

УДК 621.746.628.4

МЕТОДИКА МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕЧЕНИЯ РАСПЛАВА В ЛИТНИКОВОЙ СИСТЕМЕ С ПОСТОЯННЫМ НАПОРОМ

© 2015 К.В. Шаров, Д.О. Пустовалов, А.А. Шумков, К.А. Мазуренко Ю.А. Набокова

Пермский национальный исследовательский политехнический университет

Поступила в редакцию 26.03.2015

В статье представлено описание способа моделирования работы литниковой системы с требованием постоянного напора и с заполненным элементом при неизвестном расходе. Предлагается к модели добавить резервуар для слива излишков жидкости.

Ключевые слова: *моделирование, литниковая система, напор, скорость, поток*

Для изучения распределения скоростей потока жидкости по элементам литниковой системы целесообразно использовать метод гидро-моделирования – заливки водой специального лабораторного стенда [1]. По сравнению с непосредственным наблюдением течения жидкого металла в форме (методами рентгеноскопии, помещением в форму электроконтактов и др.) у данного метода есть ряд преимуществ. Во-первых, гидро моделирование позволяет проводить исследования с меньшими материальными затратами, во-вторых, этот метод проще в технической реализации, в-третьих, эксперимент не требует особых мер по технике безопасности. Однако для проведения исследований необходимо изготовить оснастку, что требует примерного представления поведения потока. Для этого можно провести численное моделирование программными комплексами [2], такими как ProCAST, Magma, CastCAE, WinCast, Полигон и LVMFlow и др.

Для изучения течения потока в ярусной литниковой системе был спроектирован стенд. Схема стенда представлена на рис. 1 [3]. Стенд состоит из чаши-стояка 1, горизонтального коллектора 2, вертикального коллектора 3 и питателей 4, имеющих разные поперечные сечения. В чаше есть специальная щель для слива избытков жидкости, что позволяет поддерживать напор постоянным. Литниковая система к началу эксперимента полностью заполнена водой. Программный комплекс ProCAST позволяет учесть этот нюанс и задать некоторые элементы литниковой системы как изначально заполненные. Для

моделирования заливки была создана 3D-модель рассматриваемой литниковой системы (рис.2), которая помимо указанных на рис. 1 элементов содержит резервуар 5, куда будет происходить истечение. Результат моделирования представлен на рис. 3 и табл. 1.

