

1.12. ПРОВЕДЕНИЕ СТАТИЧЕСКОГО И МОДАЛЬНОГО АНАЛИЗА

Цель лекции: проведение статического и модального анализа приборных конструкций.

1.12.1. АНАЛИЗ СТАТИЧЕСКОГО НАГРУЖЕНИЯ

Статический анализ проводится с целью анализа прочности и жесткости конструкции при постоянно действующих граничных условиях.

Исходными данными для анализа являются наборы нагрузок и наборы закреплений. Допускается считать без закреплений, в этом случае все приложенные нагрузки должны быть статически уравновешены и необходимо использовать опцию «Освобождение инерции». Допускается считать без нагрузок, тогда в используемых наборах закреплений должна быть вынужденная деформация.

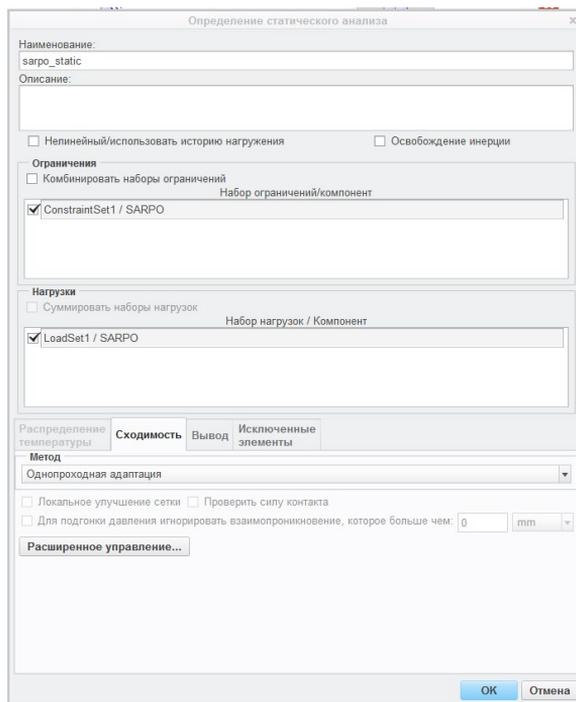


Рис. 1.109. Выбор наборов нагрузок и закреплений

Выбираем требуемые наборы нагрузок и закреплений (рис. 1.109). На вкладке «Сходимость» выбираем способ анализа точности:

- *Быстрая проверка.* Будет произведен расчет без анализа точности. Этот способ используется для проверки целостности модели и введенных данных (правильность данных не может быть проверена);
- *Однопроходная адаптация.* Будет произведен расчет и анализ точности. Точность расчета будет во многом зависеть от геометрии модели;
- *Многопроходная адаптация.* Самый трудоемкий способ расчета, позволяющий указать точность расчета. Его стоит использовать только на финальной, «чистой» стадии расчета.

На вкладке «Вывод» выбираем величины, которые необходимо просчитать. Для анализа прочности модели необходимо рассчитывать ее внутренние напряжения и сравнивать их с предельно допустимыми значениями для каждого материала. Превышение предела текучести вызывает необратимые пластические деформации.

После завершения подготовительных работ становится возможным запустить расчет на исполнение.

Следует открыть окно «Состояние проработки», чтобы иметь возможность контролировать ход расчетов. Сигналом завершения расчета будет надпись «Выполнение успешно завершено» (рис. 1.110).

