

ИССЛЕДОВАНИЕ ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЗАГОТОВОК ТИПА КОЛЕЦ ПРИ УСТАНОВКЕ НА СТАНКАХ ТОКАРНОЙ ГРУППЫ

Андрей Александрович Фролов

Магистр 1 года

Кафедра «Технология машиностроения»

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель: А.С. Васильев

доктор технических наук, профессор кафедры «Технология машиностроения»

Ключевые слова: закрепление (fixing, holding), улучшение(improvement), совершенствование(perfection).

Аннотация: в данной научной работе рассмотрены методы закрепления тонкостенных заготовок, типа колец, обеспечивающие наименьшие деформации. Проанализированы различные методы обработки с описанием используемого оборудования и приспособлений. Выявлена и обоснована необходимость использования различных методов закрепления в зависимости от точности изготовления и назначения детали.

Введение

Процесс изготовления детали всегда сопровождается деформациями заготовки, вызванные усилиями закрепления заготовки в приспособлении и силами резания в процессе обработки. При токарной обработке тонкостенных заготовок влияние деформаций на точность обработки, как правило, весьма существенно.

Изготовление деталей прецизионного машиностроения связано с трудностями обеспечения качества изделия: точности размера, точности формы, относительного расположения поверхностей. При прецизионной обработке параметры точности могут составлять микрометры и доли микрометров.

Значительная часть прецизионных деталей имеют нежесткую конструкцию. Это, в первую очередь, детали с тонкими стенками. Любое технологическое воздействие на такие конструкции, включая силы закрепления в приспособлении для механической обработки, или силы резания в процессе обработки вызывают прогибы и деформации заготовки, которые могут оказаться достаточно большими и повлиять на точность изготовления детали. Поэтому разработка методов моделирования процесса закрепления в приспособлении тонкостенных заготовок с целью обеспечения требуемой точности деталей является актуальной задачей технологии машиностроения.

Научная новизна работы заключается в моделировании процессов деформирования тонкостенных заготовок при закреплении в приспособлении с использованием метода конечных элементов и определении связей между усилиями закрепления, параметрами заготовки и материала заготовки. В качестве инструментария для моделирования процесса закрепления тонкостенных заготовок в приспособлении использовался программный комплекс SolidWorks.

Глава 1. Современное состояние вопроса. Цель и задачи исследования.

1.1 Анализ методов обработки тонкостенных заготовок с описанием используемого оборудования и приспособлений.

В качестве финишной обработки цилиндрических тонкостенных деталей применяют главным образом абразивную обработку. На этой стадии технологического процесса окончательно формируются параметры поверхностного слоя и размеры готовой детали.

Но не стоит упускать из вида и предыдущие стадии обработки, так как для таких деталей остро стоит вопрос о технологической наследственности. Вопросам наследственности посвящены работы таких ученых, как А.М. Дальский, А.Г. Колесников, А.М. Дмитриев, А.С. Васильев, Б.М. Базров, Ю.А. Шачнев, А.И. Кондаков, П.И. Ящерицин, Э.В. Рыжов, А.Г. Суслов А.Г. и другие. [1]

Наследственные связи как повышают, так и понижают показатели качества, поэтому важно на каждом этапе изготовления прецизионных цилиндрических тонкостенных изделий учитывать их влияние на характеристики детали. Явление технологической наследственности позволяет формировать оптимальные технологические среды и изменять свойства предмета обработки в желаемом направлении, в том числе, на жизненный цикл. Одним из важнейших факторов, который влияет на качество деталей, является сила закрепления заготовки в технологическом приспособлении. Значимость этого фактора для качества деталей отмечалась еще в работах основоположников машиностроения Б.С.Балакшина, В.М. Кована, В.С. Корсакова, А.П. Соколовского, А.Б. Яхина.[2]

Наложение сил закрепления на обрабатываемую заготовку приводит к возникновению деформаций и, как следствие, возникновению погрешности.

Анализ величин прогибов различных типов деталей от сил закрепления позволил сделать вывод, что в большей степени погрешности от сил при технологическом воздействии проявляются у деталей оболочковой формы, которые относят к тонкостенным.

1.2 Методы снижения деформаций.

Обработка тонкостенных заготовок связана с рядом сложностей, одна из которых – деформация детали при закреплении на станке. Деформации влияют на точность детали после обработки. Существуют стандартные пути решения этой проблемы:



Рис. 1.1. Кулачок со вставками из стеклолита

Одним из эффективных решений снижения деформаций заготовки является использование кулачков со вставками.

Компания SCHUNK –производитель на мировом рынке, который предлагает своим клиентам кулачки из стеклотекстолита Quentes в стандартной программе поставок (рис.1.1.). Конструктивно эти кулачки представляют собой сборную конструкцию, которая состоит из базовых кулачков и накладок из стеклотекстолита. Базовые кулачки изготавливаются из алюминия для облегчения конструкции и снижения центробежной силы.

Накладки изготовлены из армированного стекловолокном пластика и позволяют производить зажим детали по окончательно обработанным поверхностям без следов от зажима. Снижение деформаций тонкостенной детали обеспечивается, во-первых, благодаря большому углу охвата расточенного кулачка Quentes и, во-вторых, благодаря высокому коэффициенту трения. Коэффициент трения стеклопластика, применяемого для изготовления накладок Quentes, составляет 0,3 – 0,4, за счет чего возможна передача высокого крутящего момента при малом зажимном усилии.

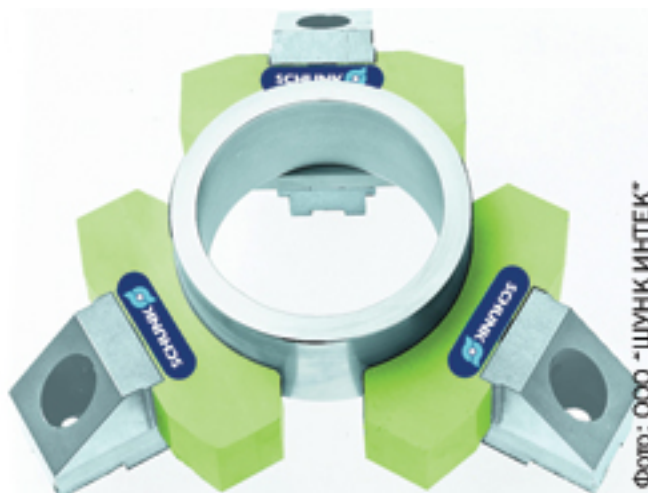


Рис. 1.2. Использование кулачков со вставками из стеклолиста для закрепления тонкостенных заготовок

Накладки могут быть поставлены в различных типоразмерах для зажима деталей разного диаметра или для зажима по наружному или внутреннему диаметру. Накладки могут быть расточены под определенный диаметр. Замена изношенных зажимных насадок происходит просто, быстро и недорого. Стандартно кулачки с накладками позволяют зажимать детали до 230 мм (рис.1.2.).

Еще одним способом снижения деформаций является использование маятниковых кулачков.

Конструкция данных кулачков представляет собой жесткую опору, на которой установлено коромысло, имеющее возможность перемещения в пределах 1–3°. На крайних точках коромысла устанавливаются либо закаленные накладки с рифлением, либо сырые растачиваемые накладки (рис.1.3.).

Данное решение позволяет обеспечить на стандартном 3-кулачковом патроне равномерное распределение зажимного усилия за счет увеличения числа точек контакта (6х60°) и за счет увеличения площади зажима. Это позволяет снизить зажимное усилие и повысить передаваемый крутящий момент и тем самым значительно снизить деформации детали.



Рис. 1.3. Маятниковый кулачок фирмы «SHUNK»

Кроме этого данное решение подходит для зажима как предварительно обработанной детали, так и детали с черновыми поверхностями, например, отливки, в этом случае все неровности компенсируются за счет качания коромысла.

Одним из наиболее действенных методов снижения деформаций заготовок, а также обеспечения точности, является использование шестикулачковых токарных патронов (рис.1.4.).



Рис. 1.4. Шестикулачковый токарный патрон

6-кулачковые патроны –техническое решение для эффективного зажима тонкостенных деталей. Конструкция данного патрона основана на движении попарно качающихся зажимных кулачков. Два базовых кулачка всегда попарно связаны друг с другом маятниковым мостом. Это позволяет повысить точность центрирования заготовки. Если маятниковый мост заблокировать, то патрон будет работать как самоцентрирующийся. Кроме этого за счет равномерного распределения зажимного усилия по 6 точкам снижаются деформации заготовки.

Концепция 6-кулачкового патрона с качающимися кулачками нашла свое развитие. Это полностью герметичные токарные патроны с эффектом притягивания обрабатываемой детали к базе. Патрон позволяет не только сцентрировать заготовку с высокой точностью за счет попарно качающихся кулачков, снизить деформации детали за счет равномерного распределения зажимного усилия, но и обеспечить минимальное радиальное и торцевое биение детали за счет эффекта притягивания.

1.3 Методики расчета деформаций при закреплении тонкостенных заготовок в приспособлении.

Методики расчета деформаций тонкостенных заготовок при закреплении в приспособлении можно разделить на теоретические расчеты и экспериментальные методы.