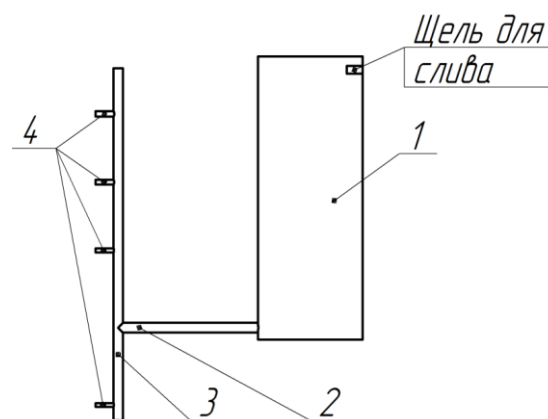


Рис. 1. Схема стенда

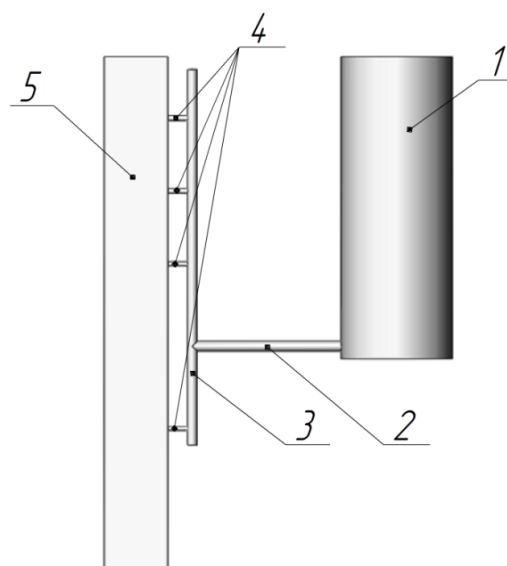


Рис. 2. 3D-модель литниковой системы

Шаров Константин Владимирович, аспирант. E-mail: ksharov@yandex.ru

Пустовалов Дмитрий Олегович, аспирант. E-mail: pustovalov.dmitrii@inbox.ru

Шумков Алексей Александрович, аспирант

Мазуренко Кристина Анатольевна, магистрант

Набокова Юлия Алексеевна, магистрант

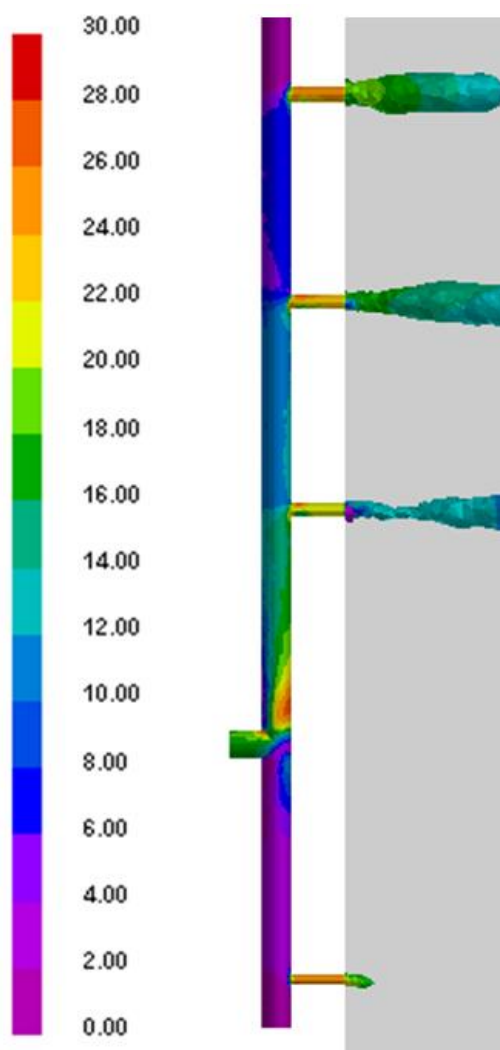


Рис. 3. Результат моделирования

Таблица 1. Результаты моделирования

Питатель	I	II	III	IV
диапазон скоростей, м/с	18-24	4-12	12-18	16-20

Скорость определяется по цветовой шкале, м/с. Видно, что скорость на выходе из нижнего питателя находится в диапазоне 18-20 м/с. Получившийся результат кажется неправдоподобным. Действительно, напор для нижнего питателя равен 0,582 м; даже при свободном падении скорость потока равна $v = \sqrt{2gH/a} \approx 3,4 \text{ м/с}$. Следовательно, при решении задачи моделирования была допущена ошибка. При выборе зоны подвода жидкости в чашу нет возможности точно задать расход – это и есть искомая величина. Если задать расход на входе в чашу больше, чем расход на выходе из питателей, программа будет «вдавливаться» жидкость в систему, следовательно, полученные данные о скорости будут некорректны. Если расход на входе в чашу задать меньше, чем расход питателей, то напор в чаше-

стояке будет падать, и полученные результаты также будут некорректны.

Для решения данной задачи в модель были внесены коррективы (рис. 4). Была добавлена часть 6, представляющая собой резервуар для слива избытка жидкости из чаши-стояка 1. Тем самым удалось избежать «вдавливания» жидкости, и поддерживать напор постоянным.

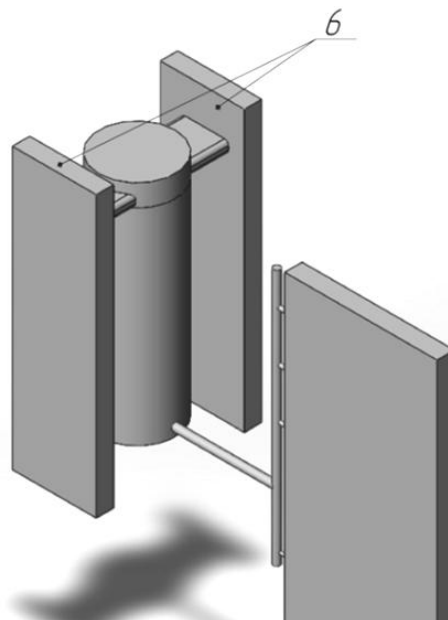


Рис. 4. 3D-модель с внесенными коррективами

Результат моделирования представлен на рис. 5 и в табл. 2 [3]. На рис. 5а показана работа резервуаров для слива излишков жидкости, на рис. 5б показан результат моделирования истечения из питателей. Скорость потока на выходе из питателей определяется по цветовой шкале, м/с.

