

УДК 621.744.3

Я.А. Гладких, В.И. Васенин

Ya.A. Gladkikh, V.I. Vasenin

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет

Perm National Research Polytechnic University

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПОРА В ПОТОКЕ
ЖИДКОГО МЕТАЛЛА В ЛИТНИКОВОЙ СИСТЕМЕ
MEASUREMENT OF HEAD IN FLOW LIQUID METAL
IN THE GATING SYSTEM**

Приведено описание лабораторной кольцевой литниковой системы. Изложены результаты экспериментального определения напоров в движущемся в коллекторе алюминиевом сплаве в зависимости от количества одновременно работающих питателей. Получено хорошее соответствие расчетных и опытных данных. Подтверждена на жидком металле возможность применения уравнения Бернулли к сечениям потока с разными расходами, т.е. для литниковых систем с количеством питателей больше одного.

Ключевые слова: стояк, коллектор, питатель, скорость, напор, расход.

The description of laboratory ringshaped gating system is provided. Results of experimental determination of head in moving in collector liquid aluminium alloy depending on the quantity of at the same time working feeders are stated. A good agreement between the calculated and experimental data is presented. It is confirmed possibility use equation Bernoulli to section flow with different expenses, or else for the multiple-gate runner system.

Keywords: sprue, collector, feeder, head, stream speed, consumption of liquid.

В любом сечении литниковой системы (ЛС) при течении жидкого металла напор, отсчитываемый от уровня жидкости в литниковой чаше до данного сечения, состоит из пьезометрического и скоростного напоров и потерь напора до этого сечения. Это справедливо и при числе питателей больше одного, хотя уравнение Бернулли выведено для частного случая – потока жидкости с постоянным расходом [1, с. 205], т.е. для ЛС с одним питателем. Как производится расчет напора в каналах ЛС, изложено в статье [2], а цветные фотографии напоров в зависимости от количества работающих питателей при заливке подкрашенной марганцовкой водой приведены в статье [3]. В данной работе сделана попытка измерения напора в движущемся металле в коллекторе литниковой системы.

В начале заполнения формы, когда жидкий металл течет по коллектору (шлакоуловителю), давление в потоке или равно атмосферному, или чуть выше, и металл затекает немного в полости для пьезометров. Максимум в пьезометре уровень жидкости достигает, когда процесс устанавливается. При установившемся процессе уровень в пьезометре не меняется. Далее металл нужно заморозить в пьезометре до момента прекращения заливки.

На рисунке показана в масштабе отливка, затвердевшая в кольцевой литниковой системе при одновременной работе всех трех питателей. Система состоит из литниковой воронки, стояка, коллектора и трех одинаковых питателей I–III. Продольные оси коллектора и питателей находятся в одной горизонтальной плоскости. Уровень жидкости H – расстояние по вертикали от сечения $1-1$ в воронке до продольных осей коллектора и питателей – поддерживался постоянным ($H = 375$ мм). Диаметр стояка – 24,0 мм. Диаметр кольцевого коллектора – 225 мм. Размеры поперечных сечений коллектора и питателя – $16,1 \times 10,8 \times 15,0$ и $9,4 \times 6,6 \times 8,0$ мм. На рисунке сечения коллектора и питателей показаны в виде прямоугольников. Жидкость выливается сверху из питателей в ковши. В форме над сечениями коллектора 5–5, 6–6, 7–7, 8–8 и 9–9 были выполнены пьезометры – отверстия диаметром 16 мм. Использовали алюминиевый сплав АК12 при температуре заливки 720 °С. В песчано-глинистой форме было 5 % глины и 5 % воды.

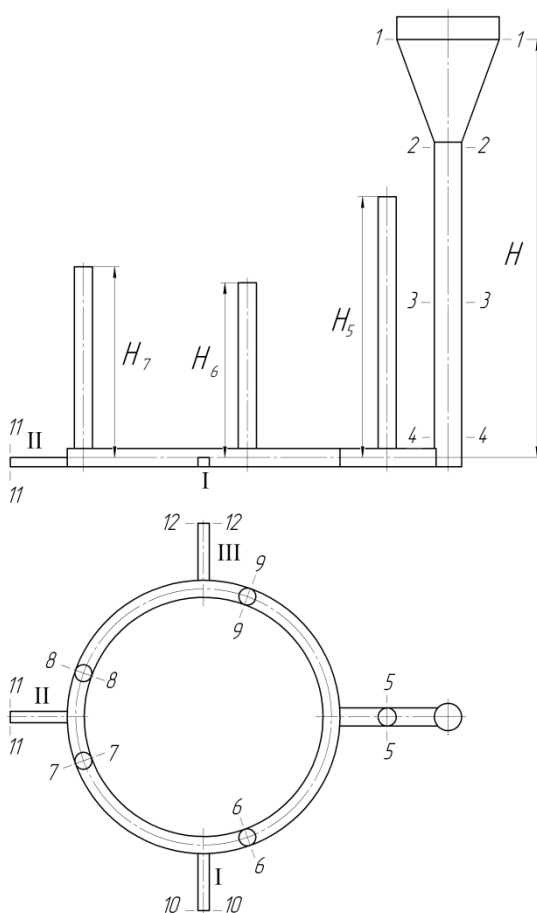


Рис. Отливка (кольцевая литниковая система с пьезометрами)

