

1.11. СОЗДАНИЕ РАСЧЕТНОЙ МОДЕЛИ

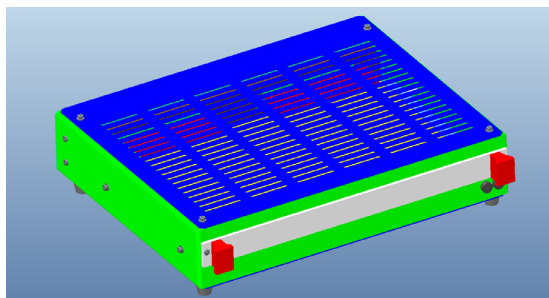
Цель лекции: изучение методов создания расчетных моделей приборных конструкций.

1.11.1. АНАЛИЗ И УЛУЧШЕНИЕ СБОРОЧНОГО СОСТАВА

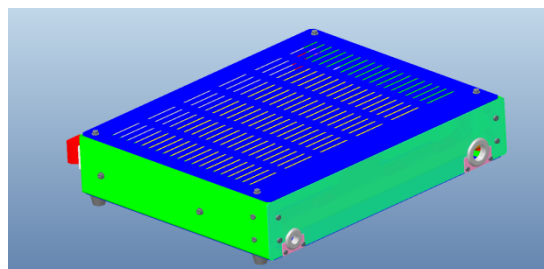
Анализ и улучшение сборочного состава проводится с целью исключения незначимых, стандартных компонентов, унифицированных и заимствованных узлов, иных компонентов, структура которых доподлинно не известна или эксплуатационные характеристики которых указаны в соответствующих сопроводительных документах.

Работая в рамках системы PDM, следует помнить, что прямое редактирование конструкторской модели нежелательно, т.к. это может повлиять на сборочный состав изделия, формируемый PDM, а также на остальные части проекта, находящиеся в параметрической зависимости (чертежи, технологические модули и т.д.). Поэтому рекомендуется использовать упрощенные модели, представления, таблицы семейств, скелетоны с мастер-геометрией, подмену реального компонента его упрощенной геометрией.

Процедура улучшения сборочного состава выглядит следующим образом. Возьмем конструкторскую модель изделия (рис. 1.88).



а)

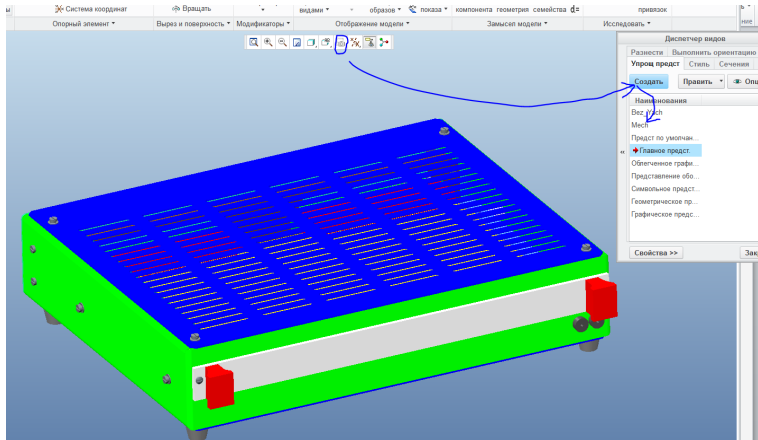


б)

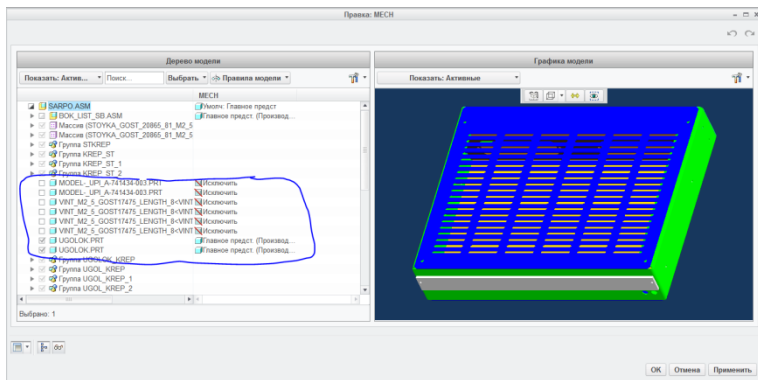
Рис. 1.88. Конструкторская модель изделия: вид спереди (а); вид сзади (б)

Изделие можно разбить на две части: функциональную и несущую. К несущей относятся алюминиевые листы, ячейка в сборе без элементов. Остальные элементы являются унифицированными, поэтому их можно исключить.

Для этого создаем упрощенное представление с любым именем (здесь и далее будет использоваться имя “Mech”, рис. 1.89).



