электронный журнал
МОЛОДЕЖНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ВЕСТНИК
Издатель ФГБОУ ВПО "МГТУ им. Н.Э. Баумана". Эл No. ФС77-51038.

УДК 621.745.043

Выбор литниковой питающей системы для изготовления отливки типа «Стакан» в многогнездных пресс-формах

Токарев В.А., *студент*
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана,
кафедры «Литейные технологии»

Научный руководитель: Мандрик А.А., к.т.н.,
Россия, 105005, г. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана
korotchenko@bmstu.ru

Тенденции развития машиностроения в мире диктуют необходимость перехода отечественного промышленного комплекса на новый уровень, путем усовершенствования технологий, а также, расширением номенклатуры изготавливаемых изделий.

Для литья под давлением, увеличение номенклатуры выпуска отражается необходимостью усовершенствования процесса проектировки и изготовления литейной оснастки – пресс-форм, основной проблемой при проектировке которых, является поиск оптимальной конфигурации литниковых питающих систем, обеспечивающих качественное заполнение рабочей полости. Основным, из самых важных правил, является сокращение пути движения металла в пресс-форме. Металл должен как можно меньше охладиться на пути к полости, оформляющей отливку. Однако, при изготовлении отливок с небольшими габаритными размерами, возникает вопрос о максимально-возможном использовании рабочего пространства пресс-формы, что позволит снизить себестоимость отливки, сроки изготовления партии, а также снизить уровень износа оборудования и энергопотребления технологической системы. В связи с этим, проектировщики пресс-форм предлагают использование многогнездных формообразующих вставок, что не всегда позволяет обеспечивать подачу металла в рабочую полость максимально эффективно, с точки зрения заполнения. Подобные ограничения могут привести к необходимости доработки формообразующих после изготовления и проведения испытаний, что неблагоприятно сказывается на себестоимости оснастки.

Современный уровень вычислительной техники позволяет снизить затраты на проведение экспериментов и поиск оптимальных решений, при постановке конкретной задачи становится возможным моделировать процессы заполнения полости формы при несущественных ограничениях и допущениях по физике процесса течения расплава. На основании данных, полученных в результате моделирования, можно проектировать

формообразующие вставки, используя наиболее оптимальные конфигурации литниково-питающих систем для конкретного типа отливок.

Анализ исследуемой отливки.

Для проведения исследований была выбрана деталь, представляющая собой корпус электродвигателя РД-09.

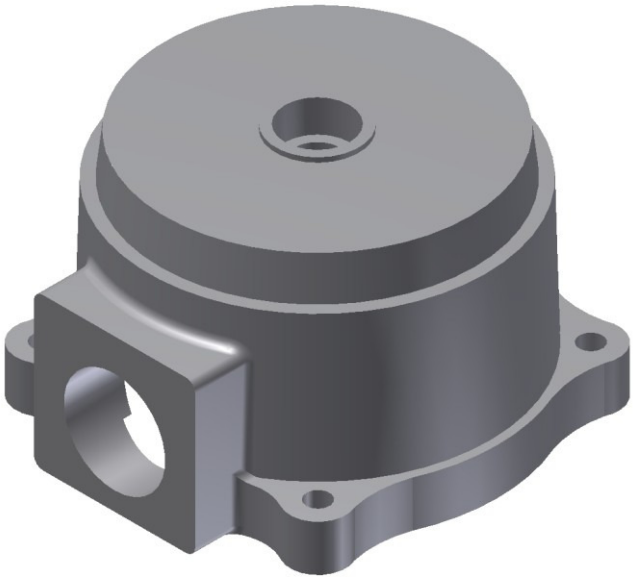

Рис. 1 Исследуемая отливка

1) габариты – небольшие, 83Х78Х50 мм;

2) сложность – 2я группа;

3) разностенность – практически отсутствует

4) серийность – массовое производство;

5) материал отливки – АК12М2:

- Tl = 870 K, (темп-ра ликвидуса)
- Tt = 840 K, (темп-ра евтектики)
- Tf = 473 K, (темп-ра формы)
- ρ = 2670 кг/м^3 , (средняя плотность)

Выбор оптимального способа подвода расплава:

Отливка имеет коробчатую круглую форму, следвательно наилучшим способом подвода металла будет расположение питателя в центре торца корпуса (Рис. 2):

- подводя расплав таким способом мы можем обеспечить наиболее благоприятный вариант заполнения и максимально снизить захват газов движущимся расплавом.

