

06, июнь 2016

УДК 621.74.01

Моделирование работы ярусных литниковых систем

Тверской М.В., студент

*Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Литейные технологии»*

Хилков Д.Э., студент

*Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Литейные технологии»*

*Научный руководитель: Коротченко А.Ю., д.т.н., профессор,
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедра «Литейные технологии»*

bauman@bmstu.ru

Ярусная литниковая система это система, которая обеспечивает подачу расплава через несколько питателей, расположенных на разных уровнях по высоте формы и эту систему используют обычно при получении крупных отливок большой массы. Ярусный подвод расплава способствует лучшему заполнению полости формы, благоприятному распределению температур в отливке и подводу наиболее горячего металла в верхнюю часть ее и прибыли.

Цель работы – исследовать работу ярусной литниковой системы для отливки «головка блока цилиндров» на схемах Б.В. Рабиновича.

Правильная работа ярусной литниковой системы характеризуется тем, что при подъеме металла в полости формы на высоту до верхнего питателя, работа нижнего должна прекратиться или по крайней мере уменьшиться, чтобы не было перегрева нижней части формы. Таким образом, реализуется направленная кристаллизация и предотвращается размывание формы.

Также при заполнении должны соблюдаться рекомендации по скорости, которые не должны превосходить значения: скорость в сечении нижнего питателя $V_{nut} = 1,5 - 2 \text{ м / с}$, уровень подъема металла в отливке $V_{nut} = 0,02 - 0,04 \text{ м / с}$. [1]

Рабинович разработал три схемы для обеспечения правильной работы ярусной литниковой системы [2]:

Первая схема (рис. 1) обеспечивает правильную работу за счет создания свободного уровня в распределительном стояке посредством свободно падающей струи. Под шлакоулавливающей бобышкой 2 над распределительным стояком 5 расположена сетка 3, под ней стержень 4, который формирует насадку для вертикальной струи. За счет насадки струя свободно падает в распределительном стояке, не касаясь его стенок, и образует в нем свободный уровень. Сетка 3 предназначена для выравнивания потока, так без неё идет разбрызгивание металла. Чтобы расход в каждом отверстии сетки был примерно одинаковый, необходимо уменьшить интенсивность вращения металла в бобышке 2. Порог 7 направляет металл из шлакоуловителя в верхнюю часть бобышки 2, снижая интенсивность вращения потока. Насадка 4 формирует струю и от её длины зависит компактность струи, так как силы трения уменьшают циркуляцию. Дроссель 1 в шлакоуловителе 6 служит для устранения вакуума в стояке.

