

УДК 539.3

В.С.Сорокин (2 курс, каф. МиПУ), А.А.Михайлов, асс., А.И.Боровков, к.т.н., проф.

МНОГОВАРИАНТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ БАЛКИ ПОДВЕСКИ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ КЭ МОДЕЛИРОВАНИЯ ANSYS

Цель работы – конечно-элементное (КЭ) исследование пространственного (3-D) напряженно-деформированного состояния балки подвески тягового электродвигателя, определение коэффициентов запаса прочности в элементах конструкции, находящейся под действием внешней нагрузки. Рассматриваемая деталь является важной конструктивной частью тягового электродвигателя, который широко применяется в машиностроении. Конструкция балки состоит из 25 деталей разных типоразмеров.

Для проведения расчетного исследования с помощью CAD-системы SolidWorks была построена 3-D модель балки подвески, учитывающая все основные геометрические и конструктивные особенности (рис. 1). Балка подвески изготовлена из ст.1020 с модулем Юнга $E = 200 \text{ ГПа}$, пределом прочности при растяжении $\sigma_{ult} = 420.5 \text{ МПа}$, пределом текучести $\sigma_y = 351.6 \text{ МПа}$. С помощью болтовых соединений балка крепится к подвеске (отверстия 1-3, рис. 1), а электродвигатель подвешивается при помощи хомута, концы которого также с помощью болтов крепятся к балке (отверстия 4, 5, рис. 1). В местах соединения балки с подвеской поставим условия жесткого защемления, а вес электродвигателя (350 кгс) равномерно распределим между отверстиями, к которым крепится хомут. Усилие действует в противоположном оси OY направлении.

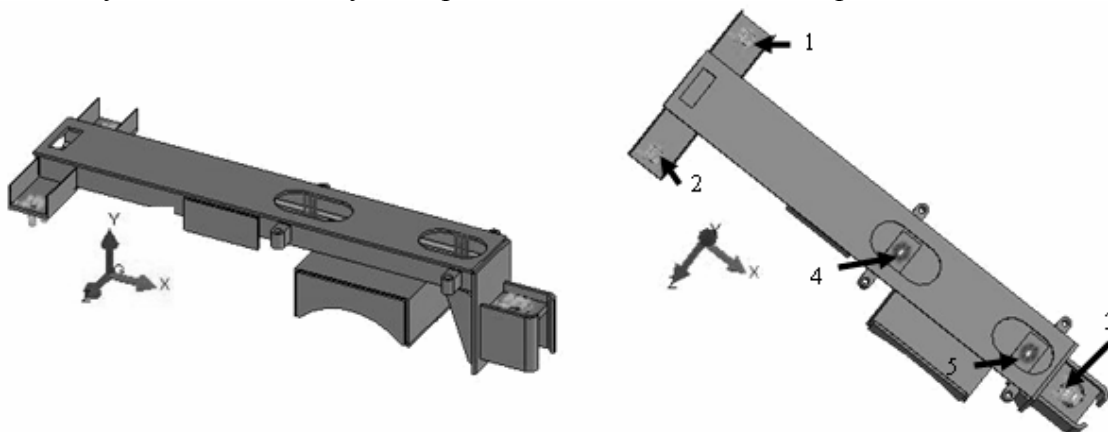


Рис. 1. 3-D модель балки подвески, граничные условия

КЭ исследование 3-D напряженно-деформированного состояния балки выполнено с помощью программной системы КЭ анализа ANSYS. На рис. 2 представлено распределение эквивалентных напряжений по Мизесу. Максимальное эквивалентное напряжение по Мизесу равно 38.5 МПа и достигается в точке А, находящейся на границе отверстия 4 (рис. 2).

Анализ величин напряжений показал большое значение коэффициента запаса прочности $k = \frac{\sigma_y}{\sigma_{VonMises}} > 9$ (здесь $\sigma_{VonMises}$ – эквивалентное по Мизесу напряжение, σ_y – предел текучести). Это говорит о нерациональном распределении материала и чрезмерной несущей способности балки.

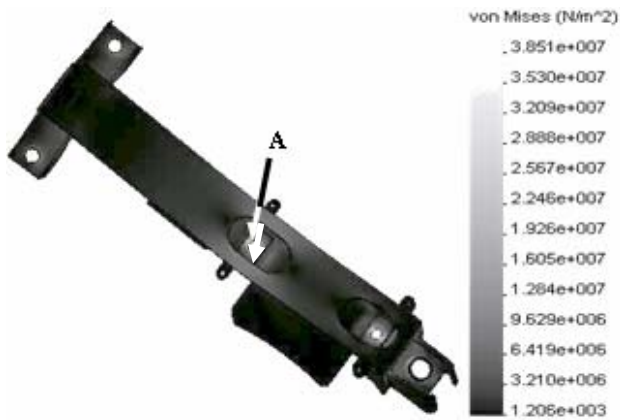


Рис. 2. Распределение эквивалентных напряжений

Установлено, что коэффициенту запаса прочности, равному 1.06 , соответствует усилие 3 тс .

Также проведено исследование зависимости коэффициента запаса прочности от толщины одного из листов балки при исходном значении усилия. Исходная толщина листа составляет 7 мм (рис. 3, справа). Из рис. 3 (слева) следует, что в конструкции можно использовать толщину, по крайней мере, в 7 раз меньше.

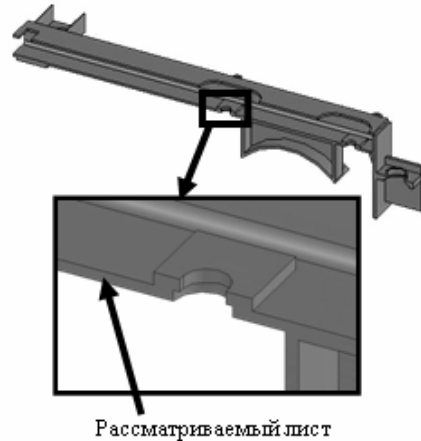
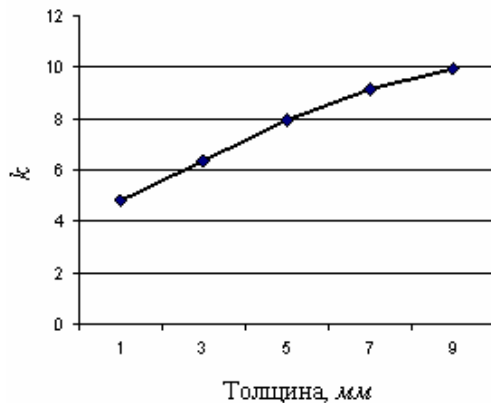


Рис. 3. Зависимость коэффициента запаса прочности от толщины листа

В результате проведенных исследований было установлено, что коэффициент запаса прочности балки подвески при нагрузке в 350 кгс равен 9.1 . В случае нагрузки порядка 3 тс коэффициент запаса равен 1.06 . Некоторые геометрические характеристики данной конструкции могут быть изменены (например, толщины листов, а значит, и масса балки, могут быть уменьшены до 7 раз).