Теоретические методы расчета деформаций производятся с помощью курса сопротивления материалов. При этом учитывается, что тонкостенная заготовка представляет собой так называемую «оболочку», а радиальные усилия R приложены к точкам кольца, а не распределены по поверхности оболочки.

Погрешность закрепления тонкостенного кольца в трехкулачковом патроне характеризуется отклонениями формы его поперечного сечения под действием сил закрепления (рисунок 1.5). Можно утверждать с достаточной точностью, что обработанные в трехкулачковом патроне отверстия колец будут иметь отклонения формы (некруглость) W , равные погрешностям закрепления по величине и обратные им по направлению.

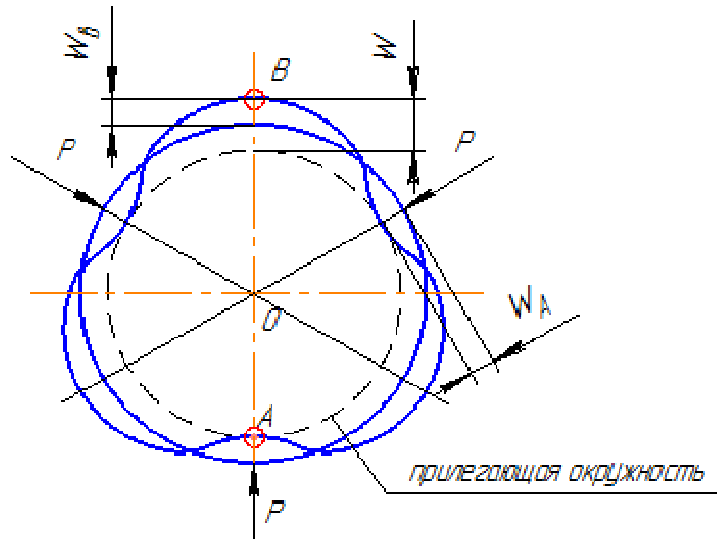


Рис. 1.5 Деформация кольца при закреплении в трехкулачковом патроне.

Следовательно, для предсказания величины некруглости отверстий после расточки их в трехкулачковом патроне, достаточно определить погрешность закрепления колец.

Погрешность закрепления, аналогичные закреплению в трехкулачковом патроне, будут наблюдаться и при закреплении тонкостенных колец в цангу с тремя лепестками с той лишь разницей, что величины погрешностей будут значительно меньшими, так как в последнем случае при зажиме имеет место действие распределенной нагрузки.

Погрешность закрепления могут быть определены расчетным, расчетно-экспериментальным и экспериментальным методами.

Для определения погрешности закрепления детали необходимо иметь схему ее закрепления (рисунок 1.6) и знать исходные данные. Усилие закрепления P можно определить из условия статического равновесия детали относительно приспособления в процессе обработки. Действующими силами являются: усилие закрепления P , силы трения F и силы резания P_x , P_y , P_z . Для простоты делаем допущение, что составляющие силы резания P_x и P_y достаточно малы и в дальнейших расчетах не учитываем. Для нахождения P достаточно составить уравнение статического равновесия кольца:

$$\sum M_0 = 0.$$

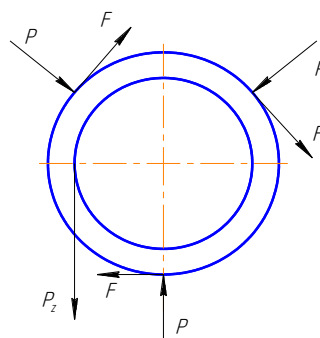


Рис. 1.6 Схема сил, действующих на кольцо при расточке отверстия в трехкулачковом патроне.

При закреплении тонкостенного кольца в трехкулачковом патроне по наружной цилиндрической поверхности в местах приложения усилий P имеет место прогиб кольца W_A , а между кулачками выпучивание W_B (см. рис. 1.5). [3]

Для определения погрешности формы внутренней поверхности кольца непосредственным промерами используется трехкулачковый патрон, в один из кулачков которого встроена гидравлическая мессдоза для контроля зажимного усилия. Патрон монтируется на неподвижном стенде. Общий вид установки приведен на рис. 1.7. При закреплении кольца сила Q контролируется по манометру мессдозы с использованием тарировочного графика.

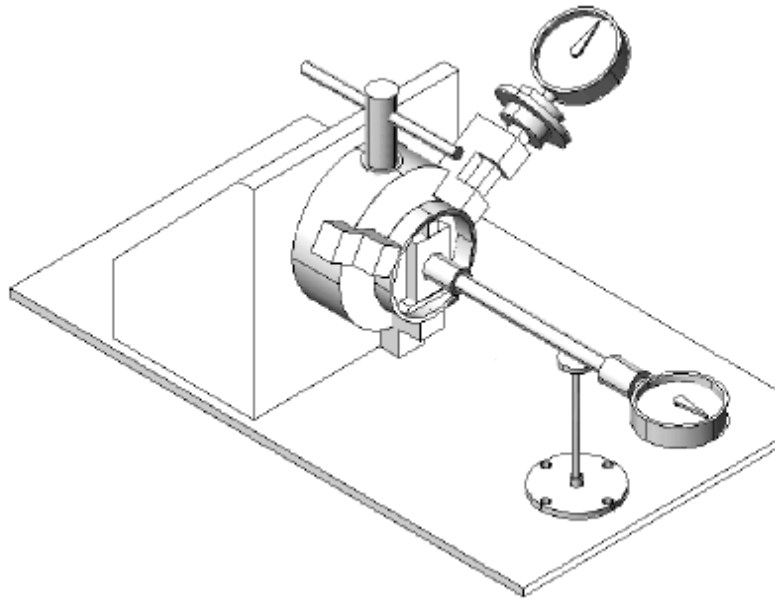


Рис. 1.7 Установка для измерения деформации тонкостенной заготовки.

Непосредственное измерение прогиба кольца под кулачками (δ_1') между кулачками (δ_0') производится нутромером индикаторного типа с ценой деления 0,01 мм. Число замеров при каждой нагрузке должно быть не менее трех. Величина деформации определяется как средняя арифметическая трех замеров. Величина деформация поперечного сечения кольца принимается равной 1/3 показаний индикатора.

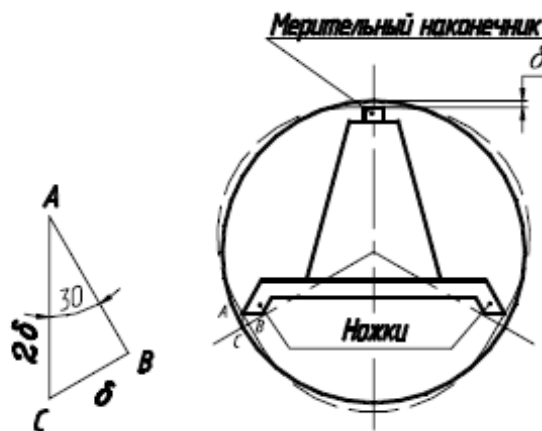


Рис. 1.8 Схема измерения.

Индикатор показывает сумму двух перемещений: мерительного наконечника и ножек прибора. Если мерительный наконечник перемещается на величину деформации кольца,

равную (рис. 1.8), то как видно из ABC , ножка прибора перемещается на величину 2Δ . Следовательно, общее перемещение будет равно откуда величина деформации кольца Δ в каждом случае будет равна $1/3$ показания индикатора.

Исследование деформаций может производиться с помощью САЕ-систем, которые в настоящее время активно используются в машиностроении. С помощью таких систем можно не только определить напряжение и деформацию в заданных точках, но и уменьшить себестоимость и время изготовления детали путем моделирования процессов на компьютере, вместо проведения испытаний в условиях эксплуатации.

Для решения поставленных в работе задач использовался программный комплекс SolidWorks, реализующий метод конечных элементов. В программе SolidWorks может быть была создана конечно-элементная модель, состоящая из деформируемой детали и воздействующих на нее элементов, заданы условия закрепления заготовки и нагрузки, действующие на заготовку.

На данный момент различные программные комплексы предлагают потребителям достаточно широкий спектр возможностей для выполнения расчетов по динамическим, статическим и ударным нагрузкам, для расчета вибраций и тепловых взаимодействий и др. Автоматизировав выполнение этих расчетов, можно уменьшить время производства продукции, исключив расчеты вручную.

1.4 Цель и задачи исследования

Цель исследования заключается в определении влияния деформации тонкостенной заготовки при закреплении ее в трехкулачковый патрон на точность обработки.

В связи с этим поставлены следующие задачи:

1. Определение деформации заготовки теоретическим путем.
2. Определение деформации заготовки экспериментальным путем на основе существующих методик.
3. Разработка методики определения деформации заготовки при закреплении в трехкулачковый патрон с помощью программного комплекса SolidWorks.
4. Определение эмпирических зависимостей деформации заготовки от внешних параметров (усилие зажима, толщина стенки заготовки, σ_b заготовки).
5. Исследование уменьшения деформаций путем совершенствования приспособления (Использование специальных накладок).

Глава 2. Моделирование процесса закрепления тонкостенных заготовок в приспособлении, определение деформаций и проведение точностных расчетов.

2.1. Моделирование закрепления тонкостенной заготовки в среде SolidWorks.

