

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ  
ДЕФОРМИРОВАНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ РУЛЕВОЙ ТЯГИ  
НА ОСНОВЕ МКЭ И СРЕДСТВ ЕГО ПРОГРАММНОЙ РЕАЛИЗАЦИИ

А. А. Ализарчик

*Гомельский государственный технический университет  
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научные руководители: В. В. Миренков, В. Ф. Хиженок

Одним из представителей семейства расчетных программ является Solid Works. Программа Solid Works предлагает широкий спектр возможностей конечно-элементного анализа, начиная от простого линейного стационарного анализа и заканчивая комплексным нелинейным анализом переходных процессов.

Первая стадия - геометрическое моделирование - включает разработку пространственной модели конструкции.

На следующем этапе производится задание свойств материалов. В зависимости от решаемой задачи, Solid Works позволяет описывать как линейное, так и нелинейное поведение материалов. При описании линейного поведения материала его свойства не изменяются в процессе деформирования. Свойства такого материала могут зависеть от температуры материала. Кроме того, имеется возможность задать различные свойства для различных направлений, т. е. описывать анизотропные материалы.

На этапе создания сетки конечных элементов выясняется целесообразность использования различных видов конечных элементов в рассматриваемой модели и выполняются действия по созданию регулярной сетки конечных элементов.

Для моделирования процессов деформирования и разрушения рулевой тяги принято использование объемных конечных элементов, используемых в программном продукте Solid Works. Целесообразность выбора типа конечного элемента определяется степенью сложности геометрии узла и требуемой точностью решения. Поэтому для разбиения геометрической модели конечными элементами были использованы следующие типы элементов: SOLID 185 и SOLID 187. Элемент SOLID 185 позволяет описать деформацию материала с учетом пластичности, ползучести, жесткости, большими перемещениями и деформациями. Он образован восемью узлами, имеющими три степени свободы каждый.

Элемент SOLID 187 позволяет описать деформацию материала с учетом пластичности, ползучести, жесткости, большими перемещениями и деформациями. Приведенный элемент предлагается применять для моделирования объемов с большим количеством поверхностей, где применение гексаэдральных элементов не представляется возможным.

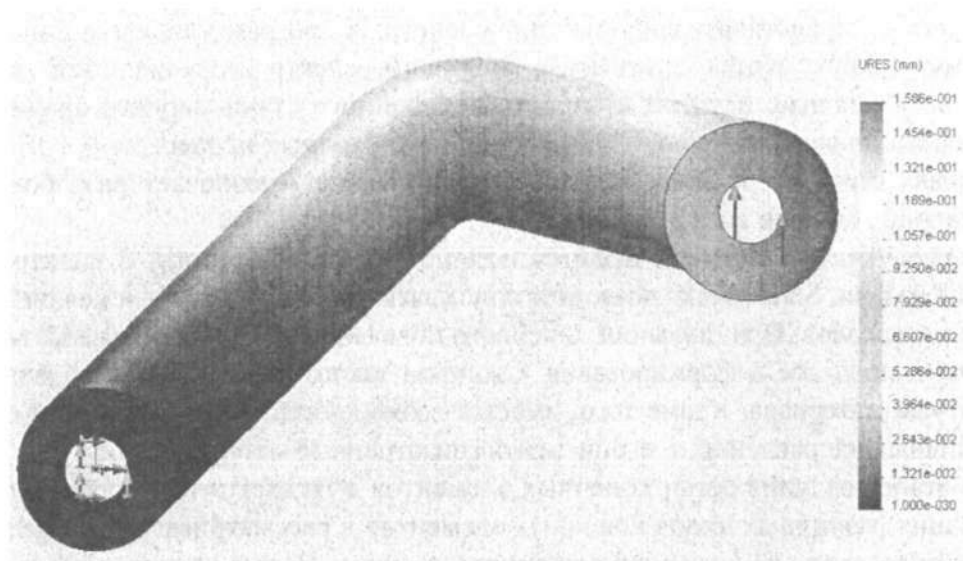
Решение задачи оптимизации изделий сложной геометрии на стадии проектирования возможно лишь при точном задании размеров каждого фрагмента конструкции, что не позволяет использовать методы сопротивления материалов и предполагает построение геометрически адекватной трехмерной твердотельной модели изделия с последующим выполнением уточненного (конечноэлементного расчета) напряженно-деформированного состояния.

