

УДК 621.745.043

Исследование свойств деталей пресс-форм литья под давлением

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

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

Особенностью метода литья под давлением является впрыск расплавленного металла в пресс-форму под большим давлением на высокой скорости, поэтому пресс-форма должна обладать высокой сопротивляемостью деформациям и повышенной жесткостью, что становится особенно актуальным для отливок с большими проекции в плоскости разъема, когда давление металла воздействует на внутренние боковые стенки формообразующих вставок и обоймы .

Если же пресс-форма не обладаем этими параметрами, возникает следующая проблема:

Деформация обоймы и формообразующих вставок; параллельно плоскости разъема. Это приводит к быстрому износу вставок и обоймы, к нарушению геометрии отливок, а следовательно к их браку.

Эти проблемы проиллюстрированы на основе пресс-формы отливки “корпус” на рис.1.

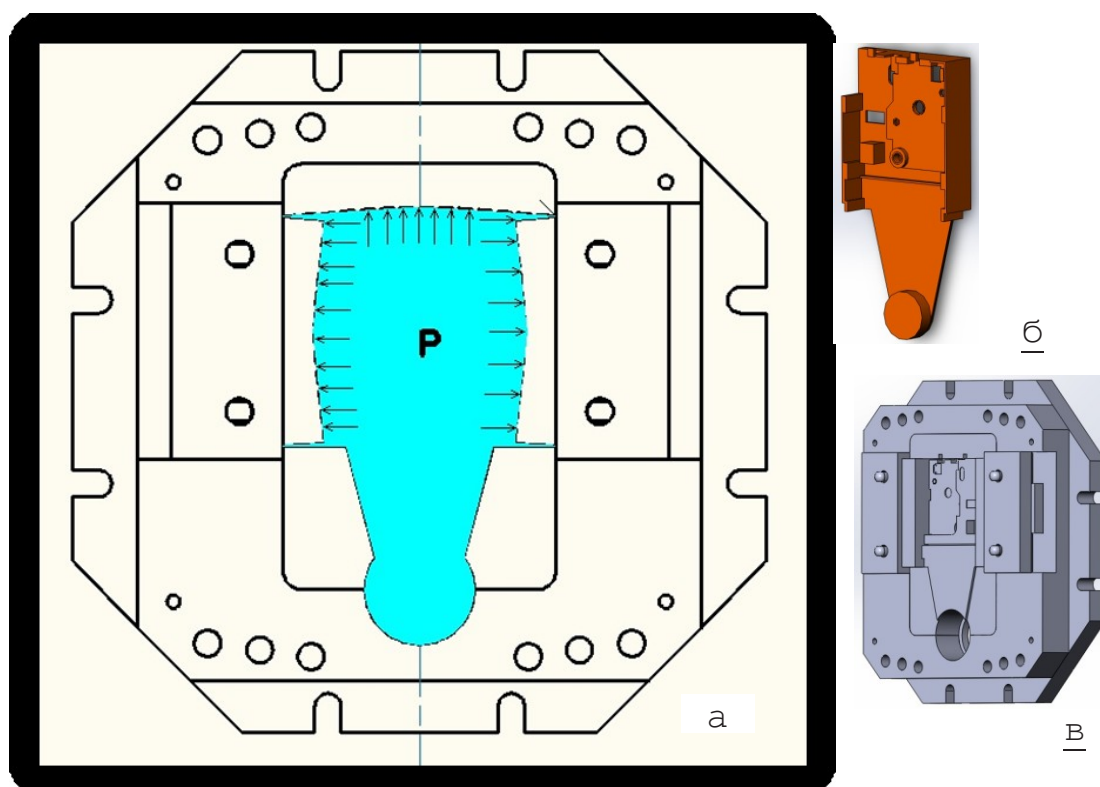


Рис. 1. Влияние давления на формообразующие вставки пресс-формы. Где а-вид на подвижную полу-форму; б-отливка; в-подвижная полу-форма; Р-давление металла; 1-возможный прогиб формообразующих вставок и обоймы

Основные особенности конструкции отливки, пресс-формы и технологии:

- *Серийность большая – более 100000 шт.*
- *Габариты средние для данного вида литья.*
- *Боковые элементы отливки, перпендикулярные плоскости разъема, достаточно глубоко внедрены в подвижную полу-форму.*
- *Внутренние полости отливки оформляют формообразующие вставки или неподвижные стержни.*
- *Боковые и верхняя формообразующие вставки изготовлены составными для улучшения вентиляции и гораздо более простого способа их изготовления*
- *Боковые поверхности будут получены с помощью подвижных стержней также для улучшения вентиляции и упрощения процесса изготовления формообразующей вставки.*

Как видно из рис.2 из-за воздействия давления на боковые и верхние вставки может вызвать следующие последствия:

1. к прогибу самой обоймы и формообразующей ставки;

2. к проникновению расплавленного металла между боковой и верхней вставкой, что ведет к их быстрому износу;
3. к увеличению расхода металла при производстве отливок.