а)



б)

Рис. 1.89. Создание упрощенного представления: диспетчер видов (а); диспетчер модели (б)

На рис. 1.89, б в появившемся меню у всех исключаемых деталей нужно выставить статус «Исключить» и нажать кнопку «ОК». Затем необходимо применить принцип «рекурсии», т.е. открыть последовательно все под сборки, под сборки в под сборках и т.д. и применить ту же процедуру, как показано на рис. 1.89.

Далее необходимо применить принцип «Упрощенные сборки состоят из упрощенных компонентов». Для этого нужно сделать «подмену» подборок на их упрощенные представления. Потребуется дополнительная корректировка созданного упрощенного представления “Mech” (рис. 1.90).

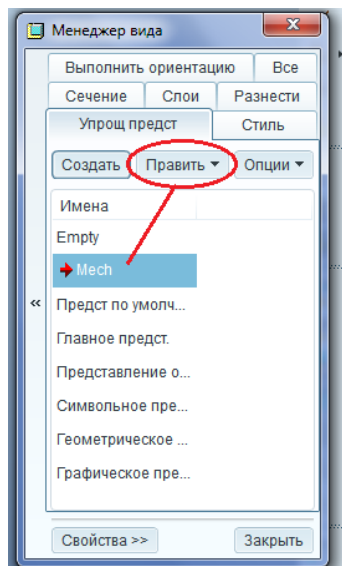


Рис. 1.90. Корректировка созданного упрощенного представления

Вызываем меню «Править» – «Переопределить» (рис. 1.91).

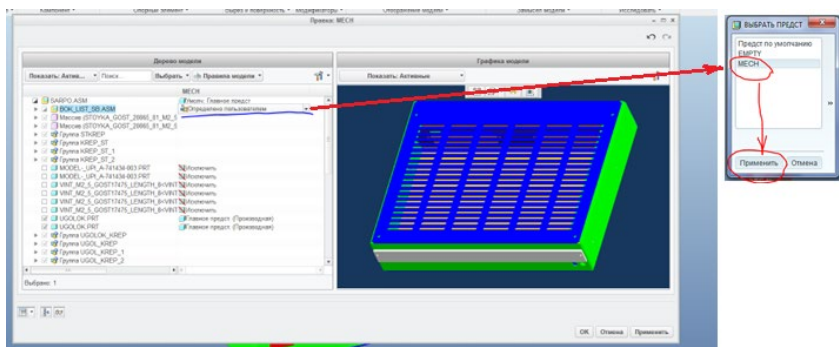


Рис. 1.91. Меню «Править» – «Переопределить»

Для каждой сборки переключаем статус на «Определено пользователем» – «Mesh», как показано на рис. 1.91. Процедуру следует начинать с самой «вложенной» сборки, а закончить сборкой верхнего уровня, последовательно открывая их и переопределяя упрощенные представления.

1.11.2. УПРОЩЕНИЕ ГЕОМЕТРИИ

Упрощение геометрии – процедура, направленная на уменьшение количества объемных элементов сетки без существенной потери адекватности модели. Сеточная модель прибора представлена на рис. 1.92:

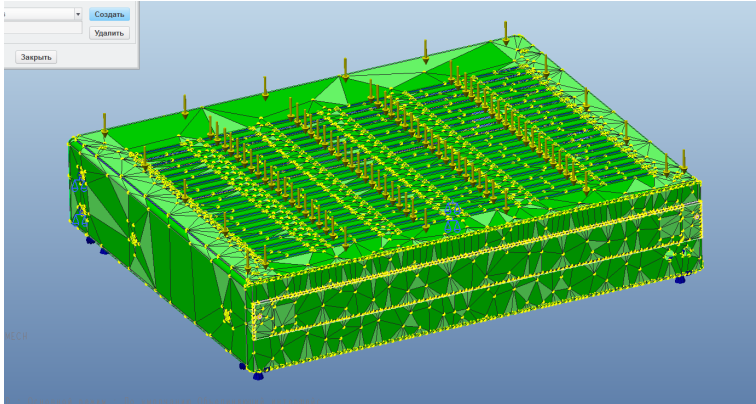


Рис. 1.92. Сеточная модель прибора

Количество элементов сетки еще называют мощностью или размерностью задачи. Размерность задачи не зависит от габаритов модели. Для ее снижения необходимо провести экспертную оценку геометрии с целью выявления относительно малых несущественных ее элементов. К таким элементам могут относиться фаски кромок, скругления кромок, мелкие отверстия и т.д. Общими словами такие элементы можно охарактеризовать как незначимые относительно мелкие элементы геометрии, располагающиеся в предполагаемых малонагруженных зонах. Выявление таких зон зависит от квалификации конструктора, поэтому рекомендуется проводить экспертную оценку значимости элементов геометрии.