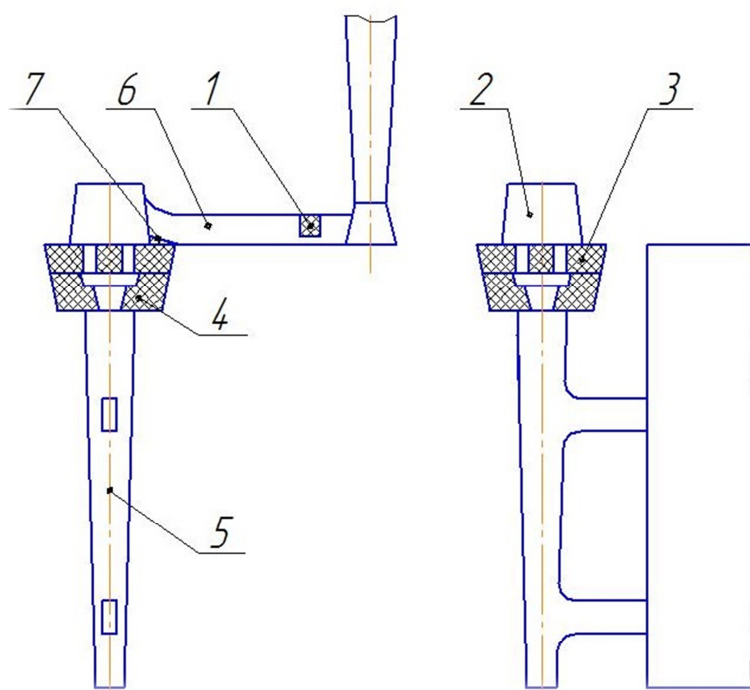


Рис. 1. Схема №1

Вторая схема (рис. 2) по конструкции не отличается от первой. Она появилась после производственной проверки первой схемы. Для удобства изготовления формы насадку, сетку и металлоприемник перенесли в верхнюю опоку. Такое решение позволило увеличить длину насадки для создания компактной струи. Развитый металлоприемник под сеткой выравнивает подачу металла в насадку.

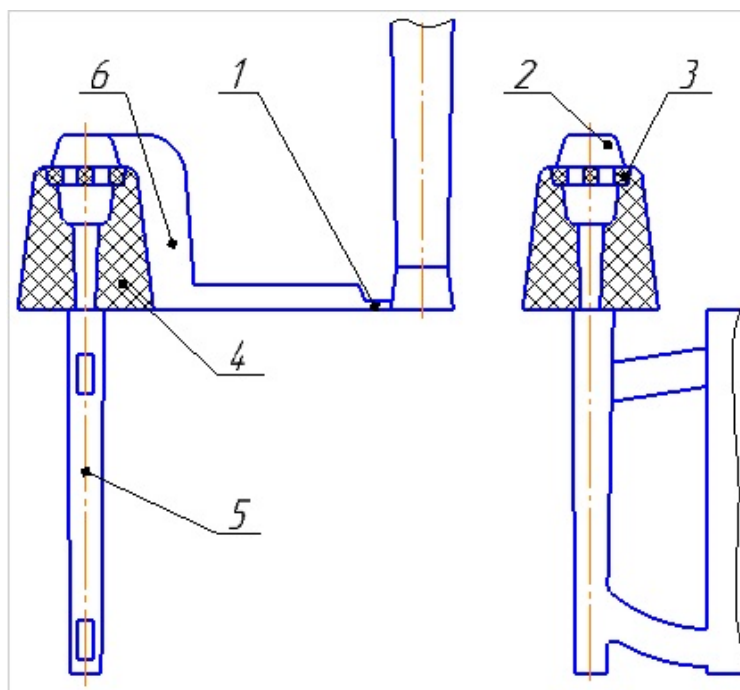


Рис. 2. Схема №2

Третья схема (рис. 3) реализуется за счет создания восходящего потока в распределительном стояке. Особенность схемы в том, что она состоит из двух стояков сифонного 1 и распределительного 2, соединенных дросселем 3. Дроссель расширяется для уменьшения входной скорости металла в распределительный стояк. Свободный уровень в этой системе обеспечивает достаточно большое сечение нижнего питателя по сравнению с узким сечением дросселя. Вследствие двойного изменения направления потока металла из дросселя в распределительный стояк, а из него в питатель жидкость закручивается и создает завихрения. Для устранения этой проблемы нижний питатель смещен к стенке распределительного стояка.

