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

УДК 621.74.043.2

Исследование жесткости подвижной плиты машины литья под давлением

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

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

В последнее время произошла революция в мире машин литья под давлением и термопластавтоматов – машины литья под давлением с двумя плитами и гидрозапиранием. Все ведущие фирмы по производству машин выпустили революционные серии с таким механизмом запирания, например, Idra Revolution, Buhler Carat, DualCast и другие. Чтобы идти в ногу со временем, было предложено спроектировать двухплитную машину литья под давлением с усилием запирания 250 тонн.

Принцип машин данного типа прост – подвижная плита приводится в движение гидроцилиндрами быстрого хода (обычно двумя), происходит смыкание пресс-формы, запирание обеспечивают четыре короткоходных гидроцилиндра, по одному на каждой колонне.

Данный тип машин имеет ряд преимуществ и недостатков. Основными преимуществами являются снижение габаритов и металлоемкости машин, что является немаловажным фактором современной экономики. Но в ходе проектирования был выявлен ряд проблемных моментов, требующих дополнительного исследования.

Ряд инженеров, ознакомленных с данной разработкой, считали ее неработоспособной. Они полагали, что при рассматриваемом режиме работы и конструкции машины, во время запирания машины литья под давлением будет происходить передача усилия через колонны машины, что приведет к их разрыву.

Чтобы рассеять сомнения в работоспособности проектируемой машины, было проведено компьютерное моделирование запирания машины литья под давлением с усилием запирания 250 тонн. Кроме того, была поставлена задача анализа различных типов подвижных плит и определение их жесткости и работоспособности.

Для расчета напряженного состояния системы был выбран модуль APM Studio программы APM WIN Machine 9.7. APM WinMachine – CAD/CAE система автоматизированного расчета и проектирования механического оборудования и конструкций в области машиностроения. Эта система в полном объеме учитывает требования государственных стандартов и правил, относящихся как к оформлению конструкторской документации, так и к расчетным алгоритмам. Модуль APM Studio предназначен для создания поверхностных и твердотельных объектов в трехмерном пространстве и подготовки построенных моделей к прочностному и динамическому анализу, а также для выполнения расчетов и визуализации результатов этих расчетов.

В ходе эксперимента была построена 3D модель механизма запирания (рис. 1). Для удобства анализа и из-за симметричности модели и нагрузки модель представляет половину спроектированной машины.

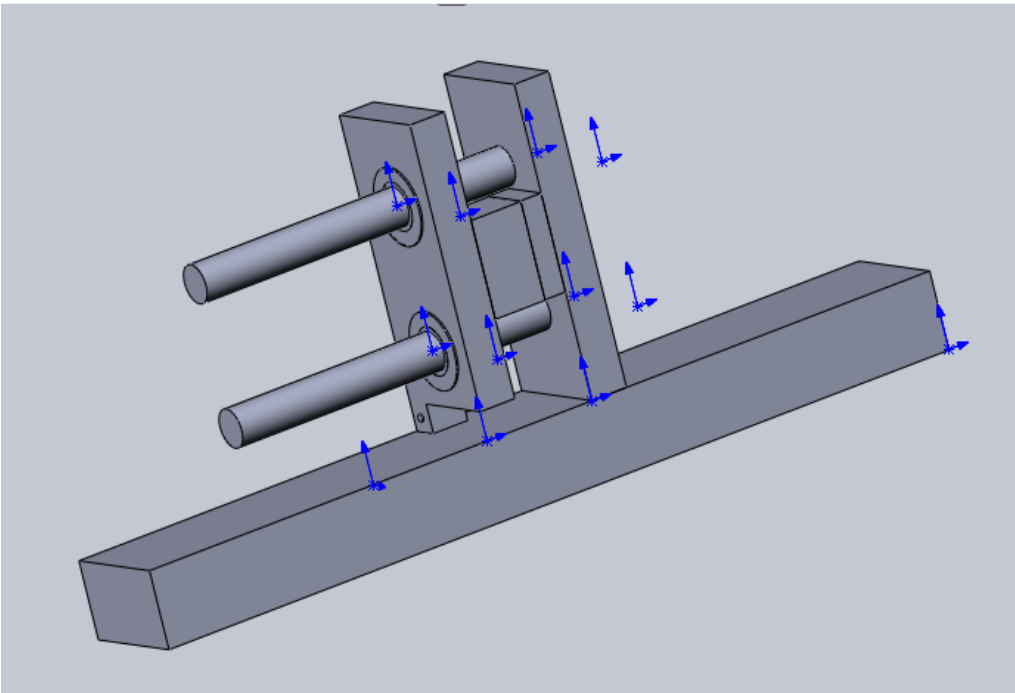

Рис. 1. 3D модель механизма запирания (разрез)

Было рассмотрено 4 модели, различающиеся геометрией подвижной плиты машины (рис. 2 – рис. 5).

