питателях, оценить величину расхода литниковой системы.

Методика проведения эксперимента

Одним из часто используемых типов литниковых систем является *L*-образная система. В общем случае такая система состоит из чаши или воронки 1, стояка 2, коллектора (шлакоуловителя) 3, причем поток из стояка в коллектор направляется только в одну сторону, и нескольких питателей 4 (рис. 1).

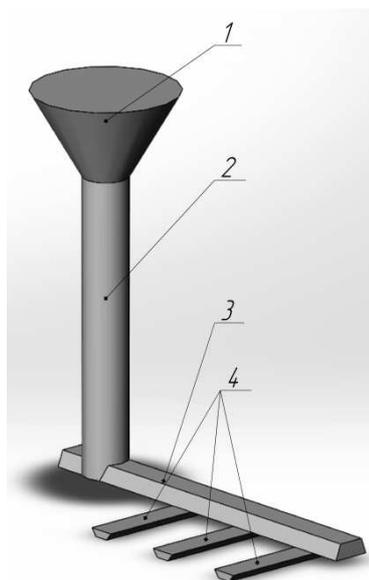


Рис. 1. *L*-образная система

Представляет интерес распределение скоростей потока в питателях, осуществляющих последовательный отбор жидкости из коллектора. Для получения наиболее точных результатов необходимо обеспечить постоянный напор как в самом стенде для исследования, так и в его модели.

Для изучения течения потока в *L*-образной литниковой системе был спроектирован стенд. Схема стенда представлена на рис. 2 [1; 2]. Стенд состоит из чаши 1, стояка 2, коллектора 3 и питателей 4, имеющих одинаковые поперечные сечения. В чаше есть специальная щель для слива избытков жидкости, что позволяет поддерживать напор $H = 0,362$ м постоянным. Продольные оси питателей и коллектора находятся в одной плоскости. Литниковая система к началу эксперимента полностью заполнена водой.

