

УДК 621:004.92

ОПЫТ ПРАКТИЧЕСКОГО ОСВОЕНИЯ МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЙ В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ T-FLEX CAD 12

Ю.С. Сергеев, С.В. Сергеев, Д.О. Акимов

Представлены результаты имитационного моделирования напряженно-деформированного состояния деталей разрабатываемой конструкции в программной среде *T-FLEX CAD 12*.

Ключевые слова: моделирование; статический; частотный и тепловой анализ; анализ устойчивости.

В современном высокотехнологичном производстве появилась новая тенденция в построении системы технологической подготовки производства. Эта новая идеология заключается в создании единого информационного пространства (ЕИП) для функционирования САПР различного направления [1]. С целью реализации идеологии ЕИП ведущие производители программных продуктов перешли к созданию систем, поддерживающих информационные технологии от проектирования изделия к его производству, эксплуатации и вплоть до утилизации, то есть обеспечивающих поддержку на протяжении всего жизненного цикла изделия (ЖЦИ). Одним из таких программных инструментов является *CAD/CAE* система *T-FLEX* [2]. *T-FLEX* выделяется среди других программ тем, что он обладает всей широтой средств автоматизации проектирования, является специальным инструментом для работы с большими сборками, у него единая документальная структура, и дает возможность достаточно просто вести коллективную разработку.

Комплекс *T-FLEX CAD 12* – это отечественная профессиональная конструкторская программа, объединяющая в себе мощные параметрические возможности *2D* и *3D* – моделирования со средствами создания и оформления чертежей, а также конструкторской документации. Технические новшества и хорошая производительность в сочетании с удобным и понятным интерфейсом делают *T-FLEX CAD* универсальным и эффективным средством *2D* и *3D*- проектирования изделий. Всё это является немаловажным в условиях создавшегося тренда импортозамещения. *T-FLEX CAD* построена на геометрическом ядре *Parasolid* (©*Siemens PLM software*), которое сегодня считается лучшим ядром для *3D* – моделирования, и используется более чем на 1000000 рабочих мест по всему миру. Использование ядра *Parasolid* не только наделяет *T-FLEX CAD* мощными и надежными инструментами *3D*-моделирования, но также обеспечивает интеграцию с лучшими зарубежными программами для проектирования и выполнения расчетов методом конечных элементов.

Краткий список возможностей *T-FLEX CAD 12* – это:

- быстрое *2D*-эскизирование;
- параметрическое *2D*-проектирование;
- полный набор средств подготовки конструкторской документации;
- *3D*-моделирование деталей любой сложности;
- создание *3D*-сборок любой сложности;
- геометрический анализ *3D*-моделей и сборок;
- инженерный анализ деталей и конструкций;
- оптимизация деталей и конструкций;
- создание фотореалистичных изображений;
- мощный API – интерфейс для разработки собственных приложений.

Процесс освоения методики исследований напряженно-деформированного состояния деталей и узлов разрабатываемой конструкции в программной среде *T-FLEX CAD 12* был сопряжен с проектированием узла «Гидроцилиндр». Корпус гидроцилиндра – это одна из наиболее ответственных деталей этого узла. Это потому, что от точности его изготовления и выбранного материала напрямую зависит его работоспособность в условиях высокой циклической и ударной нагрузки. В связи с этим сначала был выполнен статический анализ этой детали (рис. 1).

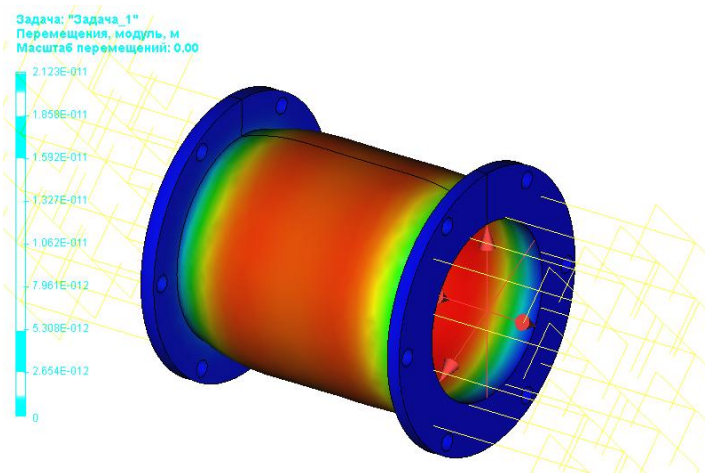


Рис. 1. Результаты расчёта, полученные при статическом анализе

Статический анализ позволил осуществить расчёт напряжённого состояния конструкций под действием приложенных к системе постоянных во времени сил. На сегодняшний день это, пожалуй, наиболее востребованная в проектировании задача. С помощью модуля «Статический анализ» удалось оценить прочность разработанной конструкции по допускаемым напряжениям, определить наиболее слабые места конструкции и внести необходимые изменения (оптимизировать) изделие. При этом между трёхмерной моделью изделия и расчётной конечно-элементной моделью поддерживается ассоциативная связь. Параметрические изменения исход-

ной твердотельной модели автоматически перенесли на сеточную конечно-элементную модель. При этом были определены предельные деформационные возможности детали (см. рис. 1). Поскольку положено, что деталь «Корпус» будет работать в условиях циклических нагрузок и гидроударов, то был проведен частотный анализ (рис. 2).