Базовые возможности анализа

SolidWorks позволяет выполнять следующие виды моделирования:

- ♦ статический анализ в упругой постановке с расчетом отдельных деталей по пространственной или оболочечной модели, а также сборок в трехмерной постановке с учетом взаимодействия деталей;
- ♦ расчет собственных частот и соответствующих им $f_{\text{фрм}}$ для деталей твердотельном или оболочечном представлении, а также сборок с неподвижными деталями;
- ♦ расчет величин критических нагрузок потери устойчивости и соответствующих им форм для деталей в твердотельном или оболочечном представлении, а также сборок с неподвижными деталями;
- ♦ тепловой расчет с учетом явлений теплопроводности, конвекции, излучения, но без учета движения сред;
- ♦ термоупругий анализ на базе результатов теплового расчета;
- ♦ параметрическая оптимизация по критерию минимизации/максимизации массы,

объема, собственных частот и критической силы;

- ♦ имитация деформирования конструкции с учетом физической и геометрической нелинейности, а также ввиду изменения нагрузок и температуры во времени;
- ♦ моделирование эффекта падения конструкции на жесткую или упругую поверхность;
- ♦ усталостный расчет с учетом кривых усталости, формы кривой нагрузки, а также линейной гипотезы суммирования повреждений.[4]

Для выполнения исследования деформации заготовки выбирается статический анализ. (Рис. 2.1)

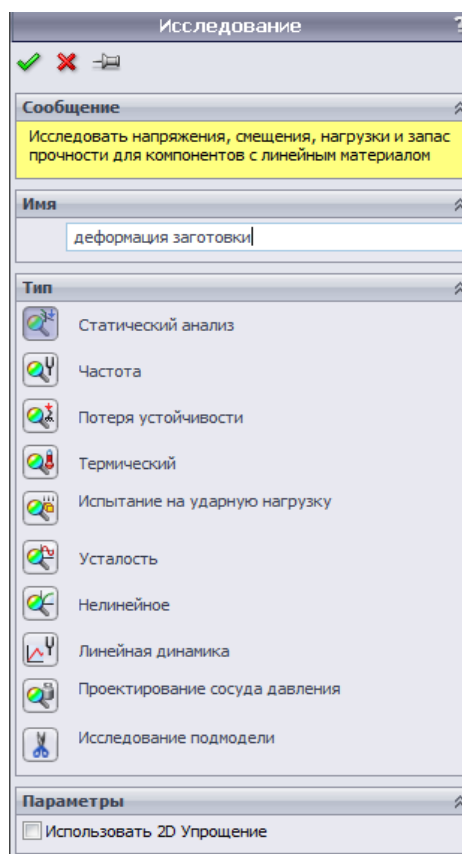


Рис. 2.1 Выбор вида анализа.

SolidWorks требует соблюдения базовой канвы алгоритма метода конечных элементов, предоставляя внутри каждого этапа определенную свободу в последовательности шагов подготовки модели и рассмотрения результатов. Для расчета в упругой постановке для моделей в твердом представлении предполагаемая цепочка событий описана ниже.

1. Создание анализа определенного типа и определение его настроек. Последние могут быть изменены в любой момент перед выполнением расчета.
 2. Заполнение, если необходимо, таблицы параметров, определяющей набор величин, которые могут изменяться (конкретно — для которых могут назначаться списки значений) в ходе расчета.
 3. Подготовка исходных данных внутри заданного анализа:
 - назначение материала детали или деталям;
 - назначение кинематических граничных условий;
 - назначение статических граничных условий;
 - назначение контактных граничных условий, если рассчитывается сборка или деталь из нескольких тел;
- создание сетки.

4. Связывание, в случае необходимости, параметров из таблицы параметров с соответствующими анализами.
5. Выполнение расчета.
6. Обработка результатов:
 - создание необходимых диаграмм;
 - анализ диаграмм;
 - экспорт результатов.

Процедура оптимизации базируется на результатах расчетов в линейной постановке (статического анализа, расчета на собственные частоты и на устойчивость). Усталостный анализ требует также выполнения как минимум одного статического расчета.[4]

Для определения деформации заготовки в программном комплексе SolidWorks, необходимо смоделировать взаимодействие компонентов трехкулачкового патрона и тонкостенной заготовки. Так как объектом исследования является деформация детали, то нет необходимости в полной сборке трехкулачкового патрона (Рис. 2.2), так как при решении поставленной задачи модели будут разбиваться по методу конечных элементов, что сильно увеличит продолжительность решения задачи. Достаточно смоделировать саму деталь и кулачки, которые и будут оказывать влияние на заготовку (Рис. 2.3).

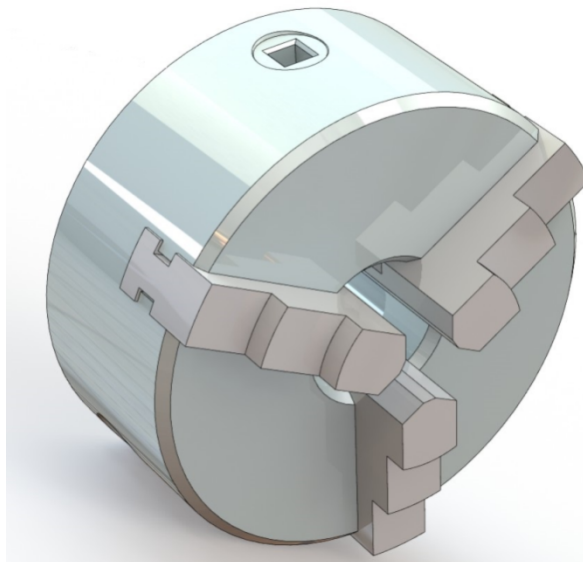


Рис.2.2 Сборочная модель трехкулачкового патрона

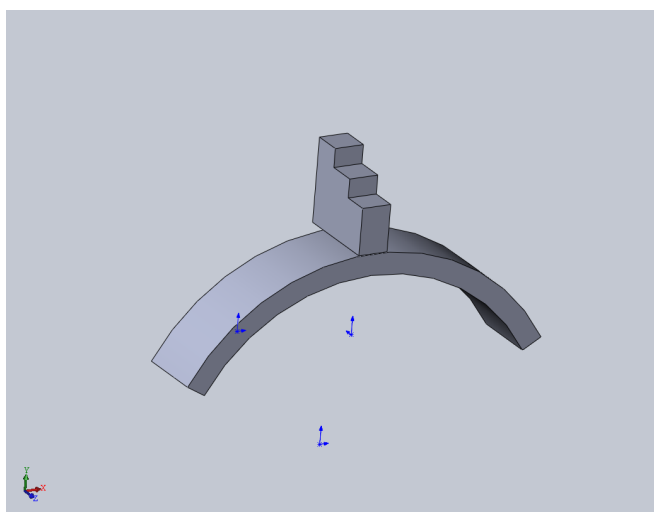


Рис. 2.3 Сборочная модель, состоящая из кулачков и цилиндра

Для решения поставленной задачи, необходимо определить взаимное геометрическое расположение моделей: заготовки и кулачков. Для частной задачи они выглядят следующим образом (Рис. 2.4):

1. Касательная – данный тип сопряжения позволяет определить взаимное расположение между нижним торцом кулачка и упорной поверхности цилиндра. Выполняет функцию «опорной» базы

2. Совпадение – данный тип сопряжения позволяет определить взаимное расположение между торцами кулачков и упорной поверхности цилиндра. Выполняет функцию «опорной» базы

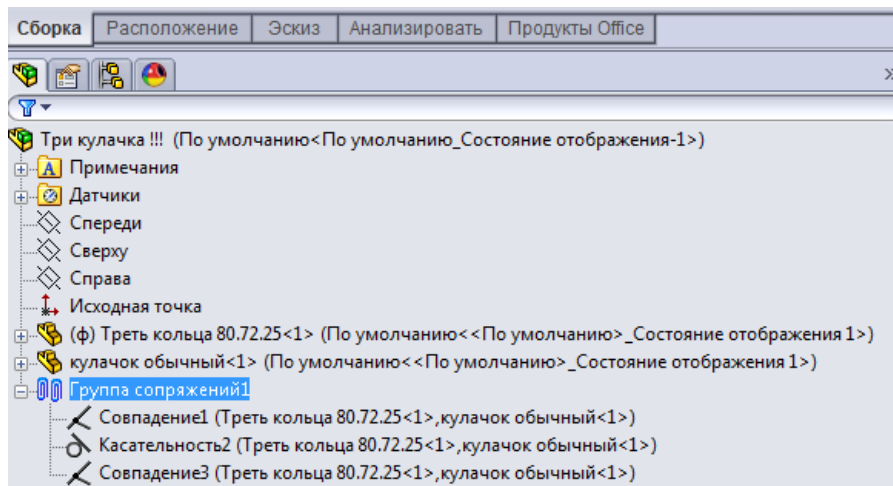


Рис. 2.4 Накладываемые сопряжения

Затем в Simulation выбирается тип «Статический анализ» и задаются все необходимые параметры для решения поставленной задачи:

- Выбрать материал для деталей сборки (Рис. 2.5 и 2.7).

