

А. В. Медведев, С. Я. Алибеков, А. В. Маряшев,
Р. С. Сальманов

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВАЛЬЦЕВАНИЯ КРУГЛЫХ ПИЛ В ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ ANSYS

Ключевые слова: круглые пилы, остаточные напряжения, вальцевание, компенсационные прорезы.

Проведены исследования по снижению напряжений на вальцовочных станках в программном комплексе ANSYS.

Keywords: circular saws, residual stress, stretching, compensating slots.

Researches for reducing stress on the stretching and rolling machines have been conducted using of software complex ANSYS.

Основной причиной потери устойчивости круглой пилы является возникновение окружных напряжений сжатия в периферийной зоне диска пилы вследствие его неравномерного нагрева в процессе пиления. Избежать появления данных опасных напряжений возможно путем изменения конструкции полотна пилы, а именно создания в нем компенсационных прорезей, либо за счет создания в периферийной зоне диска пилы напряжений растяжения вследствие его вальцевания.

Вальцевание заключается в упругопластическом деформировании средней зоны диска пилы путем его прокатки между двумя вальцовочными роликами на специальных вальцовочных станках (рис. 1).

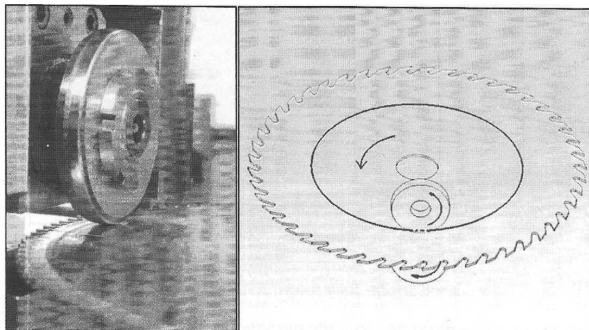


Рис. 1 - Станок для вальцевания круглых пил

Для предварительной оценки уровня механических напряжений и параметров вальцевания требуется проведение расчетов.

Для круглых пил без компенсационных прорезей имеется аналитическая математическая модель, определения остаточных напряжений и разработаны рекомендации по выбору параметров процесса вальцевания [1,2]. Для круглых пил с компенсационными прорезями такая математическая модель отсутствует. При расчете остаточных напряжений в данных пилах необходимо применение численных методов, например метода конечных элементов.

В программном комплексе ANSYS, основанном на методе конечных элементов, возможно, смоделировать процесс упруго-пластического деформирования диска пилы с учетом контактного

взаимодействия сопрягаемых деталей (нелинейный статический анализ) и определить напряженное состояние полотна пилы после вальцевания.

В работе смоделировали процесс вальцевания круглой пилы диаметром 400 мм и толщиной 2,5 мм с компенсационными прорезями и без них. Материал диска пилы - сталь 9ХФ, плотность которой составляет 7850 кг/м³. Данная сталь имеет следующие механические характеристики [3]:

- модуль упругости (Юнга), 2,1 х Ю5 МПа
- коэффициент Пуассона, 0,27
- предел прочности, σ_B 1410 МПа
- предел текучести, $\sigma_{0,2}$ 1320 МПа
- предел пропорциональности, $\sigma_{пл}$ 1198 МПа
- относительное остаточное удлинение, δ 6,8%

На основании выше представленных характеристик была получена зависимость деформации материала от напряжений в нем, которая представлена на рис. 2.

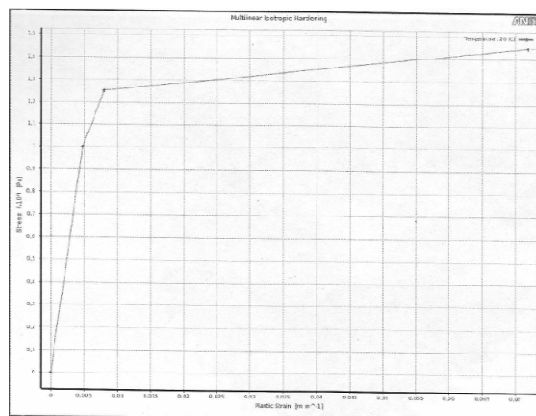


Рис. 2 - Зависимость деформации материала от механических напряжений в нем

На уровень остаточных напряжений оказывают влияние параметры вальцовочных роликов и усилие, действующие со стороны роликов на пилу. Для вальцевания круглых пил диаметр вальцовочных роликов принимаем 70 мм [1], а радиус кривизны контактной поверхности ролика - 35 мм [1]. Усилие прижима роликов выбираем равным 15 кН. Как показали исследования Стахива Ю.М., радиус окружности вальцевания целесообразно выбирать в

пределах 0,7...0,8 радиуса пилы. Следовательно, радиус окружности вальцевания для данных пил будет равен 130 мм.