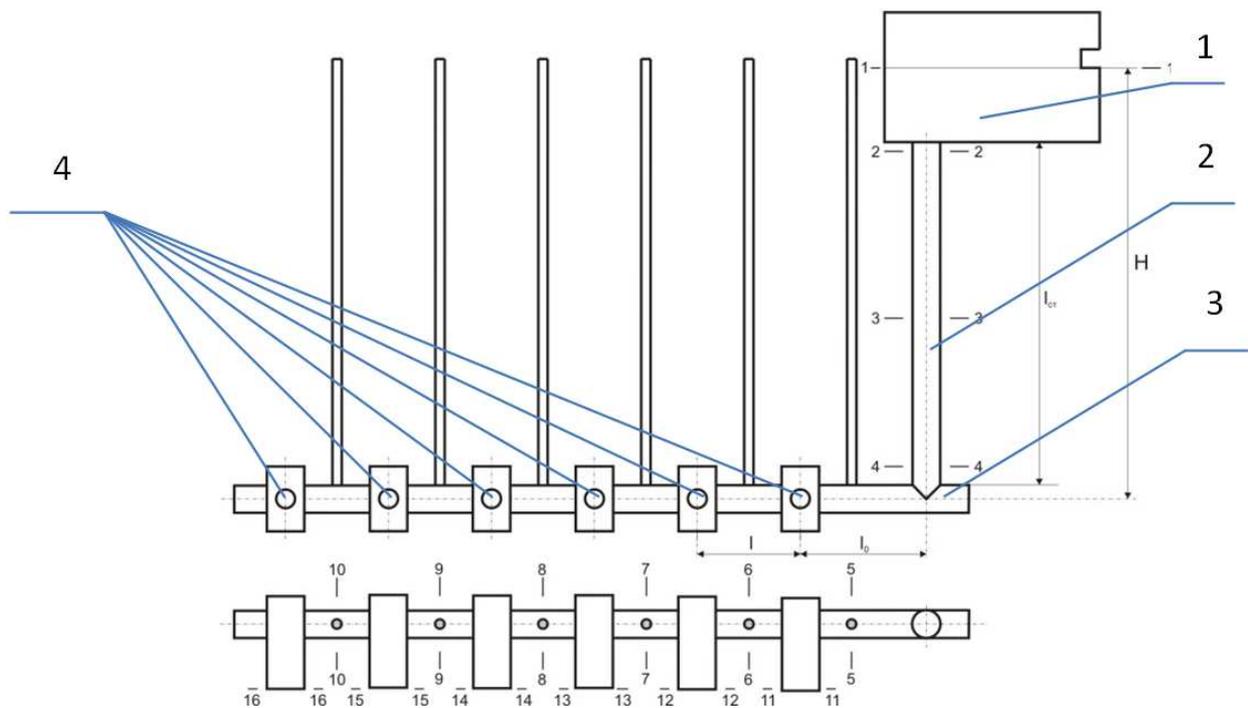


Рис. 2. Схема стенда [1]

Для данной ЛС длина стояка $l_{ст} = 0,257$ м, длина каждого питателя $l_{п} = 0,0495$ м, расстояние между питателями $l = 0,119$ м, расстояние от стояка до первого питателя $l_0 = 0,122$ м. Диаметры питателя, коллектора и стояка: $d_{п} = 0,00903$ м, $d_{к} = d_5 = d_6 = d_7 = d_8 = d_9 = d_{10} = 0,01603$ м, $d_{ст} = d_2 = d_3 = d_4 = 0,02408$ м. Внутренний диаметр литниковой чаши равен 0,272 м, высота воды в чаше – 0,1015 м. Площади сечений питателя, коллектора и стояка, соответственно: $S_{п} = 64,042073 \cdot 10^{-6}$ м², $S_{к} = 201,816620 \cdot 10^{-6}$ м², $S_{ст} = 455,410300 \cdot 10^{-6}$ м² [1]. Для проведения численного моделирования была изготовлена 3D-модель стенда, которая содержит резервуары для слива избытков жидкости 5 (рис. 3). Они позволяют избежать вдавливания жидкости при моделировании, которое происходит, если задать расход потока на входе в чашу больше расхода на выходе из питателей.

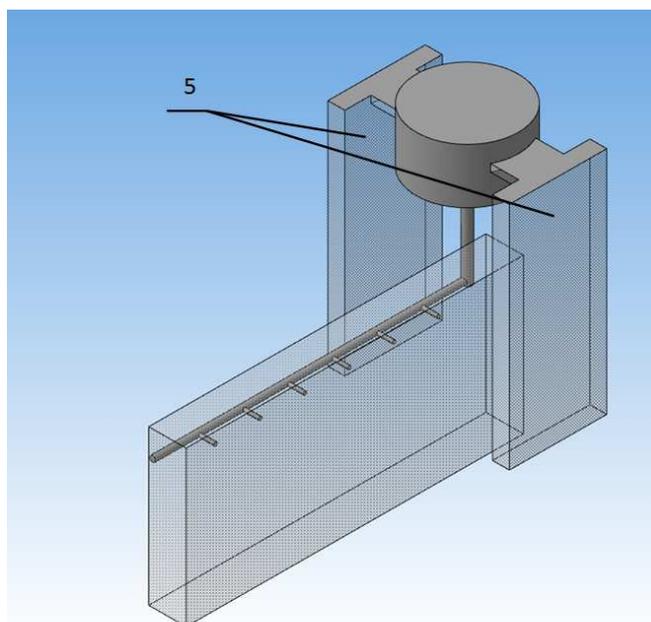


Рис. 3. 3D-модель литниковой системы

Результаты исследования и их обсуждение

Результат моделирования представлен на рис. 3 и в табл. 1. На рис. 3 получена картина распределения скоростей по коллектору и питателям, причем видно, что скорость наиболее удаленного от стояка питателя – VI – выше, чем у ближнего – I ($v_{IV}/v_I \approx 1,78$ при расчетном отношении 1,85). В таблице 1 представлены результаты расчетов [1] и моделирования, где $v_I, v_{II}, v_{III}, v_{IV}$ – скорость на выходе из соответствующего питателя.

