

«Опыт использования программы «MSC/NASTRAN for Windows».

Тимофеев М.М., ПКТИ ОАО МК (машиностроительная корпорация) «СПЛАВ»,
г. Новгород

За прошедший год после первой Российской конференции пользователей систем MSC (см. доклад представителя ОАО ПК «СПЛАВ»), интенсивность использования программы у нас несколько увеличилось. Нашлось время для изучения, в меру владения английским языком, пособий: "Quick Start Guide", "Command Reference Guide" и "User's Guide". Чувствуется необходимость пройти обучение на семинарах по динамическому анализу и по теплопередаче. Мы получили новую версию – 4.02, которая значительно облегчила работу. В частности, в новой версии мы научились работать со сборочными единицами. Разные детали выполняются отдельными солидами, присваивая солидам разные материалы и разные свойства; на границе солюдов делается одинаковое для разных солюдов разбиение граничных кривых и в результате получаем единую, цельную сетку, сохраняя границы между деталями. Такой способ применяем для расчета собственных частот колебаний и для тепловых расчетов сборочных единиц, чтобы получить единое температурное поле. Конечно, при этом теряются зазоры между деталями, а зазоры дают и дополнительное температурное сопротивление и уменьшают жесткость сборки, но так как зазоры малы, то погрешностью расчета пренебрегаем. Когда поставить эксперимент долго и дорого, такая оценка бывает очень кстати.

У нас произошла структурная реорганизация. Вместо «Управления перспективного развития» организовали «Проектно-конструкторский и технологический институт трубопроводной арматуры». И теперь мы кроме текущей работы по расчету новых изделий, стали заниматься НИР.

Последние полтора месяца мы выполняли второй этап НИР «Оценка прочности наплавки в узле затворов клапанов при циклическом изменении давления и температуры» – расчет затворов. На трех моделях были прослежены расчетным путем температурные поля, температурные напряжения и напряжения от давления во время термоудара и после него. Исследовались следующие режимы:

- возрастание температуры от 20°C до 350°C при изменении давления от 0,1МПа до 18МПа за время 10с и 13,7с;
- убывание температуры от 350°C до 20°C при изменении давления от 18МПа до 0,1МПа за то же время.

Первоначально нам ставили задачу исследовать эти режимы на интервале времени 0,1с. Попытка расчета с таким интервалом дала абсолютно не реальные цифры и было принято решение, что и в эксперименте такие скорости нагрева и охлаждения трудно достижимы.

Для расчета были построены трехмерные модели в программе "T-flex", состоящие из двух солюдов – корпуса и наплавки. Материалы и свойства у них разные, а сетка общая. Поскольку нас больше интересовало поведение наплавки, то и сетка для наплавки была сделана более мелкая, а для корпуса плавно укрупняющаяся от наплавки к периферии. Например, в модели DN25 всего 8655 элементов, а в наплавке 2425, в модели DN65 соответственно 19488 и 5678 элементов, в модели DN80 13668 и 3094 элемента.

Температурная нагрузка моделировалась свободной конвекцией текущей воды по внутренней поверхности с постоянным коэффициентом теплоотдачи 5045 Вт/(м²*градус) и с температурой, меняющейся по линейному закону. Конечно, более точно надо моделировать вынужденной конвекцией, но самостоятельно в этой теме разобраться не получается, надо поучиться. Расчет велся в режиме "Transient heat transfer". В качестве начальных термических условий принималось, что в начальный момент времени модель равномерно по всему объему прогрета до температуры 20°C (350°C), через опцию "Load-body". Варьируя начальный шаг возрастания (убывания) температуры, число шагов во времени и интервал вывода данных, были получены температурные поля в моделях для фиксированных моментов времени (0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 20, 28, 32, 40, 56, 64, 80, 96, 120 секунд). Почти для каждого из этих моментов времени в статической постановке определялись термические напряжения и напряжения от давления. Обработка полученных результатов велась достаточно грубо – строились графики приведенных напряжений (stress Von Mises) по толщине наплавки (по оси Z) и практически "на глаз" определялись средние напряжения, которыми в дальнейшем и оперировали. Дело в том, что нам и нужны средние напряжения, а с другой стороны, в результате того, что между разными материалами с разными физико-механическими свойствами в моделях имеется резкая граница и в результате на границе проявляются краевые эффекты в виде скачков напряжений. Но в реальности резкой границы нет, она есть на чертеже,