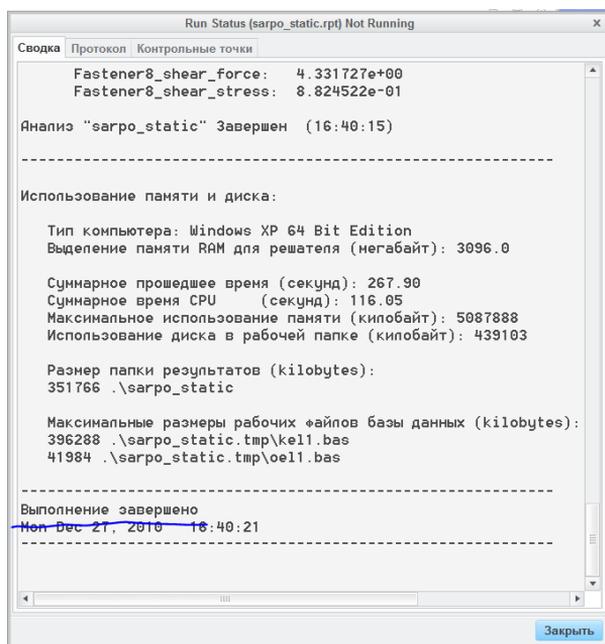


Рис. 1.110. Признак успешного завершения расчета

Если расчет завершился с ошибкой, то нужно проанализировать данные окна «Состояние проработки». В нем будет указана причина остановки расче-

та. Если причина не ясна, но следует придерживаться общего алгоритма поиска ошибки:

- проверить используемые материалы;
- проверить геометрию и оболочки через инструмент «Autogem»;
- проанализировать взаимосвязи между компонентами. Все компоненты должны образовать единую «механическую цепочку», т.е. не должно быть «незакрепленных» компонентов. Проверить интерфейс по умолчанию, частные интерфейсы, соединения. Следует помнить, что объединяющие интерфейсы объединяют только соприкасающиеся компоненты, а не пересекающиеся или располагающиеся с зазором. Пересечение можно попытаться временно устранить либо корректировкой расположения деталей сборки или применив команду «Вычитание» (в режиме сборки «Править – Действия с компонентами – Вычесть»);
- создать сетку при помощи команды «Создать» инструмента «Autogem»;
- проверить объем свободного места на диске, объем оперативной памяти, права доступа к используемой папке.

Систему закреплений можно проверить, используя модальный анализ с поиском жестких форм. При просмотре режимов колебаний выявляются плохо закрепленные элементы (раздел «Модальный анализ» ниже).

После успешного завершения расчета запускаем постпроцессор.

В результате расчета получаем картину распределения эквивалентных напряжений (von Mises) по модели (рис. 1.111).

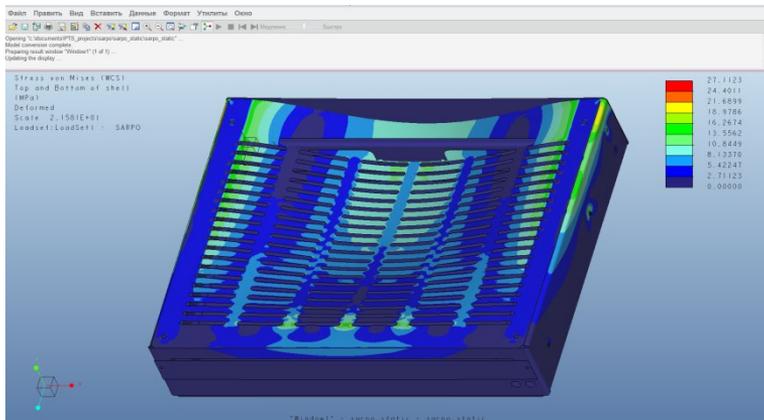


Рис. 1.111. Картина распределения эквивалентных напряжений по модели

С помощью средств построения сечений, динамического запроса, запроса максимума проверяем значения напряжений по модели. В данном случае мы видим «проникновение» перфорированной пластины внутрь стенки. Однако этот эффект объясним за счет утрированного показа деформации. При нормальном показе такого эффекта не будет.

Если эквивалентное напряжение превышает предел текучести, то происходит необратимая деформация модели. Необходимо предпринять шаги по ее доработке или выбору более подходящего материала.