Таблица 1

Скорости потока и расход на выходе из питателей

Скорость, м/с						
	v_I	v_{II}	v_{III}	v_{IV}	v_V	v_{VI}
Расчетные данные	0,68	0,76	0,89	1,04	1,19	1,26
Моделирование	0,7–0,75	0,75–0,8	0,93–1,0	1,0–1,1	1,19–2,0	1,25–1,33
Расход, м ³ /с						
	Q_I	Q_{II}	Q_{III}	Q_{IV}	Q_V	Q_{VI}
Расчетные данные	43,78	48,62	56,73	66,76	76,48	80,87
Моделирование	45,6	49,3	61,4	66,8	76,0	82,0

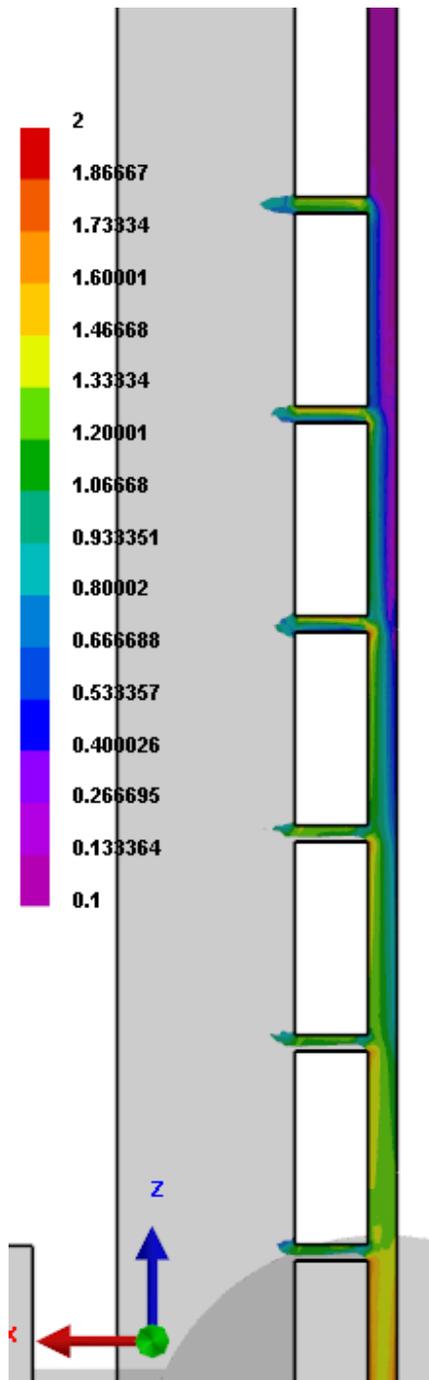


Рис. 4. Результат моделирования, м/с

Выводы

Полученный результат практически совпадает с расчетными значениями [1]. Из вышесказанного можно сделать вывод, что использование продуктов для численного моделирования не ограничено случаями получения простых отливок и стандартными ситуациями. При корректно заданных параметрах моделирование может применяться для предварительной оценки характеристик лабораторных стендов и других случаев, когда требуется поддерживать достаточно точную величину напора.

Список литературы

1. Васенин В.И. Расчет литниковой системы // Литейное производство. – 2005. – № 12 (приложение). – С. 5–11.
2. Васенин В.И., Васенин Д.В., Богомяков А.В., Шаров К.В. Исследование местных сопротивлений литниковой системы // Вестник ПНИПУ. Машиностроение, материаловедение. – 2012. – Т. 14. – № 2. – С. 46–53.
3. Токарев Ж.В. К вопросу о гидравлическом сопротивлении отдельных элементов незамкнутых литниковых систем // Улучшение технологии изготовления отливок. – Свердловск : УПИ, 1966. – С. 32-40.
4. Рабинович Е.З. Экспериментальное исследование движения расплавленного металла в открытом канале // Доклады Академии наук СССР. – 1946. – Т. LIV. – № 3. – С. 201–203.
5. Шаров К.В. Исследование ярусной литниковой системы с питателями различных площадей поперечных сечений // Современные проблемы науки и образования – 2014. - № 6. - URL: <http://www.science-education.ru/120>.

Рецензенты:

Беленький В.Я., д.т.н., профессор, декан МТФ ПНИПУ, г. Пермь;

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