но в металле имеется зона проплавления с промежуточным химическим составом и некими промежуточными свойствами. Поэтому пренебрежение краевыми эффектами вполне оправдано. А физико-механических свойств для зоны проплавления у нас нет, на первом этапе с трудом получили свойства для наплавки и то хорошо. Может быть, в будущем такие данные появятся и тогда можно будет на уточненной модели все это повторить. А пока надеемся подтверждения полученных данных в эксперименте. Окончательно оценивалась циклическая прочность по известным алгоритмам.

Кроме того, в этом году был проведен пробный расчет теплового удара для клапана DN80 совместно с программой "CFDesign". Расчет велся на плоской модели клапана с присоединенными трубами. Сетка модели содержала 52218 четырехугольных элементов с 52353 узлами. Расчет велся в два этапа. Сначала рассчитывался поток внутри клапана и температурные поля с помощью программы "CFDesign", а затем полученные температуры передавались в качестве тепловых нагрузок в программу "MSC/NASTRAN" и использовались для расчета температурных напряжений. Результаты получены, но их достоверность покажут дальнейшие эксперименты, тем более, что результаты получены на плоской модели и без давления среды.

Расчеты выполняются на компьютере типа "Celeron", тактовая частота 300МГц, ОЗУ 96МБ, жесткий диск 3ГБ, видеокарта 16МБ. Расчеты, которые ведутся, выполняются за 5...8 минут.

Иллюстрации к докладу:

На рисунке 1 представлено температурное поле модели DN80 на 14 секунде, в конце горячего термоудара ($20^{\circ}\text{C} \rightarrow 350^{\circ}\text{C}$).

На рисунке 2 представлено поле температурных напряжений в наплавке на 14 секунде ($20^{\circ}\text{C} \rightarrow 350^{\circ}\text{C}$), напряжения в Па.

На рисунке 3 представлен график изменения средних по толщине наплавки суммарных напряжений от давления и температуры во времени. Здесь по оси абсцисс время в секундах, по оси ординат напряжения в МПа.

