

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
НАБЕРЕЖНОЧЕЛНИНСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ)
ГОСУДАРСТВЕННОГО АВТОНОМНОГО
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ
«КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

**Методические указания для прочностного
анализа в программном модуле «NXNastran»**

**Учебно-методическое пособие для студентов
инженерных направлений подготовки**

Набережные Челны

2017

УДК 004.896

Методические указания для прочностного анализа в программном модуле «NXNastran»: Шафигуллин Л.Н., Хайрутдинова А.И., Хафизов И.И., Феофанов К.В., Романова Н.В. – Набережные Челны: НЧИ (ф) КФУ, 2017. – 25 с.: ил.

Учебно-методическое пособие по проведению лабораторных и практических занятий по дисциплинам «Системы автоматизированного проектирования» и «Информационное обеспечение, базы данных» для студентов инженерных направлений подготовки

Рецензент: д.т.н., профессор, профессор кафедры «Материалы, технологии и качества» НЧИ КФУ Асташенко В.И.

@ НЧИ (ф) КФУ

2017 г.

Содержание

Введение.....	4
1 Подготовка модели для прочностного расчета	5
2 Прочностной анализ конструкции на изгиб.....	11
3 Прочностной анализ конструкции на кручение	18

Введение

Программы семейства NASTRAN являются универсальными программами анализа. В универсальных программах наиболее полно разработаны различные виды инженерного анализа, включая статический и динамический анализ, анализ устойчивости, нелинейный температурный анализ (в том числе с учетом процесса фазового перехода или химических реакций), спектральный анализ и др. Многоцелевая направленность этих программ дает возможность применять их для решения таких смешанных задач, как анализ прочности при тепловом и механическом нагружении, влияние магнитных полей на прочность конструкции. Программы позволяют учитывать разнообразные конструктивные нелинейности, наличие больших деформаций, получать решение задач гидроаэродинамики и др. Как правило, в универсальные программы анализа включены собственные средства (предпроцессорные модули) построения геометрической, конечно-элементной и расчетной модели. Однако возможность геометрического моделирования этих пакетов намного слабее по сравнению с системами проектирования (I-Deas NX, Unigraphics NX). Все универсальные программы анализа имеют стандартные форматы обмена графической информацией с CAD пакетами. При необходимости геометрическая модель проектируемого изделия может быть предварительно создана на этапе конструирования в CAD-системе. Предпроцессор и постпроцессор универсальных программ объединены в виде отдельного программного модуля, который имеет возможность автоматизированного подключения внешних решателей или процессоров. Пред/постпроцессором семейства программ NX Nastran могут быть Femap, Unigraphics NX, Ideas NX компании Siemens PLM Software [1].

Решатель NX Nastran обеспечивает полный набор расчетов, включая расчет напряженно-деформированного состояния, собственных частот и форм колебаний, анализ устойчивости, решение задач теплопередачи, исследование установившихся и неустановившихся процессов, нелинейных статических процессов, нелинейных динамических переходных процессов, расчет собственных частот и форм колебаний, анализ частотных характеристик при воздействии случайных нагрузок, спектральный анализ [2].

1. Подготовка модели для прочностного расчета

Для начала создания конечно-элементной модели для расчета необходимо перейти в раздел «Расширенная симуляция», для этого необходимо зайти в меню выбора приложений NX (1) и выбрать раздел «Расширенная симуляция» (2) (рисунок 1).

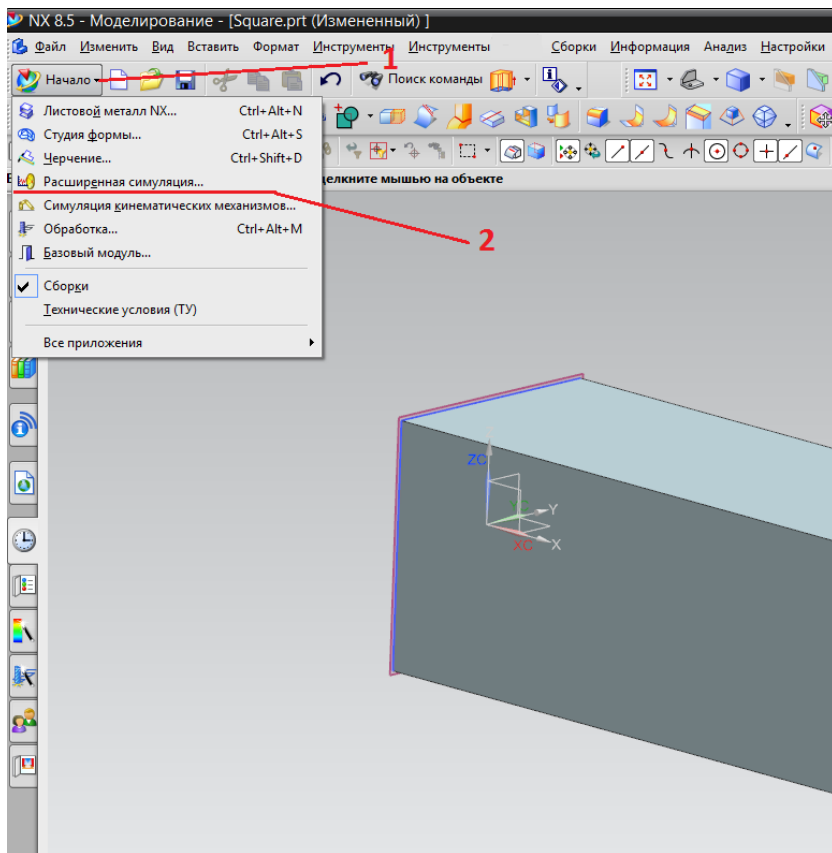


Рисунок 1. Окно выбора «Расширенная симуляция»

После этого необходимо зайти в «Навигатор симуляции» как изображено на рисунке 2, нажать правой кнопкой мыши на prt-модель и выбрать «Новая КЭ модель...» (3).

