

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ ЗУБЧАТЫХ ЗАЦЕПЛЕНИЙ ПРИ ОСЕВЫХ СМЕЩЕНИЯХ ШЕСТЕРЕН

Обычно, при расчёте механизмов с зубчатыми передачами предполагается, что шестерни сопрягаются ровно, без смещения. Т.е. имеет место полное зацепление зубьев. Однако на практике, в т. ч. в механизмах печатных и брошюровочно-переплетных машин встречаются случаи, когда шестерни работают со смещением и это может влиять на их прочность и износ. С использованием инструментов программного приложения *SolidWorks* [1] построена модель зубчатой пары и проведено несколько прочностных численных расчётов. Первым шагом было определено, при каком относительном положении шестерён в процессе их поворота напряжение в материале максимальное. Оказалось, что это место – шейка зуба малой шестерни при касании края её зуба. На следующих шагах подобные расчёты были произведены для полного и частичного зацепления (рис. 1 и 2). Прочность зубьев определяется напряжением, возникающим в материале. И разрушение начинается в месте с максимальным напряжением, значения которого при разных осевых смещениях шестерен сравнивались между собой для случаев полного и частичного зацепления.

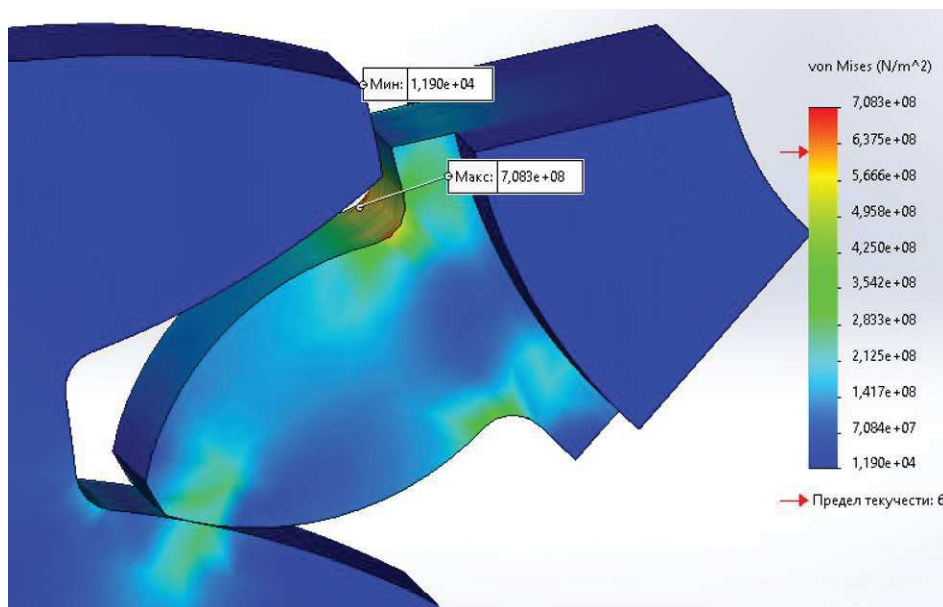


Рисунок 1 – Диаграмма напряжений для случая полного зацепления шестерен

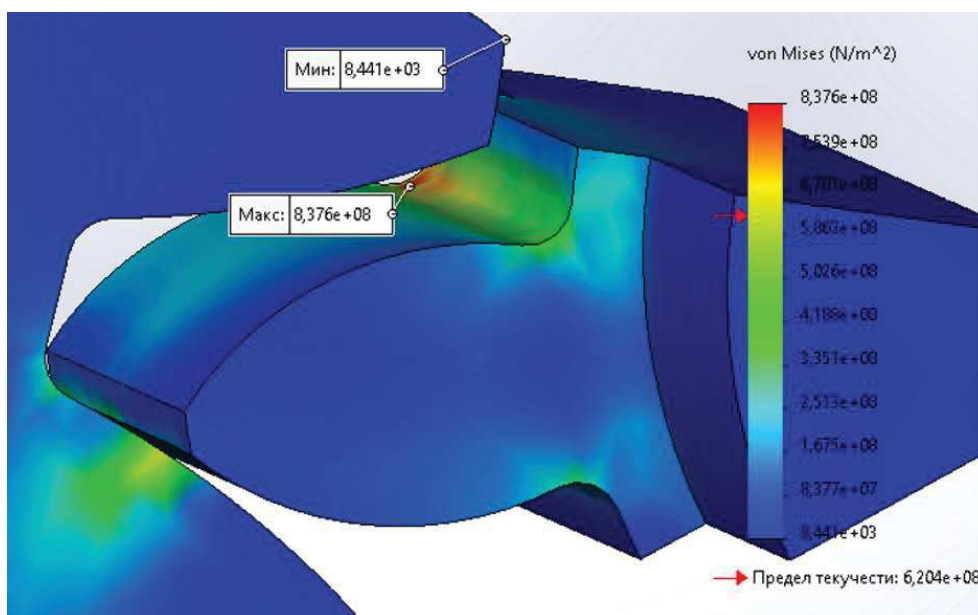


Рисунок 2 – Диаграмма напряжений для случая частичного зацепления шестерен

Для моделирования нагрузений был выбран редуктор из двух шестерён с передаточным отношением $k = 3$. Число зубьев шестерён – $z_1 = 30$ и $z_2 = 10$ с модулем $m = 3$. При этом диаметры шестерён получились : $D_1 = 96$ мм, $D_2 = 36$ мм. Ширина зубьев – 9 мм, смещение между ними – 4,5 мм. Нагрузочный момент вращения $M = 100$ Нм в обоих случаях. Установлено в результате моделирования, что при полном зацеплении максимальное напряжение равно $708,3 \text{ МН/м}^2$, а при частичном зацеплении – $837,5 \text{ МН/м}^2$. Эти значения отличаются в k раз: $k = 8,37/7,08 = 1,18$. Принимая значение прочности при полном зацеплении за 100%, можно сделать вывод, что при частичном зацеплении нагрузка должна быть снижена в $(1 - 1/k)$ раз, т.е. на 15%. Тогда требуемая прочность в случае осевого смещения шестерен сохранится.

Закключение. Численное моделирование позволило решить задачу в трехмерной постановке, которая аналитическим расчётам не поддаётся в силу своей сложности. Результаты проведенного моделирования дают представление о том, в какой пропорции изменяется нагрузочная способность шестерён при их взаимном смещении и определить требования к точности их взаимного положения в зубчатых редукторах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алямовский, А. А. Инженерные расчеты в *SolidWorks Simulation* / А. А. Алямовский. – ДМК Пресс, 2019, – Москва – 463с.