Учитывая все вышесказанное нам необходимо смоделировать влияние давления в пресс-форме, а конкретнее в области формообразования отливки, для определения наилучших параметров и вариантов конструкции элементов формообразования и элементов с ними связанных.

Принимаемые допущения:

1. Система является изолированной
2. Учитываем влияние температуры поддерживаемой за счет расплава поступающего в пресс-форму, т.е. принимаем, что поддерживается температура внутри формы 200°C
3. Давление действует во всей области формообразования отливки с момента начала ее заполнения, а не по мере заполнения.

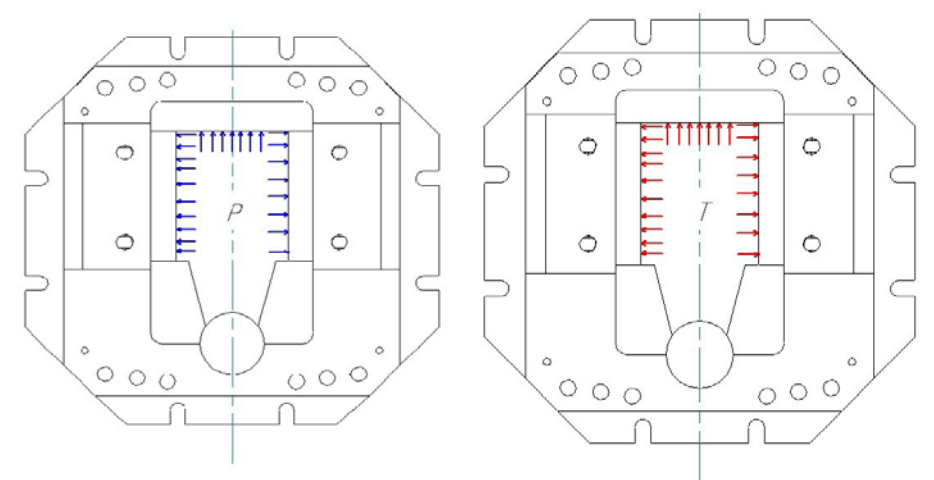


Рис. 2. Модель воздействия температуры и давления

Проведение эксперимента.

Для расчета моделей был выбран модуль APM Studio программы APM WIN Machine 9.7, который представляет собой инструмент для подготовки трехмерной модели с последующим конечно-элементным анализом. С помощью модуля APM Studio можно создать поверхностную или твердотельную модели, задать материал, указать граничные условия и организовать конечно-элементную сетку. При этом процедура генерация конечных элементов проводится автоматически. Кроме того, возможно импортировать в

модуль APM Studio 3D модель (сборочную единицу) из системы Компас или других сторонних 3-х мерных редакторов использующих формат STEP 203 STEP 214 или SAT.

После генерации конечно-элементной сетки система позволяет провести следующие виды расчетов:

- статический расчет;
- расчет на устойчивость;
- расчет собственных частот и форм колебаний;
- тепловой расчет.

В результате выполненных системой APM Structure3D расчетов Вы можете получить следующую информацию:

- карту распределения нагрузок, напряжений, деформаций в конструкции;
- коэффициент запаса устойчивости конструкции;
- частоты и формы собственных колебаний конструкции;
- карту распределения температур в конструкции;
- массу и момент инерции модели, координаты центра тяжести.

При необходимости расчета модели, включающих комбинацию стержневых, пластинчатых и объемных элементов, конечно-элементная сетка с закреплениями, совместными перемещениями и нагрузками может быть передана для последующего редактирования и расчета в модуль APM Structure3D.

Эта система в полном объеме учитывает требования государственных стандартов и правил, относящихся как к оформлению конструкторской документации, так и к расчетным алгоритмам.