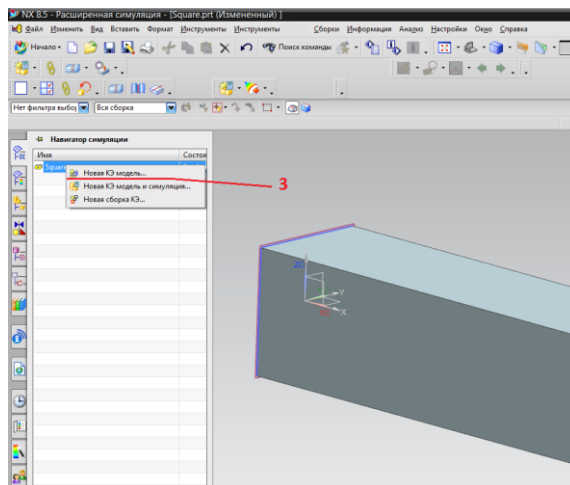


Рисунок 2. Окно выбора «Новая КЭ модель...»

Затем появится окно, в котором можно выбрать имя fem-модели и место ее сохранения (рисунок 3). Нажать «ОК» (4). **Fem-модель** используется для наложения конечно-элементной сетки на уже заранее смоделированную prt-модель.

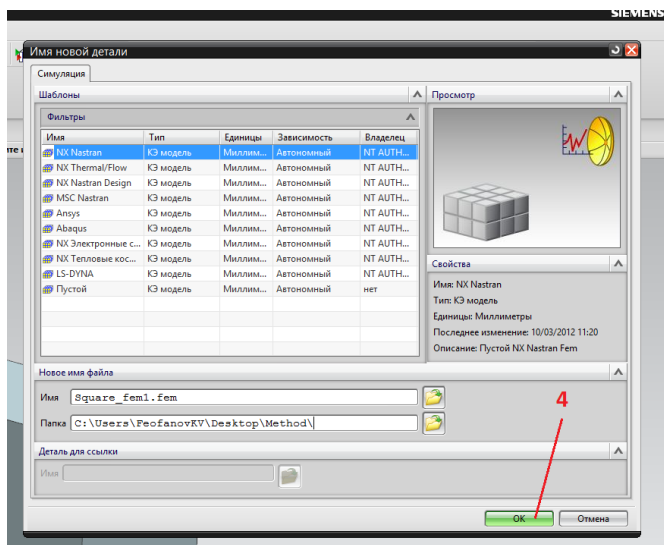


Рисунок 3. Окно выбора fem-модели

В появившемся окне «Новая КЭ модель» можно произвести настройки для преобразования модели CAD в fem-модель (рисунок 4). В разделе «Создать идеализированную деталь» оставить галочку, если галочки нет, то поставить (5). В меню «Опции геометрии...» (6) расставить все галочки, иначе fem-модель останется без кривых и точек, которые нам понадобятся в дальнейшем. После этого нажать «ОК» (7).

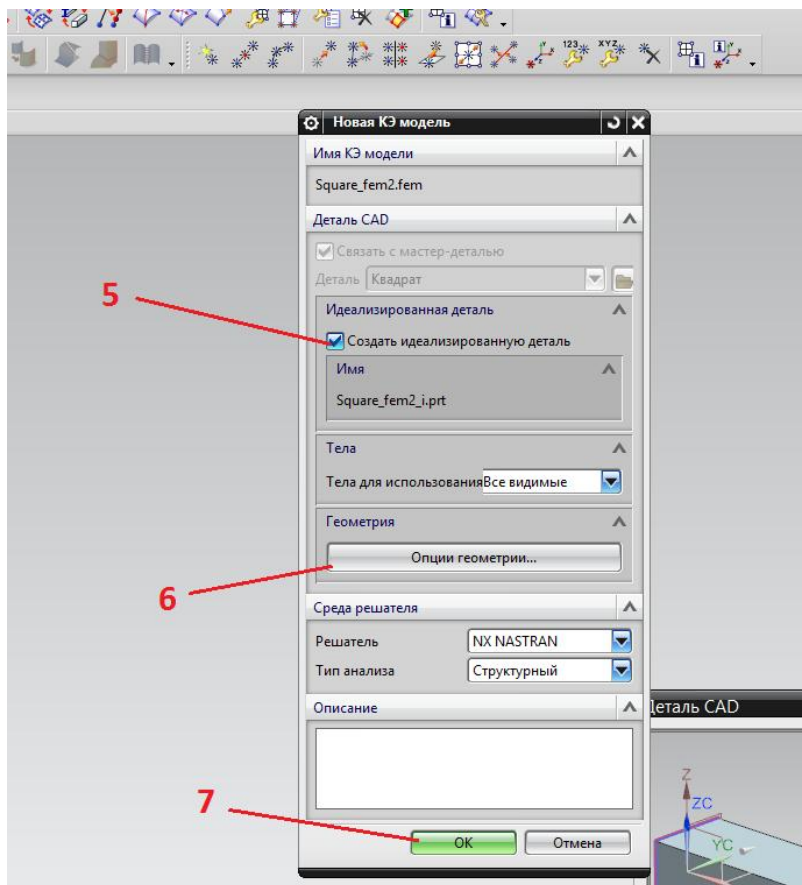


Рисунок 4. Окно настройки для преобразования модели CAD в fem-модель

После этого на экране сразу появится fem-модель, но сначала в нее необходимо добавить один элемент, а именно точку, которая потребуется, чтобы произвести расчет на кручение нашей балки (рисунок 5). Для этого зайти во вкладку «**Окно**» (8) на панели инструментов и выбрать модель (9). После этого выйдет окно с предупреждением «**IdealizedPartWarning**», нужно нажать «**ОК**».