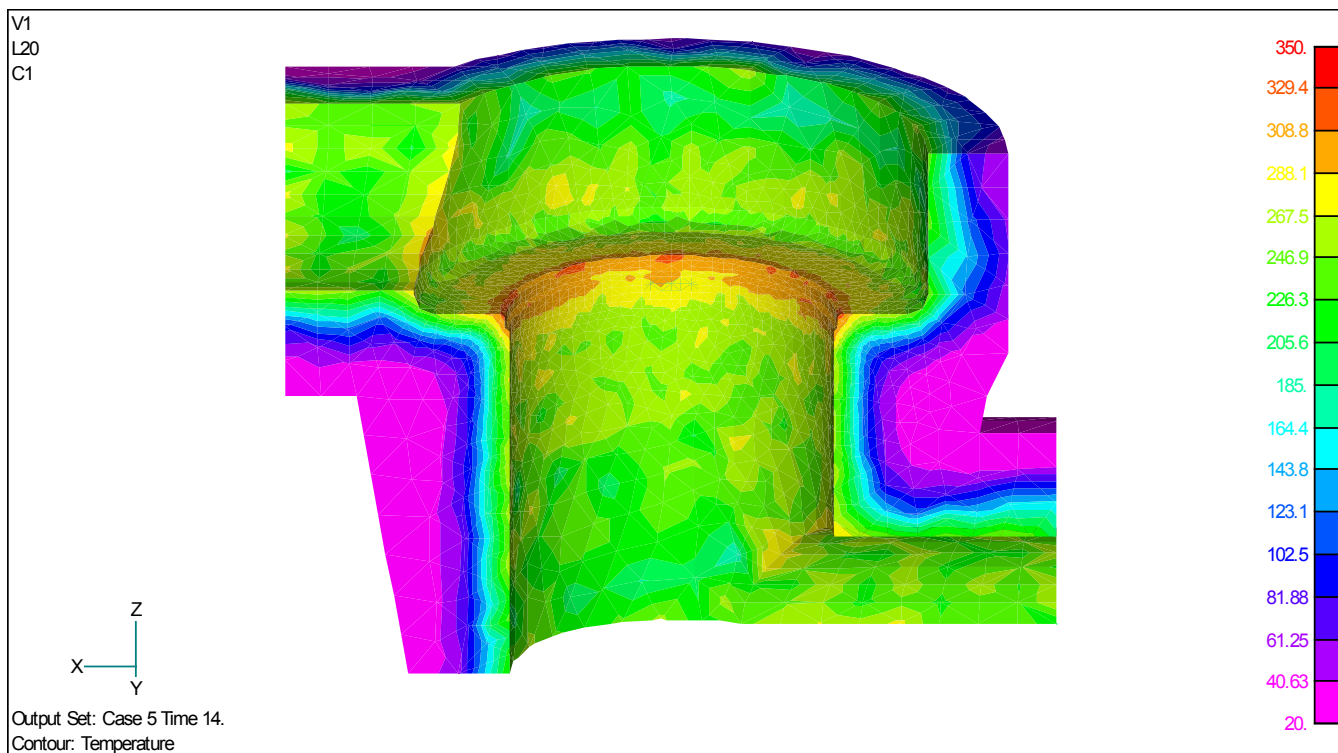


Рисунок 1

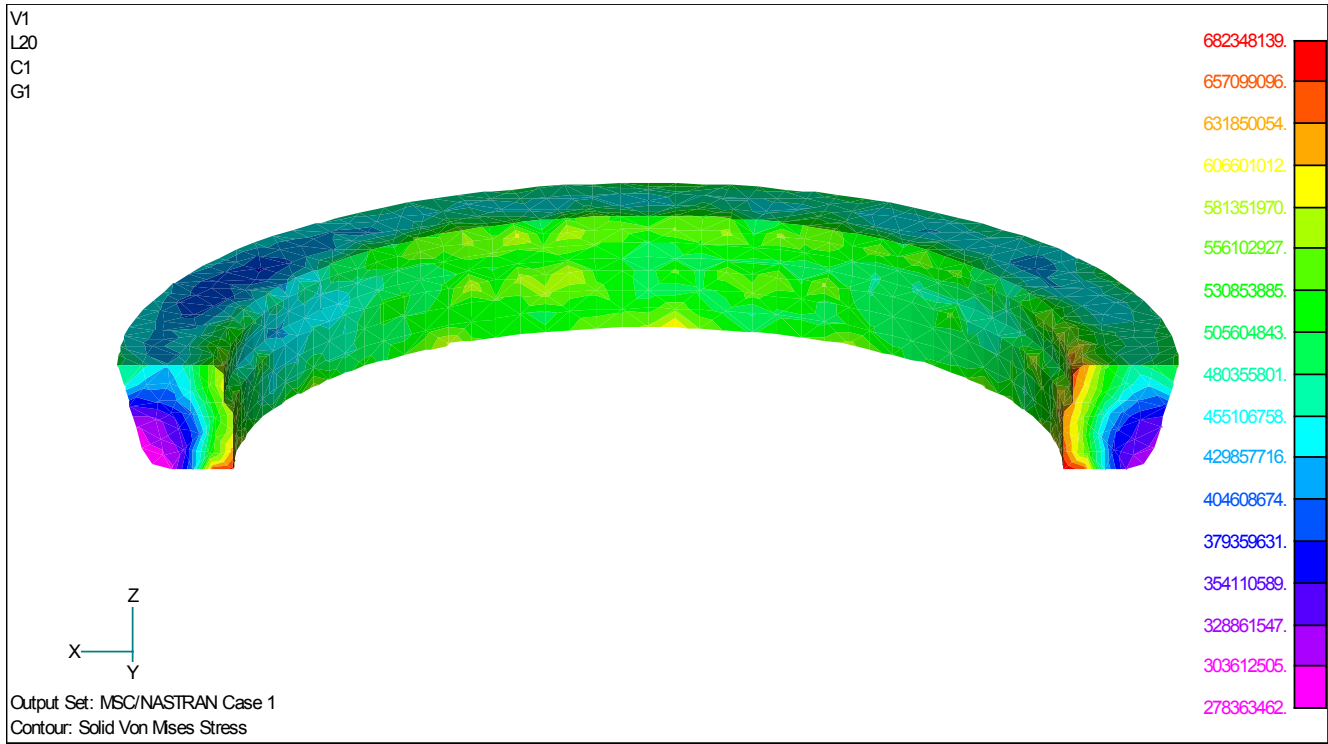


