

Vasenin V.I., Bogomjagkov A.V., Sharov K.V.

RESEARCH OF THE MOULD FILLING WITH METAL THROUGH THE RINGSHAPED GATING SYSTEM

Vasenin V.I., Bogomjagkov A.V., Sharov K.V., Perm
National Research Polytechnic University, Russia

Abstract

The description of laboratory ringshaped gating system is provided. Results of theoretical and experimental determination stream speed and consumption of liquid 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, stream speed, consumption of liquid.

В статьях [1–3] были исследованы теоретически и экспериментально (на воде) кольцевые литниковые системы (ЛС) в зависимости от количества работающих питателей и их расположения относительно стояка при наличии в системе питателей разных диаметров. Разница между расчетными и опытными значениями скоростей, расходов и напоров составляла несколько процентов. Использовали в расчетах уравнение Бернулли (УБ) для потока с переменным расходом (и массой). Хотя оно выведено для потока жидкости с постоянным расходом (массой) – при отсутствии раздачи потока по питателям [4, с. 205; 5, с. 10], то есть для ЛС с одним питателем. И использование УБ при расчетах ЛС с изменяющимся от максимального до нуля расходом жидкости по длине коллектора (шлакоуловителя) *теоретически не доказано*. Почему УБ работает – непонятно. Экспериментов на воде явно недостаточно для проверки предложенной методики расчета ЛС. Нужны опыты на жидком металле. В настоящей работе использовали алюминиевый сплав.

Исследование заполнения формы сплавом через кольцевую литниковую систему производили в 2 этапа, отдельно изучали слив металла сверху из питателей в ковши (рис. 1) и заполнение формы под затопленный уровень (рис. 2). Это сделано для повышения точности измерений. К тому же при сливе сверху вниз из питателей в ковши можно определять скорость и расход жидкости в каждом питателе, а не суммарный расход металла в системе. Это важно для проверки методики расчета скорости и расхода жидкости в каждом питателе ЛС.

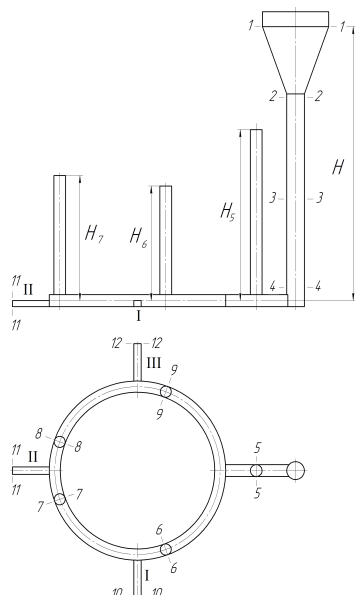


Рис. 1. Литниковая система с пьезометрами для заливки формы металлом сверху вниз из питателей

На рис. 1 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 $I-I$ 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 – 16,1x10,8x15,0 мм и 9,4x6,6x8,0 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 алюминиево-кремниевый сплав АК12 при температуре заливки 720 °С. В песчано-глинистой форме было 5 % глины и 5 % воды.

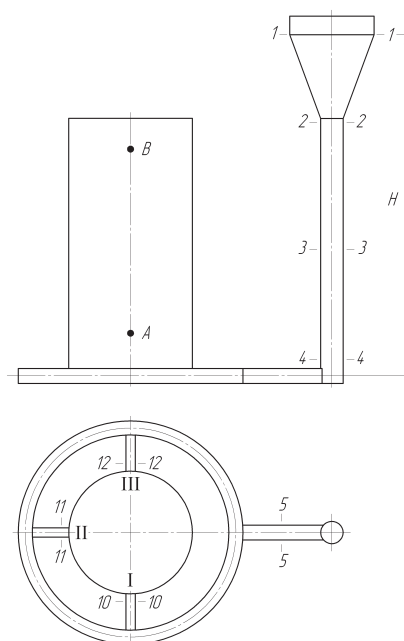


Рис. 2. Литниковая система для заливки формы металлом снизу вверх под затопленный уровень

Для заполнения формы под уровень питатели были развернуты вовнутрь (рис. 2). Внутренний диаметр полости формы – 108 мм, высота отливки от продольной оси коллектора – 205 мм. Измеряли время заполнения формы металлом между точками *A* и *B*, расстояние между которыми составляло 180 мм.