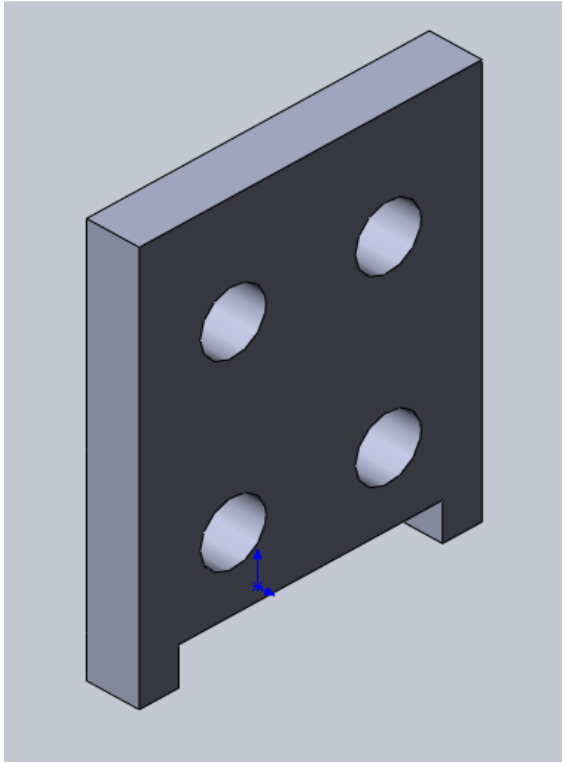

Рис. 2. Плита подвижная сплошная, масса 2,8 т

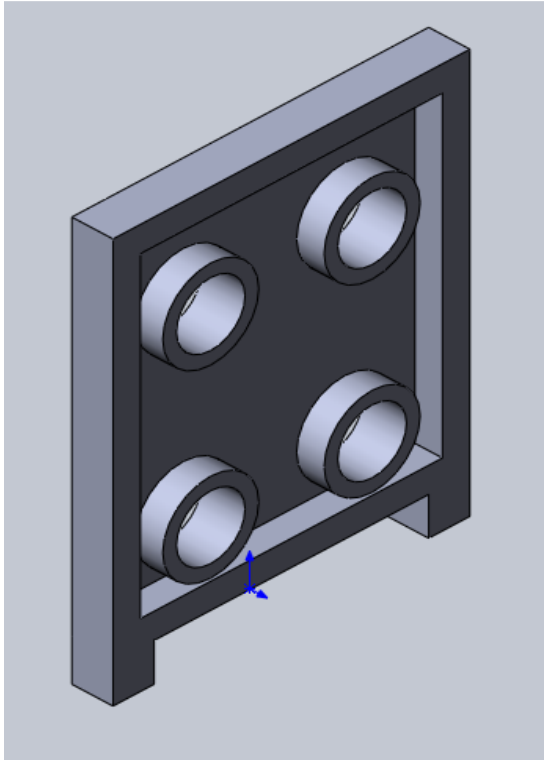

Рис. 3. Плита подвижная полая с приливами под колонны (разрез), масса 2,0 т

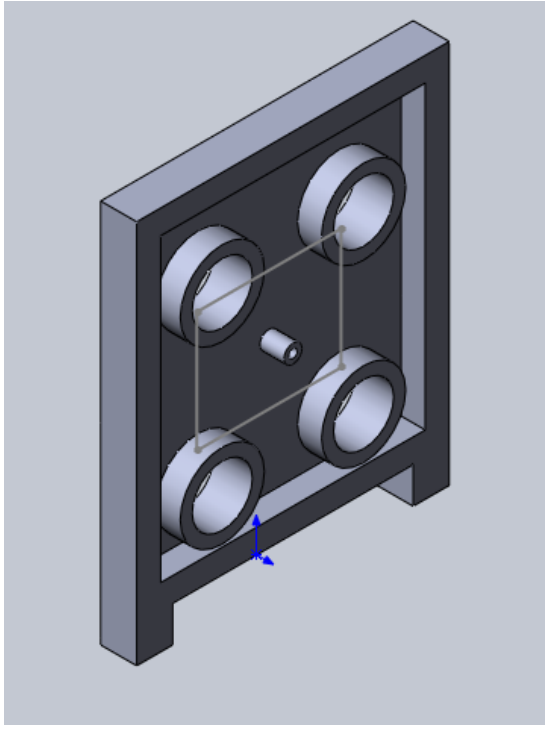

Рис. 4. Плита подвижная полая с приливами под колонны и механизм выталкивания (разрез), масса 2,0 т