Аналогично сборочным единицам упрощение геометрии детали нельзя проводить за счет непосредственного редактирования конструкторской модели. Поэтому необходимо применять различные варианты по созданию расчетных представлений, такие как упрощенные представления, семейства, наследование геометрии и т.д.

Проведем упрощение вовлеченных в расчет компонентов. Начнем со скобы (рис. 1.93).

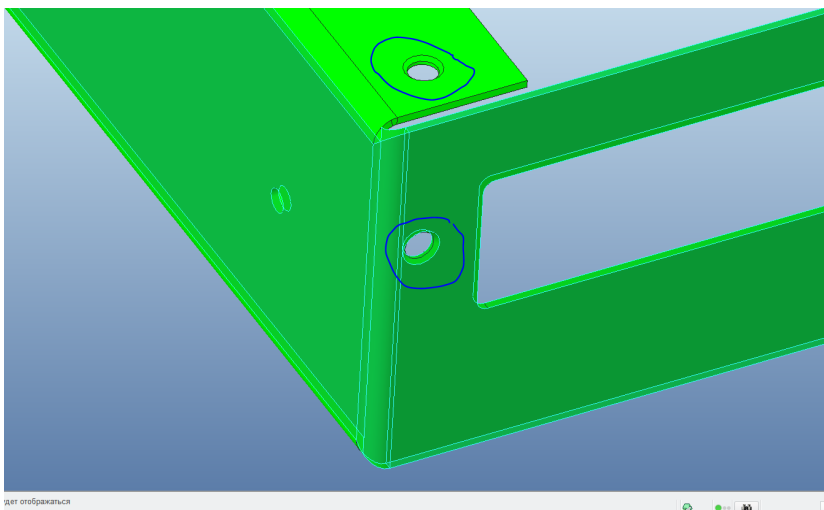


Рис. 1.93. Несущественные для расчета зоны скобы

На рис. 3.12 отмечены зоны, которые, по мнению конструктора, были признаны несущественными для расчета – это фаски на отверстиях под винты с потайной головкой. Эти элементы исключаются из расчета при помощи упрощенного представления “Mech” (рис. 1.94).

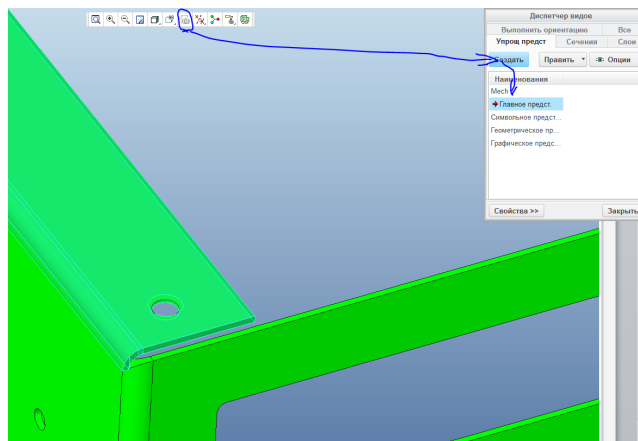


Рис. 1.94. Создание упрощенного представления скобы

Далее из появившегося меню выбираем вариант «Элементы» (рис. 1.95).

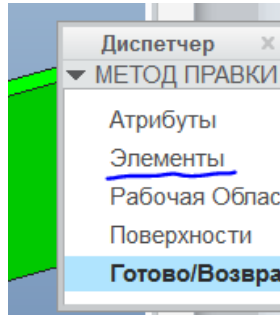


Рис. 1.95. Выбор элементов в Диспетчере

Дерево команд разделится на две части. В левой части будет по-прежнему располагаться дерево элементов (фичеров), а в правой – их статус (рис. 1.96).

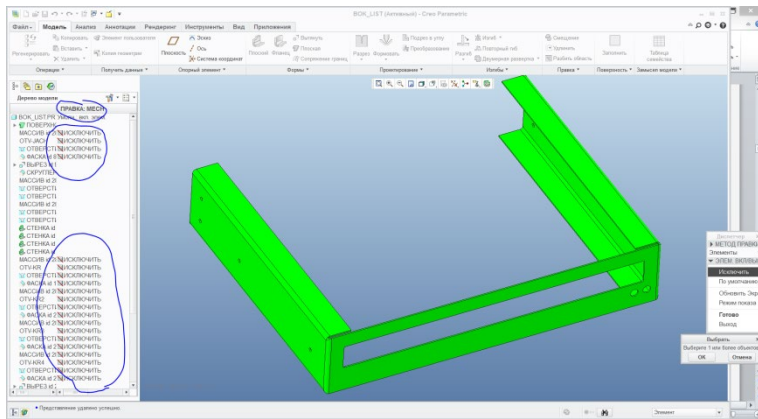


Рис. 1.96. Разделенное дерево команд

В верхней строке указан статус фичеров по умолчанию. В данном случае по умолчанию фичеры будут участвовать в расчете. В меню справа включаем статус «Исключить» и производим выбор исключаемых фичеров как непосредственно на модели, так и из дерева. Периодически рекомендуется использовать команду «Обновить экран», чтобы визуализировать совершаемое упрощение. Если какой-то элемент исключен ошибочно, то в правом меню выбираем вариант «По умолчанию» и указываем в дереве возвращаемый фичер. По окончании работы нажимаем кнопку «Готово».