Такой способ подвода можно обеспечить при формировании в рабочей полости **только одной отливки**, но в этом случае мощность машины не будет использована полностью, а следовательно такое производство будет экономически невыгодно.

Вопрос о формировании нескольких отливок может быть решен, если в пресс-форме предусмотреть дополнительную подвижную плиту между подвижной и неподвижной полуформами (Рис. 3).

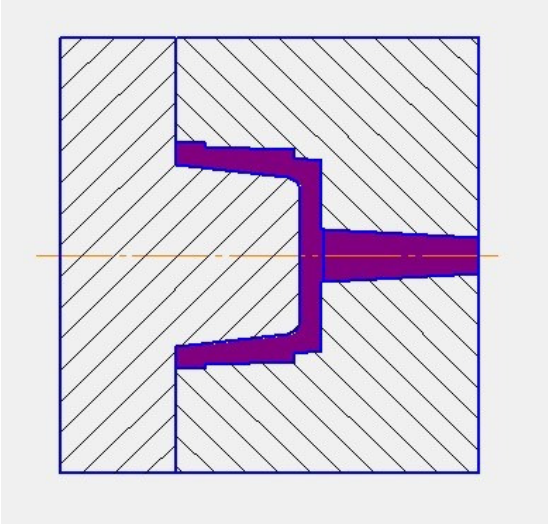

Рис. 2. Наилучший способ подвода

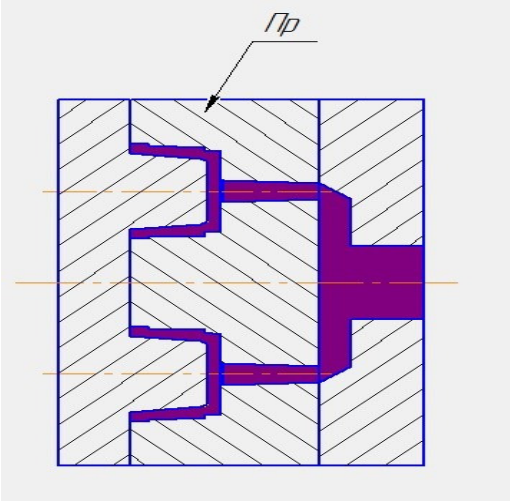

Рис. 3. Многогнездная ПФ

- конструкция такой пресс-формы реализуема, однако не технологична, поскольку встает вопрос об обеспечении движения промежуточной плиты от самостоятельного привода при раскрытии пресс-формы, а также синхронизации его работы с приводами машины. Также, выталкивание обрубленных литников из промежуточной плиты будет весьма проблематичным.

Учитывая сложность изготовления и обеспечения работы пресс-форм с промежуточными плитами на стандартных машинах литья под давлением с холодной горизонтальной камерой прессования, появляется необходимость поиска питающей системы, с подводом металла параллельно плоскости разъема пресс-формы.

Варианты литниковых систем.

Для отвода модели эксперимента от абстрактности, необходимо задаться конкретными технологическими параметрами исследования. Принимаем, что запрессовка расплава в пресс-форму будет осуществляться на машине 71108 («ТИРАСПОЛЬСКИЙ ЗАВОД ЛИТЕЙНЫХ МАШИН ИМ. С.М.КИРОВА»). Обеспечивающая усилии запирания

250 тс, а прессования 30 тс. Расчет на «не раскрытие» пресс-формы показывает, что оптимальным количеством таких отливок в плоскости разъема – будет 4, а следовательно, наиболее логичным, будет использование симметрии расположения отливок, относительно центра плиты машины. Таким образом, можно предложить некоторые варианты конфигурации ЛПС (Рис. 4.1, 4.2, 4.3):

