

Рис. 3. Сравнение стандартного и доработанного алгоритма Канни

Таким образом, предобработка, алгоритм Канни, морфологические операции и поиск контуров позволили повысить качество выделения границ, убрать шумы и артефакты, а также точно подсчитать число бактерий на изображении.

Литература

1. Определение количества бактерий *Bacillus thuringiensis* на изображениях, полученных с помощью цифрового микроскопа / Современные проблемы математики и вычислительной техники : сб. материалов XIII Республ. науч. конф. молодых ученых и студентов, Брест, 23–24 нояб. 2023 г. / Брест. гос. техн. ун-т ; редкол.: В. А. Головки (гл. ред.) [и др.]. – Брест : БрГТУ, 2023. – 126 с.
2. Романов, С. А. Анализ методов сегментации изображений / С. А. Романов, О. М. Лепешкин, Ю. П. Стоянов // Молодой ученый. – 2010. – № 6 (17). – С. 26–28.
3. Kurochka, K. S. An algorithm of segmentation of a human spine X-ray image with the help of Mask R-CNN neural network for the purpose of vertebrae localization / K. S. Kurochka, K. A. Panarin // 56th International Scientific Conference on Information, Communication and Energy Systems and Technologies, Sozopol, Bulgaria, 2021. – Sozopol, 2021. – P. 55–58. – DOI 10.1109/ICEST52640.2021.9483467
4. Метод обнаружения контуров на основе весовой модели изображения / З. М. Гизатуллин, С. А. Ляшева, О. Г. Морозов, М. П. Шлеймович // Компьютерная оптика. – 2020. – Т. 44, № 3. – С. 393–400.

УДК 004.925.84:62-33

СТАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ НА ПРОЧНОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОТОТИПА РЕГУЛИРУЮЩЕГО КЛАПАНА «ШТОК» И «ПЛУНЖЕР»

А. Д. Лёвкина

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

В связи с введением на современном этапе развития инженерии и технологий термина системной инженерии, обозначающего направление создания неразборных узловых соединений, предложено использование программного обеспечения SolidWorks, его модулей Simulation, отвечающего за создания файлов анализа, и PropertyManager, предназначенного для определения видов контактов между моделями, для решения статического анализа сборочного узла на примере связи компонентов «шток» и «плунжер» прототипа регулирующего клапана. Отмечено, что полученные в ходе изучения вопросы показатели являются удовлетворительными для исследуемых деталей. Сделан вывод о том, что сложный статический анализ для комплекса деталей можно проводить при помощи используемого в работе программного обеспечения.

Ключевые слова: SolidWorks, статический анализ, компоненты узла, Simulation, PropertyManager.

STATIC ANALYSIS OF THE STRENGTH OF THE ELEMENTS OF THE PROTOTYPE CONTROL VALVE “STEM” AND “PLUNGER”

A. D. Levkina

Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus

In connection with the introduction of the term system engineering at the present stage of engineering and technology development, denoting the direction of creating non-removable nodal connections, it is proposed to use the SolidWorks software, its Simulation modules responsible for creating analysis files, and PropertyManager, designed to determine the types of contacts between models, to solve the static analysis of an assembly assembly using the example of a bundle of components “stem” and “plunger” of the prototype control valve. The indicators obtained during the study of the issue are satisfactory for the studied parts, which allows us to conclude that a complex static analysis for a complex of parts can be carried out using the software used in the work.

Keywords: SolidWorks, static analysis, node components, Simulation, PropertyManager.

На этапе развития современного мира инженерная индустрия переживает революцию благодаря многим технологическим инновациям, в частности, такой, как компьютерное моделирование, которое открывает множество перспектив в проектировании деталей и изделий. Упрощает технологию изготовления деталей, позволяя избежать многих ошибок при помощи использования различных модулей и программ, помогающих смоделировать в виртуальной среде саму деталь, работающий узел, их движения, различные анализы (статический, динамический).