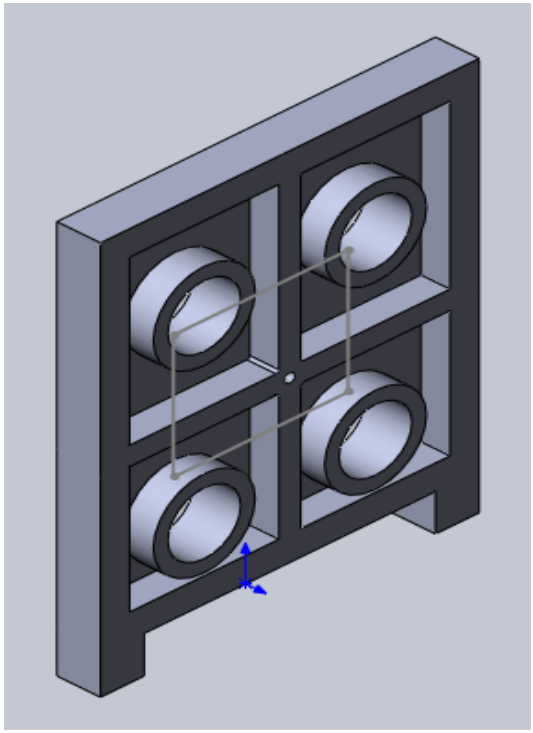

Рис. 5. Плита подвижная полая с приливами под колонны и механизм выталкивания с ребрами жесткости (разрез), масса 2,2 т

При проведении эксперимента было доказано, что напряжения в точках линейно зависит от заданного усилия запирания. Наибольшие напряжения наблюдаются в схеме

3, что можно объяснить малой жесткостью всей плиты (как и в варианте 2), кроме небольшого прилива в центре, который играет роль концентратора напряжений в центральной точке. Наименьшие напряжения наблюдаются в вариантах 2 и 4. В варианте 2 ввиду малой жесткости плиты в центре большие напряжения наблюдаются стенке плиты, прилегающей к пресс-форме, а свободной стенке они практически не передаются. В варианте 4 напряжения невысоки в связи с большой жесткостью плиты, напряжения частично гасятся на ребрах жесткости (в отличие, например, от варианта 1).

Прогиб линейно зависит от усилия запирания, что подтверждает правильность заложенных в программу алгоритмов. Наименьшие прогибы плиты наблюдаются в вариантах 1 и 4, что объясняется достаточной жесткостью плит. Наибольшие прогибы наблюдаются в наименее жесткой плите – вариант 2. Однако следует отметить, что все прогибы лежат в пределах допустимых с большим запасом.

Далее был проведен анализ напряжений и перемещений всей конструкции машины при усилии запирания 2500 кН (рис. 6 – рис. 13).