Конечно-элементная модель процесса вальцевания представлена на рис. 3. В расчете использовался конечный элемент - квадратичный гексаэдр.

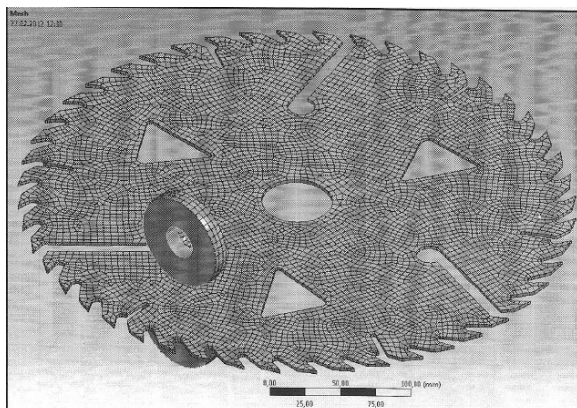


Рис. 3 - Расчетная сетка конечно-элементной модели с размером ребра не более 5 мм

Результаты расчетов остаточных напряжений в пилах, полученные в программном комплексе ANSYS, представлены на рисунках 4 и 5.

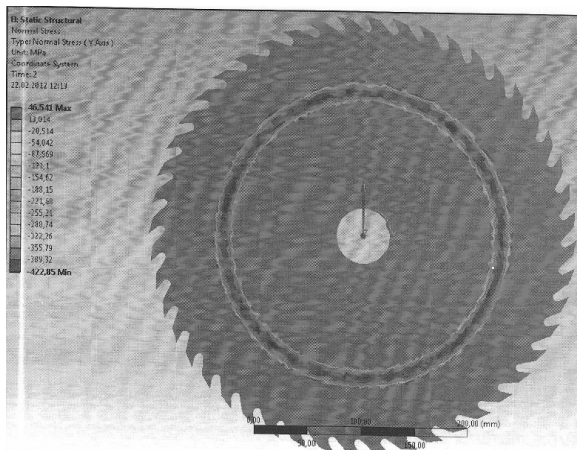


Рис. 4 - Поле нормальных окружных напряжений в пиле без компенсационных прорезей

Из представленных результатов проведенных расчетов можно сделать вывод, что программный комплекс ANSYS адекватно моделирует процесс вальцевания круглых пил.

В настоящий момент множество фирм, занимающихся производством круглых пил, все еще производят их без использования инновационных технологий. Однако единственный способ создания качественной, современной и конкурентной продукции заключается в применении новых технологий проектирования изделий, в частности использование программного комплекса ANSYS. Использование таких инструментов позволяет фирмам завоевывать лидирующие позиции в условиях глобальной конкуренции в сфере проектирования и изготовления круглых пил.

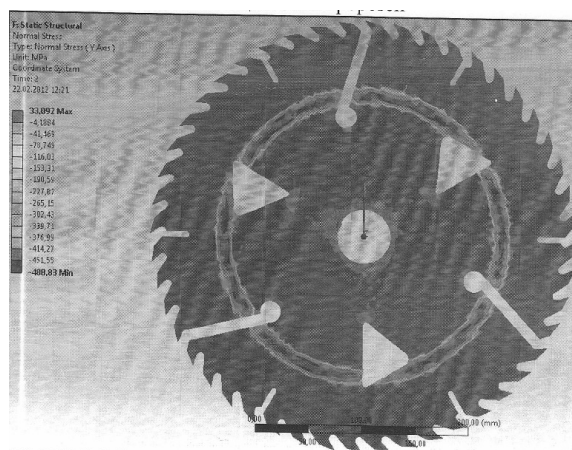


Рис. 5 - Поле нормальных окружных напряжений в пиле с компенсационными прорезями

Литература

1. Стахийев Ю.М. Работоспособность плоских круглых пил. - М.: Лесн. пром-сть, 1989. ISBN 5-7120-0197-7.
2. Технологические режимы РИ06-00 Подготовка круглых плоских пил. Под ред. Ю.М. Стахияева. Архангельск, ЦНИИМОД, 1971.
3. Пустовалова М.А. Обоснование рациональных параметров компенсационных прорезей в круглых дерево-режущих пилах для улучшения их эксплуатационных свойств: дисс. канд. техн. наук 05.21.05. -Архангельск, 2000.
4. Исхакова И.О., Тазиева Р.Ф., Виноградова С.С. Совершенствование и деградация поверхности хромоникелевых сталей в гальваностатических условиях. Вестник КГТУ. №5. 2013г. С.265-266.
5. Алибеков С.Я., Шалагин М.В., Сластихина С.В., Соловьева Е.В., Сальманов Р.С. Плазменное упрочнение деталей машин. Вестник КГТУ №17. 2013г. С.218-219.