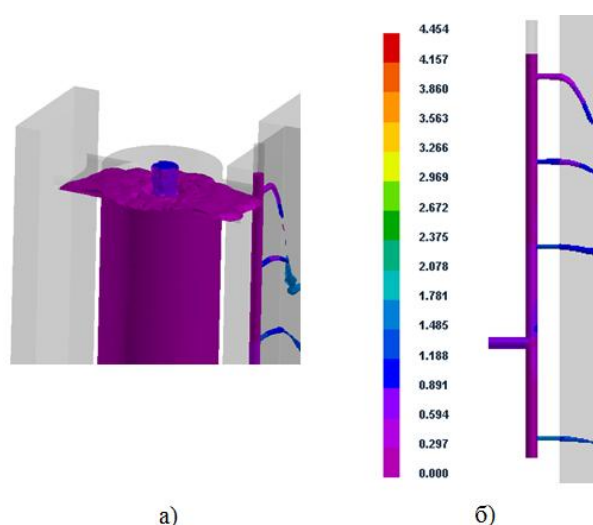


Рис. 5. Результат моделирования после внесения корректировок, м/с

На основании проведенного моделирования был изготовлен стенд. Результаты расчетов (индекс «р»), экспериментов (индекс «э») и

моделирования (индекс «м») [3] представлены в табл. 2, где питатель I – первый снизу питатель, II и III – второй и третий снизу питатели, питатель IV – верхний питатель; v_I , v_{II} , v_{III} , v_{IV} – скорость на выходе из соответствующего питателя. Полученный результат практически совпадает с расчетными значениями [3].

Таблица 2. Скорости потока на выходе из питателей

	I	I, II	I – III	I – IV
v_{Ip} , м/с	2,646	2,620	2,532	2,532
v_{Im} , м/с	2,6–2,8	2,4–2,6	2,0–2,2	2,0–2,2
$v_{I\partial}$, м/с	2,702	2,536	2,453	2,451
v_{IIp} , м/с	–	1,855	1,665	1,665
v_{IIm} , м/с	–	1,809	1,4–1,6	1,4–1,6
$v_{II\partial}$, м/с	–	1,802	1,616	1,608
v_{IIIp} , м/с	–	–	1,150	1,150
$v_{III\partial}$, м/с	–	–	1,0–1,2	1,0–1,2
v_{IVp} , м/с	–	–	1,061	1,088
$v_{IV\partial}$, м/с	–	–	–	0
v_{IVm} , м/с	–	–	–	0–0,2
$v_{IV\partial}$, м/с	–	–	–	0

Выводы: 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. Vasenin, V.I. Step gate investigation / V.I. Vasenin, A.V. Bogomyagkov, K.V. Sharov // Science and Education: materials of the III international research and practice conference, vol. I. – Munich: Vela-Verlag, 2013. P. 184-194.
2. Пустовалов, Д.О. Разработка литейных моделей с прибылями: монография – LAP LAMBERT Academic Publishing, Saarbrücken; 2013. 76 с.
3. Шаров, К.В. Исследование ярусной литниковой системы с питателями различных площадей поперечных сечений // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6. <http://www.science-education.ru/120>.

METHOD OF MODELING THE MELT FLOW IN GATING SYSTEM WITH THE CONSTANT PRESSURE

© 2015 K.V. Sharov, D.O. Pustovalov, A.A. Shumkov, K.A. Mazurenko, Yu.A. Nabokova

Perm National Research Polytechnical University

The description of way of modeling the work of gating system with the requirement of constant pressure and with the filled element at unknown discharge is presented in article. It is offered to add to model the tank for plum of liquid surplus.

Key words: modeling, gating system, pressure, speed, flow

Konstantin Sharov, Post-graduate Student.

E-mail: ksharov@yandex.ru

Dmitriy Pustovalov, Post-graduate Student.

E-mail: pustovalov.dmitrii@inbox.ru

Aleksey Shumkov, Post-graduate Student

Kristina Mazurenko, Undergraduate Student

Yuliya Nabokova, Undergraduate Student