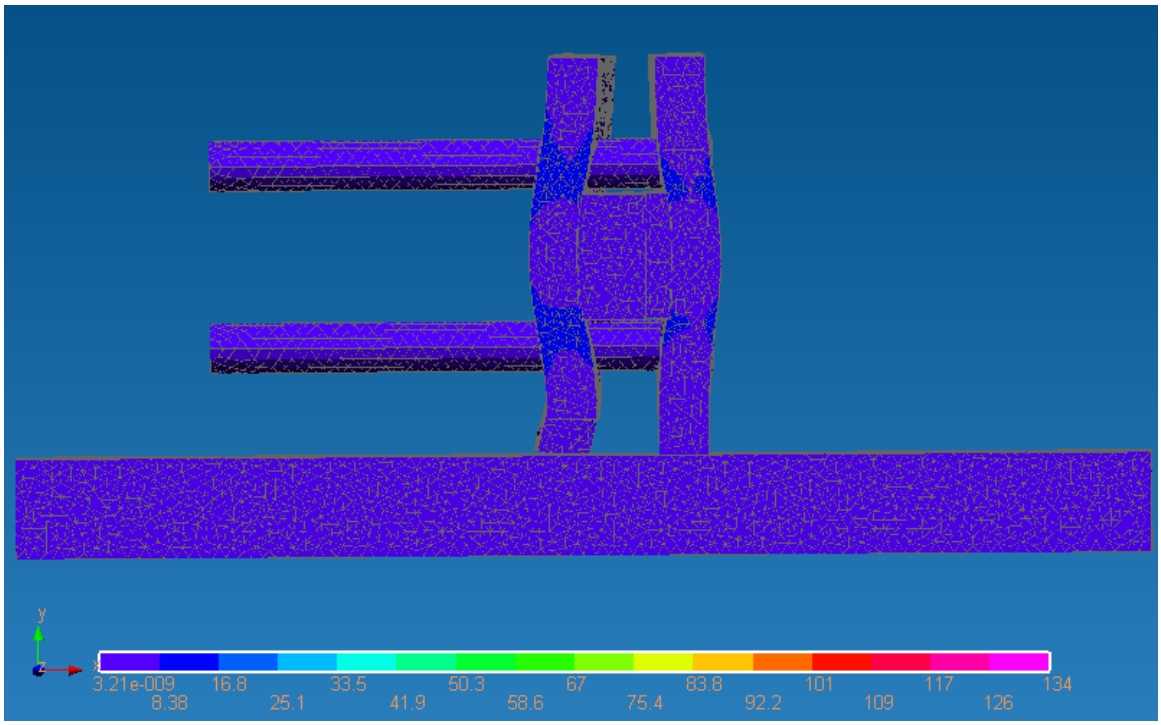

Рис. 6. Напряжения в машине, сплошная плита

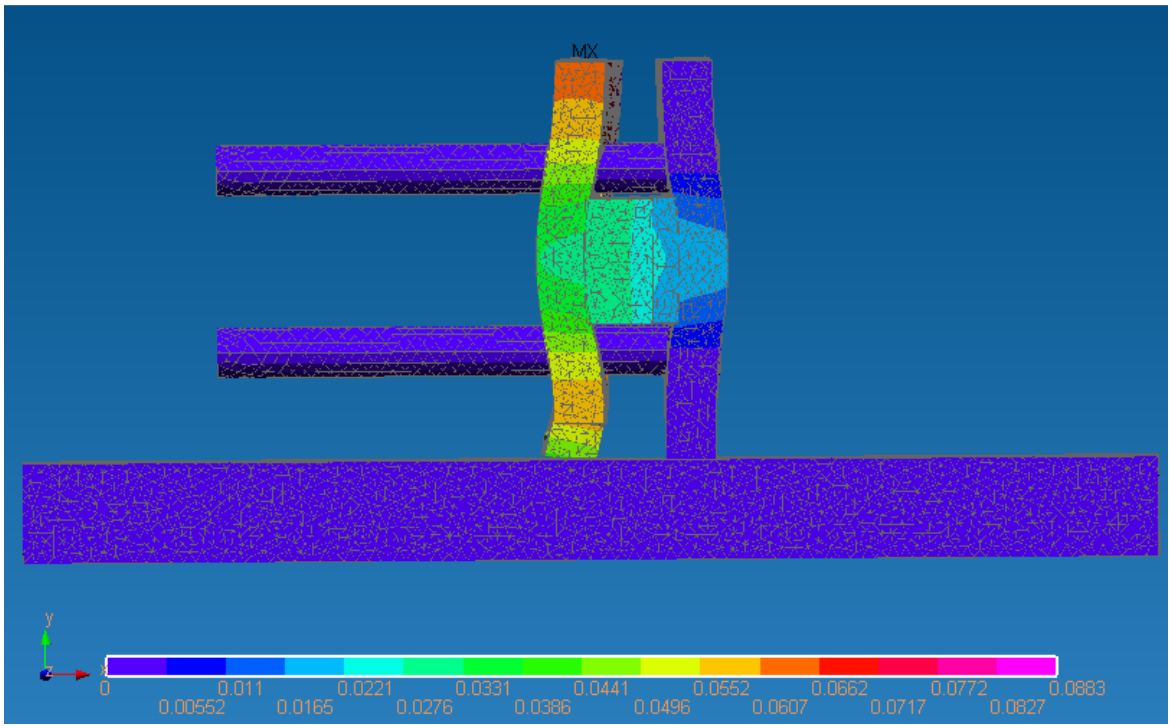

Рис. 7. Перемещение точек машины, сплошная плита