Точно так же поступаем с другими деталями прибора.

После того, как все необходимые упрощения сделаны, следует ввести в упрощенные представления соответствующих сборок. Для этого нужно открыть сборку, в которую деталь входит непосредственно и создать или откорректировать соответствующее упрощенное представление.

При переключении с главного представления на представление “Mech” мы должны видеть исчезновение исключенных компонентов и упрощенный вид деталей.

Перед началом работы с Creo/Simulate нужно настроить систему единиц. Для этого предварительно необходимо включить главное представление, т.к. смена единиц измерения доступна только для него. Выбираем меню «Файл» – «Свойства» (рис. 1.97).

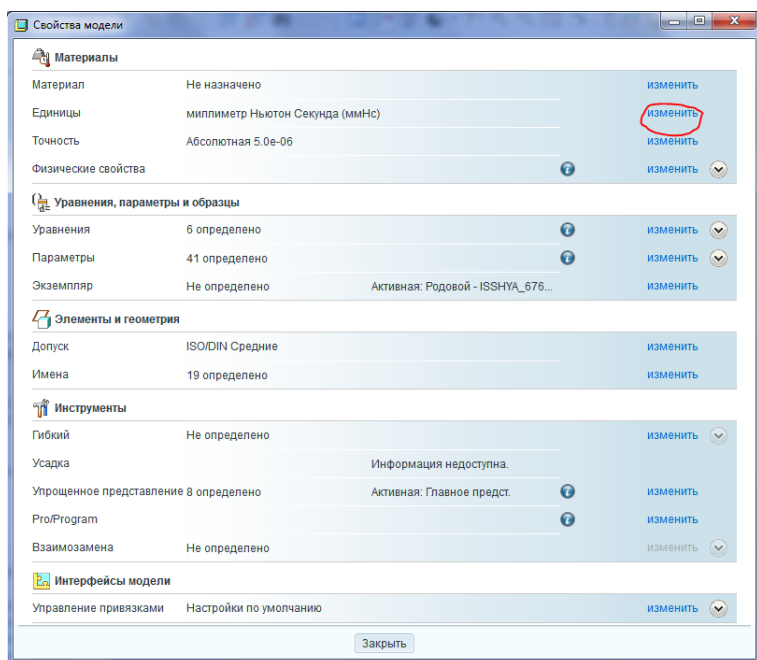


Рис. 1.97. Окно свойств модели, смена единиц измерения

Выбираем удобную для расчета систему единиц и при необходимости указываем системе «Выполнить преобразование».

Проект необходимо сохранить, геометрическое упрощение закончено.

1.11.3. ЗАДАНИЕ МАТЕРИАЛОВ

Все вовлеченные в расчет детали должны обладать физическими свойствами. Для этого им необходимо назначить материалы.

Назначение можно сделать двумя способами:

- в самой САПР Creo/Parametric, выполнив команду «Файл» – «Свойства» – «Материал»;
- в модуле Механики, применив назначение материала.

В первом случае назначение материала отражается на всех модулях Creo/Parametric, являясь, как бы, материалом по умолчанию. Во втором слу-

чае, назначение отражается только на расчетном модуле, при этом назначенный конструктором материал в Creo/Parametric остается нетронутым.

При назначении материала необходимо проследить за тем, чтобы все необходимые его свойства были введены правильно (рис. 1.98):