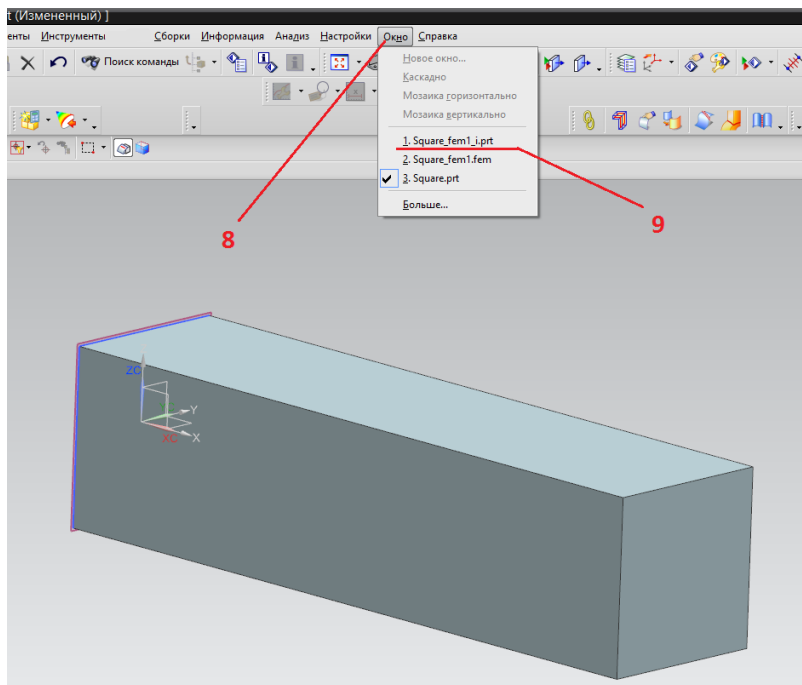


Рисунок 5. Окно настройки для воспроизведения расчет на кручение нашей балки

Теперь мы находимся в i-модели, для дальнейшей работы с ней необходимо перенести тело из загруженной сборки на уровень сборки с помощью команды «**Перенос**» (10). Затем выбрать нашу балку и нажать «**ОК**» (11) (рисунок 6).

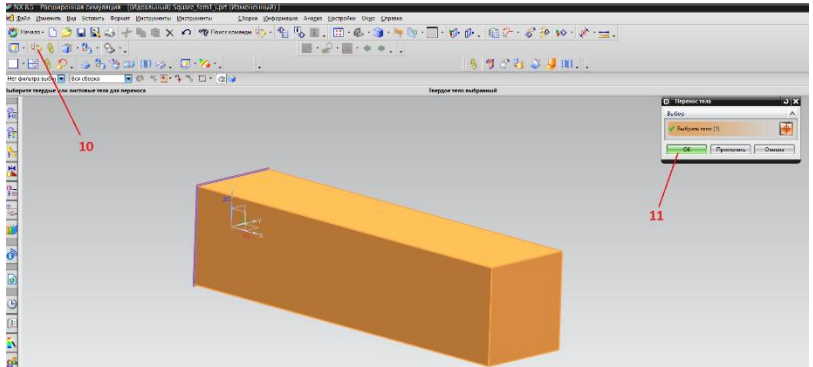


Рисунок 6. Окно для переноса тела из загруженной сборки на уровень сборки

Затем необходимо создать точку, лежащую на центральной оси нашей балки и отстающую от конечной грани на 5мм (12). После создания точки перейти в нашу fem-модель (Окно→.fem) (рисунок 7).

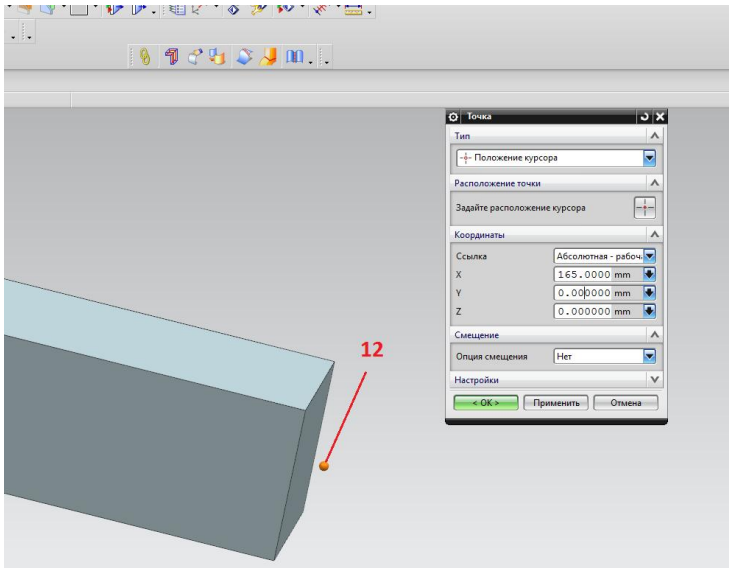


Рисунок 7. Окно создания точки, лежащей на центральной оси балки и отстающей от конечной грани

Теперь можно приступить к наложению сетки на нашу модель, для этого воспользуемся самой простой сеткой для наложения (рисунок 8). В меню выбора сеток (13) выбрать «3Дтетраэдральная сетка». Выбрать модель. В окне «3Дтетраэдральная сетка» находятся настройки для новой сетки. В разделе «Тип» выбрать «СТЕТРА(4)», в разделе размер элемента ввести 6 (это значит, что размер элементов сетки будет равен 6 мм). Остальные параметры оставить по умолчанию, нажать «ОК».