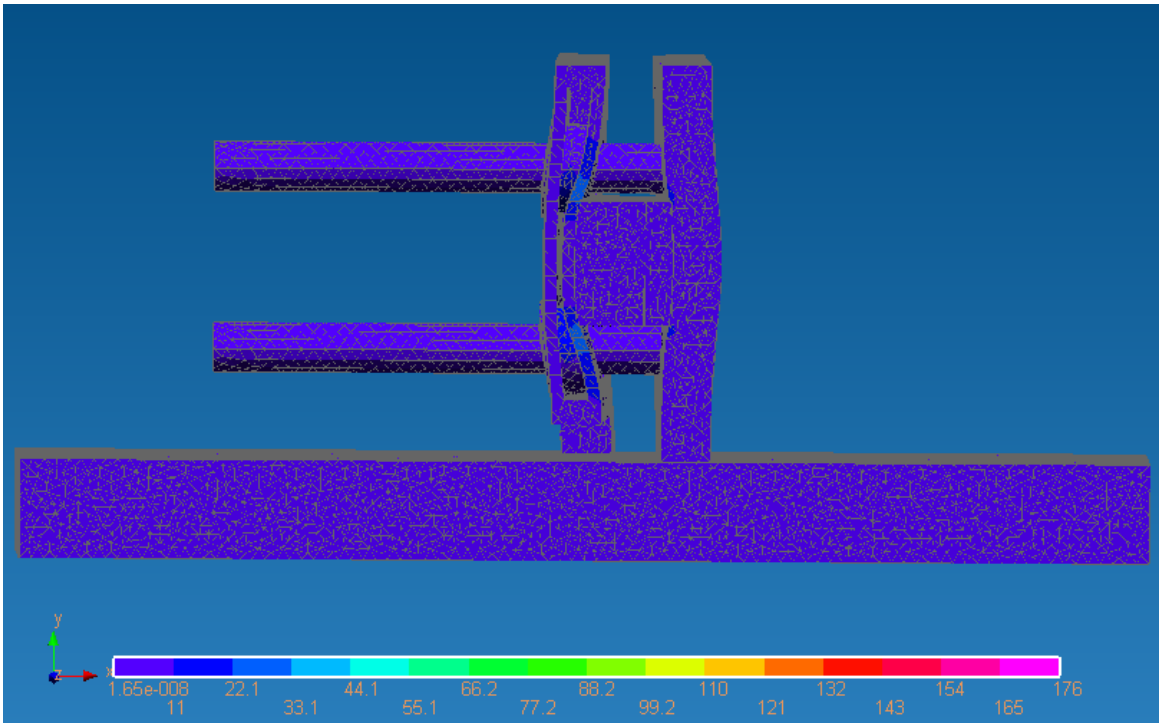

Рис. 8. Напряжения в машине, полая плита с приливами под колонны

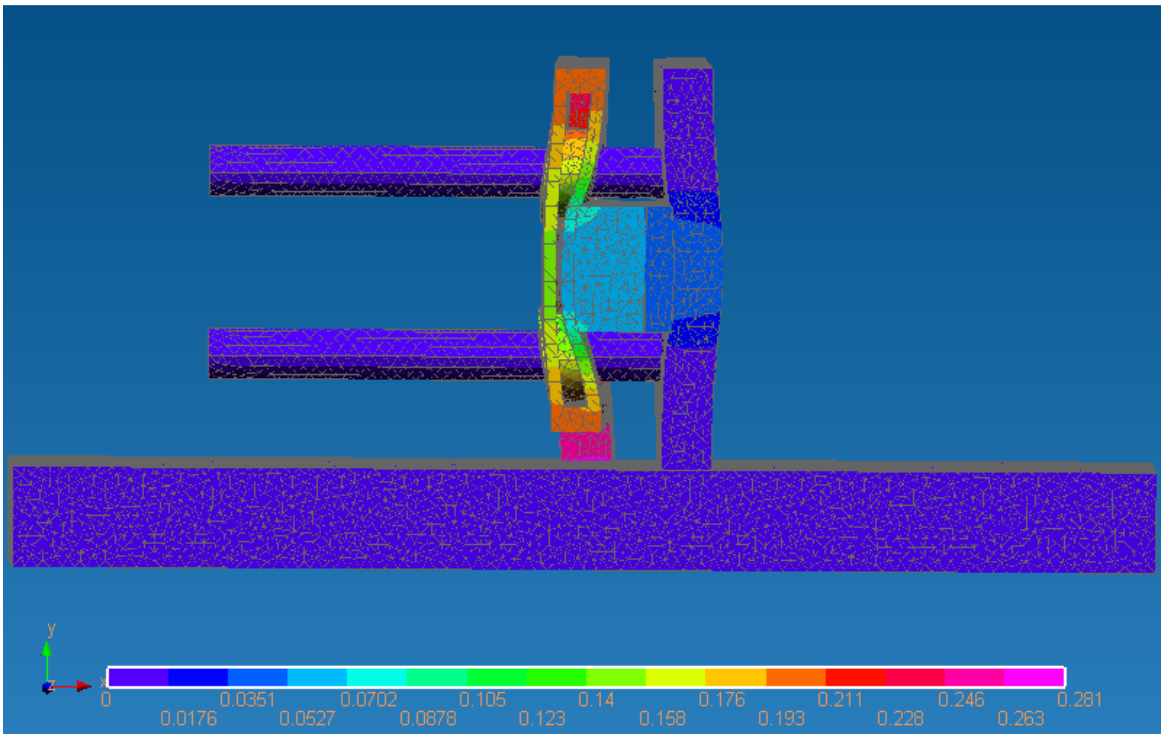

Рис. 9. Перемещения элементов