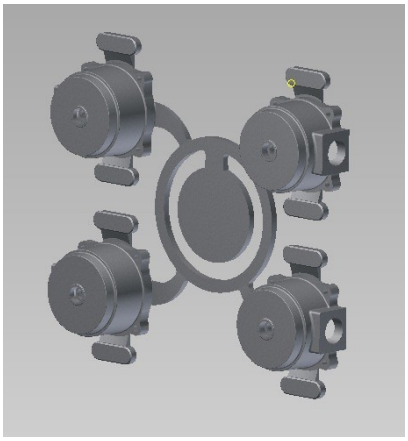

Рис. 4.1. Коллекторное индивидуальное питание

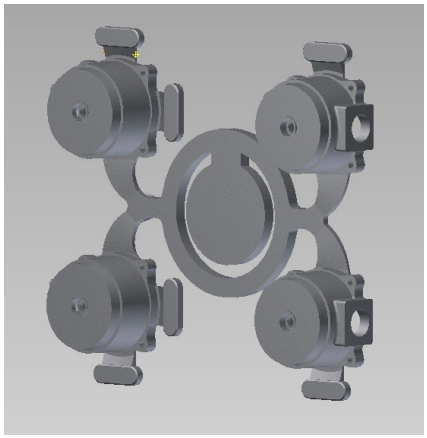

Рис. 4.2. Коллекторное сдвоенное питание

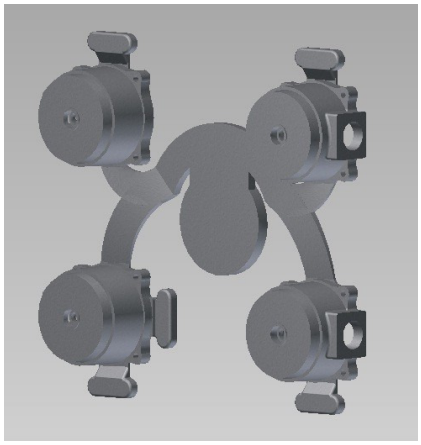

Рис. 4.3. Самостоятельное питание от камеры прессования

ЛПС№1.

- имеет не широкий(20мм) подводящий канал, кольцевой коллектор с ответвлениями к каждой отливке.

ЛПС№2.

- имеет такой же подводящий канал, как и у первой системы, однако питание отливок осуществляется попарно;

ЛПС№3.

- подводящий канал сразу переходит в литниковый ход к отливкам;

В нашем случае отливка имеет коробчатую круглую форму и следовательно, наилучшим вариантом было бы подвести питатель к донной части, так как при подводе в стенку потоку металла приходится дважды менять свое направление, тем самым он теряет кинетическую энергию, что может привести к плохому заполнению формы, а также может не дать произвести качественную подпрессовку. Однако, по техническим требованиям, внешняя сторона отливки не проходит инструментальную обработку, а ее ввод увеличит технологический цикл производства изделия и затраты .

Также, нежелательным был бы подвод металла по касательной, так как в этом случае невозможно гарантировать отсутствие замешивания большого количества газов в метал, а следовательно большой объем микро-, и возможно, макро- пористости.

Эти варианты могут проявиться как по отдельности, так и все вместе в рассмотренных литниковых системах. Поэтому необходимо смоделировать процесс заполнения пресс-формы расплавом и определить, положительные и отрицательные качества той, или иной литниковой системы, с целью создания комбинированной, наиболее оптимальной литниковой питающей системы наиболее благоприятной для данного случая.

Способ моделирования.

Для моделирования процесса заполнения используется программный пакет «FLOW-3D».

FLOW-3D - это CFD пакет общего назначения способный моделировать большое разнообразие задач течения жидкости. Хотя специализацией пакета является моделирование течений со свободной поверхностью, но FLOW-3D является превосходной программой для моделирования ограниченных и внутренних течений.

FLOW-3D представляет собой пакет «все включено» …не требующий никаких дополнительных программ. Графический интерфейс пользователя связывает воедино постановку задачи (включая создание/импорт геометрии & генерацию сетки), препроцессинг, решение и обработку результатов, предлагая также несколько полезных утилит, таких как: просмотрщик STL файлов, руководитель решения и средства контроля за ходом расчета.

Результаты и анализ.

