

О. Н. Суша, асп.;

В.Б. Михайлов, доц., канд. физ.-мат. наук
(БГТУ, г. Минск);А.Г. Жижченко, научн. сотрудник
(ФТИ НАН Беларуси, г. Минск)

ТЕМПЕРАТУРНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА И МЕТОДЫ ЕГО СНИЖЕНИЯ

Одной из важнейших задач современного деревообрабатывающего производства является повышение производительности круглопильных станков за счет улучшения эксплуатационных свойств дереворежущего инструмента и оптимального выбора режимов резания. Многочисленными экспериментальными и теоретическими исследованиями доказано, что основной причиной потери работоспособности круглых пил, оказываются температурные напряжения, вызванные неравномерным нагревом пильного диска. Сильнее она нагревается у зубчатого венца. В программе ANSYS была приложена температура к зубьям круглой пилы [2] заданная формулой (1.1)

$$A = 500 - 200 \cdot \sin(\omega t + \varphi) \quad (1.1)$$

где ω - скорость вращения, рад/с; t - время, с; φ - сдвиг фаз, рад

При моделировании распределение температуры с учетом периодического взаимодействия круглой дисковой пилы с обрабатываемым материалом была графически представлена распределение температур (рисунок 1).

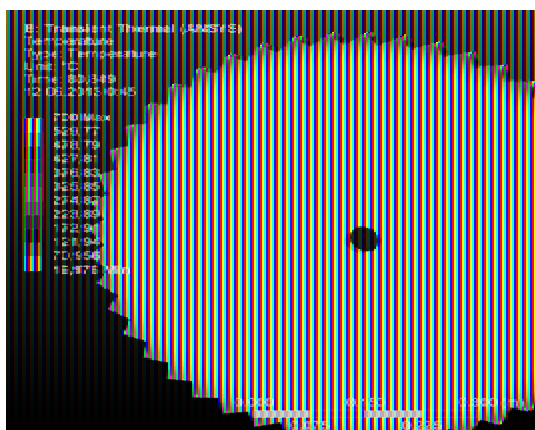


Рисунок 1 – Нагрев круглой пилы при продольной распиловке

Исходя, из которого можно подтвердить ранее сделанный вывод о минимальном влиянии температуры в зоне резания на температурное поле инструмента [2].

Распределение температуры в дереворежущем инструменте также можно получить численным способом [3]. Из численных методов в настоящее время широко используемым является метод

конечных разностей. Данный метод мы использовали для решения дифференциального уравнения (1.2) теплопроводности

$$\frac{\partial \vartheta}{\partial \tau} = a \frac{\partial^2 \vartheta}{\partial x^2}. \quad (1.2)$$

Решив данное уравнение (1.2) получим окончательное выражение (1.3) распространение температуры дереворежущего инструмента.

$$T_{m,k+1} = \frac{a\delta_x}{\delta_x^2} (T_{m+1,k} + T_{m-1,k}) - \left(\frac{2a\delta_x}{\delta_x^2} - 1 \right) T_{m,k}. \quad (1.3)$$

Применив данное выражение в программе MATLAB, был получен график теплового поля (рис. 2). На данном графике отображена зависимость температуры от времени и длины.

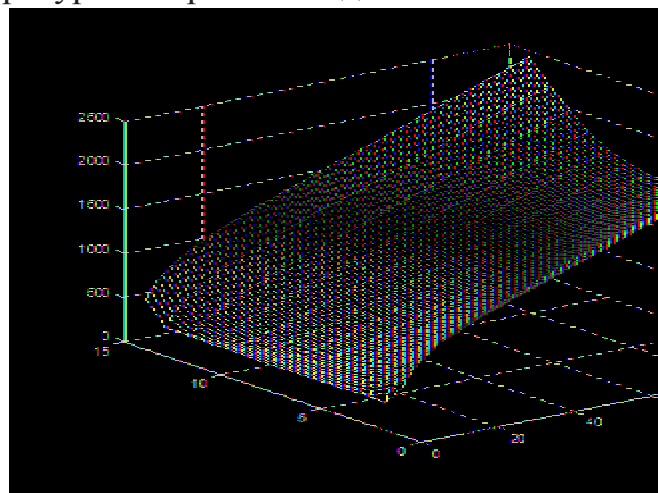


Рисунок 2 – График решения уравнения теплопроводности численным методом

Таким образом, при помощи численного метода всегда возможно удовлетворить граничным условиям задачи и решить сложные задачи. С последующим визуальным представлением полученных результатов. Перепад температуры режущего инструмента вызывает появление сжимающих напряжений [2] на периферии пилы (рис. 3)