машины, полая плита с приливами под колонны

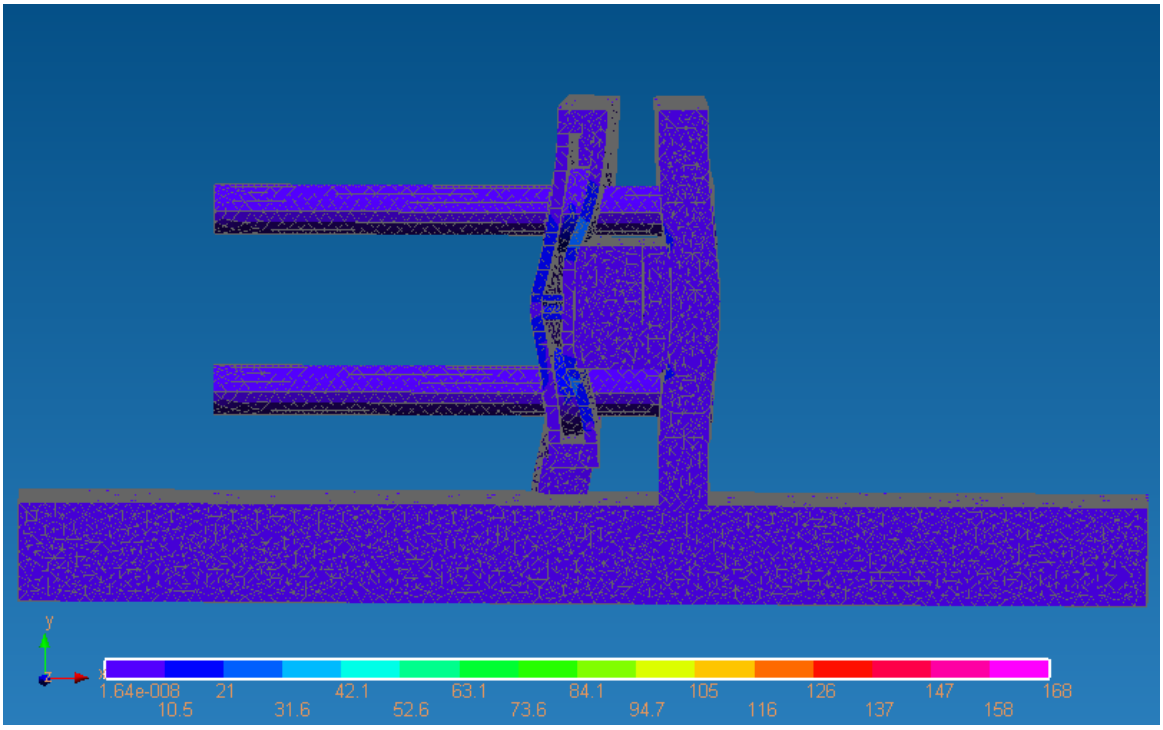

Рис. 10. Напряжения в машине, плита полая с приливами под колонны и механизм выталкивания