Отличительные ярко выраженные особенности ЛПС№2и3 от ЛПС№1:

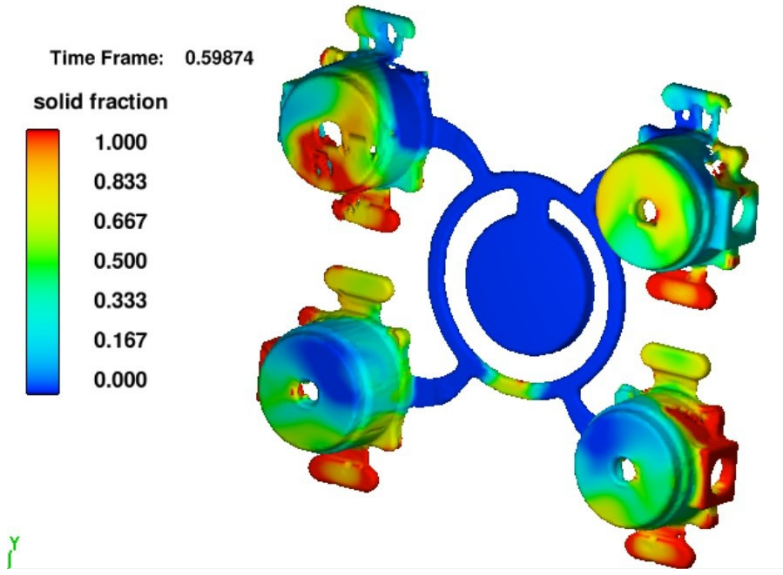

Рис. 5.1. Твердые включения. ЛПС №1

http://sntbul.bmstu.ru/doc/607623.html

ЛПС№2:

- после заполнения коллектора расплав из его нижней половины практически не попадает в подводящие питающие каналы отливок, следовательно коллектор играет роль промывника первого уровня;

- более равномерное затвердевание литниковой питающей системы за счет более плотной концентрации тепловых узлов в плоскости формирования рабочей полости;

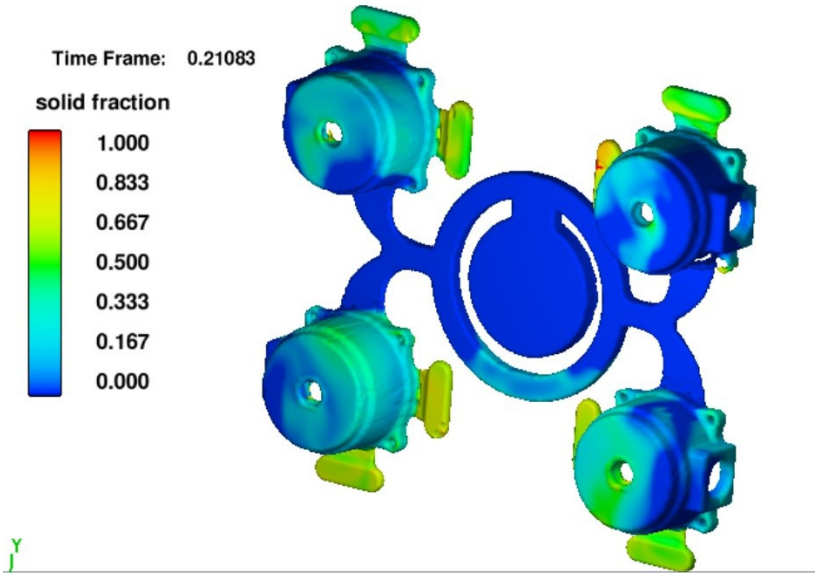

Рис. 5.2. Твердые включения. ЛПС №2

ЛПС№3:

-не пролив торцевой стенки (гнездо №1,2);

- закручивание движущегося расплава(в гнездах 1 и 2);

- большая площадь распределения удара на выходе из подводящего канала;

- более равномерное распределение температуры стенки, а следовательно отвода тепла, из-за увеличенной площади охлаждаемой поверхности ЛПС;

