

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПАСНЫХ СЕЧЕНИЙ ПРИ ФОРМООБРАЗОВАНИИ КОНИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС НА ОСНОВЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛИ

Качанов И.В., Кудин М.В., Ленкевич С.А.,
Шаталов И.М., Быков К.Ю.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь

Рассчитанные в результате компьютерного моделирования значения параметров напряженно-деформированного состояния распределяются, как правило, в узлах (перемещения, скорости перемещения) или элементах (компоненты тензоров деформации, скорости деформации и напряжения) конечно-элементной сетки. При отображении характеристик, распределенных по элементам, предварительно осуществляется их осреднение по узлам сетки. При этом внутри элемента каждая величина представляется линейной функцией.

Для отображения таких функций используют линии уровня и цветовые карты со шкалой значений, в которых области, отвечающие разным диапазонам значений функции, закрашиваются разными цветами.

На рисунке 1 представлена визуализация распределения напряжений по сечению заготовки в конце деформирования конического зубчатого колеса в процессе холодной сферодвижной штамповки на стадии калибровки.

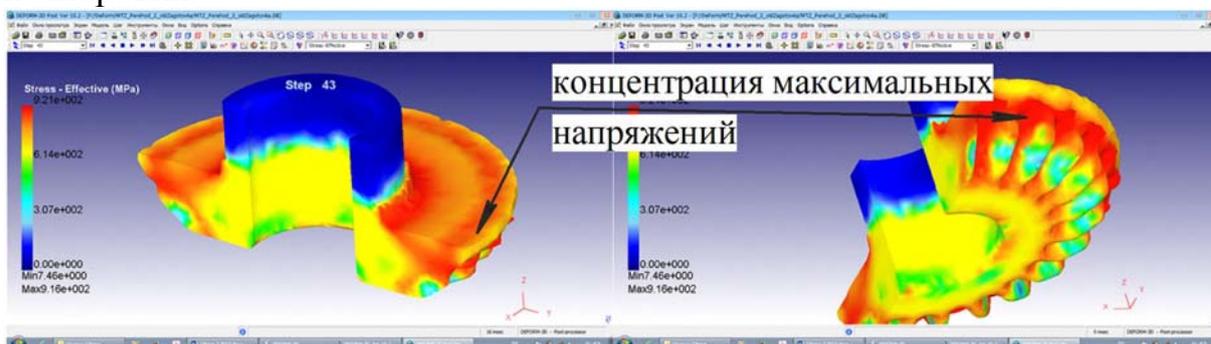


Рисунок 1 – Расположение концентраторов напряжений на стадии калибровки зубчатого венца конического колеса

Анализируя картину распределения напряжений по сечению деформируемой заготовки видно, что концентрация максимальных напряжений формируется на внешнем торце конического колеса и выдавленных зубьях. Однако не всегда наличие максимальных напряжений указывает на опасное сечение (например, при всестороннем неравномерном сжатии). Как правило, опасность разрушения металла наблюдается при значительном превышении растягивающих напряжений над сжимающими и при знакопеременной нагрузке.

Чтобы оценить воздействие сжимающих и растягивающих напряжений исследовалась картина распределения максимальных главных напряжений (рисунок 2). Знаком «-» обозначены сжимающие напряжения, знаком «+» - растягивающие.

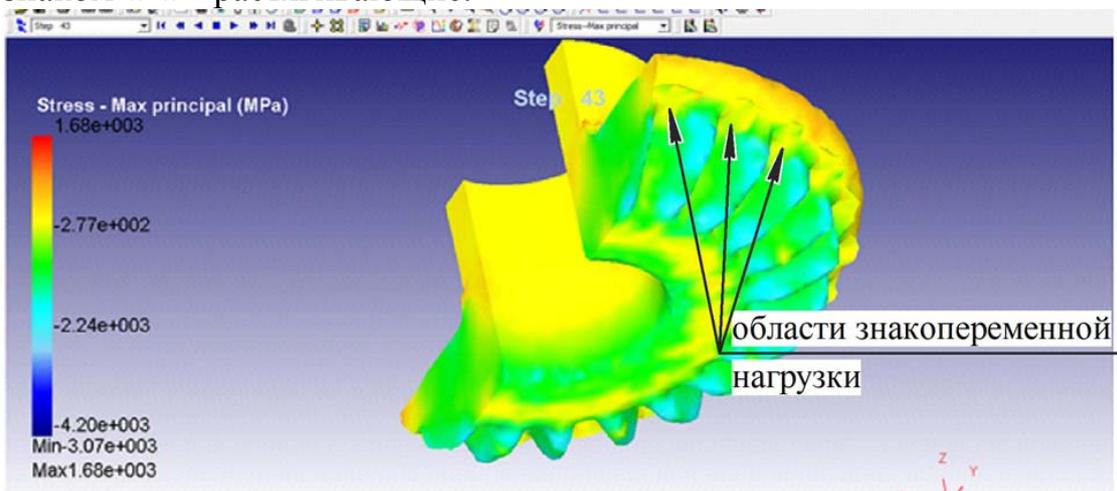


Рисунок 2 - Распределение максимальных главных напряжений

Из рисунка 2 видно, что выдавленные зубья испытывают в основном напряжения сжатия, а вот на внешнем торце колеса при переходе от впадин к вершинам зубьев возникает знакопеременная нагрузка (опасное сечение).

Кроме того, стадия калибровки сопровождается интенсивным наклепом на внешнем торце конического колеса. В результате чего резко падает пластичность металла и заполнение заусенечной канавки не происходит, и данная область не разгружается. Таким образом, максимальные знакопеременные напряжения воздействуют не только на заготовку, но и на основание зубьев матрицы. Знакопеременная нагрузка у основания зубьев матрицы повышает вероятность возникновения и развития трещин и, как следствие, разрушение инструмента, что подтвердили опытно-промышленные испытания.



Рисунок 3 – Вид разрушения формообразующих зубьев матрицы

Очевидно, что технологический процесс сферодвижной штамповки конического зубчатого колеса, взятый для данной компьютерной модели, требует корректировки путем оптимизации геометрии как самой заготовки, так и применяемого инструмента для оптимизации напряженно-деформированного состояния.