Статический анализ используется для определения перемещений, напряжений, деформаций и усилий, возникающих в конструкции или ее составных частях при действии нагрузок, не сопровождающихся процессами рассеяния энергии или появлением существенных инерционных эффектов. Это один из основных анализов, проводимых для любых проектируемых деталей.

В инженерии на последних этапах развития все чаще стал употребляться термин системная инженерия, что обусловлено получением популярности у направления создания неразборных узловых соединений. Такой подход поставил под вопрос необходимость проведения анализов и вычислений для сборки нескольких компонентов в одном файле.

Цель работы – в связи с комплексным подходом к решению конструкторских задач необходимо проведение статического анализа комплекса деталей в одном файле.

Методы исследований. Для проведения различных анализов трехмерных моделей деталей используются такие программы, как ANSYS и STAR-CD[4], SolidWorks.

SolidWorks [1] – программный комплекс САПР для автоматизации работ промышленного предприятия на этапах конструкторской и технологической подготовки производства. Обеспечивает разработку изделий любой степени сложности и назначения. Работает в среде Microsoft Windows.

Одной из используемых для проведения анализов оценки прочности разработанной конструкции по допускаемым напряжениям, определения наиболее уязвимых мест конструкции является программа SolidWorks, в частности, модуль Simulation.

Данный модуль позволяет создать файл анализа любого вида для рассматриваемого объекта. Для того чтобы начать статический анализ детали, задается материал, характеристики которого предварительно занесены в виртуальную библиотеку материалов. Затем в модели задаются участки характерного закрепления в местах мнимого присоединения элементов и добавляются внешние нагрузки в местах действия сил, обусловленных условиями эксплуатации и положением детали в механизме.

После задания необходимых параметров в программном модуле задается сетка и ее точность, непосредственно влияющая на точность расчета и дальнейшего анализа. Разбиение модели детали сеткой – наглядная демонстрация применения метода конечных элементов в программе.

Метод конечных элементов (МКЭ) представляет собой численный метод приближенного решения краевых (граничных) задач, имеющих место в технике и математической физике.

Программное обеспечение, которое было рассмотрено ранее, позволяет производить анализ не только одной определенной модели детали, но и системы деталей с прямым защеплением.

Результаты исследований. Для проведения статического анализа на прочность элементов прототипа регулирующего клапана «шток» и «плунжер» [3] были разработаны трехмерные модели [5] каждой из данных деталей.

Между данными деталями регулирующего клапана образуется глухое (несквозное) сопряжение, получаемое при помощи соединения деталей резьбой.

Сопряжения создают геометрические взаимосвязи между компонентами сборки. При добавлении сопряжений следует определить допустимые направления линейного или вращательного движения компонентов. Можно перемещать компонент в пределах его степеней свободы, наблюдая за поведением сборки.

Сопряжения решаются вместе системно. Последовательность, в которой добавляются сопряжения в группу, значения не имеет; все сопряжения решаются одновременно. Можно погасить сопряжение так же, как и погасить элемент.

Объединение моделей дает основание рассматривать нагружение деталей в одном статическом анализе [2].

Для этого создается отдельный файл сборки двух моделей деталей, которая производится путем добавления различных сопряжений между соприкасаемыми компонентами (в частности, совпадение осей цилиндров отверстия и ответной детали, совпадение оснований деталей и совпадение поверхностей резьбы) (рис. 1).

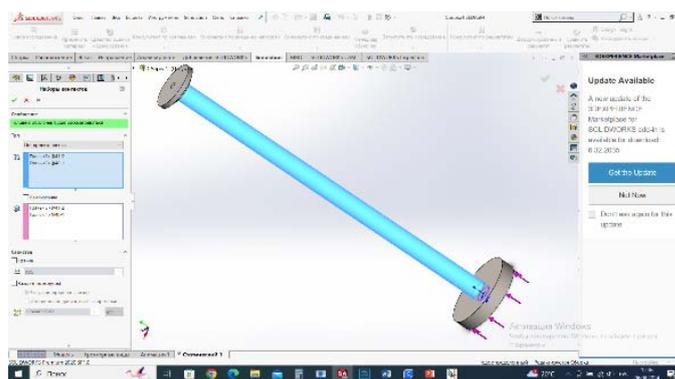


Рис. 1. Создание набора контактов между деталями, приложение нагрузки

Тело, когда к нему применяются нагрузки, деформируется и воздействие нагрузок передается через все тело. Внешние нагрузки включают в себя внутренние силы и реакции, которые компенсируют воздействие и возвращают тело в состояние равновесия. Линейный статический анализ рассчитывает силы перемещений, напряжения, нагрузки и реакции при воздействии приложенных нагрузок.