Ход проведения эксперимента:

1. Для проведения эксперимента путем моделирования воздействия давления необходимо иметь спроектированные 3D модели конструкций пресс-форм. Для достижения этой цели используется пакет программ для твердотельного моделирования доступный в условиях кафедры MT5 – SolidWorks;

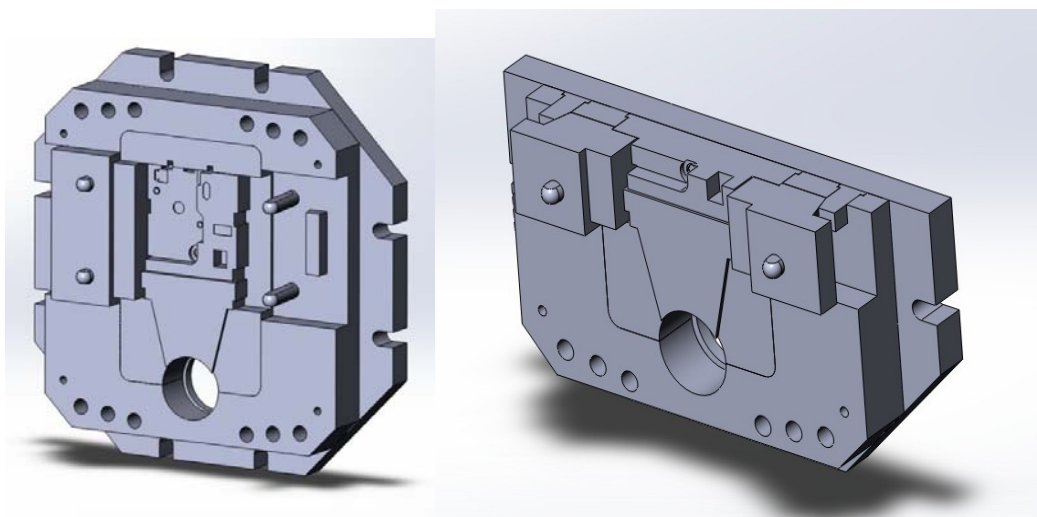
2. Сохраняем модели в формате «.step214» для распознавания в программе APM;
3. Переходим на вкладку APM Studio;
4. Загружаем файлы в программу и указываем технологические параметры анализа:

- Воздействующее давление в форме $P=102\text{Н/мм}^2$ (выделяем интересующие нас элементы, а именно грани боковых стержней и верхняя грань обоймы.

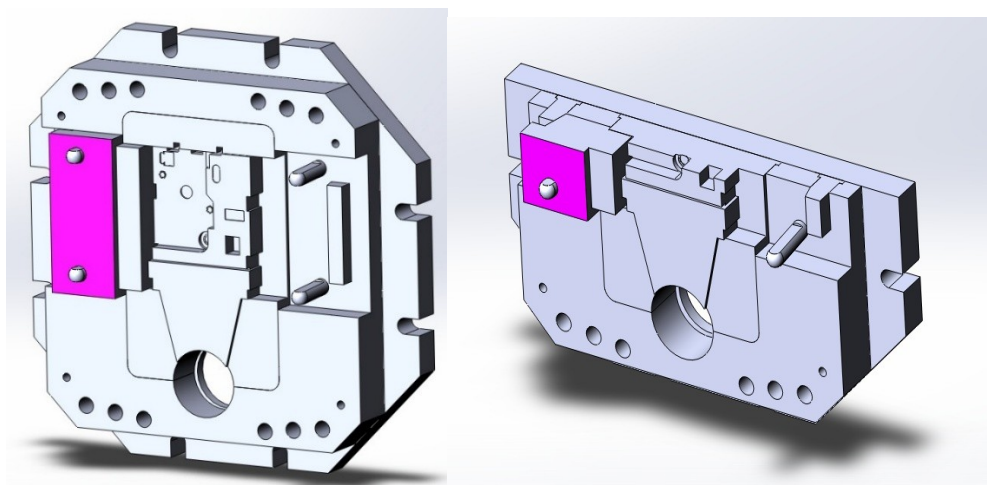
- Задаем температуру на поверхностях формообразования 200⁰С.
- Задаем материалы элементов конструкции
- Накладываем ограничение перемещений конструкции
- Задаем КЭ сетку:
 - На боковые вставки, пальцы, замки разбиение 5
 - На обойму и неподвижную плиту 9
 - На формообразующую 8
- Запускаем расчет.

После расчета моделей в программном пакете АРМ мы получаем отчет о деформациях и перемещениях элементов конструкции и набор наглядного представления влияния давления на пресс форму.

