

УДК 621.83  
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ РАСЧЕТА  
БРУСЬЕВ ПРИ СЛОЖНОМ СОПРОТИВЛЕНИИ

Е. Г. КРИВОНОГОВА, С. В. ГОНОРОВА, В. А. КЕМОВА  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Могилев, Беларусь

Сложное сопротивление – вид нагружения, который предполагает наличие в поперечных сечениях бруса нескольких внутренних силовых факторов. В сопротивлении материалов (механике материалов) расчет внутренних силовых факторов и действующих напряжений производится на основании принципа независимости действия сил. Для проверки прочности определяют опасные точки поперечного сечения. Эти точки могут находиться как в простом, так и в сложном напряженном состоянии и для них необходимо знать величину и направление главных напряжений. Экспериментальное определение главных напряжений также связано с рядом особенностей. Это касается случаев, когда для опасных точек, находящихся в сложном напряженном состоянии, заведомо неизвестно направление главных напряжений и поэтому определить деформации достаточно затруднительно.

В таком случае для определения главных напряжений можно использовать метод конечных элементов. Данный метод наиболее эффективен среди других численных методов и реализован в ряде компьютерных программ, которые позволяют, используя расчетную модель бруса, выполнить исследование возникающих напряжений, перемещений и деформаций.

Таким образом, для определения главных напряжений при таких видах сложного сопротивления, как: кривой изгиб, совместное действие изгиба и кручения, внецентренное растяжение-сжатие можно использовать САЕ-системы. Которые позволяют оценить прочность в начале разрушения, в момент достижения предельного состояния в локальном объеме.

Рассмотрим пример определения напряжений при совместном действии изгиба и кручения. **Используя программный продукт SolidWorks Simulation, выполняем расчет коленчатого вала, нагруженного силой  $P$ , равной 16 кН (рис. 1).**

В качестве критерия оценки прочности выбираем критерий максимальных эквивалентных напряжений (критерий Мизеса), так как он применяется при расчете на прочность деталей изготовленных из пластичных материалов.

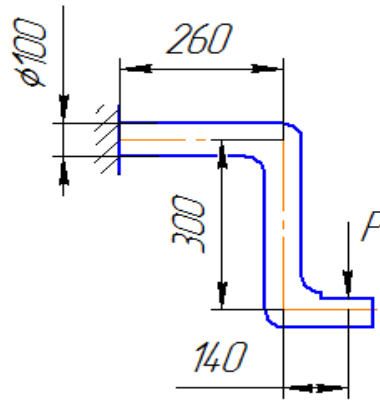


Рис. 1. Расчетная схема коленчатого вала

Задав необходимые граничные условия и выполнив расчет получаем  $\sigma_{\text{ЭКВ}} = 75,3 \text{ МПа}$  (рис. 2).

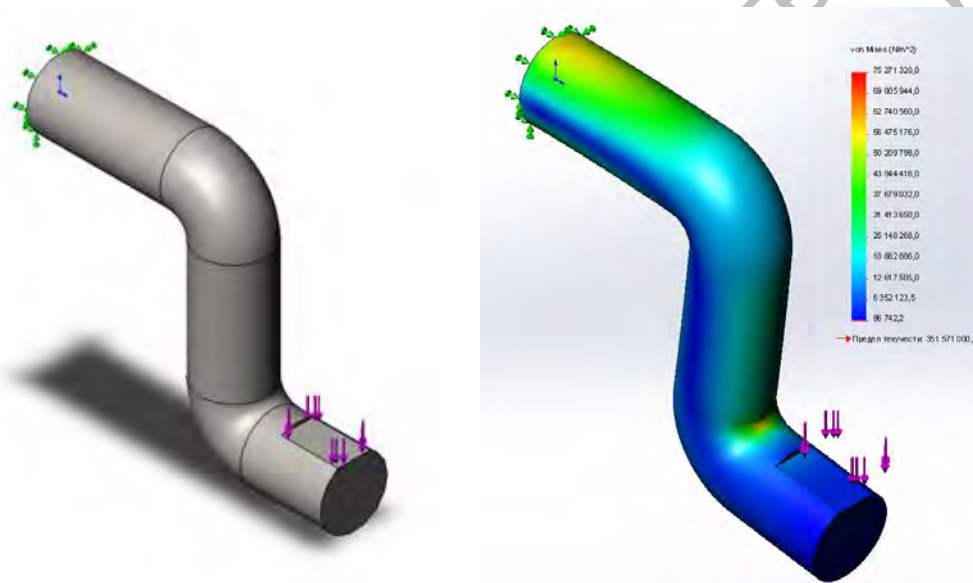


Рис. 2. Граничные условия и результаты расчета

Используя известные формулы сопротивления материалов, а именно IV теорию прочности (наибольшей удельной потенциальной энергии формоизменения), и проведя соответствующие расчеты получим:

$$\sigma_{\text{ЭКВ}} = \frac{M_{\text{ЭКВ}}^{\text{IV}}}{W},$$

где  $M_{\text{ЭКВ}}$  – эквивалентный момент, кНм;  $W$  – осевой момент сопротивления,  $\text{см}^3$

$$\sigma_{\text{ЭКВ}} = \frac{7,63 \cdot 10^3}{98,2 \cdot 10^{-6}} = 77,7 \text{ МПа}.$$

Процент расхождения значений, полученных теоретическим методом и, методом конечных элементов составил 3,1 %. Следовательно, для применения указанного метода в расчете на прочность деталей такого типа необходимо ввести поправочный коэффициент  $k$ , который составляет 1,03.