Адекватность расчетной модели во многом определяется точностью задания деформационных свойств материала и граничных условий.

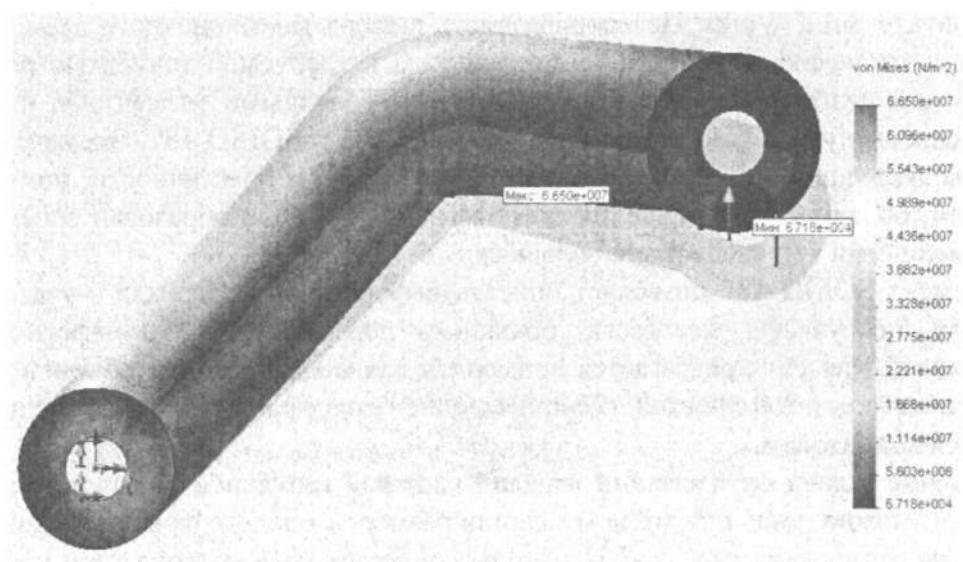
В качестве граничных условий использовалась нагрузка в отверстии короткого плеча рычага (640 Н) и заделка в отверстии длинного плеча рычага. Матери-

ал детали - простая углеродистая сталь: модуль упругости - 210 ГПа, коэффициент Пуассона - 0,28.

В результате проведенных расчетов (рис. 1) установлено, что максимальное перемещение короткого плеча рычага составляет 0,15 мм. Оценка нагруженности рычага производилась по критерию Мизеса для эквивалентных напряжений (3 теория прочности). Максимальное расчетное напряжение составило 66,5 мПа. Расчетная масса - 546,5 г.



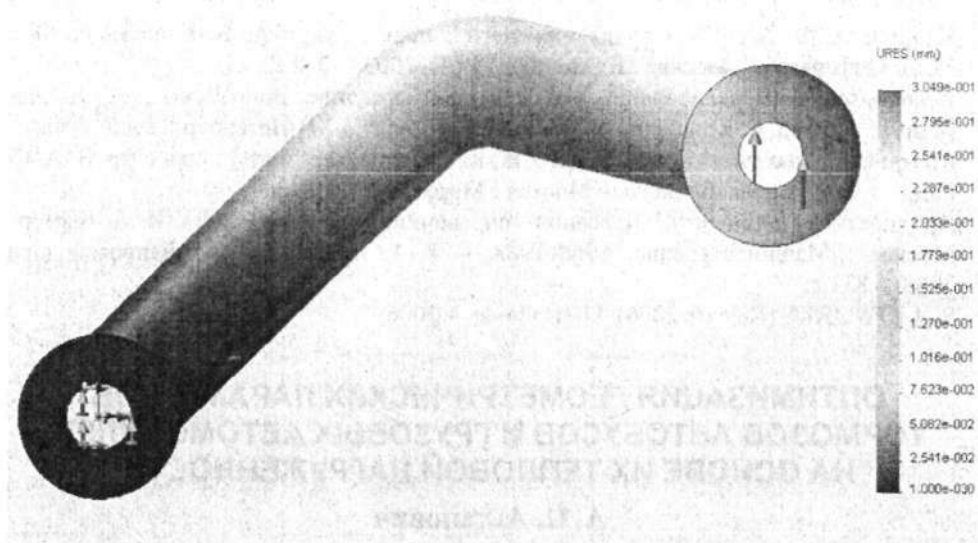
а)