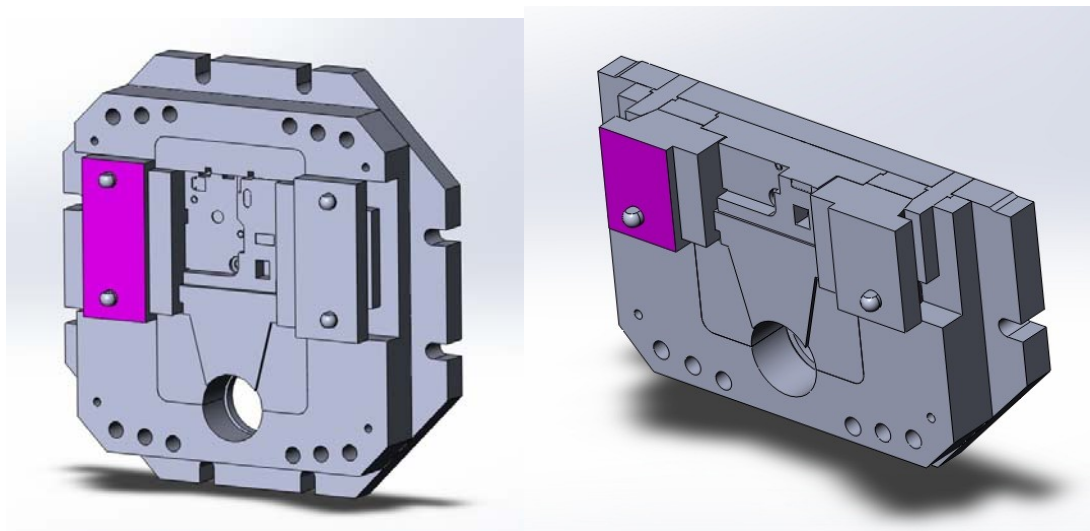
Исследуемые конструкции показаны на рис. 3 (1-5):



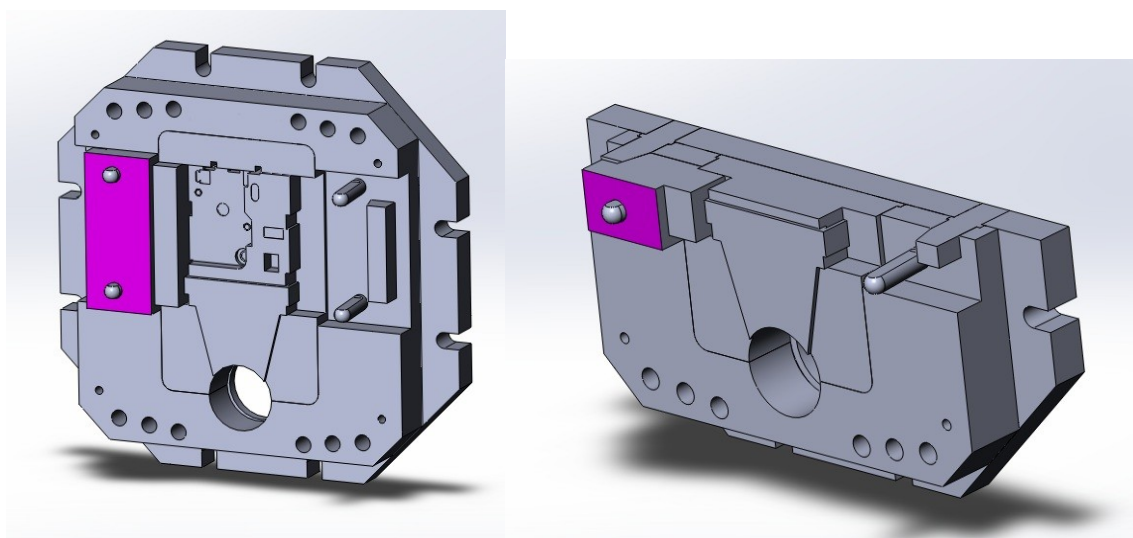
1. Исходная в соответствии с рекомендациями ГОСТ 19933.74 - 19946.74



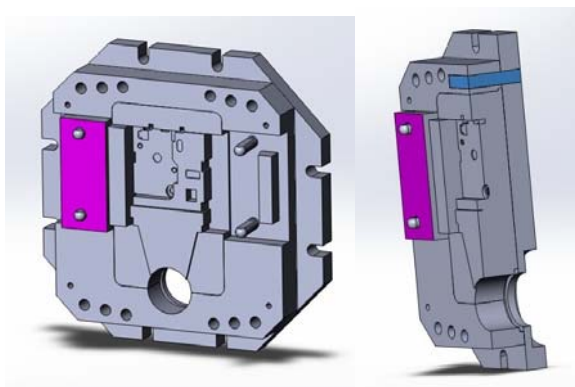
2. Конструкция с измененной шириной бокового стержня и замка



3. Конструкция с измененным замком (объединяет неподвижную плиту и обойму)



4. Конструкция с изменённым замком (объединяет неподвижную плиту и обойму и увеличена ширина)



5. Конструкция 4 “+” прямоугольная шпонка объединяющая неподвижную плиту и обойму

Рис. 3. Изображения исследуемых конструкций

Результаты и выводы.

