

УДК 621.746.628.4

В.И. Васенин, А.В. Богомягков, К.В. Шаров

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

Пермский национальный исследовательский политехнический университет
Perm National Research Polytechnic University

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМБИНИРОВАННОЙ ЛИТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ

INVESTIGATION INTO A INTEGRATED TYPE GATING SYSTEM

Приведено описание лабораторной комбинированной литниковой системы. Изложены результаты теоретического и экспериментального определения скоростей и расходов жидкости в зависимости от количества одновременно работающих питателей при их несимметричном расположении относительно стояка. Получено хорошее совпадение расчетных и опытных данных.

Ключевые слова: литниковая система, стояк, коллектор, питатель, коэффициент сопротивления, скорость потока, расход жидкости.

A laboratory integrated type gating system is described. Results of theoretical and experimental determination of liquid flow rates and head pressures depending on the number of feeders working at the same time are given. A good agreement between the calculated and experimental data has been obtained.

Keywords: gating system, sprue, collector, feeder, resistance coefficient, flow speed, liquid flow rate.

Ранее [1] нами была исследована теоретически и экспериментально комбинированная литниковая система (ЛС). Однако в процессе работы выяснилось, что необходимо изучение работы такой системы при несимметричном расположении питателей относительно стояка и возможности использования уравнения Бернулли (УБ) в этом случае. Ведь УБ получено для потока с постоянным расходом. В ЛС расход по мере раздачи потока в коллекторе уменьшается от максимума до 0, т.е. нарушено главное допущение при выводе УБ. И использование УБ для таких ЛС можно доказать только экспериментально. А ЛС с несимметричным расположением питателей относительно стояка (с «перекосом» потоков жидкого металла) – частое явление в практике литья.

Лабораторная установка состоит из литниковой чаши, стояка, коллектора и семи одинаковых питателей I–VII (рисунок). Внутренний диаметр чаши

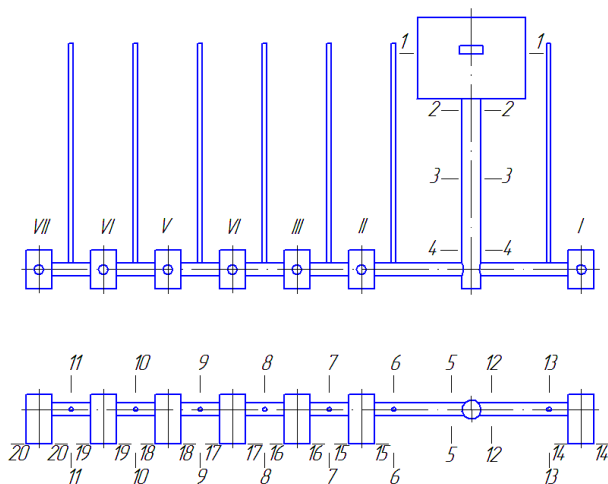


Рис. Комбинированная литниковая система

равен 272 мм, высота воды в чаше 103,5 мм. Продольные оси коллектора и питателей находятся в одной горизонтальной плоскости. Уровень жидкости H – расстояние по вертикали от сечения 1–1 в чаше до продольных осей коллектора и питателей – поддерживался постоянным путем непрерывного доливания воды в чашу и слива ее излишков через специальную щель в чаше: $H = 0,3630$ м. Жидкость выливается сверху из питателей в форму. В сечениях коллектора 5–5, ..., 12–12 установлены для измерения напора пьезометры – стеклянные трубочки длиной 370 мм и внутренним диаметром 4,5 мм. В сечениях стояка 2–2, 3–3 и 4–4 были также размещены изогнутые на 90° пьезометры (на рисунке не показаны). Время истечения жидкости из каждого питателя составляло 60–200 с – в зависимости от количества одновременно работающих питателей, а вес вылившейся из питателя воды – около 9 кг. Эти временные и весовые ограничения обеспечили отклонение от среднего значения скорости $\pm 0,005$ м/с, не более. Расход жидкости из каждого питателя определялся восемь или более раз.