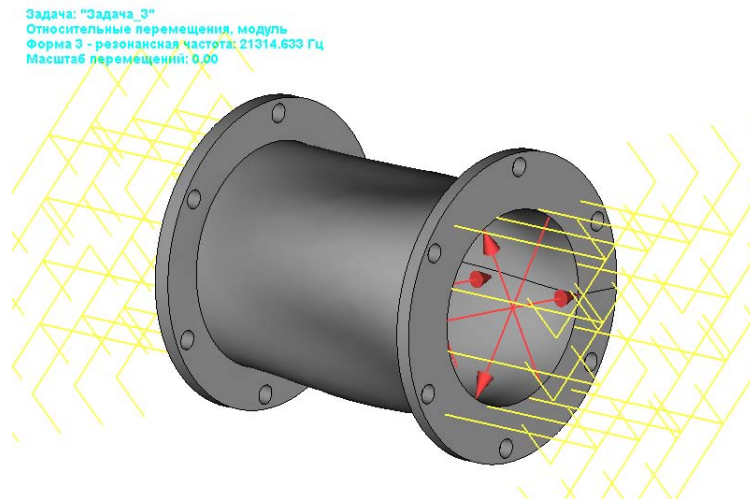


Рис. 2. Результаты расчета, полученные при частотном анализе

Частотный анализ позволил осуществить расчёт собственных (резонансных) частот конструкции и соответствующих форм колебаний. Осуществляя проверку наличия резонансных частот в рабочем частотном диапазоне изделия и оптимизируя конструкцию таким образом, чтобы исключить возникновение резонансов, разработчик повысил надёжность и работоспособность спроектированного изделия. В связи с тем, что исследуемая деталь является достаточно тонкостенной, был выполнен анализ её устойчивости (рис. 3).

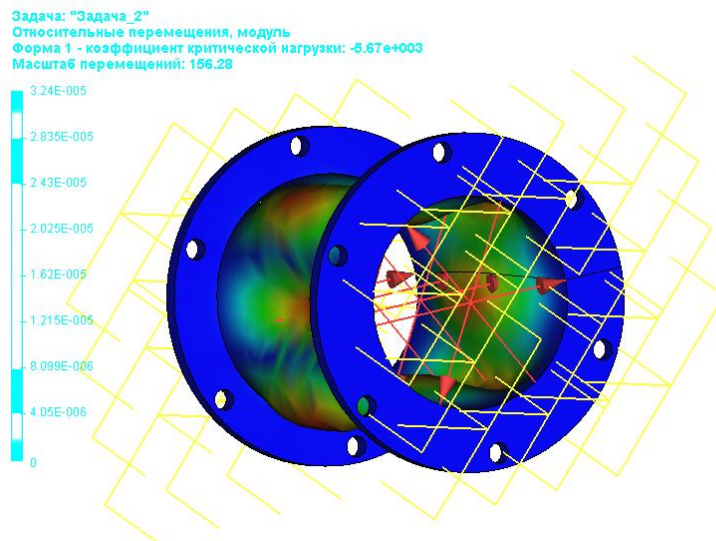


Рис. 3. Результаты расчета устойчивости конструкции детали

Анализ устойчивости важен при проектировании конструкций, поскольку эксплуатация их предполагает продолжительное воздействие различных по интенсивности нагрузок. С помощью данного модуля удалось оценить запас прочности по «критической нагрузке» – нагрузке, при которой в конструкции могут скачкообразно возникнуть значительные неупругие деформации, зачастую приводящие к её разрушению или серьёзному повреждению. И наконец, деталь «корпус гидроцилиндра» при длительной работе подвержен весьма значительным тепловым нагрузкам. Поэтому нами был выполнен тепловой анализ (рис. 4).

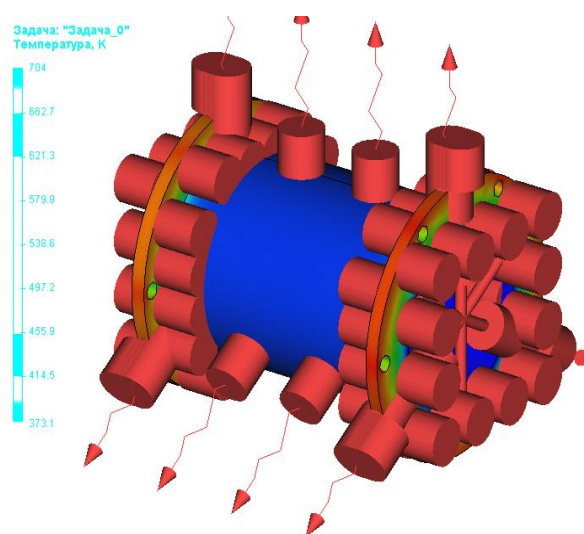


Рис. 4. Результаты теплового расчета

Тепловой анализ обеспечил возможность оценки температурного поведения изделия под действием источников тепла и излучения. Тепловой анализ может использоваться самостоятельно для расчёта температурных или тепловых полей по объёму конструкции, а также совместно со статическим анализом для оценки возникающих в изделии температурных деформаций. Проведенные исследования позволили выявить «слабые места» в конструкции детали и скорректировать её внутренние размеры, поскольку работоспособность и долговечность узла в целом зависит от изменяющихся в процессе эксплуатации зазоров между поршнем и корпусом гидроцилиндра.

Библиографический список

1. Норенков, И.П. Основы автоматизированного проектирования: учебник / И.П. Норенков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 336 с.
2. Топ Системы – разработчик программного *PLM* – комплекса *T-FLEX CAD/CAM/CAE/CAPP/PDM*. – URL: <http://www.tflex.ru/>.

[К содержанию](#)