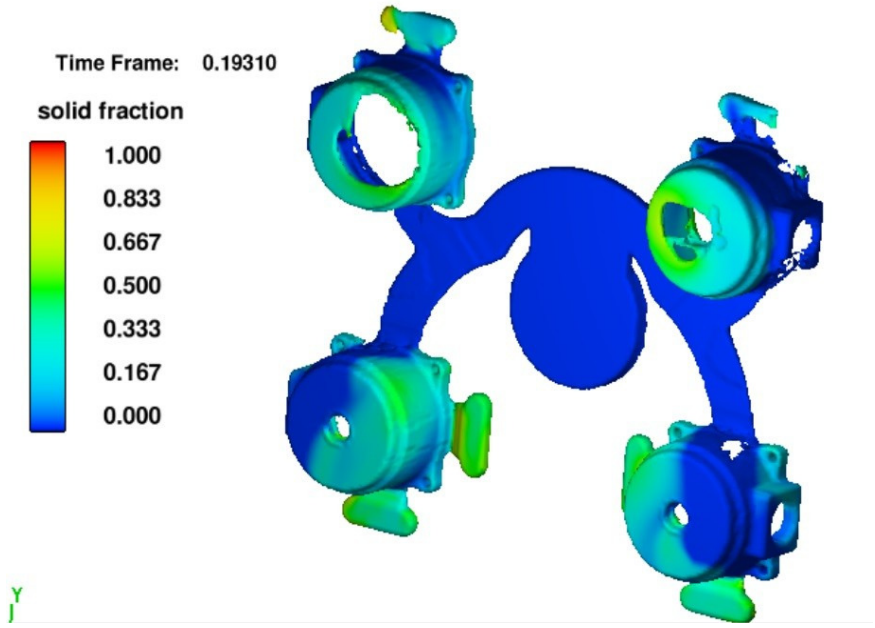

Рис. 5.3. Твердые включения. ЛПС №3

Характеристики ЛПС, необходимые для достижения оптимального результата:

1) Время заполнения (ЛПС№3): обусловлено максимально-возможным широким подводящим каналом для данного диаметра камеры прессования, а также большим сечением питающих каналов;
2) Падение температуры металла при заполнении (ЛПС№2): меньше площадь охлаждаемой поверхности(поверхности соприкосновения расплава с материалом пресс-формы), но по сравнению с ЛПС№1 – бОльшая скорость заполнения, за счет площади поперечного сечения каналов;
3) Скорость движения пресс-поршня (ЛПС№3): увеличенная площадь сечения каналов литниковой питающей системы, по сравнению с двумя другими вариантами;
4) Скорость в питающем канале (ЛПС№2): расходящийся сдвоенный канал питания дает более стабильные динамические параметры заполнения, сокращая их разброс в два раза;
5) Время затвердевания (ЛПС№1): быстрая скорость затвердевания объясняется меньшей металлоемкостью литниковой питающей системой, это идет в разрез с другими параметрами характеризующими лучший процесс заполнения формы;
6) Максимальный процент вероятности макро-пористости(ЛПС№2): минимальная вероятность объяснятся тем, что при данной конфигурации литниковой питающей системы концентраторы теплоотдачи располагаются вблизи питателей, что позволяет дольше осуществлять время подпрессовки отливок;

Для оценки количественных показателей заполнения результаты моделирования занесены в таблицу.

			ЛПСС№1				ЛПСС№2				ЛПСС№3			
ЗАПОЛНЕНИЕ		Порядок полного заполнения	ГНЕЗДА											
			-	-	-	-	4	3	1	2	4-3	-		
		Время заполнения, сек;	0,6				0,22				0,21			
		Падение температуры, град;	200				140				150			
		Давление в КП, МПа;	<100				240				175			
		Среднее давление заполнения гнезд, кПа;	3,5				28				30			
	СКОРОСТЬ	Пресс-Поршень в момент заполнения ЛПС, м/сек;	0,125				0,42				0,41			
		На выходе подводящего канала, м/сек;	5,8				7,4				5,7			
		На входе в питающий канал, м/сек;	3-7				12				4-6			
		На выходе из питающего канала, м/сек;	3-4				8				4-6			
ЗАТВЕРДЕВАНИЕ		Время затвердевания ЛПС и Гнезд, сек;	3,09				6,13				6,55			
		MAX % макро-пористости	9-14				≤7				23			
		Очередность затвердевания; + Момент времени, с;	Кол	Пит	Отл		Кол	Пит	Отл		Пит 1	Пит2	Отл	
			2	1	3		3	1	2		2	1	3	
			1,65	0,93	3,09		6,13	0,69	1,74		0,67	0,60	3,48	
		Температура стенки, град К;	600	572	650		620	510	620		604	550	620	

.....» - предпочтительный показатель

Окончательный вариант:

Анализ предложенных литниковых питающих систем позволяет подобрать наиболее удачную конфигурацию каналов, дающую в первом приближении наиболее стабильные показатели заполнения.