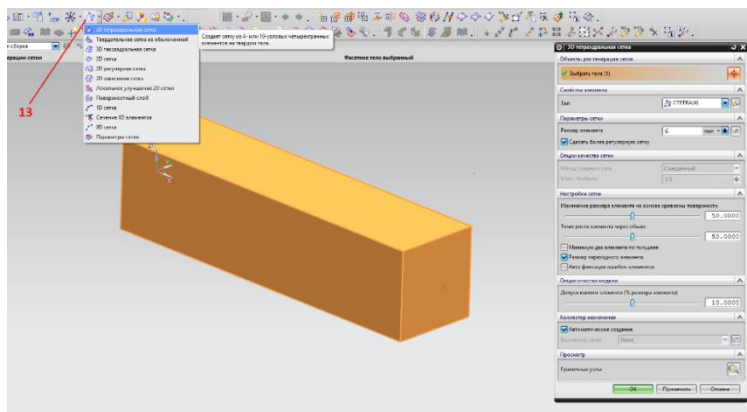


Рисунок 8. Окно настройки для наложений 3D тетраэдральной сетки на модель

Теперь необходимо задать материал для нашей модели (рисунок 9). Для этого на панели инструментов выбрать команду «Назначить материалы» (14) и выберите тело. В появившемся окне выбрать материал для детали, в нашем случае – сталь (Steel).

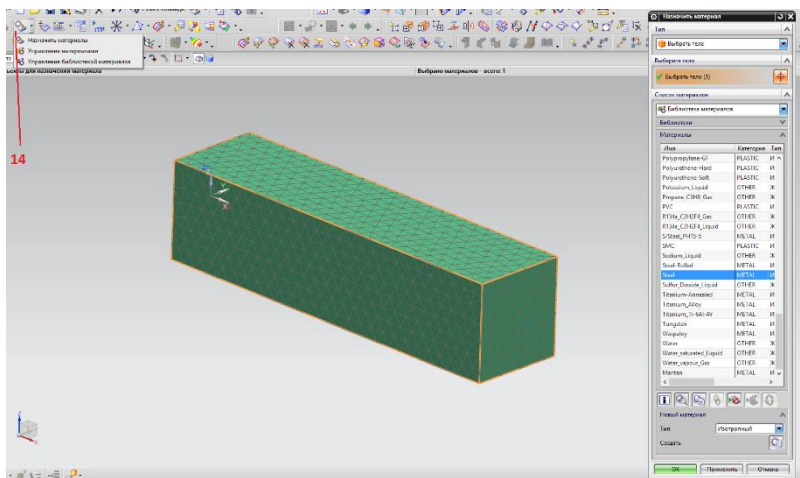


Рисунок 9. Окно для назначения материала

2. Прочностной анализ конструкции на изгиб

Наша модель готова для задания граничных условий и дальнейшего запуска на расчет (рисунок 10). Нужно зайти в «**Навигатор симуляции**» (15), нажать правой кнопкой мыши на нашу fem-модель и выбрать раздел «**Новая симуляция...**».

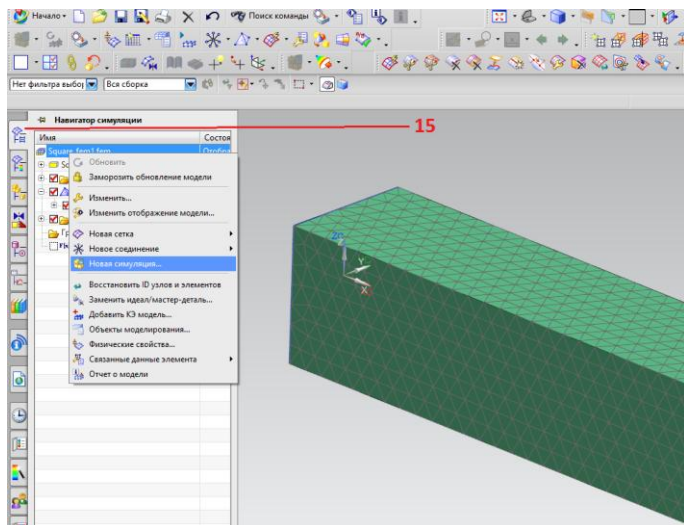


Рисунок 10. Окно выбора «Навигатор симуляции»

В новом окне тип решателя, оставить все по умолчанию «NXNastran» (рисунок11). Нажать «ОК» (16). В новом появившемся окне также нажать «ОК».

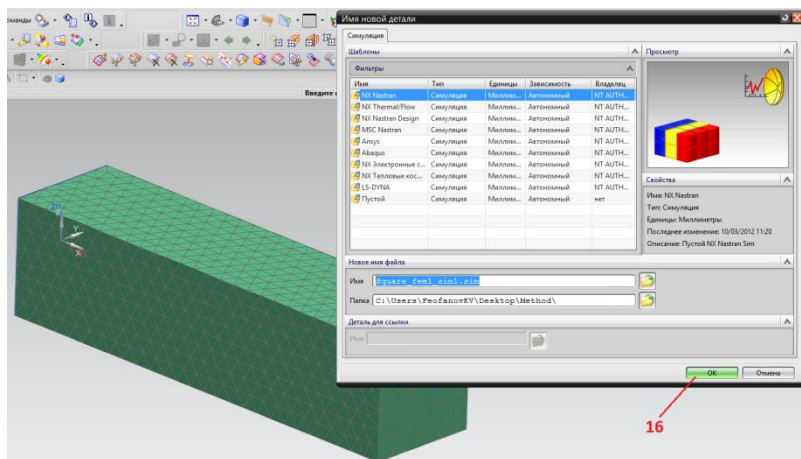


Рисунок 11. Окно симуляции

В следующем окне оставить все по умолчанию, нажать «ОК»(17).