В случае работы питателей I и II получается симметричная (относительно стояка) ЛС, в которой $v_{14} = v_{15}$. При работе всех семи питателей максимальный «перекос» в ЛС – слева от стояка в шесть раз больше питателей, чем справа.

Все необходимые формулы и пояснения имеются в статье [1]. Для данной ЛС длина стояка $l_{\text{ст}} = 0,2675$ м, длина каждого питателя $l_{\text{п}} = 0,0495$ м, расстояние между питателями $l = 0,1190$ м, расстояние от стояка до первого питателя $l_0 = 0,241$ м. Диаметры стояка, коллектора и питателей, мм: $d_{\text{ст}} = d_2 = d_3 = d_4 = 24,08$, $d_{\text{к}} = d_5 = \dots = d_{13} = 16,03$, $d_{\text{п}} = 9,03$. Принимаем, как

и в работе [2], что коэффициент потерь на трение $\lambda = 0,03$. Коэффициент местного сопротивления входа из чаши в стояк в зависимости от скругления входной кромки определяем по справочнику [3, с. 126]: $\zeta_{\text{ст}} = 0,10$. По данным [4], $\zeta_{\text{к}} = 0,396$, $\zeta_{\text{п}} = 0,334$. Результаты расчетов приведены в таблице, в которой под сечением $x-x$ понимается сечение 16–16 при работе питателей I–III, 17–17 – для питателей I–IV, ..., 20–20 – для питателей I–VII.

Расчетные и экспериментальные характеристики литниковой системы

Работающие питатели	$\mu_{1-x(x)}$	$S_{\text{пр}(x)}$	$\frac{v_x / v_{x(\text{э})}}{v_x / v_{x(\text{э})}}$	$\frac{v_{15} / v_{15(\text{э})}}{v_{15} / v_{15(\text{э})}}$	$\frac{v_{14} / v_{14(\text{э})}}{v_{14} / v_{14(\text{э})}}$	$\frac{v_{14}}{v_x}$	$\frac{Q \cdot 10^6}{Q_0 \cdot 10^6}, \text{ м}^3/\text{с}$
						$\frac{v_{14(\text{э})}}{v_{x(\text{э})}}$	
I	0,792	$S_{\text{п}}$			$\frac{2,014/1,973}{1,021}$		$\frac{128,96}{126,35}$
I, II	0,744	$2S_{\text{п}}$		$\frac{1,890/1,886}{1,002}$	$\frac{1,890/1,886}{1,002}$	$\frac{1}{1}$	$\frac{242,03}{241,16}$
I–III	0,623	$3,111S_{\text{п}}$	$\frac{1,584/1,630}{0,972}$	$\frac{1,498/1,520}{0,986}$	$\frac{1,845/1,790}{1,031}$	$\frac{1,165}{1,098}$	$\frac{315,47}{316,33}$
I–IV	0,522	$4,141S_{\text{п}}$	$\frac{1,327/1,393}{0,953}$	$\frac{1,096/1,192}{0,919}$	$\frac{1,818/1,745}{1,042}$	$\frac{1,370}{1,253}$	$\frac{352,01}{361,66}$
I–V	0,449	$5,053S_{\text{п}}$	$\frac{1,142/1,217}{0,938}$	$\frac{0,801/0,920}{0,871}$	$\frac{1,804/1,711}{1,054}$	$\frac{1,580}{1,406}$	$\frac{369,41}{383,69}$
I–VI	0,396	$5,860S_{\text{п}}$	$\frac{1,006/1,072}{0,938}$	$\frac{0,605/0,724}{0,835}$	$\frac{1,797/1,695}{1,060}$	$\frac{1,786}{1,581}$	$\frac{377,53}{400,39}$
I–VII	0,355	$6,606S_{\text{п}}$	$\frac{0,901/0,951}{0,947}$	$\frac{0,488/0,603}{0,809}$	$\frac{1,794/1,698}{1,056}$	$\frac{1,991}{1,785}$	$\frac{381,21}{408,04}$