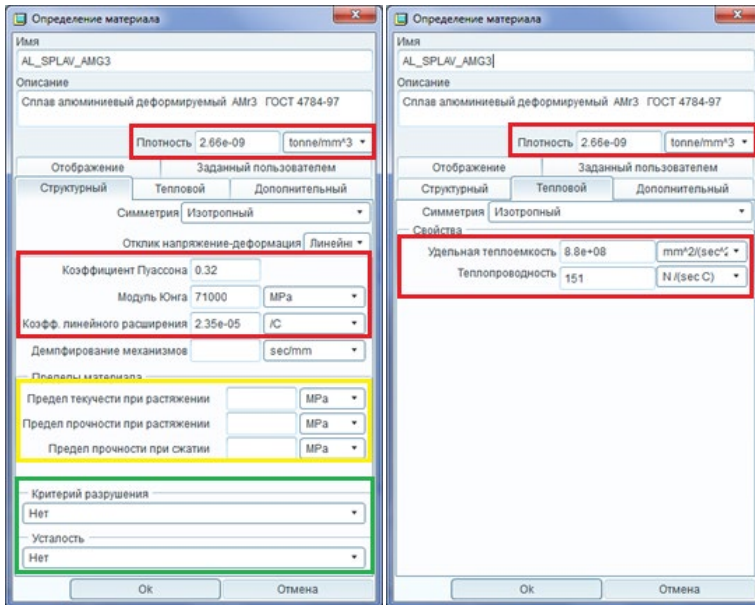


Рис. 1.98. Назначение физических свойств материалов

Необходимо наличие следующих значений для прочностного анализа (на рис. 1.98 обведено красным):

- плотность;
- коэффициент Пуассона;
- модуль Юнга;
- коэффициент линейного расширения;
- для теплового анализа:

- плотность;
- удельная теплоемкость;
- теплопроводность;

Отсутствие хотя бы одного из этих параметров неминуемо приведет к ошибке в соответствующем расчете.

Следующие параметры можно опционально вводить для линейного типа материала, а для упруго-пластического типа материала их ввод обязателен (на рис. 1.98 обведено желтым):

- предел текучести при растяжении;
- предел прочности при растяжении;
- предел прочности при сжатии.

Также можно задать «Критерий разрушения» материала (предел текучести или предел прочности, на рис. 1.98 обведено зеленым). В этом случае появится возможность просчитать запас прочности. Критерий «Усталость» обязательно задавать только в том случае, если проводится анализ на усталостные разрушения.

Используемые материалы сначала нужно перебросить в модель. Для этого нажимаем кнопку «Больше» (рис. 1.99), после чего получаем возможность работать с библиотекой (рис. 1.100).

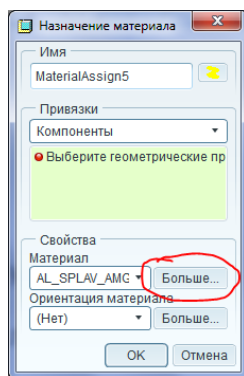


Рис. 1.99. Добавление материалов в модель

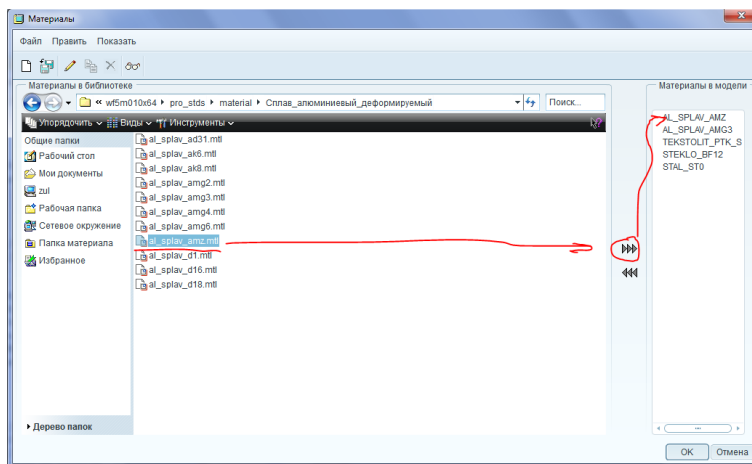


Рис. 1.100. Материалы в библиотеке

Перебрасываем в правый список сразу все необходимые материалы, создаем недостающие. Далее каждой детали (если необходимо переопределить материал) назначаем желаемый.

В итоге у тех деталей, материал которых назначен в Simulate, появится особый знак желтого цвета (ярлык, рис. 1.101).

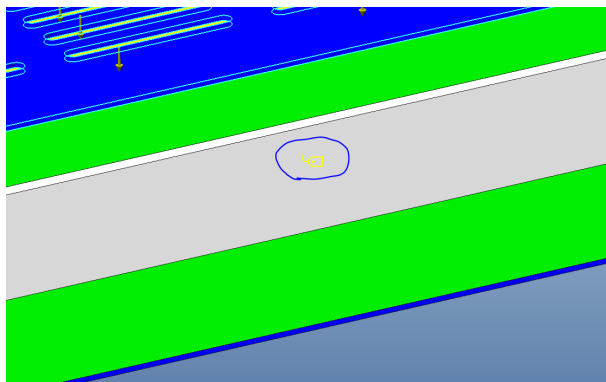


Рис. 1.101. Ярлык детали с назначенным материалом

1.11.4. ИДЕАЛИЗАЦИЯ ВЗАИМОСВЯЗЕЙ

При расчете сборочных единиц необходимо назначать механические или тепловые взаимосвязи. Компонент, не связанный или недостаточно связанный с другими, вызывает сбой в расчете.