Для расчета необходимо создать ограничение для модели (рисунок 12). Выбрать на панели инструментов вкладку «**Тип ограничения**» (18) и выбрать в нем «**Заделка**» (данный тип ограничения ограничивает выбранные узлы элементов по всем степеням свободы). Выбрать грань на одном конце балки и нажать «**ОК**».

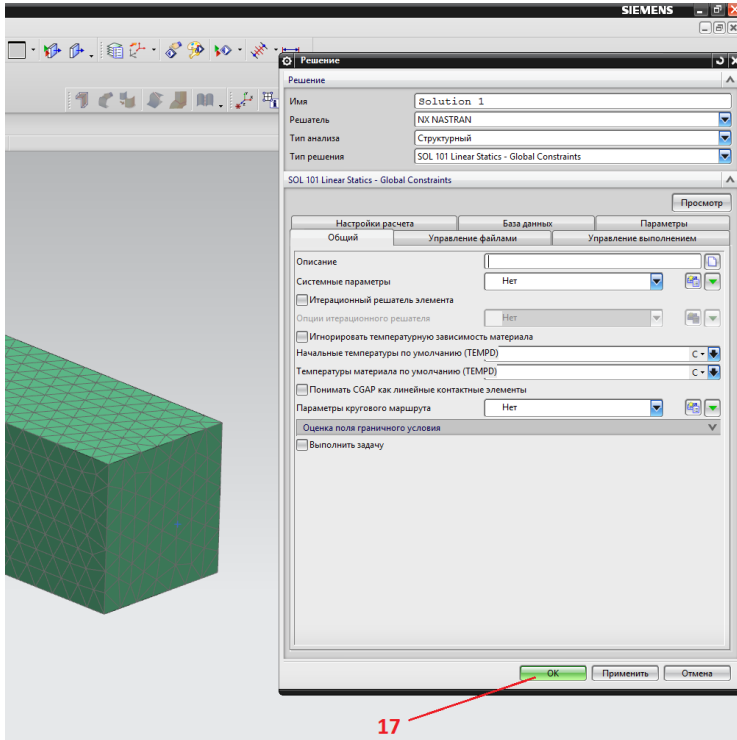


Рисунок 12. Окно выбора «Тип ограничения»

После задания ограничения необходимо приложить нагрузку (рисунок 13). Во вкладке «**Тип нагрузки**» выбрать «**Сила**». В появившемся окне введите усилие в ньютонах направление вектора действия силы. В данном примере сила равняется 5000 Н, а вектор силы направлен в направлении $-Z$.

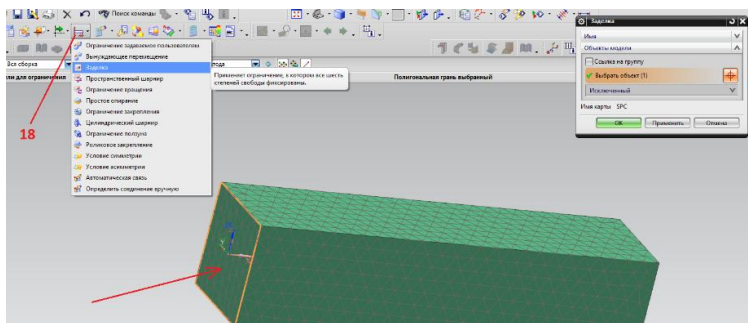


Рисунок 13. Окно настройки «Тип нагрузки»

После приложения нагрузки необходимо нажать на иконку «решения» изображенную на панели инструментов (рисунок 14).

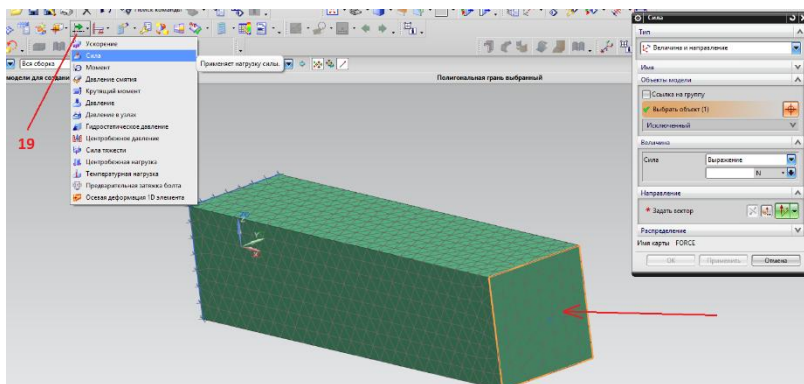


Рисунок 14. Окно «решения»

Затем выйдет окно с процессом решения. В левом нижнем углу окна "**Мониторинг решения**" по окончании решения должно отобразиться, что задача выполнена (рисунок 15). Задача решена.

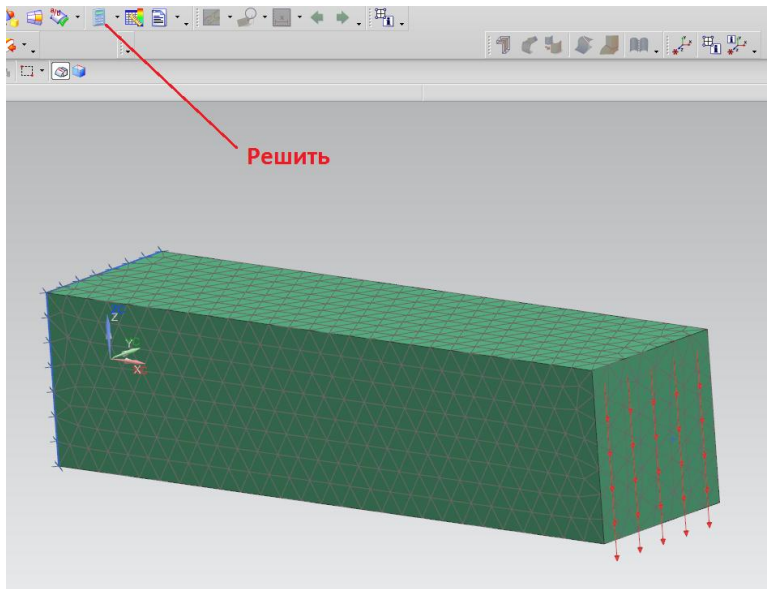


Рисунок 15. Окно "Мониторинг решения"

После того как задача была решена необходимо отобразить результаты (рисунок 16). Нужно открыть дерево построения модели (20) и найти раздел результаты (21). Кликнуть по этому разделу левой кнопкой мыши два раза и перейти по этому разделу (рисунок 17).