Модификация конструкций проводится вследствие полученных результатов анализируемой модели и возможности ее улучшения.

Для простоты анализа ключевых параметров воздействия давления на элементы приведены иллюстрации полученные из программы АРМ (рис.4), а также сводим результаты в таблице, на основании которой выбираются наиболее жесткая конструкция пресс-формы.

Потери металла по максимальному прогибу

№ варианта	Максимальный прогиб	Потеря металла	Потеря металла с общей партии
Вариант 1	0,16 мм	6,05 г	605 кг
Вариант 2	0,14 мм	4,36 г	436 кг
Вариант 3	0,07 мм	2,7 г	270 кг
Вариант 4	0,05 мм	1,89 г	189 кг
Вариант 5	0,024 м	0,9 г	90 кг

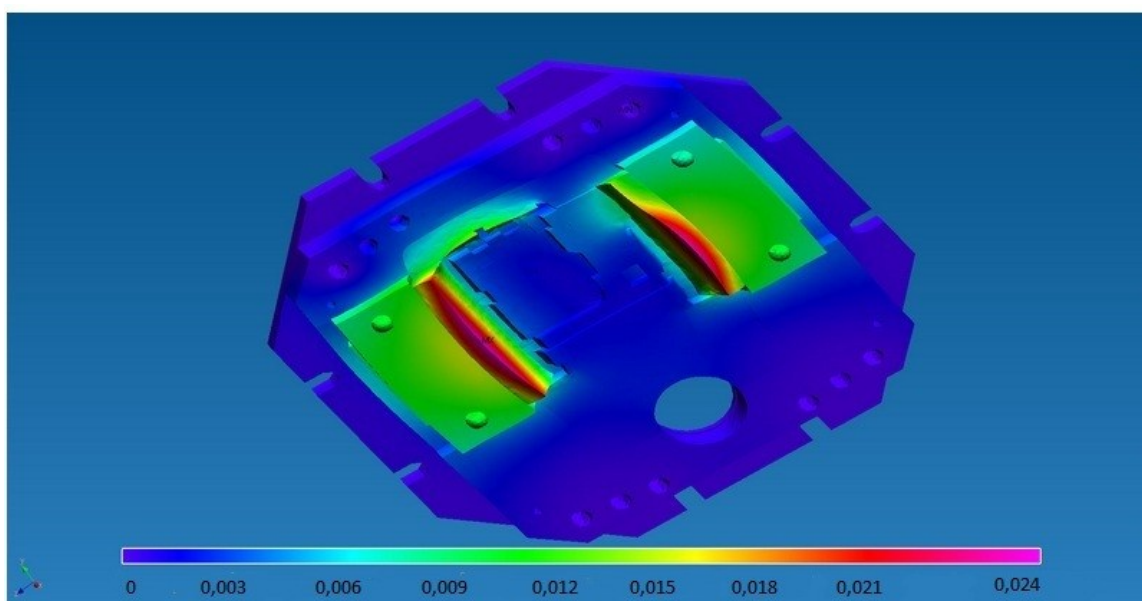


Рис. 4. Модель №5 с добавленной шпонкой в верхней части обоймы в отличие от предыдущей (модель с наименьшими прогибами)

Вывод:

Из результатов проведенного эксперимента видно (рис5,6), что конструкция №5 наиболее жесткая, так же у нее наименьшие деформации обоймы и формообразующих вставок, что уменьшает их износ и продлевает срок службы.

Зависимость потери металла с партии от величины прогиба.