Механические взаимосвязи определяются интерфейсом по умолчанию, частным интерфейсом, сваркой, жесткой связью, болтовым соединением, весовой связью, жесткой связью.

Интерфейс по умолчанию отвечает за взаимосвязи, не назначенные явно пользователем. Настраивается такой интерфейс через меню «Начало» – «Настройка модели» (рис. 1.102).

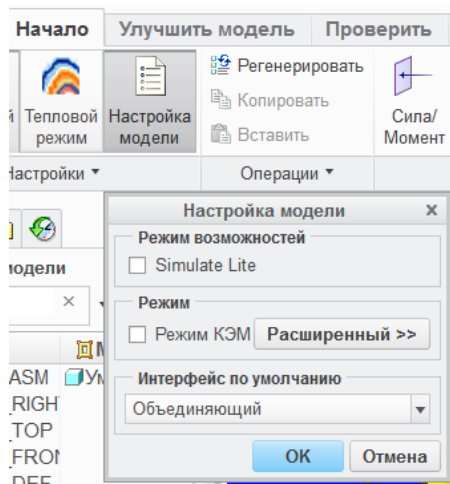


Рис. 1.102. Настройка интерфейса по умолчанию

Существует три типа интерфейсов:

- объединяющий;
- свободный;
- контакт.

Объединяющий интерфейс соединяет соприкасающиеся компоненты по всей поверхности соприкосновения. Пересекающиеся в пространстве компоненты или компоненты с зазором не соединяются.

Свободный интерфейс не связывает детали даже в том случае, если они пересекаются или соприкасаются. В этом случае в обязательном порядке необходимо назначать индивидуальные связи для каждой пары взаимодействующих компонентов.

Контакт не позволяет компонентам или поверхностям проникать друг в друга, при этом разойтись в результате деформации такие компоненты могут свободно. Контактный интерфейс по умолчанию применять не рекомендуется, т.к. это может привести к неоправданной затяжке времени, связанной с попыткой приложения Simulate определить возможные соприкасающиеся компоненты. Как правило, конструктор знает о таких компонентах, их лучше назначать индивидуально.

Частный интерфейс, сварка, болтовое соединение, жесткая связь отменяют действие интерфейса по умолчанию в месте своего применения.

Рассмотрим назначение взаимосвязей на примере изделия (рис. 1.103). Проводим предварительный экспертный анализ конструкции.

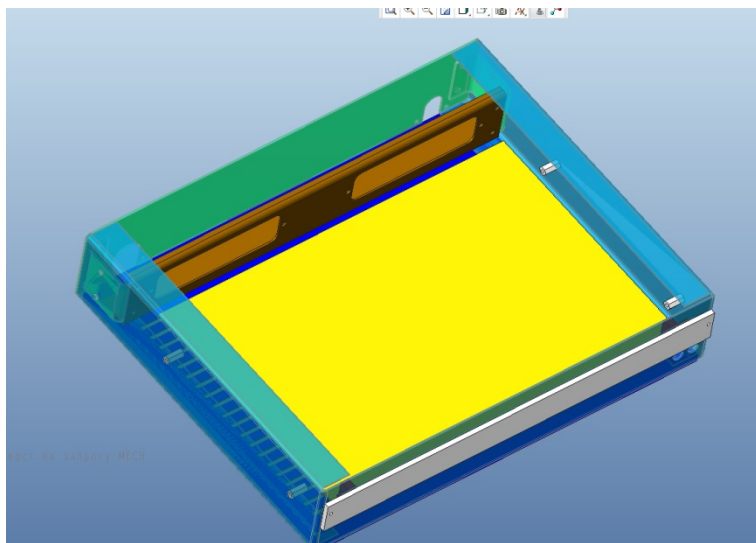


Рис. 1.103. Внешний вид изделия для назначения взаимосвязей

Модель изделия состоит из верхней и нижней перфорированных пластин, боковой и задней изогнутых пластин, задней плоской пластины, ячейки и ше-

стигранных стоек. Разъемов и направляющих для ячейки нет. Вместо них будут использованы соответствующие связи.

Преимущественным взаимодействием является плотное прилегание, поэтому включаем объединяющий интерфейс по умолчанию.

Затем назначаем ручную взаимодействие на стойках через жесткую связь (рис. 1.104).