При задании данных нагрузки в случае проведения анализа сборки дополнительно учитываются типы и параметры контактов между деталями, так как это влияет на распределение нагрузки и последующую деформацию трехмерной модели.

Исходя из данных регулировочного клапана, можно сделать вывод о том, что на корпус действует давление, значение которого равняется 1,6 МПа, оказываемое скапливающимся газом (жидкостью) на внутренние стенки нижнего рукава корпуса.

Такое же давление оказывает газ (жидкость) на плунжер, выталкивая его и приводя механизм в действие (100 Н).

Так как между плунжером и штоком глухое сопряжение, за счет чего они рассматриваются в одном анализе как сборка, на шток передается та же сила, что прикладывается к плунжеру (100 Н).

Для определения видов контактов между двумя деталями используется такой модуль программы SolidWorks, как PropertyManager. Если сборка моделей деталей была создана правильно, с соблюдением всех условий соединения компонентов, то данный модуль самостоятельно ищет возможные места контактов, из которых можно выбрать необходимые. Если модуль не зафиксировал необходимое место создания контакта, его можно выбрать при помощи дополнительной команды с учетом ограничений привязки (рис. 1).

После добавления контактов для компонентов анализа и определения уровня их взаимодействия задаются условия нагружения (в данном случае давление газа (жидкости) будет осуществляется на плунжер, который передает нагрузку на шток).

После задания нагрузок на модель накладывается сетка с заданной точностью разбиения. На рис. 2 представлены результаты проведенного статического анализа.