Рисунок 2

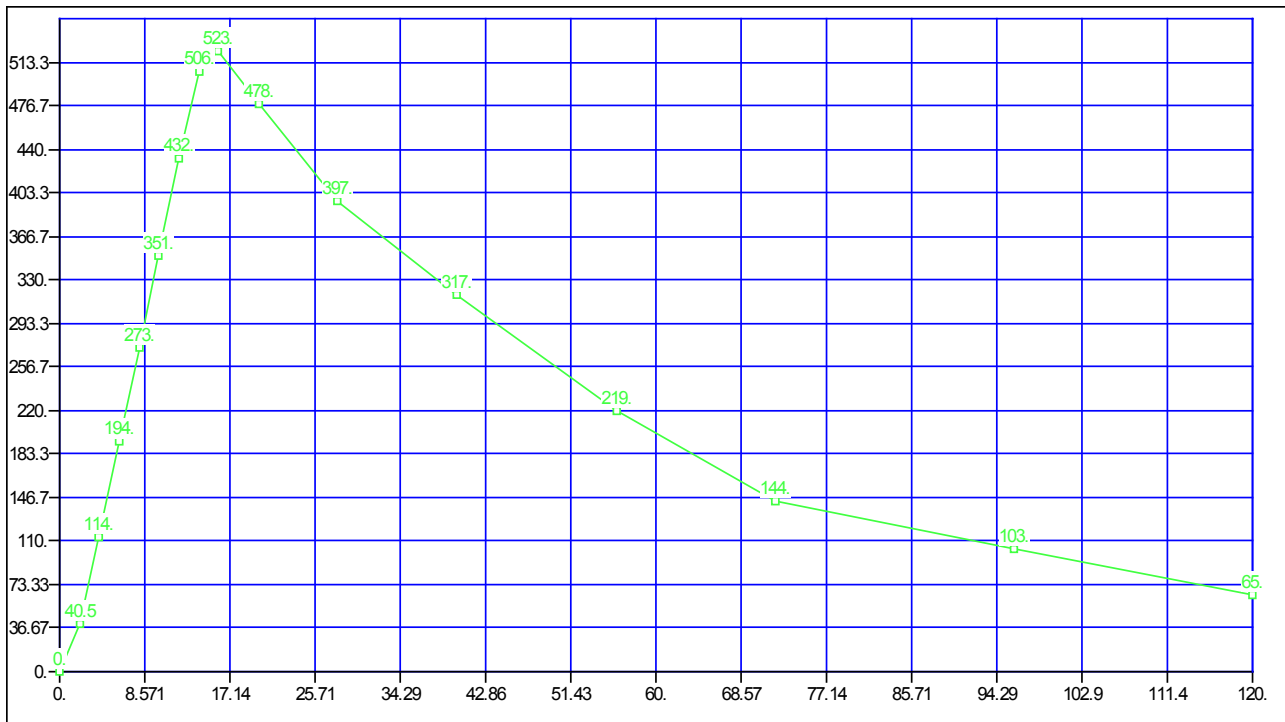


Рисунок 3