Линейный расчет может выполняться с использованием *изотропных* и *орто-тропных* (ортогонально и цилиндрически) материалов. Расчет на падение может быть выполнен для деталей из пластичных материалов с изотропным или анизотропным упрочнением по модели Мизеса. В пределах одной детали в многотельном представлении для каждого из тел может быть назначен произвольный материал, любой из деталей сборки, а также любому телу может быть присвоен произвольный материал. В оболочечной модели при ее создании на базе поверхностей или граней материал (равно как и толщина) назначается независимо для каждой из граней оболочки. Если сетка оболочечных элементов строится на базе срединных поверхностей, то материал присваивается детали в целом.

При создании нового Упражнения материал по умолчанию назначается эквивалентным тому, который был присвоен детали при работе в SolidWorks. Пользователь может создавать собственные материалы и группы материалов.[4]

Для того, чтобы назначить материал в SolidWorksSimulation, в новом исследовании необходимо открыть вкладку «детали», и, нажав правой кнопкой мыши, выбрать команду «Применить/редактировать материал». (Рис. 2.5)

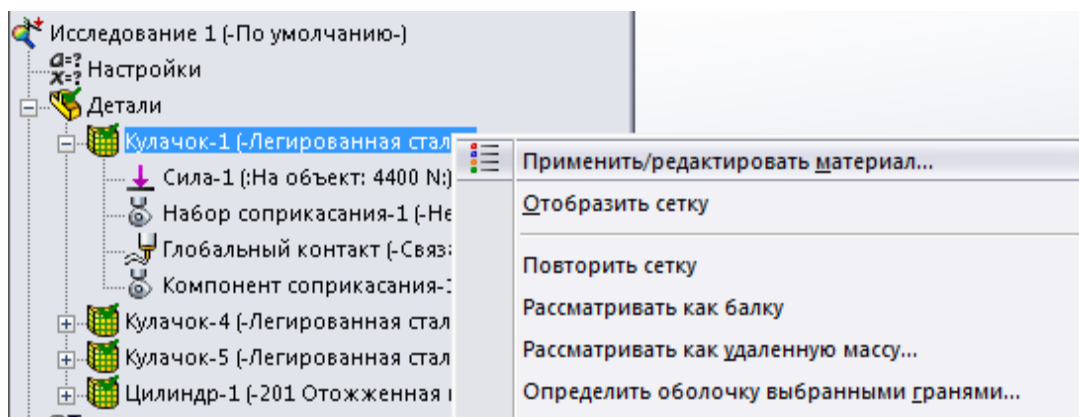


Рис. 2.5 Редактирование материала кулачка.

В появившемся окне (Рис. 2.6) пользователь может выбрать необходимый материал из справочника материалов SolidWorks. Если же необходимый материал не найден, пользователь может самостоятельно создать его со всеми необходимыми свойствами.

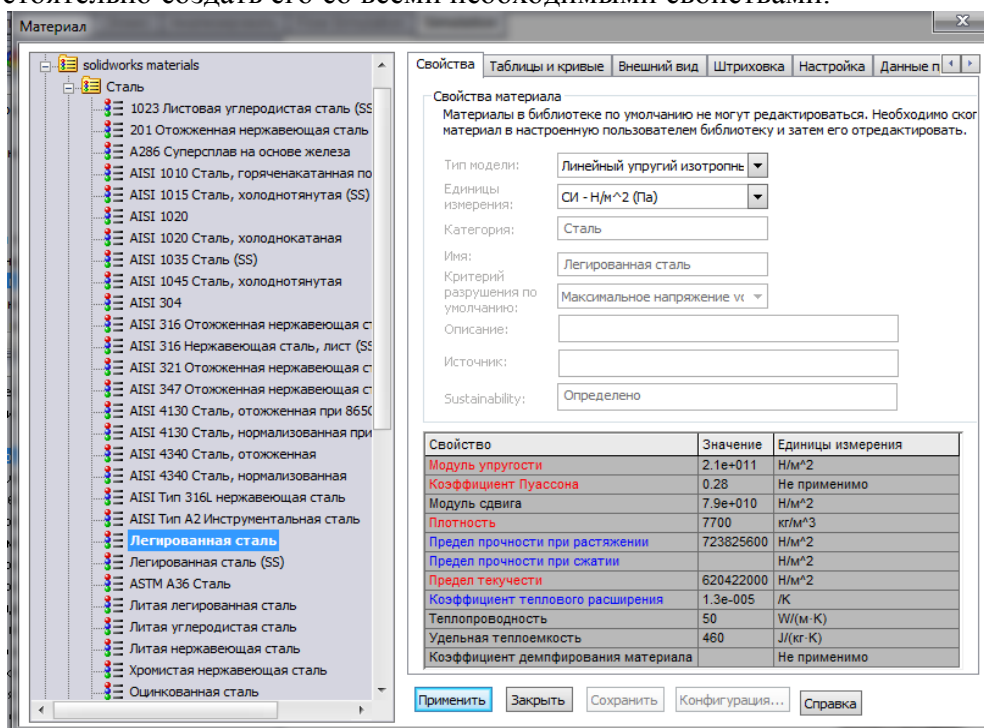


Рис. 2.6 Справочник материалов SolidWorks.

Для каждой модели необходимо выбирать материал вручную. После процедуры выбора, напротив каждой модели в скобках должен стоять выбранный материал. (Рис. 2.7)

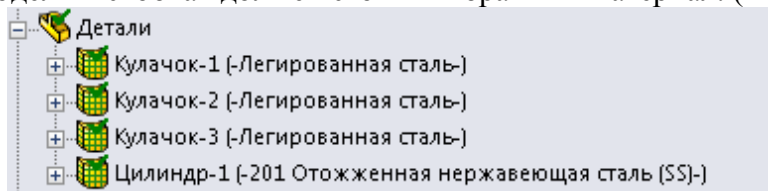


Рис. 2.7 Выбранные материалы для моделей.

Определить тип креплений: так как в сборке отсутствует сам трехкулачковый патрон, то его можно заменить креплением «зафиксированная геометрия» по торцу цилиндра, так как при зажиме в патрон сам цилиндр остается неподвижным (Рис. 2.8 и Рис. 2.9).

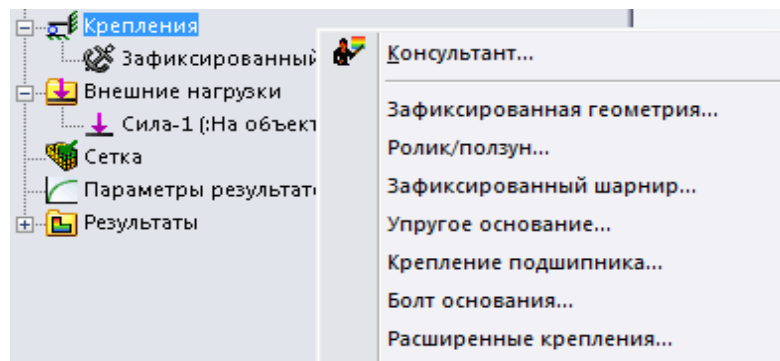


Рис. 2.8 Редактирование креплений

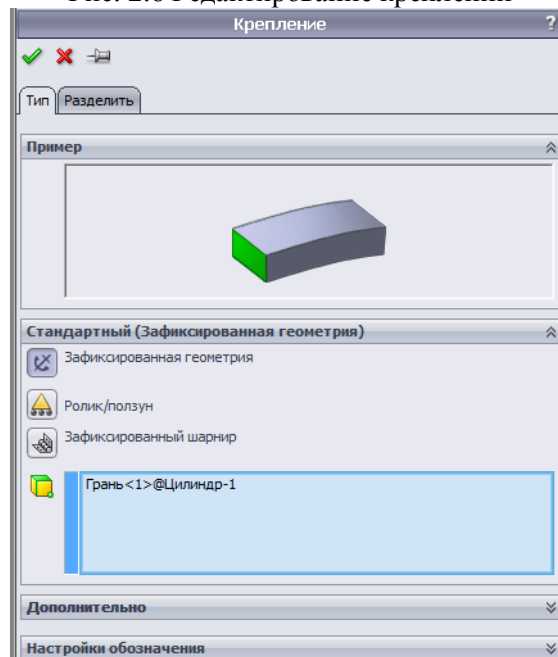


Рис. 2.9 Обозначение зафиксированной геометрии.

Определить тип соединений.

Расчетная модель сборки (многодетальной детали), а также модели, содержащей тела и оболочки, в статическом, нелинейном и тепловом анализе может содержать *контактные граничные условия* следующих типов:

- ♦ совместное перемещение — Связанные (Bonded). В версиях до 2006 года оно использовалось только для связывания граней и оболочек. В последующих версиях в первое из множеств, обрабатываемых этим условием, могут входить также кромки и вершины;
- ♦ независимое перемещение — Свободно (Free);
- ♦ проскальзывание и выход из контакта, реализуемое в вариантах:
 - Узелкузлу (Node to node);
 - **Узел к поверхности (Node to surface);**
 - **Поверхность с поверхностью (Surface to surface);**
- ♦ вход в контакт, реализуемый через:
 - **Узел к поверхности;**
 - **Поверхность с поверхностью;**
- ♦ наличие начального контакта для *малых зазоров*;
- ♦ имитацию *горячей посадки* (ShrinkFit) для тел; [4]

Необходимо определить условия взаимодействия взаимодействующих поверхностей, то есть подходит условие «Нет проникновения» между контактирующими поверхностями кулачков и цилиндра.