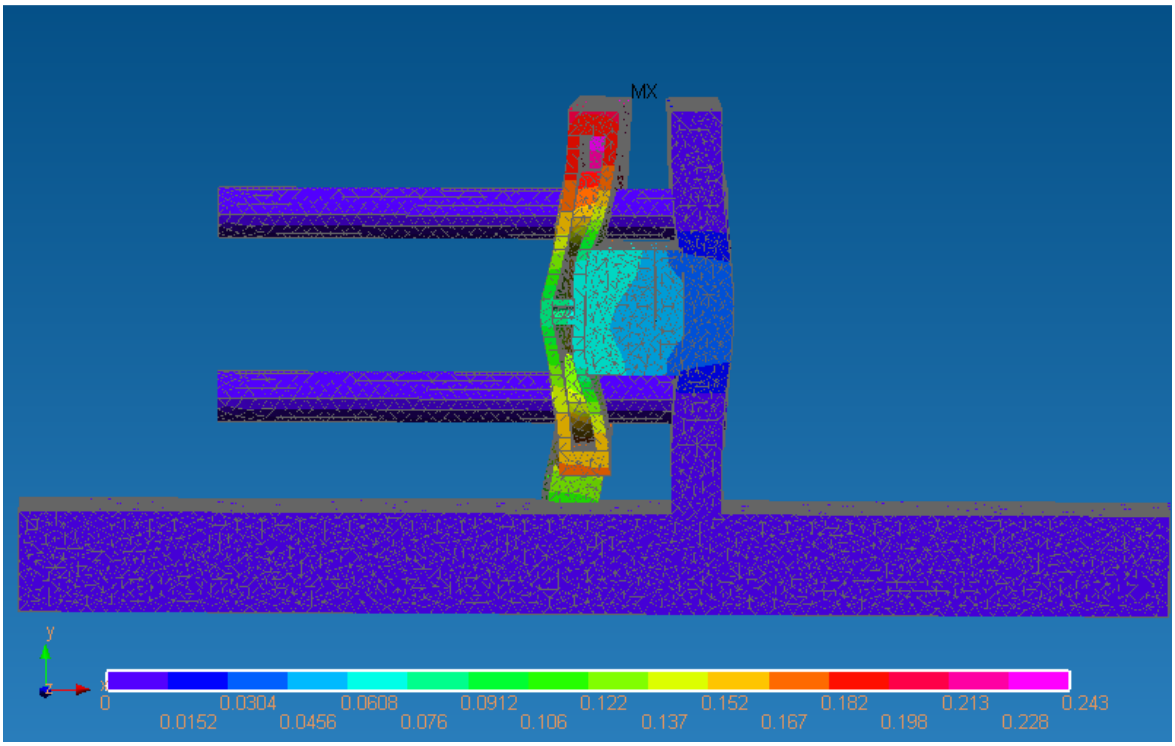

Рис. 11. Перемещения в элементах машины, плита полая с приливами под колонны и механизм выталкивания

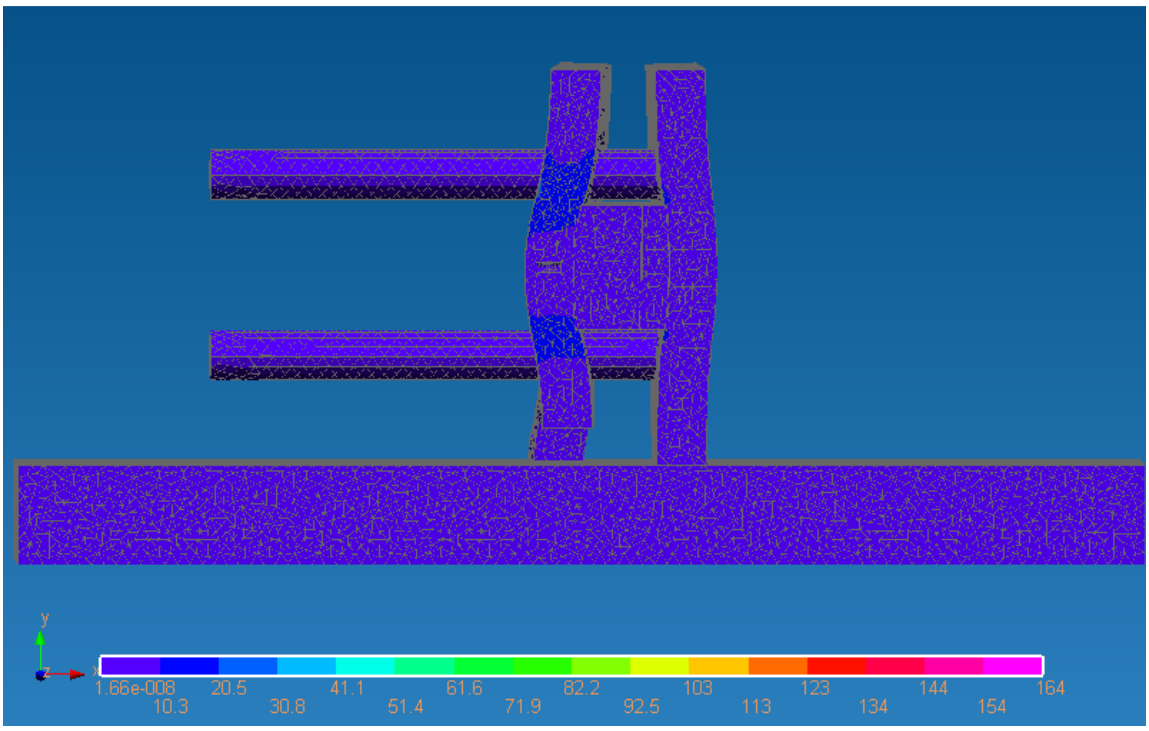

Рис. 12. Напряжения в машине, плита полая с приливами под колонны и механизм выталкивания, с ребрами жесткости