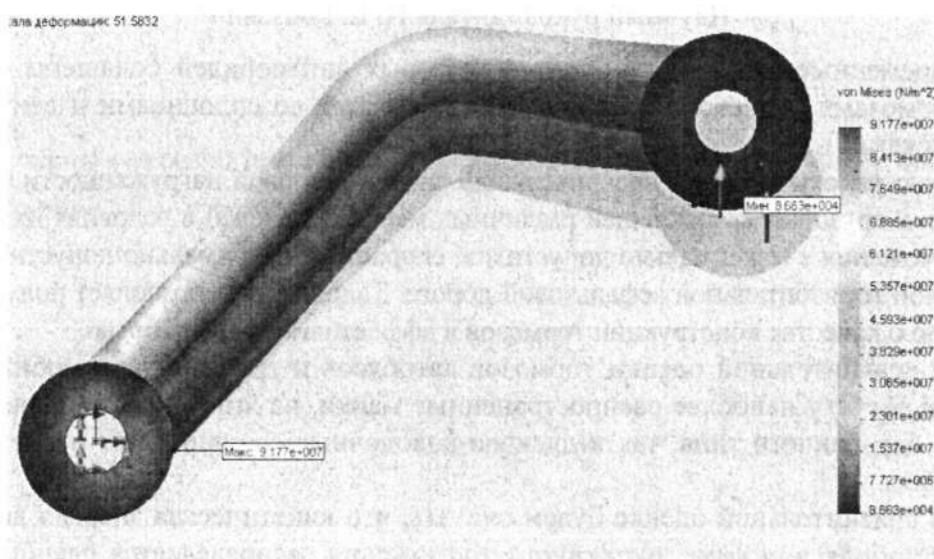
б)

Рис. 1. Распределение механических перемещений (а) и напряжений (б) по критерию Мизеса в рычаге

Учитывая вышесказанное, была предложена модификация рычага (рис. 2). В модифицированном рычаге облегчены плечи.



а)



б)

Рис. 2. Распределение механических перемещений (а) и напряжений (б) по критерию Мизеса в модифицированном рычаге

Расчетное максимальное напряжение в модифицированном рычаге составило 91,7 мПа. Расчетная масса - 457,2 г.

В результате модификации рычага достигнуто снижение массы на 16 %.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

Существующая конструкция рычага не является равнопрочной и имеются возможности его оптимизации в целях снижения массы.

Разработанная конечноэлементная модель адекватно описывает напряженно-деформированное состояние рычага и может быть использована при проектировании.

Предложенная модификация позволяет снизить массу рычага на 16 % с сохранением жесткости и прочности.

## Литература

1. Каплун, А. Б. ANSYS в руках инженера : практ. рук. / А. Б. Каплун, Е. М. Морозов, М. А. Олферьева. - Москва : Едиториал УРСС, 2003. - 272 с.
2. Компьютерное моделирование в инженерной практике. SolidWorks / А. А. Алямовский [и др.] ; под ред. Е. Кондуковой. - Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2005. - 800 с.
3. Метод конечных элементов и САПР / Ж. К. Сабоннадьер [и др.] ; пер. с фр. В. А. Соколова ; под ред. Э. К. Стрельбицкого. - Москва : Мир, 1989. - 192 с.
4. Прочность, устойчивость, колебания : справочник. В 3 т. / редкол. : И. А. Биргер [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1968-1988. - Т. 1. Прочность, устойчивость, колебания. - 1968.-831 с.
5. SOLIDWORKS (Release 2006). Users Guide. - 2006.