(Рис. 2.10 и Рис. 2.11).

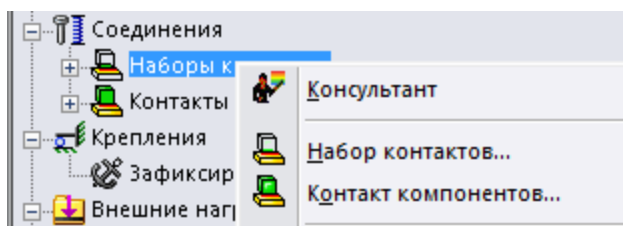


Рис. 2.10 Редактирование соединений.

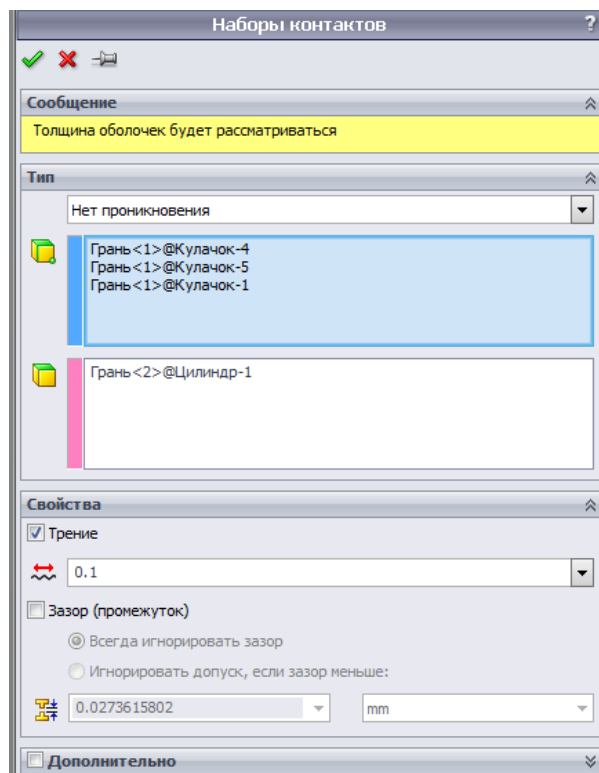


Рис. 2.11 Обозначение компонентов соприкосновения.

Задать внешние нагрузки.

Для выполнения исследования необходимо определить усилие зажима и поверхность, к которой прикладывается сила. (Рис. 2.12 и Рис. 2.13)

Нагрузки и перемещения могут быть ориентированы относительно глобальной системы координат, справочных систем координат, объектов справочной геометрии: плоскостей, граней, кромок, осей, а также относительно цилиндрических и сферических объектов.

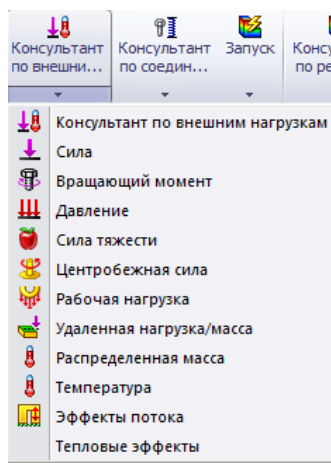


Рис. 2.12 Редактирование нагрузок

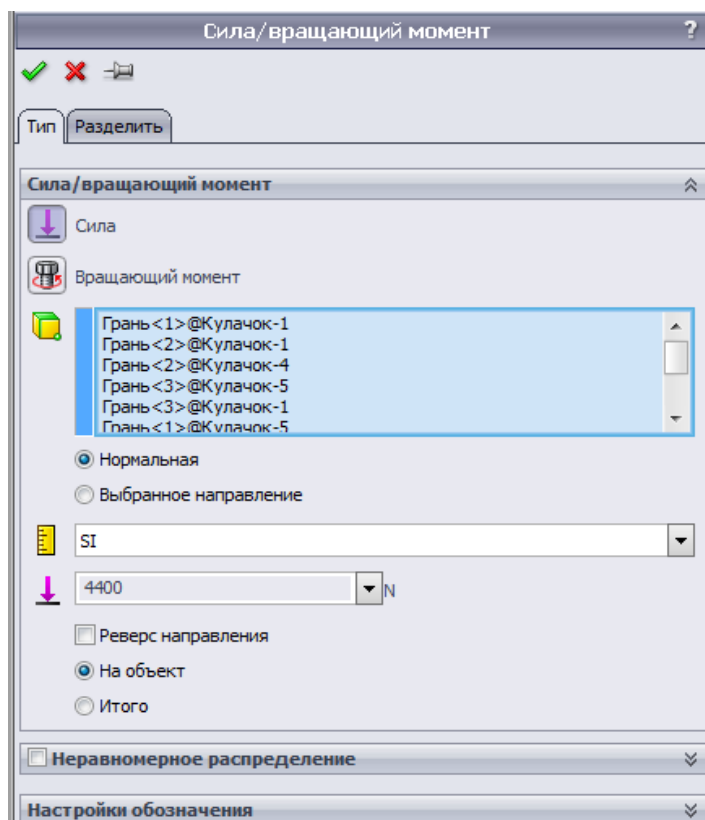


Рис. 2.13 Обозначение внешних нагрузок.

Создается сетка (при этом можно изменять ее тип и параметры)

Построение сетки осуществляется автоматически без возможности последующей корректировки. В версии 2007 года можно, опять же в автоматическом режиме, запустить повторную генерацию сетки для тел объектов, которые не вошли в сетку. В этом случае сетка будет несовместной.

Начиная с версии 2006 года, появились *несовместные сетки* для граней, сопряженных контактным условием Связанные(Bonded). Это предполагает возможность несовпадения узлов на гранях, которые деформируются совместно.

Предусмотрены инструменты управления плотностью сетки, однако назначение переменной плотности в зависимости от направления невозможно. Р-адаптивная сетка предполагает изменение порядка конечных элементов в зонах значительного градиента плотности энергии деформирования. Возможно и h-адаптивное уплотнение (уплотнение/разуплотнение) сетки.

Создание сетки применительно к контактным задачам происходит автоматически после назначения пользователем (по умолчанию или в явном виде) типа контактных граничных условий.

Гибридные (комбинированные) сетки конечных элементов твердых тел и оболочек, доступные, начиная с версии 2006 года, требуют назначения условий сопряжения тел и оболочек в явном виде. Контактные условия по умолчанию на модель контакта i-раней и кромок оболочек с гранями и кромками тел не влияют.[4]

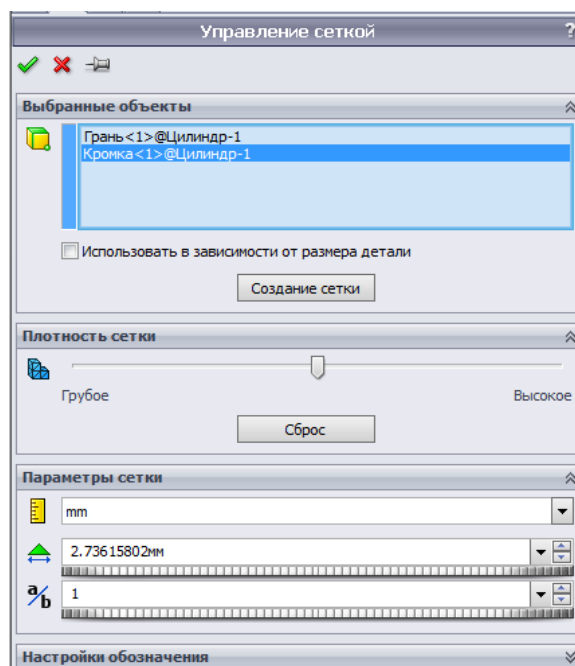


Рис. 2.14 Вкладка редактирования сетки

Полученные результаты можно оптимизировать.

Для этого используется инструмент «Исследование проектирования», который позволяет просчитать деформации детали при изменении различных геометрических параметров, материала или приложенных нагрузок.

Для этого необходимо определить необходимые параметры в качестве переменных. Затем необходимо наложить ограничения на сборку. В качестве ограничений могут выступать различные значения датчиков (напряжение, перемещение, масса, частотные колебания и др.). Затем необходимо обозначить цель проектирования – в нашем случае мы стремимся к уменьшению сдвигов стенок цилиндра под действием внешних нагрузок. Следовательно, во вкладке «цели» определяем датчик перемещения и настраиваем таким образом, чтобы система выявила значения переменных, при которых перемещения будут минимальны. (Рис. 2.16)

Для выполнения исследования проектирования необходимо запустить инструмент (рис. 2.15)

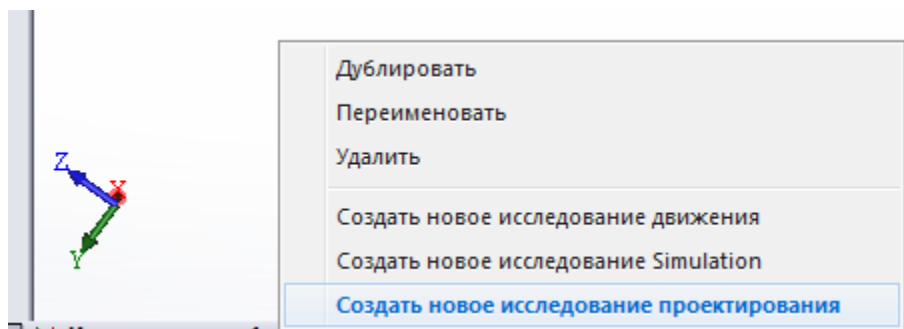


Рис. 2.15 Запуск исследования проектирования.