Рассмотрим суммарный расход из питателей. При работе I, I и II, I–III питателей расчетный расход выше опытного на 2,1 и 0,4 и ниже на 0,3 % соответственно. Прекрасное соответствие. Затем теоретический расход при работе питателей I–IV, I–V, I–VI и I–VII становится ниже экспериментального на 2,7, 3,7, 5,7 и 6,6 %, т.е. расчетный расход по непонятным причинам становится ниже опытного, хотя эта разница вполне допустима. Причем теоретические значения скоростей v_{16} , v_{17} , v_{18} , v_{19} и v_{20} ниже экспериментальных при работе соответственно 3, 4, 5, 6 и 7 питателей – на 2,8, 4,7, 6,2, 6,2 и 5,3 %, почти как расходы, что также вполне допустимо. Однако расчетная скорость в питателе II становится ниже экспериментальной на 20 % при ра-

боте всех семи питателей, а в питателе *I* – на 5,6 % выше. Учитывая, что расход в питателе *II* составляет всего 54,1 % от расхода в питателе *VII*, суммарный расход в системе ниже расчетного всего на 6,6 %. Количество питателей и их суммарная площадь увеличились в семь раз, однако расход в системе увеличился только в 2,956 раза по расчету и в 3,229 раза – в эксперименте. Это объясняется ростом гидравлических потерь в стояке и коллекторе при увеличении числа питателей.

В случае работы всех семи питателей слева от стояка работают 6 питателей, справа – только один. Однако расход в левой части больше расхода в правой части всего в 3,3 раза, а не в 6 раз. Причем скорость жидкости в питателе *I* меняется мало: она равна 1,886 мс при работе питателей *I* и *II*, 1,698 мс (на 10 % меньше) – для питателей *I–VII*. В то время как скорость в питателе *II* упала в три раза, в питателе *VII* при работе семи питателей она в два раза ниже, чем в питателе *II* при работе питателей *I* и *II*. И все это поддается расчету.

Как видно, уравнение Бернулли можно использовать и при расчетах ЛС с большим «перекосом» потоков. А ранее считалось, что УБ нельзя применять при расчетах расходов в ЛС, так как расход резко меняется, он постоянен при работе только одного питателя, что бывает на практике редко. А здесь показано, что можно использовать УБ при расчетах с ЛС с большим количеством питателей, да еще при резком «перекоме» потоков после деления их на две части в стояке.

Таким образом, в данной статье теоретически и экспериментально доказано, что уравнение Бернулли можно использовать при расчетах комбинированных литниковых систем в случае несимметричного расположения питателей относительно стояка.

Список литературы

1. Васенин В.И., Богомягков А.В., Шаров К.В. Исследование *L*-образной и комбинированной литниковых систем // Вестник ПГТУ. Машиностроение, материаловедение. – Пермь, 2011. – Т. 13, № 2. – С. 85–102.

2. Токарев Ж.В. К вопросу о гидравлическом сопротивлении отдельных элементов незамкнутых литниковых систем // Улучшение технологии изготовления отливок. – Свердловск: Изд-во УПИ, 1966. – С. 32–40.

3. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. – М.: Машиностроение, 1992. – 672 с.

4. Васенин В.И. Экспериментальное определение коэффициентов местных сопротивлений литниковой системы // Литейное производство. – 2009. – № 1. – С. 22–25.

Получено 3.09.2012

Васенин Валерий Иванович – кандидат технических наук, доцент, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: vasseninvaleriy@mail.ru).

Богомягков Алексей Васильевич – аспирант, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: lp@pstu.ru).

Шаров Константин Владимирович – аспирант, Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, Пермь, Комсомольский пр., 29, e-mail: lp@pstu.ru).

Vasenin Valeriy Ivanovich – Candidat of Technicals Sciences, Assistant Professor, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29, e-mail: vasseninvaleriy@mail.ru).

Bogomiagkov Aleksey Vasilievich – Postgraduate Student, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29, e-mail: lp@pstu.ru).

Sharov Konstantin Vladimirovich – Postgraduate Student, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29, e-mail: lp@pstu.ru).