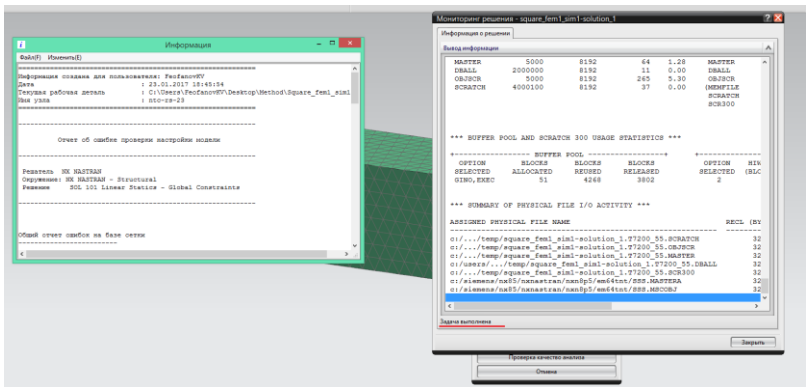


Рисунок 16. Окно отображения результатов

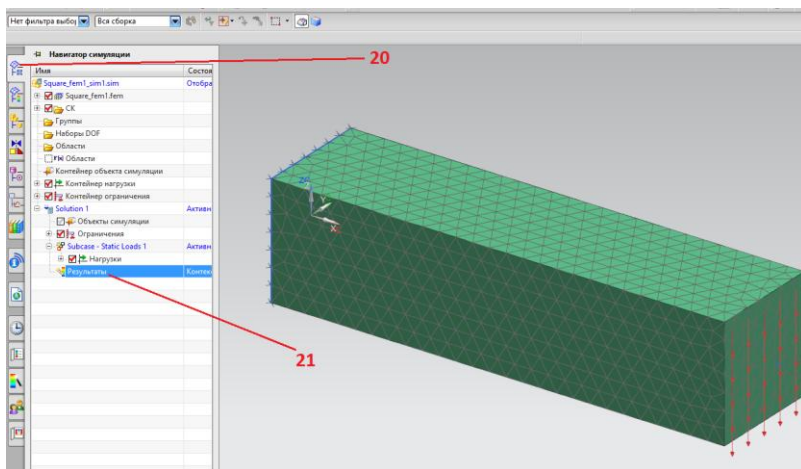


Рисунок 17. Окно «Дерева построения модели»

В этом разделе выбрать **"Напряжения - По элементам/узлам"** и на экране отобразится напряженно-деформированное состояние модели (рисунок 18).

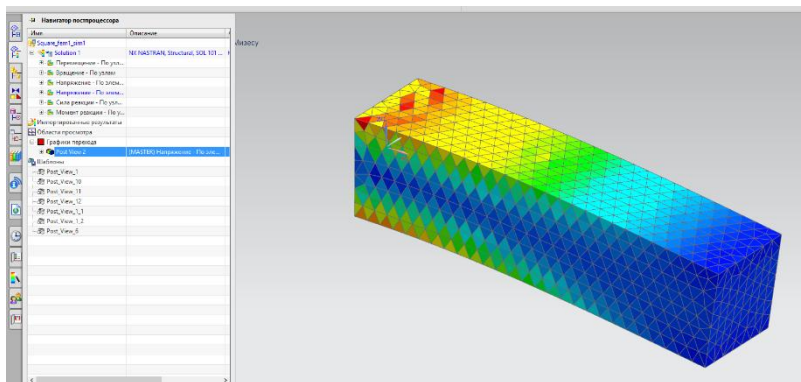


Рисунок 18. Окно напряженно-деформированного состояние модели

Для получения усредненных значений напряжений и получения, более плавных полей напряжений на модели нужно нажать правой кнопкой мыши на иконке **"Postview 1"**(22) и далее **"Изменить"**. В новом окне во вкладке **"Отобразить"** напротив галочки **"Цвет отображения"** надо нажать на кнопку **"Результат"**. В меню выбора **"NodalCombination"** вместо **"None"** выбрать **"Average"** (рисунок 19).

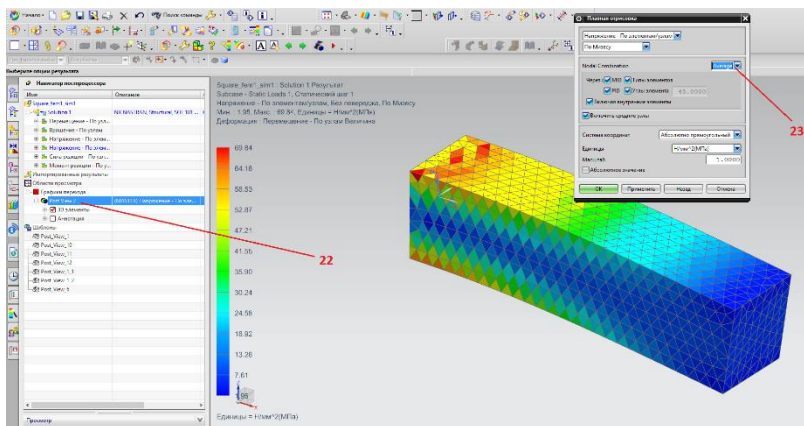


Рисунок 19. Окно настройки результатов модели усредненным значением напряжений

Теперь значения усреднялись и поля напряжений стали плавнее (рисунок 20).