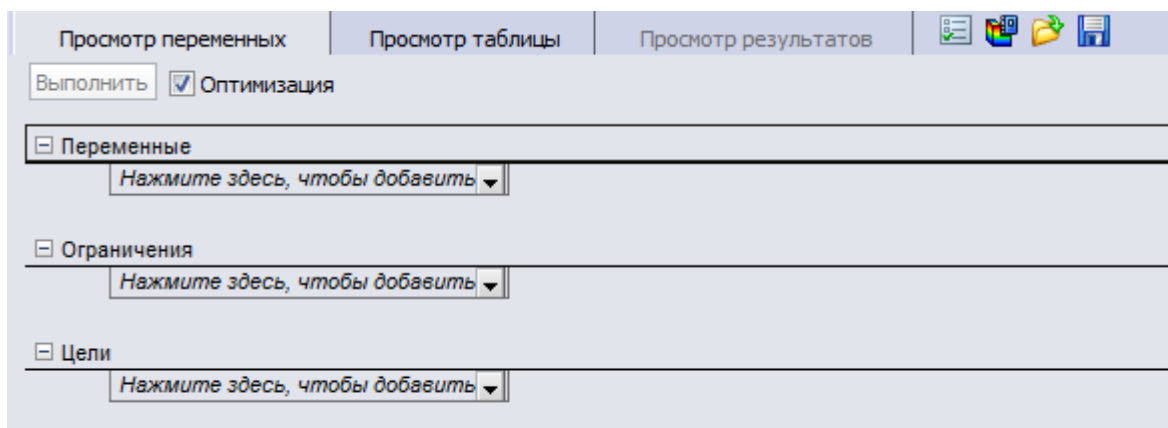


Рис. 2.16. Определение начальных условий для исследования проектирования.

Для решения разрешающей системы линейных уравнений, а также для задачи собственных значений и теплового анализа, начиная с версии 2007 года, предлагается два решателя: итерационный и прямой. В ранних релизах присутствовал еще один итерационный решатель, который с точки зрения устойчивости вычисления был, по сути, эквивалентен оставшемуся, но требовал намного больше вычислительных ресурсов.

Программа предлагает разнообразные способы отображения диаграмм с результатами: закраской, изолиниями, сечениями, в деформированном виде, с наложением на исходную модель, в расчлененном состоянии для сборок, получение результатов в численном виде в конкретной точке, расчету интегральных величин в пределах выбранного объекта геометрии, построения графиков и т. д.

SolidWorks может воспринимать нагрузки движения, полученные в расчетах сборок посредством SolidMotion, и преобразовывать их в инерционные нагрузки для отдельных деталей.

Также программа способна импортировать информацию о распределении температуры и давления из SolidFioWorks. Если более конкретно, то, начиная с версии 2006 года, состав транслируемой информации для структурного анализа следующий:

- ♦ избыточное давление;
- ♦ сдвиговые напряжения на гранях тел, взаимодействующих с текучей средой;
- ♦ температура текучей среды возле стенок тел на дальней от стенки поверхности пограничного слоя;
- ♦ распределение температуры в телах.

Для теплового анализа передаются:

- ♦ распределение коэффициентов теплоотдачи;
- ♦ температура окружающей среды, назначенная в COSMOSFioWorks в поле Environmenttemperature.[4]

3. Расчет деформации заготовки с помощью программного комплекса SolidWorks

3.1 Расчет деформации заготовки в трех кулачковом патроне с помощью программного комплекса SolidWorks.

Для определения деформации заготовки в программном комплексе SolidWorks, необходимо смоделировать взаимодействие компонентов трехкулачкового патрона и тонкостенной заготовки. Так как объектом исследования является деформация детали, то нет необходимости в полной сборке трехкулачкового патрона (Рис 3.1.), так как при решении поставленной задачи модели будут разбиваться по методу конечных элементов, что сильно увеличит продолжительность решения задачи. Достаточно смоделировать саму деталь и кулачки, которые и будут оказывать влияние на заготовку (Рис.3.2).

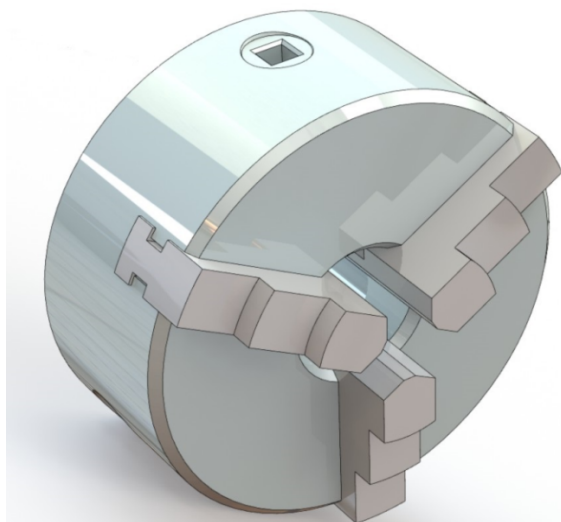


Рис.3.1 Сборочная модель трехкулачкового патрона.

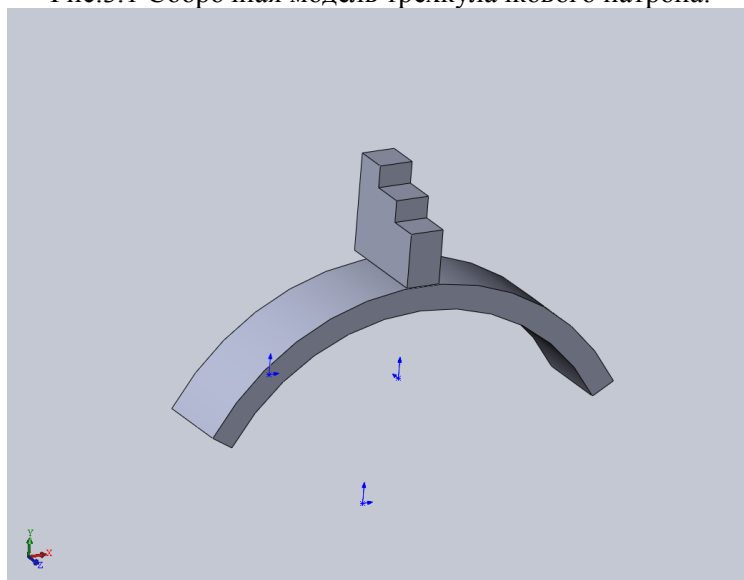


Рис.3.2 Сборочная модель кулачка и детали.

3.1.1 С обычными кулачками

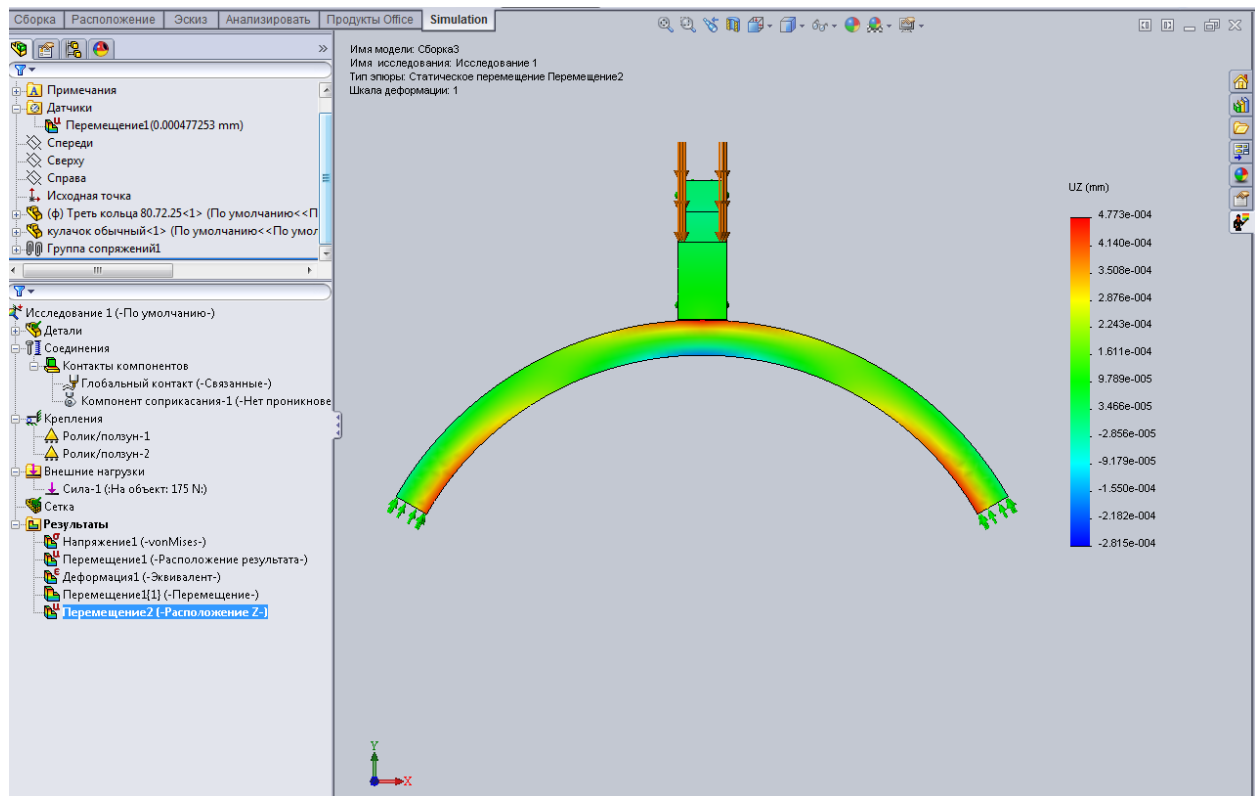


Рис.3.3 Результаты исследования сборочной модели кулачка и детали.

