

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ ТЕРМООБРАБОТКИ МАТЕРИАЛА ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ.

Паскалин А.В.

Научный руководитель – проф., д.т.н. Галибей Н.И.
Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

При проектировании зубчатых передач обычно устанавливают два основных условия работоспособности:

1. Контактная выносливость путем сравнения фактических контактных напряжений с допускаемыми:

$$\sigma_H \leq [\sigma]_H$$

2. Изгибная прочность зуба путем оценки напряжений изгиба зуба по сравнению с допускаемыми:

$$\sigma_F \leq [\sigma]_F$$

В оптимально спроектированной передаче оба эти условия оцениваются в диапазоне от 20% недогрузки до 10% перегрузки. Чтобы добиться выполнения этого условия, необходимо установить взаимосвязь между размерами передачи и механическими характеристиками материалов. Основные параметры, влияющие на условия работоспособности:

1. Фактические напряжения – модуль m , длина зуба b и число зубьев шестерни z .
2. Допускаемые напряжения – марка материала и твердость поверхности в зависимости от термообработки.

Так как эти параметры одновременно оказывают влияние и на контактную выносливость, и изгибную прочность, то можно установить зависимость между ними, при условии оптимального нагружения передачи по обоим условиям работоспособности.

Такая зависимость была получена для зубчатых цилиндрических передач, выполненных из сталей различных марок, в виде:

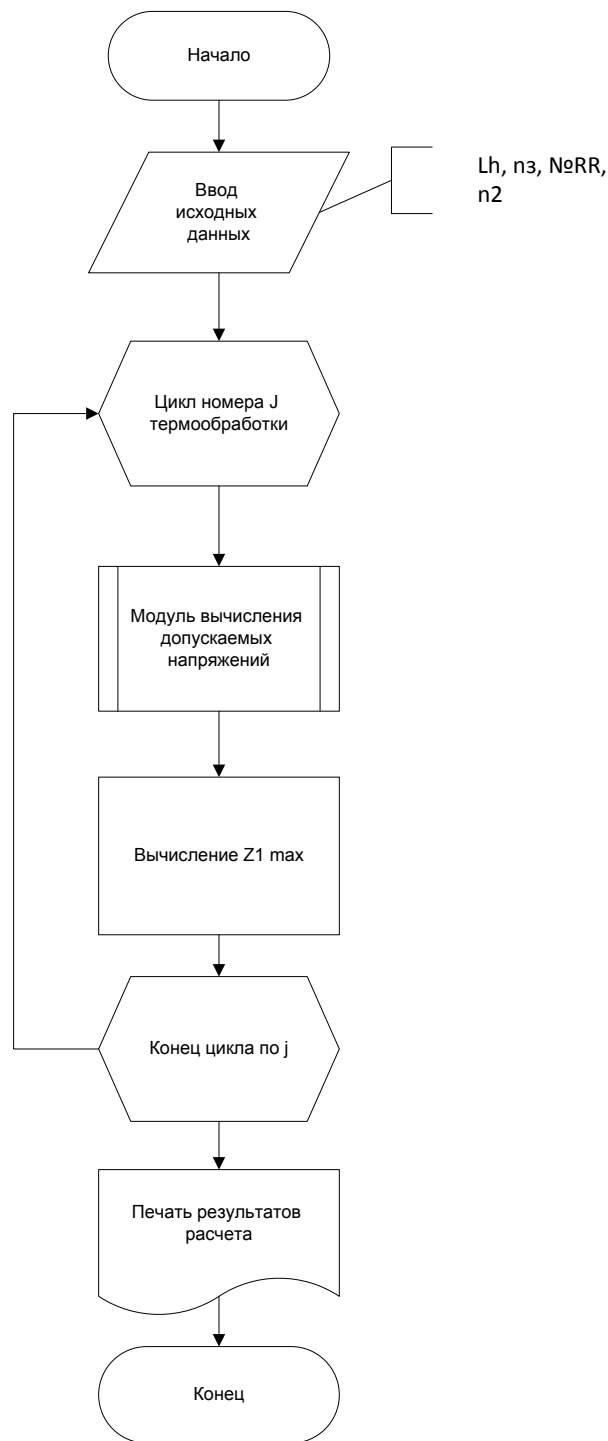
$$Z_1^{\max} = 4.7 \cdot 10^4 \cdot \frac{(i \pm 1) \cdot [\sigma]_F}{i \cdot [\sigma]_H^2}$$

Учитывая то обстоятельство, что увеличение числа зубьев шестерни ведет к повышению стоимости передачи, желательно подобрать такие материалы и термообработки, при которых Z_1 будет по возможности наименьшим.

Так как допускаемые напряжения для сталей в основном зависят от твердости поверхности и сердцевины, а также режима работы и ресурса, то, с целью обоснованного выбора термообработки, была разработана программа, в которой можно оценить величину оптимального числа зубьев шестерни в зависимости от приведенных факторов.

На рисунке приведен упрощенный алгоритм программы. В ней установлен цикл (блоки 3-6) расчетов при разных видах термообработки:

$j=1$ – улучшение, нормализация, $j=2$ – закалка объемная, закалка ТВЧ, $j=3$ – цементация и закалка, $j=4$ – азотирование и закалка



Далее, в рамках цикла, выполняется вычисление (модуль 4) допускаемых контактных и изгибных напряжений, оптимальное число зубьев шестерни (блок 5) в зависимости от ресурса, режима нагружения и передаточного отношения проектируемой передачи.

Результаты оптимизации выводятся на печать в виде таблицы, в которой для каждого вида термообработки j приведены значения допускаемых напряжений $[\sigma]_{Hj}$, $[\sigma]_{Fj}$, и максимально допустимое число зубьев шестерни. По результатам анализа данных таблицы, выбирается оптимальный режим термообработки, обеспечивающий равнопрочность условий работоспособности.