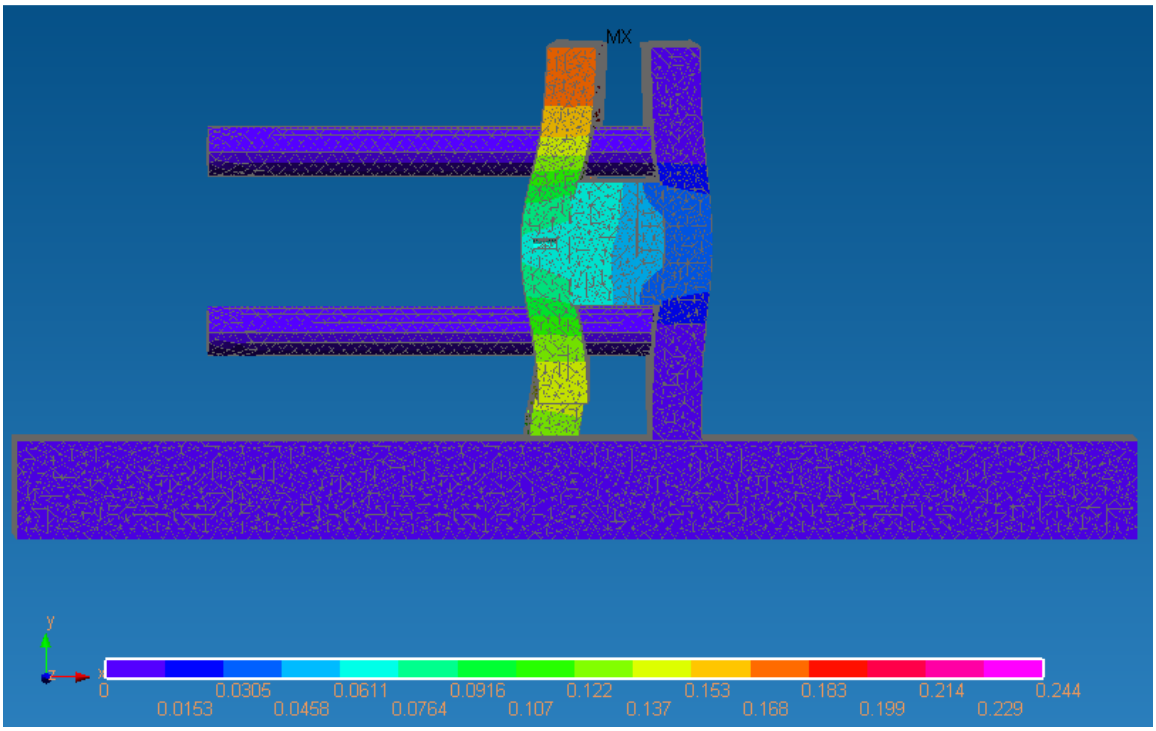

Рис. 13. Перемещения элементов машины, плита полая с приливами под колонны и механизм выталкивания, с ребрами жесткости

На основании полученных данных можно сделать вывод, что наилучшим образом себя показали плиты 1 и 4. Однако, плита 4 легче плиты 1, при сохранении высокой жесткости. Поэтому рекомендуется подвижную плиту выполнять по модели 4.

При невысокой культуре производства, возможны перекосы из-за непараллельности плит пресс-формы и смещении равнодействующей в пресс-форме силы относительно центра плиты. Поэтому были смоделированы ситуации со смещением центра приложения силы в пресс-форме вниз и вверх относительно центра подвижной и неподвижной плиты. В результате, при неточной установке пресс-формы наблюдается неравномерное напряженное состояние плит и повышенные напряжения в бронзовых вставках плит для колонн. Однако на качестве запирания машины неточность установки не влияет.

Таким образом, механизм запирания спроектированной машины литья под давлением является полностью работоспособным и возможные проблемы в работе были устранены в процессе проектирования.

Список литературы

1. АПМ. Научно - технический центр. Официальный сайт. Режим доступа: http://apm.ru/rus/ (дата обращения 04.03.2014).
2. Ильющенкова В.С. Двухплитная машина литья под давлением // Молодежный научно-технический вестник. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2013. № 8. Режим доступа: http://sntbul.bmstu.ru/doc/606455.html (дата обращения 05.04.2014).
3. Машина литья под давлением Бюлер Carat 130. Режим доступа: http://www.buhlergroup.com/global/en/products/die-casting-machine-carat.htm (дата обращения 15.04.2014).
4. Машина литья под давлением DualCast 2300 – 5000. Режим доступа: http://www.frechusa.com/index.php/cold-chamber/dualcast (дата обращения 15.04.2014).
5. Термопластавтоматы серии MX. Режим доступа: http://pm.kraussmaffei.com/files.php?dl_mg_id=1091&file=dl_mg_1226667156.pdf (дата обращения 15.04.2014).