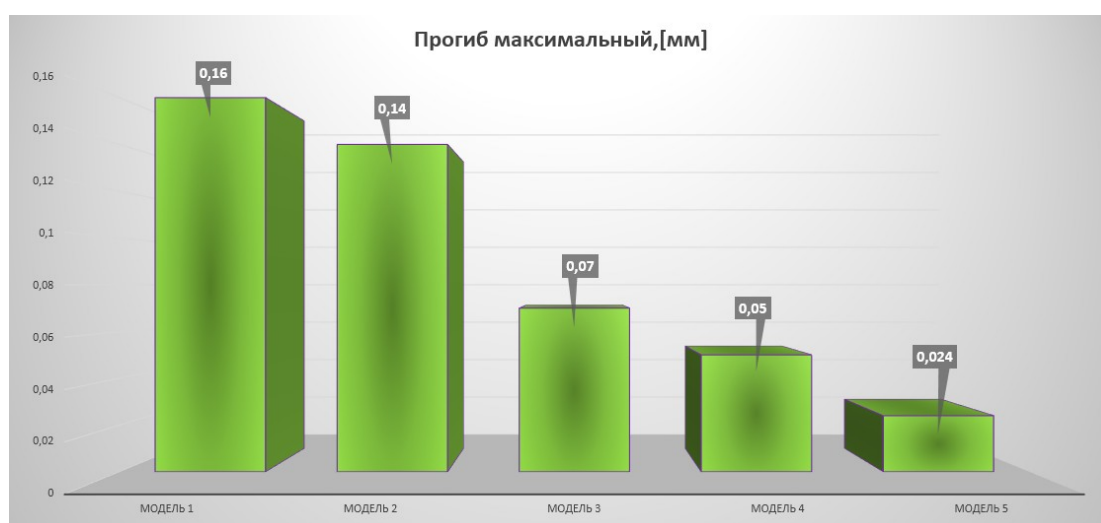


Рис. 5. Прогибы исследуемых моделей

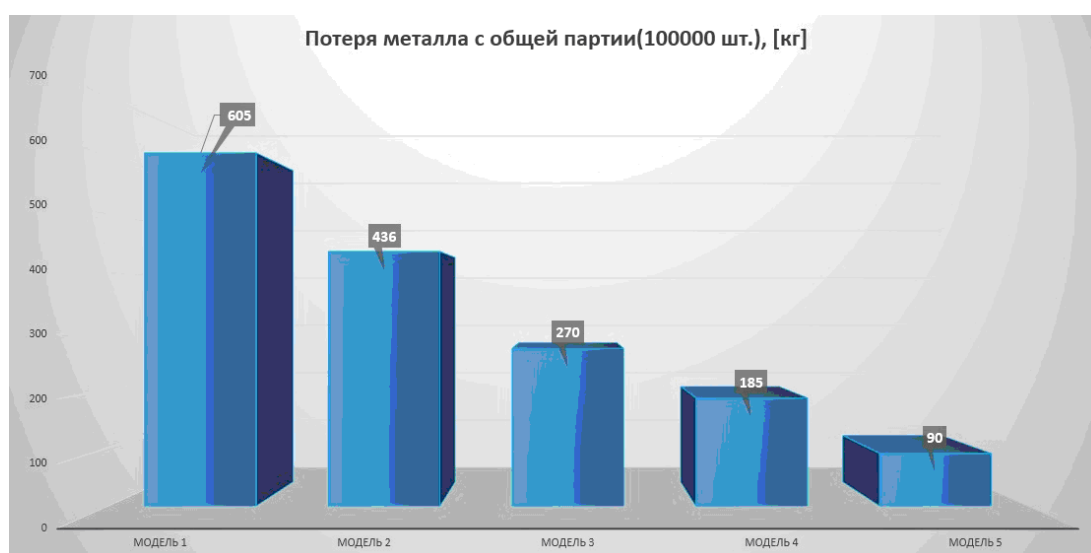


Рис. 6. Потери металла в разных моделях пресс форм

Вывод по проведенной работе: Из результатов анализа и эксперимента очевидно, что целесообразно проводить анализ жесткости конструкции, тем самым уменьшая вероятность возникновения прогибов элементов, образующих полость пресс-формы, т.к. мы уменьшаем потери металла, потери энергии которая могла пойти на плавку этого металла для отливок и увеличиваем долговечность элементов формообразующих вставок - самых ответственных и дорогих частей пресс-формы.

Список литературы

1. Горюнов И.И. Пресс-формы для литья под давлением. Справочное пособие. Л., «Машиностроение», 1973. 256 с.
2. М. Б. Беккер, М. Л. Заславский, Ю. Ф. Игнатенко и др Литье под давлением/ Л64. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1990. – 400 с.: ил.
3. АПМ. Научно-технический центр. Официальный сайт. URL.
www.apm.ru/rus/machinebuilding/ (Дата обращения; 05.06.2013).