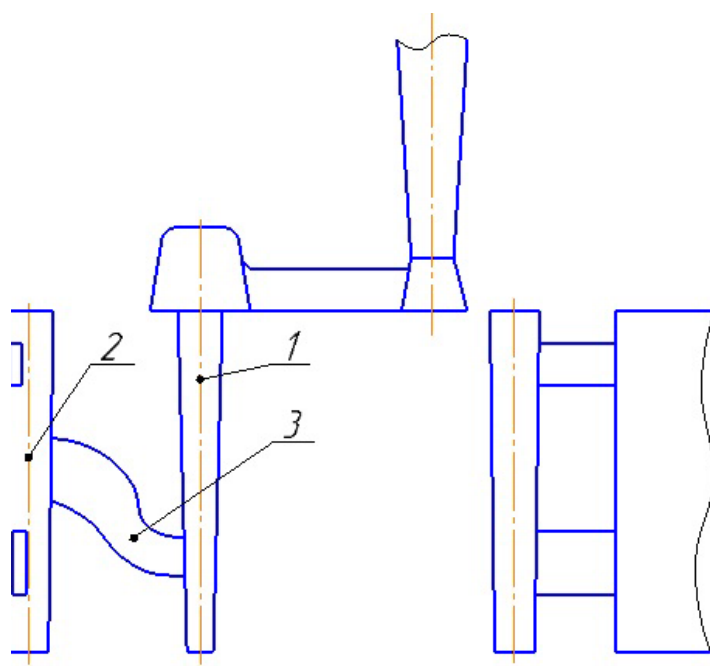


Рис. 3. Схема №3

Рассмотренные схемы Б.В. Рабиновича, были применены для отливки “ Головка блока цилиндров”. Основные характеристики отливки:

Сплав: ВЧ50

Температура солидуса: $T_s = 1434 K$

Температура ликвидуса: $T_L = 1456 K$

Плотность: $\rho = 7200 \frac{кг}{м^3}$

Масса отливки: $G = 85 кг$

Для построения 3D модели литниковой системы были применены следующие расчеты [3]:

Расчет времени заполнения формы:

$$\tau = 1,4 \cdot \sqrt{G}, \quad (1)$$

где G – массы отливки;

Расчет площади наименьшего сечения в литниковой системе:

$$F_{\min} = \frac{G}{\rho \cdot \tau \cdot \mu \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H_p}}, \quad (2)$$

где G – массы отливки, ρ – плотность сплава, μ – коэффициент расхода, g – ускорение свободного падения, H_p –напор.

При моделировании отливки с литниковой системой для расчетов было принято допущение. Сложная конфигурация отливки была заменена на более простую в виде куба, для сокращения времени моделирования в программе Flow 3D.

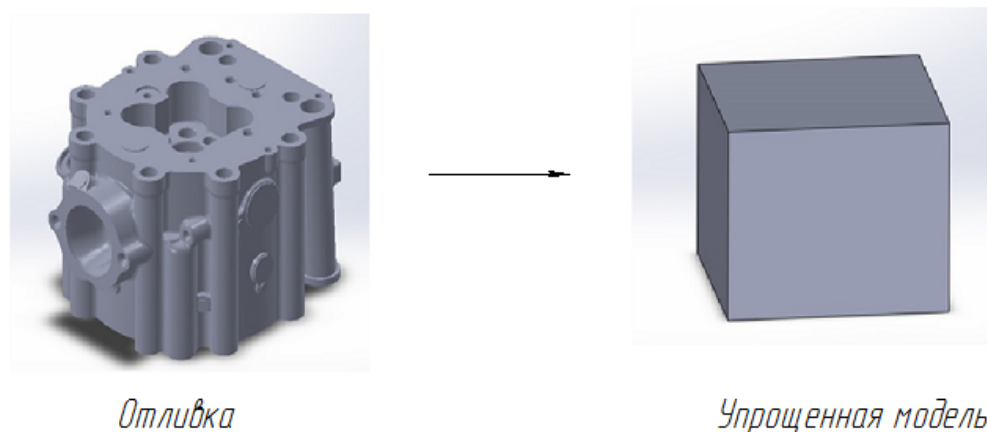


Рис. 4. Головка блока цилиндров

Главным фактором является время заполнения формы, потому что при большем времени заполнения происходит перегрев формы, что влияет на качество отливки. Чтобы учесть этот фактор вычислялась начальная скорость впуска металла в литниковую

систему по формуле равенства расходов $\frac{V}{t} = F_{cm} \cdot U_{cm}$, где V – объем отливки, t – время заполнения формы, F_{cm} – площадь сечения стояка, U_{cm} – скорость впуска металла.