1.12.2. Модальный анализ

Модальный анализ проводится с целью вычисления собственных частот и режимов колебаний в исследуемом диапазоне частот. Исходными данными для анализа является модель и закрепления. Нагрузки в данном случае не учитываются.

Этот анализ является обязательным шагом перед поставкой любой динамической задачи.

Модель должна быть закреплена так, чтобы исключить возможность свободных перемещений. Возможен расчет незакрепленной или не полностью закрепленной модели, в этом случае нужно включать опцию «С поиском жестких форм» (рис. 1.112).

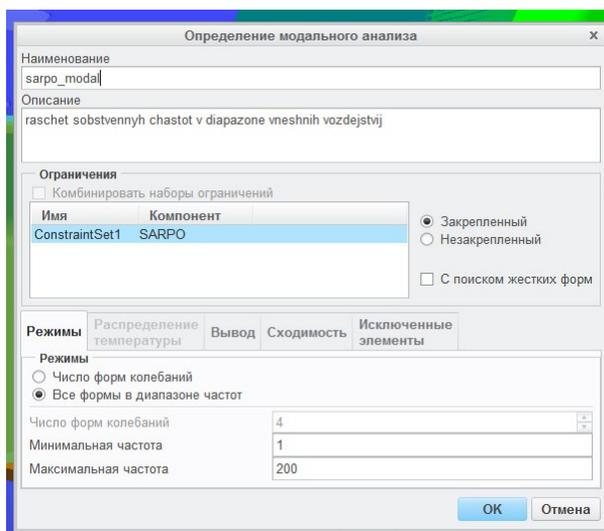


Рис. 1.112. Окно задания параметров модального анализа

Содержимое вкладки «Сходимость» имеет то же значение, что и для статического анализа применительно к точности расчета собственных частот.

В результате расчета получаем отчет (рис. 1.113), где указаны найденные собственные частоты. В постпроцессоре можно при помощи анимации посмотреть деформированное состояние, чтобы оценить движение колебательной системы при том или ином резонансе. Если проводился поиск «жестких форм», то на низших частотах можно будет увидеть свободное движение модели или отдельных ее компонентов.

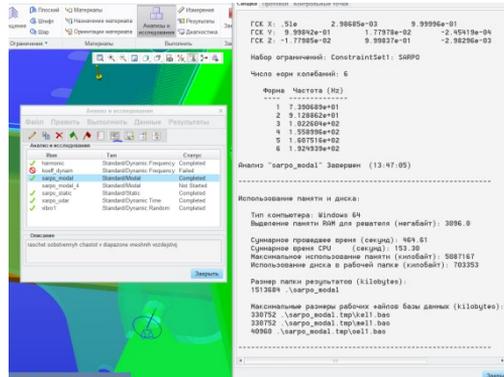


Рис. 1.113. Отчет, включающий значения найденных собственных частот

Тесты к лекции 12

1. Допускается ли задавать статический анализ без нагрузок / закреплений? (Выберите один или больше правильных ответов.)

- да, допускается без закреплений, если все приложенные нагрузки статически уравновешены и использована опция «Освобождение инерции»;
- да, допускается считать без нагрузок, если используемых наборах закреплений присутствует вынужденная деформация;
- нет, нагрузки и закрепления всегда должны задаваться в параметрах анализа.

2. Какой способ анализа точности может оказаться достаточным при не-сложной анализируемой геометрии?

- быстрая проверка;
- однопроходная адаптация;
- многопроходная адаптация.

3. Чем может быть вызвано взаимное проникновение деталей друг в друга в картине деформации?

- утрированным показом;
- наличием пластической деформации;
- такой эффект невозможен.

4. Учитываются ли нагрузки при модальном анализе?

- да;
- нет;
- только при не полностью закрепленной модели.

5. Возможно ли не полностью закреплять модель при модальном анализе?

- да, с включением опции «С поиском жестких форм»;
- нет;
- да, если задана хотя бы одна нагрузка.