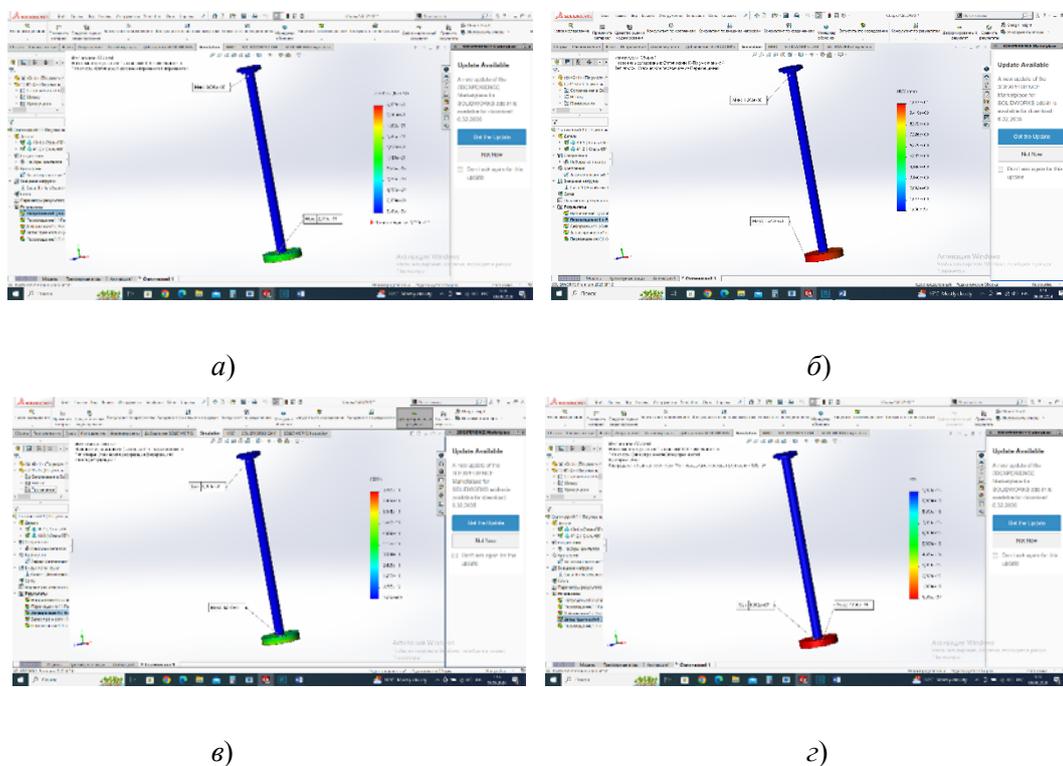


Рис. 2. Результаты НДС поверхности сборки деталей «Шток» и «Плунжер»:
 а – напряжения по Мизесу, Па; б – перемещение, мм; в – относительная деформация, %; г – коэффициент запаса прочности

Таким образом, принимаемое значение коэффициента запаса прочности составляет $6,1 \cdot 10^7$ единиц (рис. 2, з); наибольшие напряжения и деформация сосредоточены на детали «Плунжер» (непосредственное место приложения нагрузки); максимальное значение перемещений равно 10,47 мм. Данные показатели являются удовлетворительными для исследуемых деталей. Это позволяет сделать вывод о том, что сложный статический анализ для комплекса деталей можно проводить при помощи программного обеспечения SolidWorks, модуль Simulation.

Автор выражает признательность научному руководителю старшему преподавателю Позднякову Е. П. за оказанную помощь при проведении данного исследования.

Литература

1. Алямовский, А. А. SolidWorks Simulation. Как решать практические задачи / А. А. Алямовский. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2012. – 448 с.
2. Солдатов, А. В. Статический анализ детали «вал» с применением программы твердотельного моделирования Solidworks / А. В. Солдатов // Взгляд молодых на проблемы региональной экономики – 2015 : материалы Всерос. открытого конкурса студентов вузов и молодых исследователей, Тамбов, окт. 2015 г. / ФГБОУ ВПО «ТГТУ». – Тамбов, 2015. – С. 211.
3. Трубопроводная арматура с автоматическим управлением: Т77 : справочник / Д. Ф. Гуревич, О. Н. Заринский, С. И. Косых [и др.] ; под общ. ред. С. И. Косых. – Ленинград : Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1982. – 320 с.
4. Шимановский, А. О. Моделирование перетекания жидкости в резервуаре с использованием программных комплексов ANSYS и STAR-CD / А. О. Шимановский, А. В. Пулято // Вестник Уральского государственного технического университета–УПИ. – 2005. – № 11. – С. 103–110.
5. 3D-модель как основной источник данных при организации совместной работы при проектировании, технологической подготовке производства, изготовлении, эксплуатации / И. А. Кольцова, В. И. Козлов, Н. В. Грудина, Е. П. Поздняков // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе – сегодня и завтра : сб. тез. докл. 4-й Междунар. науч.-практ. конф., Гомель, 4 нояб. 2020 г. / НТЦК ОАО «Гомсельмаш». – Гомель, 2021. – С. 81–90.

УДК 004.93'11

АЛГОРИТМ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА КТ-ИЗОБРАЖЕНИЙ ПОЗВОНОЧНИКА ЧЕЛОВЕКА С ПРИМЕНЕНИЕМ ВАРИАЦИОННОГО АВТОКОДИРОВЩИКА

К. С. Курочка, А. С. Житко

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Предложен алгоритм улучшения качества КТ-изображений позвоночника человека с применением модели машинного обучения на основе вариационного автокодировщика (VAE). Модель VAE разработана для уменьшения шума и артефактов, повышения контрастности и четкости изображений. Описаны этапы подготовки данных, архитектура модели и результаты тестирования. Апробация показала, что предложенный подход обеспечивает улучшение качества изображений с высокой скоростью обработки.

Ключевые слова: КТ-изображения, вариационный автокодировщик, машинное обучение, улучшение изображений, позвоночник.