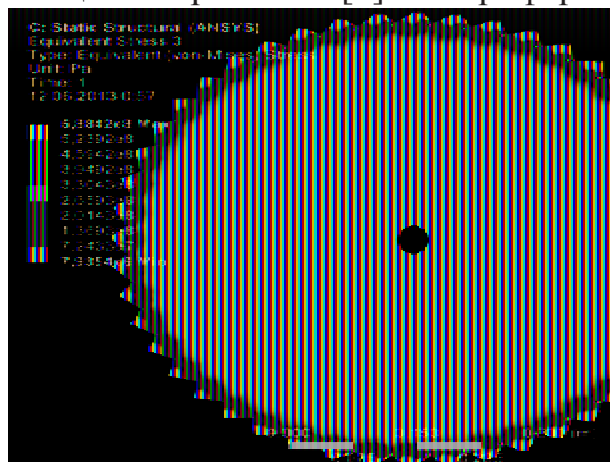


Рисунок 3 – Температурное напряжение режущего инструмента

В современной научной и производственной практике разработан и применяется ряд способов компенсации температурных напряжений, таких как применение более прочных материалов, улучшенных конструкций пил (проковка, вальцовка, выравнивание температуры диска, прорези и щелевые компенсаторы в круглой пиле) и пильных агрегатов.

Приведенные выше способы компенсации температурных напряжений имеют существенные недостатки [4]. Проковка — трудоемкая операция, слабо поддается механизации, для ее выполнения необходимы высококвалифицированные специалисты. Несколько менее трудоемка вальцовка, выполняемая на вальцовочном станке. Далее искусственная стабилизация или ликвидация температурного перепада на основе оснащения станков устройствами для охлаждения периферии или нагрева средней зоны пилы. Следующий метод эффективный и не требующий значительных материальных затрат это способ создания компенсационных прорезей. Создание прорезей снижает влияние температурных воздействий. Однако конструкция прорезей выбирается интуитивно, а обоснованность той или иной формы разрезов, как правило, доказывается экспериментальными методами.

Контроль круглых пил может осуществляться жесткостным методом, частотным методом или контролем плоскостности диска. Также зарубежные специалисты проводили работы по контролю пил на основании спектра звуковых колебаний, определении анизотропии магнитной проницаемости металла, магнитно-индукционного способа, способа остаточного поля и рентгенографических измерений [5]. На данный момент наибольшее распространение получили методы определения, напряженного состояния измерением частоты собственных колебаний круглой пилы. Современные методы неразрушающего контроля позволяют дать довольно точную картину распределения напряжений в ферромагнитном материале. Такими методами являются рентгеновская дифрактометрия, магнитные методы (измерение коэрцитивной силы, магнитной проницаемости, высшие гармоники, остаточная намагниченность, проводимость, магнитный и акустический эффекты Баркгаузена, метод вихревых токов, поверхностный и объемный ультразвук) [4]. Важным фактом является то что у всех этих методов возможно установить корреляционную зависимость между механическими и физическими характеристиками.

Использование теоретических разработок и результатов исследований позволит обоснованно производить разработку норм расхода инструмента, режимов подготовки и эксплуатации пил. В практике расчета работоспособности пил могут быть использованы принципы

расчета напряжений, скорости развития дефектов, а также значения вязкости разрушения инструментальной стали.

Анализ работ, посвященных исследованию напряжений в дисковых пилах, показывает, что ряд вопросов, связанных с учетом различных факторов требует дальнейшего развития, а отдельные результаты нуждаются в уточнении. В настоящее время для анализа напряженного состояния представляется целесообразным использовать численные методы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Новые исследования резания древесины / Ивановский Е. Г., Василевская П. В., Лауриер Э. М. «Лесная промышленность», 1972. 128 с.
 2. Моделирование поведения режущего инструмента в пакете Ansys / О. Н. Суша, Д. С. Карпович, //Материалы VIII- ой республиканской научной конференции молодых ученых и студентов «Современные проблемы математики и вычислительной техники», Брест, 21-23 ноября 2013 г.: – Брест: БГТУ, 2013. – С. 36 – 39.
 3. Аналитический и численный метод решения уравнения теплопроводности / Д. С. Карпович, О.Н. Суша //Труды БГТУ, Минск, 2015
 4. Стахийев Ю.М. Работоспособность плоских круглых пил.– М. :Лесная промышленность, 1989.– 384 с.
- ГОСТ 980-80. Пилы круглые плоские для распиловки древесины. Технические условия [Текст]/ Введ. 01.07.82. М.: Изд-во стандартов, 1980. — 25 с.

УДК 652.52

В. П. Кобринец, доц., канд. техн. наук; Д.Н. Пронин, магистр
(БГТУ, г. Минск)

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА СУШКИ В БАРАБАННЫХ СУШИЛКАХ

Основные цели системы управления процессом сушки материала в барабанной сушилке:

1. Поддержание желаемого качества высушенного продукта, независимо от возмущения в процессе сушки и колебания подачи питания.
2. Максимизация пропускной способности при оптимальной энергетической эффективности и минимуме затрат.
3. Избежание пересушки и недосушки.
4. Стабилизация процесса сушки.
5. Оптимизация производительности процесса сушки.