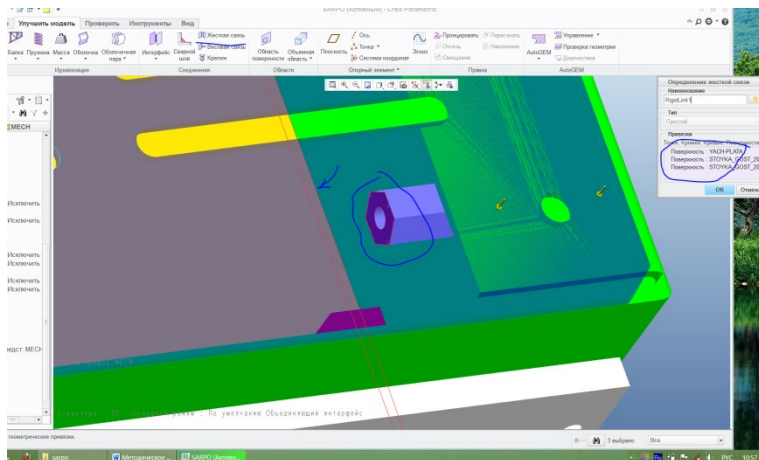


Рис. 1.104. Назначение взаимодействия на стойках

На рис. 1.104 поверхности стоек и торца платы на одной стороне указываем при нажатой клавише “Ctrl”. Таким же образом назначаем аналогичную связь с другой стороны.

Затем соединяем жесткой связью задний торец платы и отверстия разъемов (рис. 1.105).

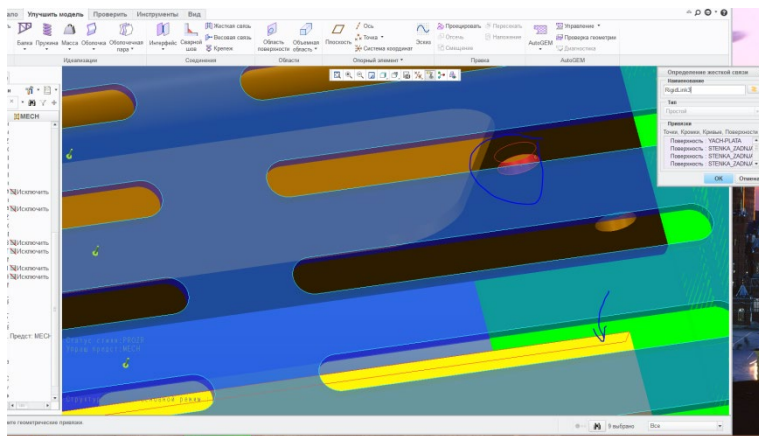


Рис. 1.105. Выполнение соединений жесткой связью

В результате использования интерфейсов и связей не должно оставаться компонентов, не связанных механической связью, в противном случае расчет завершится с ошибкой.

Далее зададим болтовые соединения пластин.

В отверстиях, где были крепежные элементы, выполняем болтовую связь (рис. 1.106).

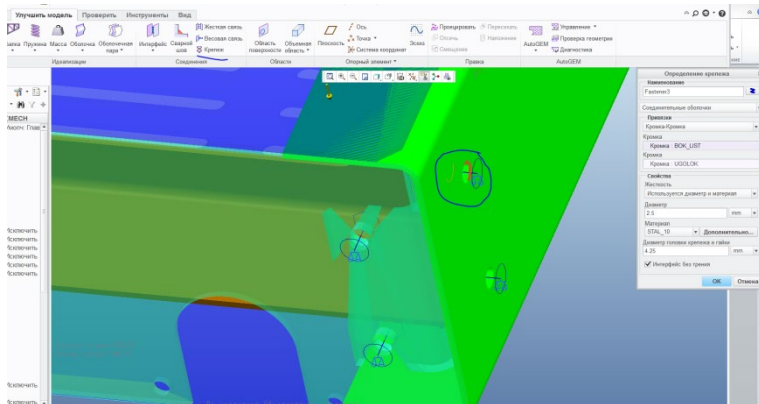


Рис. 1.106. Выполнение болтовой связи

В данном случае указываются противоположные кромки смежных деталей. Заполняются свойства соединения. После создания всех крепежей система автоматически синтезирует измерения. Приложение Simulate не анализирует прочность болтовых соединений, а лишь учитывает наличие связи. Измерения будут содержать осевые и перерезывающие составляющие реакций, что даст возможность рассчитать соединение на прочность в зависимости от его вида по стандартным формулам.

Иногда возникает необходимость обеспечить соединение в сложных случаях, когда при сборке не обеспечено касание. Тогда следует временно скорректировать модель на предмет устранения зазоров. Этого можно достичь, редактируя сборочную единицу, если есть зазор или, выполняя сборочный вырез, если нужно, ликвидировать взаимопроникновение компонентов друг в друга (в режиме сборки меню «Модель» – раздел «Компонент» – подменю «Операции с компонентами» – «Вычисть» и далее следовать подсказкам).