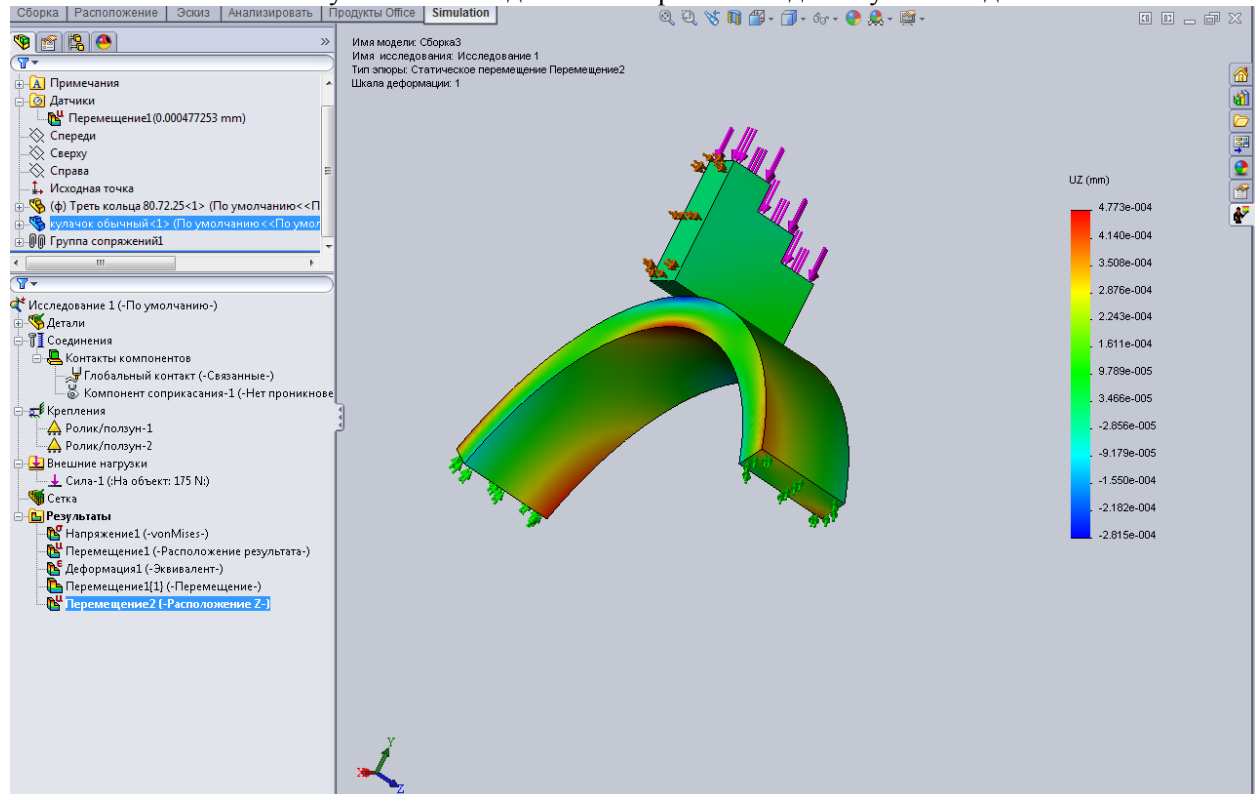


Рис.3.4 Результаты исследования сборочной модели кулачка и детали.

3.1.2 С расточенными кулачками

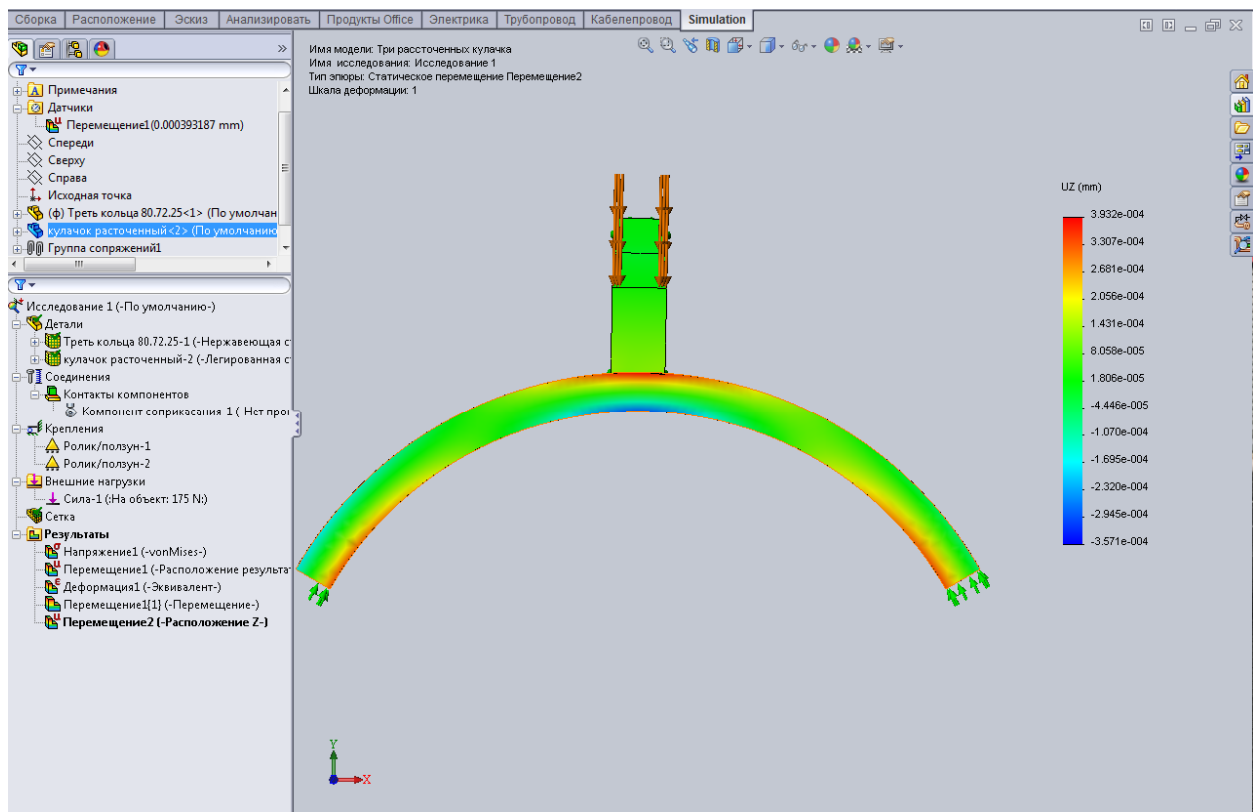


Рис.3.5 Результаты исследования сборочной модели расточенного кулачка и детали.