Время истечения жидкости из каждого питателя после установления уровня в литниковой воронке составляло 8–18 с в зависимости от количества одновременно работающих питателей. За это время металл в отверстиях формы под пьезометр или затвердевал на всю толщину, или оставалась на стенках толстая корочка. Результаты расчетов (в числителе) и экспериментов приведены в таблице. Сам расчет и эксперименты на воде в кольцевой системе из трех питателей при различном количестве работающих питателей и размыкании гидравлической цепи в разных сечениях ЛС подробно описаны в статье [5].

Как видно, полученные результаты мало отличаются от расчетных, хотя коэффициенты сопротивлений поворота из стояка в коллектор и из коллектора в питатель специально для песчано-глинистой формы и трапециевидных сечений коллектора и питателей не определялись, а были взяты из статьи [5] для стальных коллектора и питателей круглого сечения.

Работающие питатели	Q , см ³ /с	H_5 , мм	H_6 , мм	H_7 , мм	H_8 , мм	H_9 , мм
I*	<u>126,3</u>	<u>340,1</u>	<u>312,5</u>	<u>332,4</u>	<u>360,1</u>	<u>360,1</u>
	125,0	344,0	312,0	335,0	349,0	351,0
	+1,0 %	-1,1 %	+0,2 %	-0,8 %	+3,2 %	+2,6 %
II	<u>125,2</u>	<u>340,7</u>	<u>323,8</u>	<u>321,7</u>	<u>321,7</u>	<u>323,8</u>
	129,5	356,0	335,5	332,5	336,5	340,5
	-3,3	-4,3 %	-3,5 %	-3,2 %	-4,4 %	-4,9 %
I, III	<u>214,2</u>	<u>274,6</u>	<u>224,9</u>	<u>239,2</u>	<u>239,2</u>	<u>224,9</u>
	206,0	261,5	213,0	223,5	225,0	211,0
	+4,0 %	+5,0 %	+5,6 %	+7,0 %	+6,3 %	+6,6 %
I, II, III	<u>264,9</u>	<u>221,5</u>	<u>145,5</u>	<u>159,6</u>	<u>159,6</u>	<u>145,5</u>
	278,1	236,0	154,0	170,0	168,5	156,0
	-4,7 %	-6,1 %	-5,5 %	-6,1 %	-5,3 %	-6,7 %

Примечание: * гидравлическая цепь разомкнута между сечениями 7–7 и 8–8.

Таким образом, возможно измерение напора в потоке движущегося металла весьма простым способом. Изложенная ранее теория расчета *L*-образной, разветвленной, комбинированной, крестовинной, ярусной, горизонтальной и вертикальной кольцевых систем, основанная на применении уравнения Бернулли к сечениям потока с разными расходами и проверенная на тысячах экспериментов на воде, находит подтверждение и при литье жидких металлов. Однако без расчета и измерения напоров в стояке и коллекторе и скоростей истечения жидкости из каждого питателя заниматься исследованиями литниковых систем не имеет смысла.

Список литературы

1. Чугаев Р.Р. Гидравлика. – М.: Бастет, 2008. – 672 с.
2. Васенин В.И., Щелконогов М.Ю. Исследование разветвленной литниковой системы // Литейное производство. – 2010. – № 8. – С. 17–20.
3. Васенин В.И., Богомягков А.В., Шаров К.В. Исследование *L*-образной литниковой системы [Электронный ресурс] // Master's Journal. – 2012. – № 1. – С. 5–22. – URL: <http://vestnik.pstu.ru/mj/about/inf> (дата обращения: 10.09.2015).
4. Vasenin V.I., Bogomyagkov A.V., Sharov K.V. Investigation into a ringshaped gating system // European Applied Sciences. – 2014. – № 9. – P. 55–66.
5. Васенин В.И. Экспериментальное определение коэффициентов местных сопротивлений литниковой системы // Литейное производство. – 2009. – № 1. – С. 22–25.

Получено 09.12.2015

Гладких Ярослав Анатольевич – студент, механико-технологический факультет, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, e-mail: deta-li@pstu.ru.

Васенин Валерий Иванович – кандидат технических наук, доцент кафедры «Материалы, технологии и конструирование машин», механико-технологический факультет, Пермский национальный исследовательский политехнический университет, e-mail: vasseninvaleriy@mail.ru.