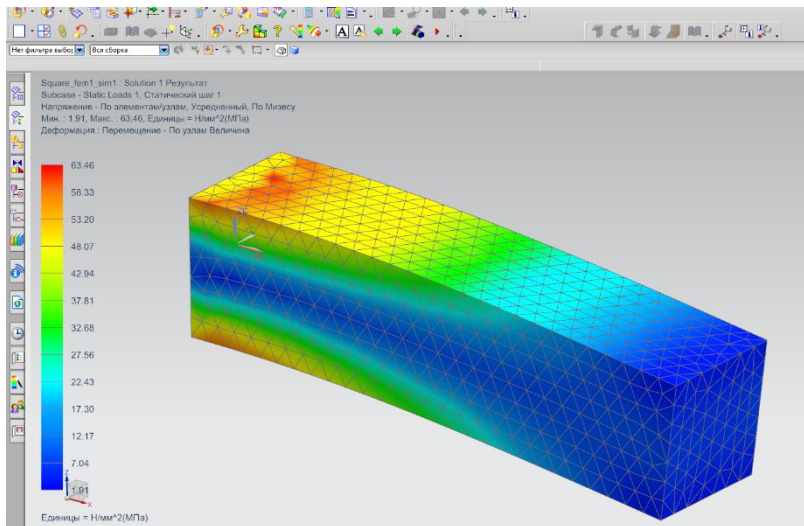


Рисунок 20. Окно с усредненным значением напряженно-деформированного состояния модели

Для того чтобы проверить деталь на растяжение или сжатие необходимо лишь поменять вектор действия силы в sim-файле (рисунок 21).

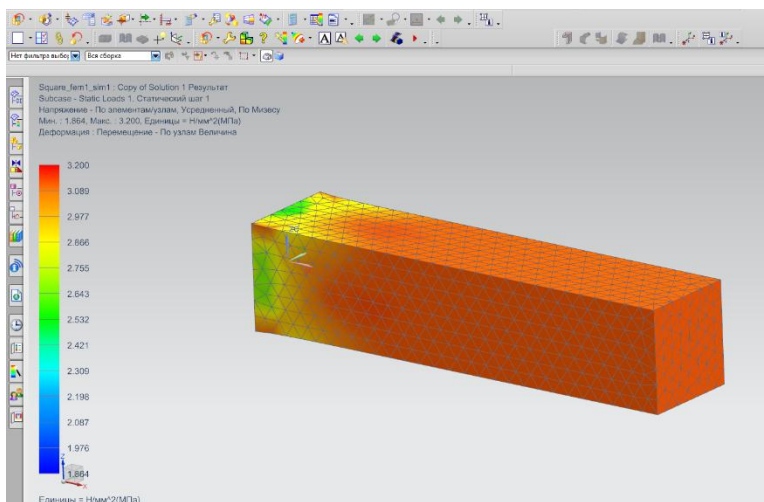


Рисунок 21. Окно с измененным вектором силы в sim-файле

3 Прочностной анализ конструкции на кручение

Для того чтобы проверить деталь на кручение необходимо добавить еще один элемент, а именно **RBE2**связь. Эта связь имеет абсолютную жесткость и ею можно заменять некоторые связи в сборкахfem-моделях (рисунок 22). Для создания данной связи нужно перейти в fem-модель. В окне fem-модели нажать на панели инструментов правой кнопкой мыши (24) и поставить галочку на "**Операция с узлами**" (25). После этого будет доступна панель для работы с узлами, с помощью этой панели можно создавать, удалять и изменять узлы в модели. Далее необходимо создать новый узел, нажав на иконку "**Создание узла**" (26) выбрать заранее созданную точку (27) и нажать "**ОК**" (28). Узел создан.

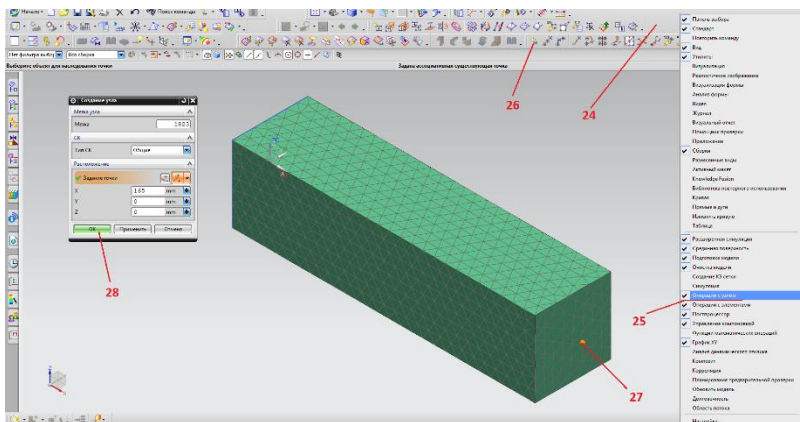


Рисунок 22. Окно fem-модели для создания узла

Теперь создайте RBE2 связь. Нужно открыть вкладку на панели инструментов "1D соединение"(29) и выбрать "1D соединение". В качестве исходного узла выбрать только что созданный узел, а в качестве цели выбрать узлы на грани, на которую будет приложена нагрузка. Необходимо обратить внимание на тип элементов. В свойствах элемента убедитесь, что выбран именно тип RBE2.