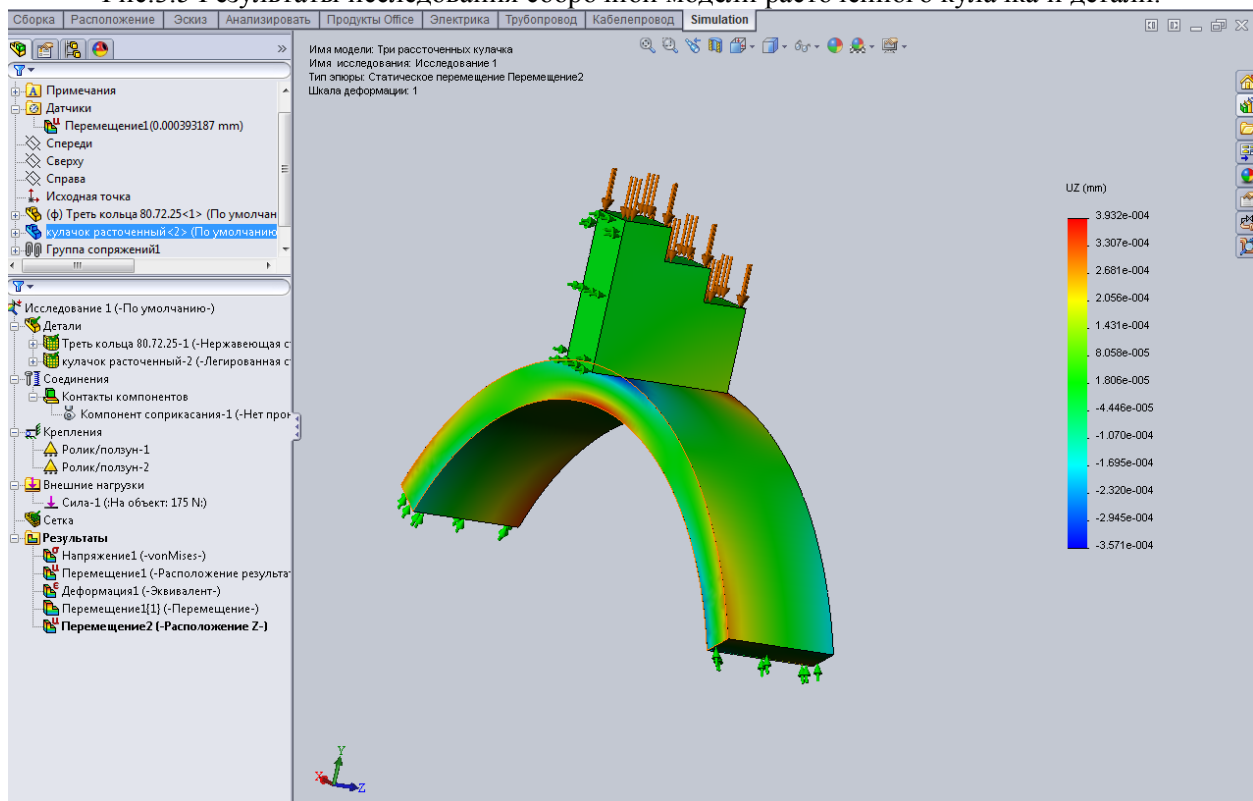


Рис.3.6 Результаты исследования сборочной модели расточенного кулачка и детали.

3.2 Расчет деформации заготовки в при зажиме в кулачках со вставками из стеклолиста с помощью программного комплекса SolidWorks.

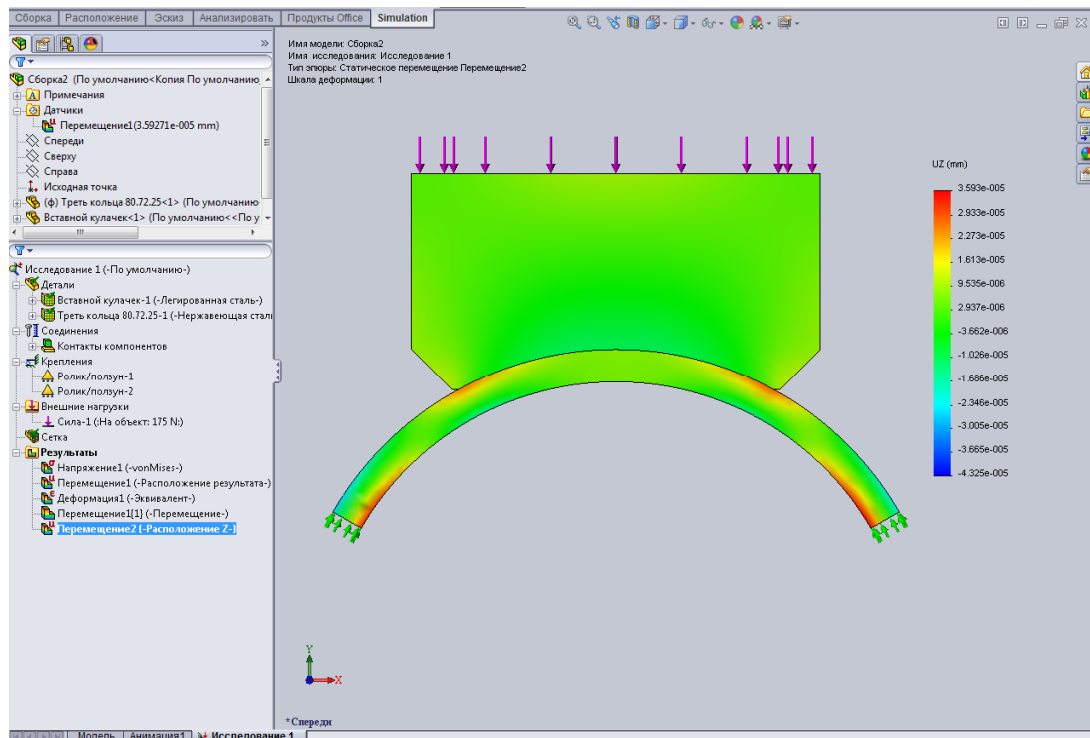


Рис.3.7 Результаты исследования сборочной модели кулачка с вставками из стеклолиста и детали.

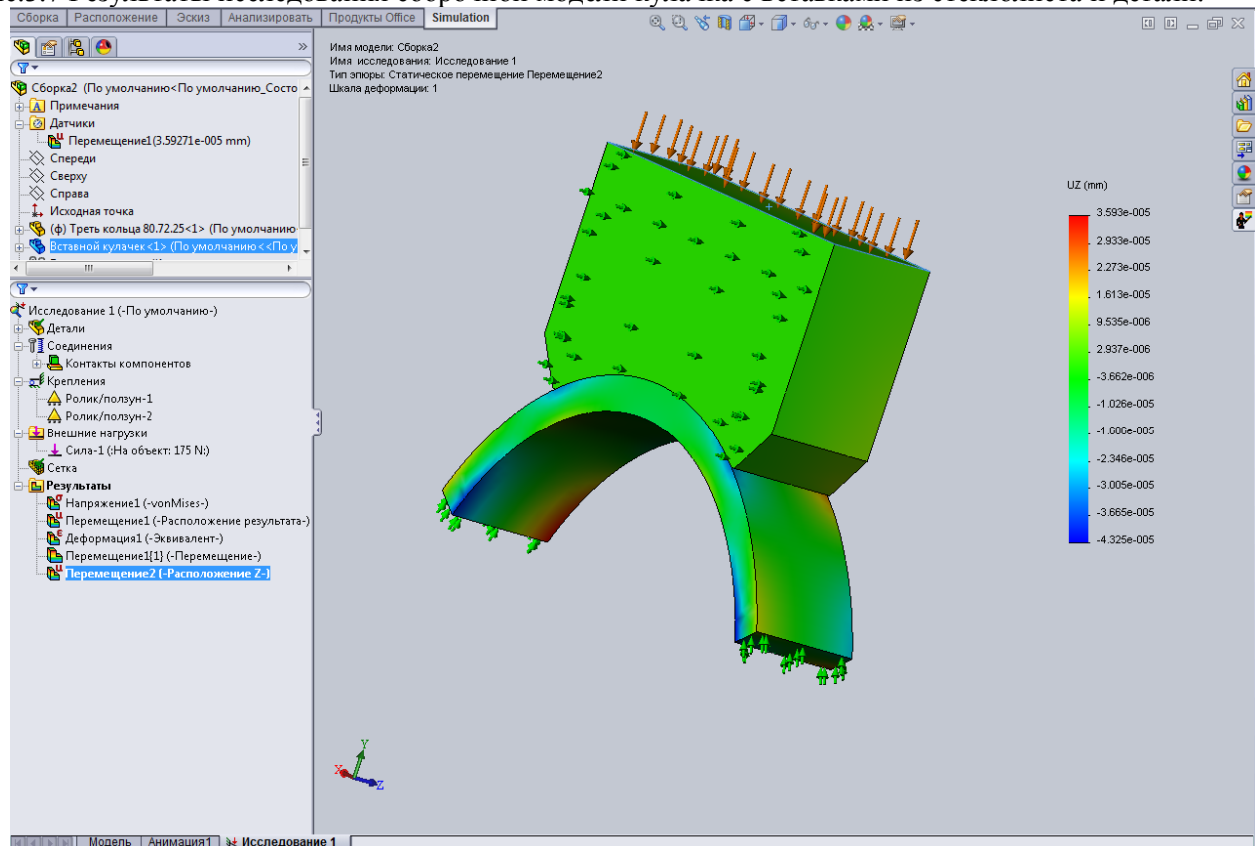


Рис.3.8 Результаты исследования сборочной модели кулачка с вставками из стеклолиста и детали.

Вывод: исследование показало, что при использовании кулачков с вставками из стеклолиста деформации в осевом и поперечном направлениях уменьшаются на порядок.

Снижение деформаций тонкостенной детали обеспечивается благодаря большому углу охвата расточенного кулачка и благодаря высокому коэффициенту трения. Коэффициент трения стеклопластика составляет 0,3 – 0,4, за счет чего возможна передача высокого крутящего момента при малом зажимном усилии.

Литература

1. А.Г. Сулов, А.М. Дальский «Научные основы технологии машиностроения». – М.:Машиностроение; 2002. -684с.: ил.
2. В.С. Корсаков «Точность механической обработки». – М.:МАШГИЗ; 1961.- 380с.
3. Бурова Н.М., Логунова Э.Р. «Определение погрешности закрепления деталей». Озерский технологический институт-филиал НИЯУ МИФИ. – 2011г. 8 стр.
4. Алямовский, А. А. SolidWorks 2007/2008. Компьютерное моделирование в инженерной практике / А. А. Алямовский, А. А. Собачкин, Е. В. Одинцов, А. И. Харитонович, Н. Б. Пономарев. — СПб.: БХВ-Петербург, 2008. — 1040 с.: ил.