В таблице 1 представлены результаты определения скоростей из питателей I, II, III, I и II, I–III при сливе сверху вниз в ковш. Экспериментальные значения скоростей в питателях были ниже расчетных на 5,3–8,6 %. При работе всех трех питателей суммарный расход по расчету был 264,9 см³/с, в эксперименте – 245,8 см³/с, расчетный расход больше опытного на 7,8 %.

**8th International Scientific and Practical Conference
«Science and Society» 2016**

Таблица 1. Характеристики системы при сливе жидкого металла из питателей сверху вниз в форму

Работающие питатели	Скорость, м/с		
	v_I	v_{II}	v_{III}
I	$\frac{1,973}{1,83}$		
II		$\frac{1,951}{1,84}$	
III			$\frac{1,930}{1,80}$
I, III	$\frac{1,673}{1,579}$		$\frac{1,673}{1,579}$
I-III	$\frac{1,579}{1,27}$	$\frac{1,380}{1,28}$	$\frac{1,579}{1,31}$

В таблице 2 приведены результаты определения времени заполнения формы металлом под затопленный уровень при различном количестве работающих питателей. Экспериментальные значения ниже расчетных на 2,3–6,1 %, то есть скорости истечения из питателей выше расчетных. В отличие от истечения сверху вниз, где экспериментальные значения скоростей ниже расчетных на 5,3–8,6 %. Как это объяснить – непонятно. Возможно, истечение жидкости сверху вниз из питателей и заполнение формы под уровень – это разные процессы, хотя подразумевается, что они одинаковы.

Как видно, полученные результаты мало отличаются от расчетных. А ведь коэффициенты сопротивлений поворота из стояка в коллектор и из коллектора в питатель специально для песчано-глинистой формы и для трапециевидных сечений коллектора и питателей не определялись, а были взяты из статьи [6] для стальных коллектора и питателей круглого сечения из экспериментов на воде.

Уравнение Бернулли выведено для потока жидкости с постоянным расходом, то есть при работе в ЛС только одного питателя. Попытки обосновать применение УБ для потоков с переменным расходом ведутся уже давно. Обзор этих работ

**8th International Scientific and Practical Conference
«Science and Society» 2016**

приведен в монографии [5] 1986-го года. И по истечении 30 лет после выхода книги успехов в решении этой, казалось бы, простой задачи достигнуто не было.

Таблица 2. Время заполнения формы металлом под затопленный уровень

Работающие питатели	Время, с	
	$\frac{\tau_{расч}}{\tau_{эсп}}$	$\frac{\tau_{расч} - \tau_{эсп}}{\tau_{эсп}} \cdot 100\%$
I	$\frac{17,6}{17,2}$	2,3
I, II	$\frac{10,4}{9,8}$	6,1
I-III	$\frac{8,4}{8,0}$	5,0

Таким образом, изложенная ранее теория расчета *L*-образной, разветвленной, комбинированной, крестовинной, ярусной, горизонтальной и вертикальной кольцевых систем, двухкольцевых систем, основанная на использовании уравнения Бернулли к сечениям потока с разными расходами и проверенная на тысячах экспериментов на воде, находит подтверждение и при литье жидких металлов. По-видимому, можно считать доказанной возможность использования уравнения Бернулли при расчетах многопитательных литниковых систем.

References:

- [1] Chugaev R.R. Hydraulics. – M.: publ. “Bastet”, 2008. – 672 p.
- [2] Vasenin V.I., Bogomjagkov A.V., Sharov K.V. Investigation into a ringshaped gating system // European Applied Sciences. – 2014. – № 9. – P. 55–66.
- [3] Vasenin V.I., Bogomjagkov A.V., Sharov K.V. Investigation into a ringshaped gating system with feeders

**8th International Scientific and Practical Conference
«Science and Society» 2016**

- of variable cross-section // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. – 2014. – № 9–10. – P. 42–56.
- [4] Vasenin V.I., Bogomjagkov A.V., Sharov K.V. The study of the ringshaped gating system // 4nd International conference on Science and Technology. – London: Scieuro, 2014. – P. 19–40.
- [5] Meerovitch I.G., Muchnik G.F. Hydrodynamics of collecting systems. – M.: Science, 1986. – 144 p.
- [6] Vasenin V.I., Vasenin D.V., Bogomjagkov A.V., Sharov K.V. The study of local resistances runner system // Journal Perm National Research Polytechnic University. Engineering, materials science. – 2012. – № 2. – P. 46–53.