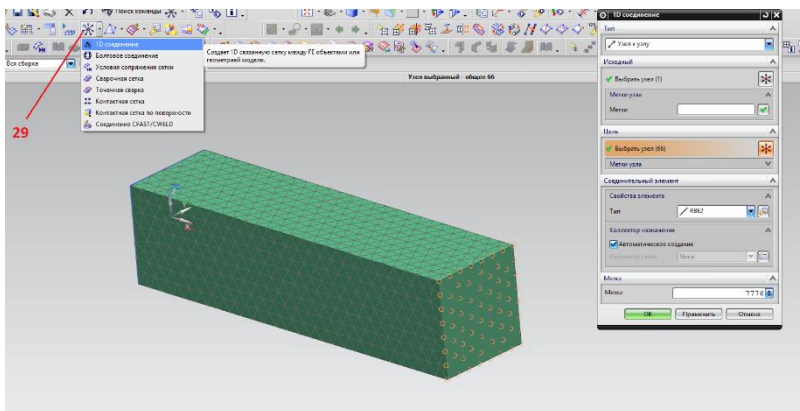


Рисунок 23. Окно создания RBE2 связи

Удалите ранее приложенные нагрузки и задайте новую. Во вкладке "Тип нагрузки" (30) выбрать "Момент" (рисунок 23). Приложить нагрузку в узел, который создали ранее (31). Нужно

вести величину нагрузки, а также вектор. Выбрать направление вектора параллельно оси нашей балки. В данном примере величина равна 1000 Н*м . Обратите внимание, что размерность выбрана в Н*м , по умолчанию размерность выставлена в Н*мм .

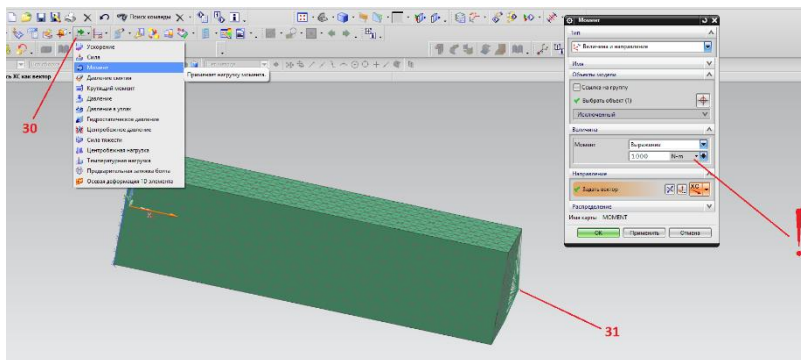


Рисунок 24. Окно настройки для расчета на кручения

Проделать те же манипуляции для расчета. Расчет на кручение произведен (рисунок 24, 25).

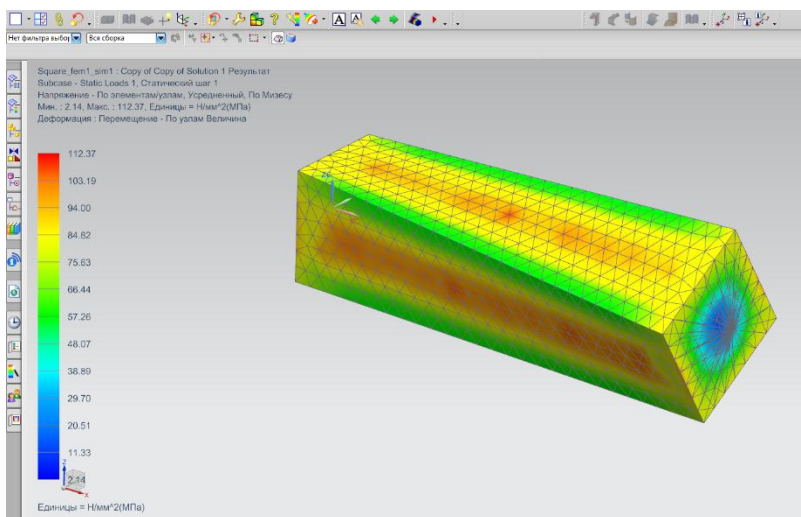


Рисунок 25. Окно с результатами прочностного анализа конструкции на кручение

Заключение

NX Nastran обеспечивает полный набор расчетов, включая расчет напряженно-деформированного состояния, запасов прочности, собственных частот и форм колебаний, анализ устойчивости, исследование установившихся и неустановившихся динамических процессов, решение задач теплопередачи, акустических явлений, нелинейных статических и нелинейных переходных процессов, анализ сложного контактного взаимодействия, расчет критических частот и вибраций роторных машин, анализ частотных характеристик при воздействии случайных нагрузок и импульсного широкополосного воздействия, исследование аэроупругости на дозвуковых и сверхзвуковых скоростях. Предусмотрена возможность моделирования практически всех типов материалов, включая композитные и гиперупругие. В состав расширенных функций входит технология суперэлементов (подконструкций), включая продвинутые методы динамических конденсаций, модальный синтез и развитые методы анализа динамики сложных структур на основе суперэлементов и формулировок метода Крейга-Бемптона.

В NX Nastran предусмотрена возможность передачи моделей упругих тел в Adams, которые будут использоваться в этом программном комплексе при построении расчётных моделей машин и механизмов.

Список литературы

1. SiemensPLMSoftwareNXNastran. [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://www.plm.automation.siemens.com> – (Дата обращения:06.03.2017).
2. Инженерный анализ в NX.[Электронный ресурс] – Режим доступа <http://www.sterling.zp.ua>– (Дата обращения:01.03.2017).

Подписано в печать _____
Формат 60x84/16 Бумага офсетная Печать
 ризографическая
Уч.-изд.л. 1,4 Усл.-печ.л. 1,4 Тираж 50 экз.
Заказ _____
Издательско-полиграфический центр
Набережночелнинского института
Казанского (Приволжского) федерального университета

423810, г. Набережные Челны, Новый город, проспект
Мира, 68/19
тел./факс (8552) 39-65-99 e-mail: ic-nchi-kpfu@mail.ru