1.11.5. ЗАДАНИЕ ГРАНИЧНЫХ УСЛОВИЙ

Граничные условия предназначены для описания условий эксплуатации изделия. Различают два вида граничных условий: нагружения и закрепления. Для правильного описания поведения модели необходимо дать соответствующую экспертную оценку на основе сведений о месте установки и применения изделия и суметь абстрагироваться от реальных воздействий, заменяя их

эквивалентными нагрузками, такими как сила, давление, нагрузка в опоре, линейное и центробежное ускорение, температура.

Любое закрепление имитируется шестью степенями свободы. Поэтому для задания закрепления следует проанализировать то, какое движение оно обеспечивает или не обеспечивает, и освободить соответствующие степени свободы.

Зададим граничные условия для модели. Начнем с нагружений.

По условию задачи изделие испытывает силу 30Н перпендикулярно верхнему перфорированному листу (рис. 1.107).

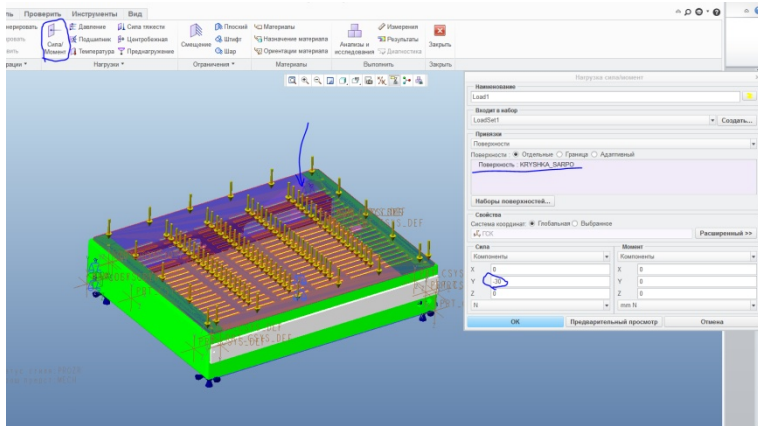


Рис. 1.107. Задание нагружений

Зададим закрепления.

Для правильного задания закреплений нужно проанализировать место и способ крепления. Изделие крепится при помощи амортизаторов, которые были убраны упрощенным представлением. Закрепляем отверстия амортизаторов по всем степеням свободы (рис. 1.108).

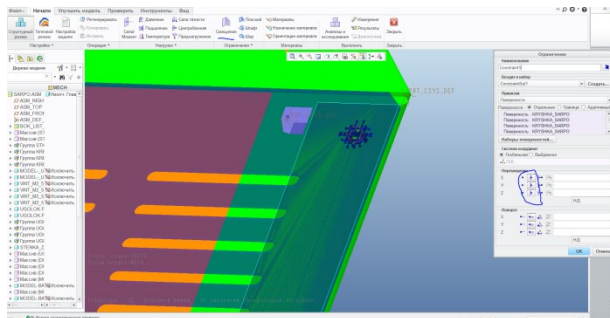


Рис. 1.108. Наложение закреплений на отверстия амортизаторов

Необходимо выбрать все 4 отверстия.

1.11.6. ОБОЗНАЧЕНИЕ МАСС ИЗДЕЛИЙ

Изъятые компоненты необходимо «вернуть» на место при помощи массовых идеализаций. Для этого рекомендуется предварительно назначать жесткие связи на элементы крепежа, т.к. жесткость изъятых компонентов доподлинно не известна. Если компонент был приклеен или еще каким-либо образом жестко установлен, то следует задать регион на поверхности установки, повторяющий силуэт компонента. На этот регион и назначается масса, регион обозначается как жесткий.

В данном изделии больших сосредоточенных масс нет, опускаем этот шаг.

Тесты к лекции 11

1. Что понимается под идеализацией модели применительно к инженерному анализу?

а) оптимизация сборочного состава, упрощение геометрии, идеализация взаимосвязей;

б) упрощение геометрии, идеализация взаимосвязей;

в) идеализация взаимосвязей.

2. Какие параметры для прочностного анализа нужно обязательно задавать для упруго-пластического типа материала?

а) предел текучести при растяжении, предел прочности при растяжении, предел прочности при сжатии;

б) предел текучести при растяжении, предел прочности при растяжении;

в) предел прочности при сжатии.

3. Какие существуют три типа интерфейсов по умолчанию?

а) объединяющий, свободный, контакт;

б) объединяющий, сварка, контакт;

в) болтовое соединение, жесткая связь, контакт.

4. Сколько степеней свободы необходимо существует для общего случая закрепления?

а) 3;

б) 6;

в) число степеней свободы не ограничено.

5. Если компоненты могут свободно расходиться пространстве в результате деформации, но не могут проникать друг в друга, то каким интерфейсом следует задать такую взаимосвязь?

а) жесткая связь;

б) свободный;

в) контакт.