В своих экспериментах для поиска соотношений сечений литниковой системы Б.В. Рабинович использовал воду, поэтому изначально результаты моделирования были получены с использованием воды, а потом уже использовался металл в качестве заливаемой жидкости.

Соотношения площадей элементов литниковой системы предложенные Б.В.Рабиновичем показаны в таблице 1. [2]

Таблица 1

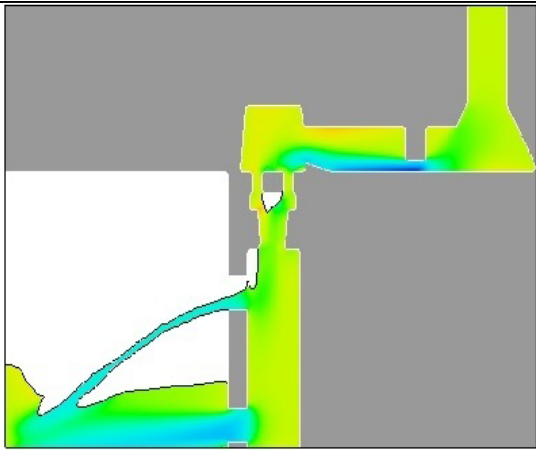
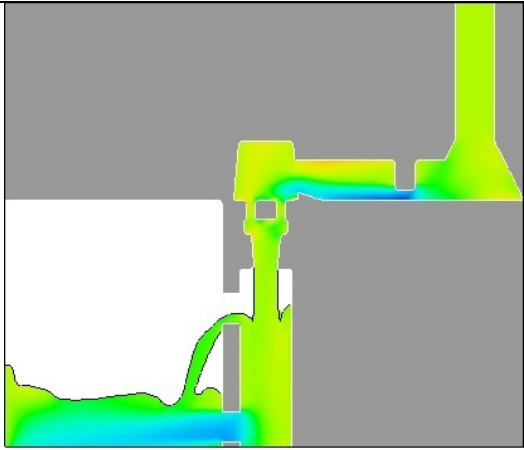
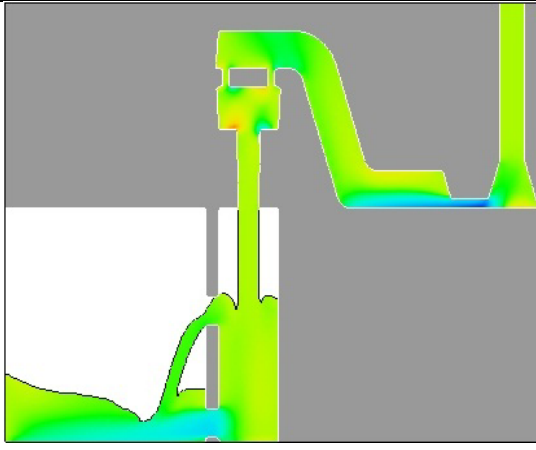
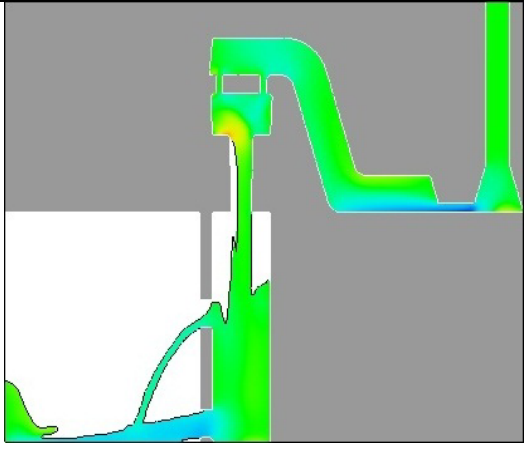
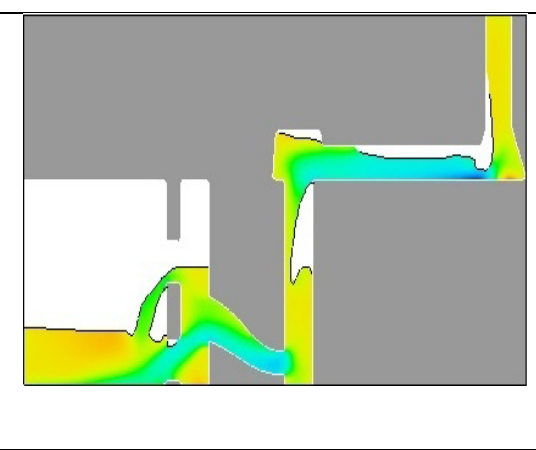
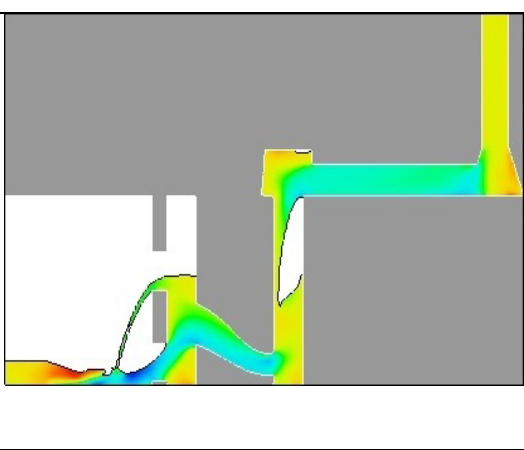
Соотношения площадей элементов