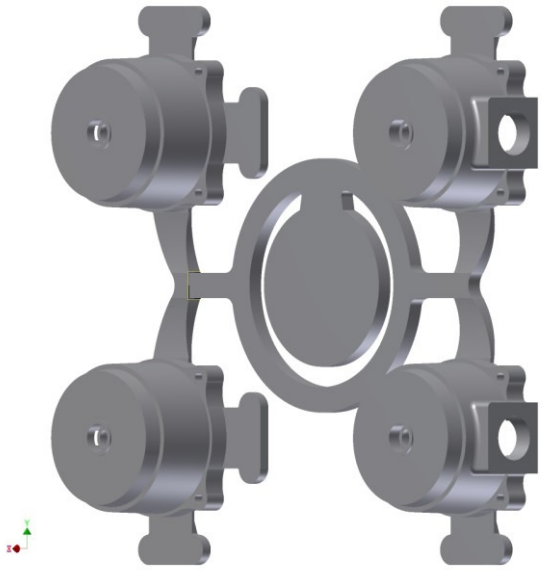

Рис. 6.1. Окончательный вариант ЛПС

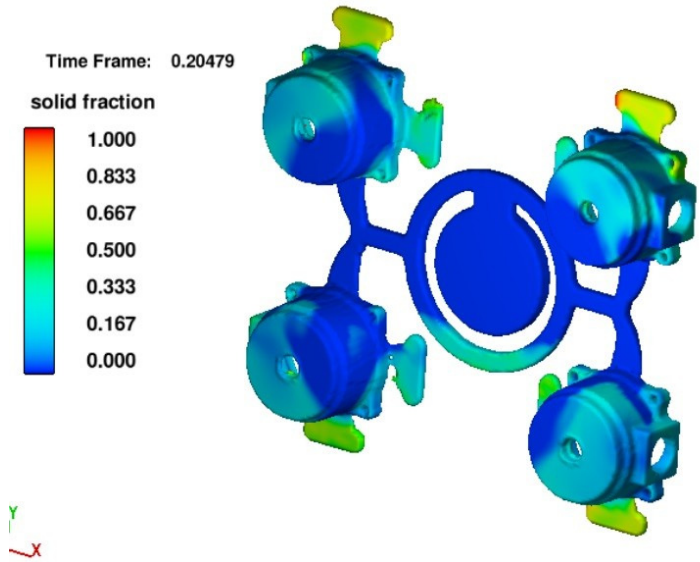

Рис. 6.2. Твердые включения

- динамические параметры заполнения и затвердевания для данной конфигурации аналогичны ЛПС№2;

- в отличие от ЛПС№2 данная система имеет более широкий подводящий канал;

- геометрия коллектора сохраняется вплоть до его перехода в питающий канал отливки;

- толщина питателей для верхних гнезд (1и2) увеличена на 0,4мм, что привело к более равномерному заполнению гнезд, а также равномерному отводу тепла;

Выводы.

При проектировании формообразующей вставки многогнезной пресс-формы для литья под давлением необходимо стремиться:

1) Обеспечить наиболее краткий путь движения металла к формообразующей полости отливки;

2) Сохранять постоянное сечение литникового канала, вплоть до вхождения в питатель;

3) Увеличивать сечение питателя для верхних гнезд, чтобы обеспечить одновременное заполнение всех гнезд и, тем самым, избежать перепадов давления при подпрессовке.

4) Использовать при симметрии расположения гнезд, кольцевой коллектор, необходимый для равномерного заполнения, а также выполняющий функцию теплового узла.

Список литературы

1. Литье под давлением/М. Б. Беккер, М. Л. Заславский, Л64 Ю. Ф. Игнатенко и др. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1990. – 400 с.: ил.
2. Горюнов И.И. Пресс-формы для литья под давлением. Справочное пособие. Л., «Машиностроение», 1973. 256 с.
3. Литье под давлением. Под ред. А.К. Белопухова. М., «Машиностроение», 1975. 400 с. с ил.