Сечение	$F_{ст}$	$\sum F_{др}$	$\sum F_{ил}$	$\sum F_{сет}$	$\sum F_{нас}$	$\sum F_{р.ст}$	$\sum F_{н.пит}$
Схема 1	1,3	0,74	2,65	1,24	1	2,55	0,815
Схема 2	1,22	0,97	3,3	1,18	1	2,43	0,93
Сечение	$F_{ст}$	$\sum F_{ил}$	$\sum F_{с.ст}$	$\sum F'_{др}$	$\sum F''_{др}$	$\sum F_{р.ст}$	$\sum F_{н.пит}$
Схема 3	2,4	3,17	3,06	1	3,8	3,06	3,2

В таблице 1 за условную единицу принята площадь наименьшего сечения литниковой системы. Для нахождения абсолютного значения условное число необходимо умножить на площадь наименьшего сечения в формуле (2).

После расчета значений элементов ярусных литниковых систем, 3D модели отливки с литниковыми системами были рассчитаны в программе Flow 3D на заполнение формы. В таблице 3 приведены результаты моделирования с водой и ВЧ-50.

Результаты моделирования

Расчеты во Flow 3D		
№ схемы	Вода	ВЧ-50
1		
2		
3		

В таблице 2 показаны результаты моделирования отливки с литниковой системой. Как видно из рисунков, приведенных в таблице, правильная работа ярусной литниковой системы не наблюдается в схемах с водой и ВЧ50.

Заключение

При выбранных соотношениях площадей элементов литниковой системы для данной отливки правильную работу ярусов получить не удалось. Схемы, которые предложил Б.В. Рабинович, работают при малых скоростях впуска металла в литниковую систему. Вследствие этого может, наблюдается перегрев формы из-за медленного подъема металла в форме. Для современных технологий это играет важную роль, так как некоторые формы после долгого термического воздействия разрушаются.

Список литературы

- [1]. Нехендзи Ю.А. Стальное литье. М.: Металлургиздат, 1948. 431 с.
- [2]. Рабинович Б.В. Введение в литейную гидравлику. М.: Машиностроение, 1966. 216 с.
- [3]. Титов Н.Д., Степанов Ю.А. Технология литейного производства. М.: Машиностроение, 1974. 160 с.