

4. Клубков А.А. Повышение износостойкости и прочности твердосплавного режущего инструмента для обработки древесных материалов фрезерованием: Дис. .... канд. техн. наук: 05.21.65. – Мн., 1997. – 165 с.

5. FABIA S.A. Narzedzia do obrobki drewna. PL-09 130, Baboszewo, 1994. – 198 s.

Лукаш В.Т., Кравченко С. А. (БГТУ, г. Минск, РБ) [dosy@bstu.unibel.by](mailto:dosy@bstu.unibel.by)

## ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ПИЛЕНИЯ ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### *THE TELEMETERING DEVICE FOR RESEARCH OF WOOD MATERIALS SAWING*

Изучение режимов резания при пилении древесных плитных материалов представляет теоретический и практический интерес. Получение данных о силовых и качественных характеристиках процесса необходимо для расчета рациональных режимов резания, проектирования станков и режущего инструмента.

Существующие методы определения усилий, воздействующих на дереворежущий инструмент при обработке древесины и древесных материалов, к сожалению, не дают возможности их регистрации с достаточной достоверностью, что не позволяет правильно выбрать параметры инструмента и режимы его эксплуатации, а также определить необходимые прогнозные показатели его работы (надежность, долговечность, и др.), имеющие большое значение при организации технологического процесса.

С целью повышения точности исследования сил резания, возникающих при обработке древесины и древесных материалов, кафедра деревообрабатывающих станков и инструментов Белорусского государственного технологического университета предлагает использовать измерительное телеметрическое устройство (рис. 1).

Устройство монтируется на экспериментальной установке, созданной на базе вертикального фрезерного станка с нижним расположением шпинделя. Предназначено для измерения сил резания путем усиления, преобразования и бесконтактной передачи на измерительный прибор сигналов тензорезисторов, расположенных на силоизмерительной оправке, оборудованной режущим инструментом [1].

С помощью устройства могут быть выполнены измерения крутящего и изгибающего моментов, по которым можно рассчитать модуль силы резания и ее направление.

Устройство состоит из следующих основных частей: устройство силоизмерительное; блок измерительный; кабель питающий; кабель сигнальный; оправка силоизмерительная.

Принцип работы каждого измерительного канала силоизмерительного устройства основан на предварительном усилении и преобразовании разбалансированного сигнала тензомоста в цифровую форму с использованием последовательной кодировки Манче-

стер II и передачи полученного сигнала посредством трансформаторной связи на приемник. Сигналы разных каналов передаются последовательно.

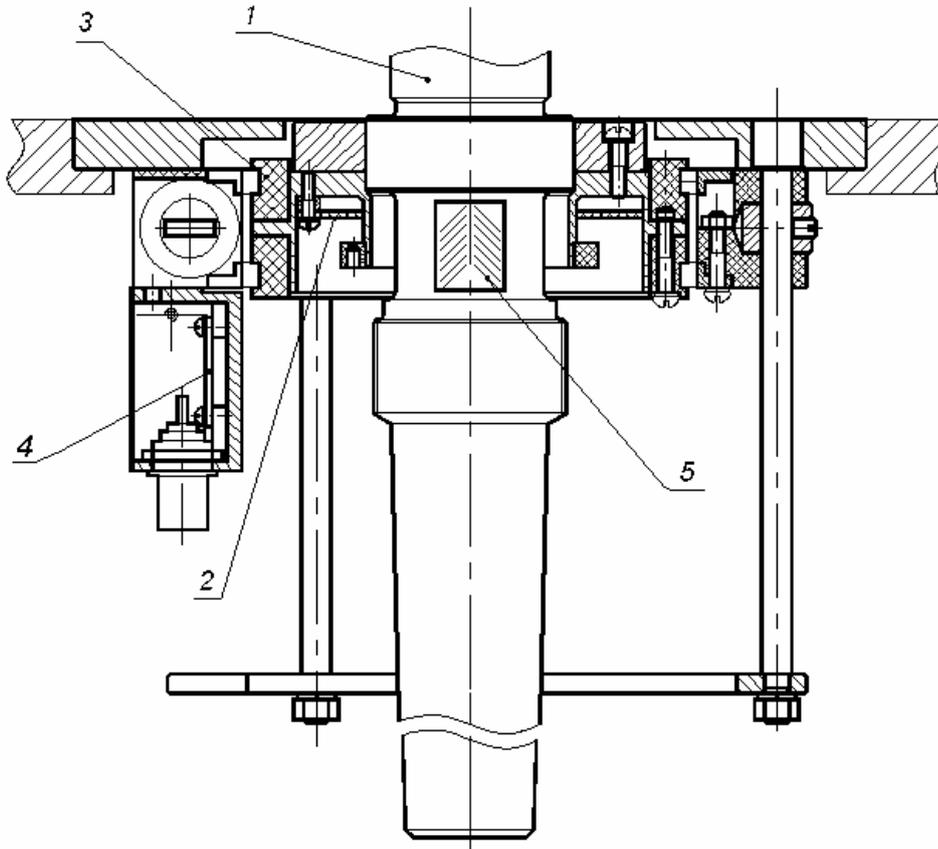


Рисунок 1 – Устройство силоизмерительное телеметрическое:  
 1 – оправка силоизмерительная; 2 – передатчик; 3 – трансформатор;  
 4 – приемник; 5 – тензорезистор

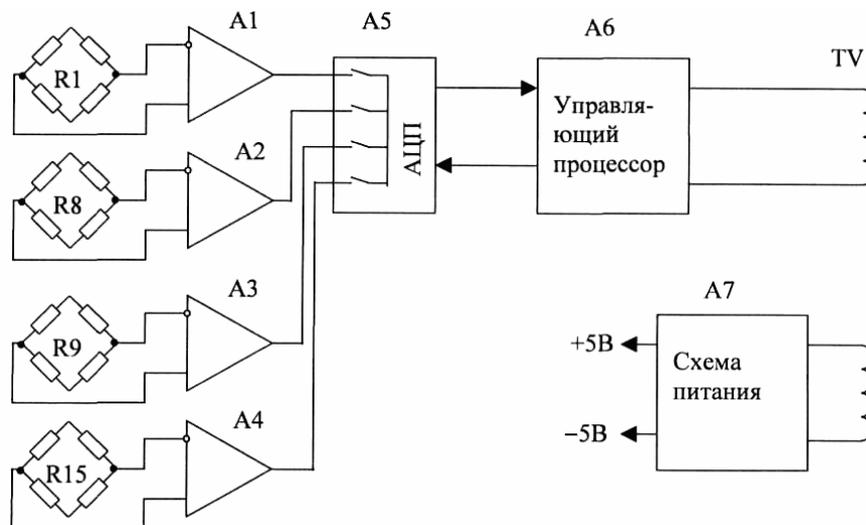


Рисунок 2 – Функциональная электрическая схема передатчика

С приемника сигнал по экранированному кабелю поступает на декодер, где осуществляется обратное преобразование кода Манчестер II в параллельную байтовую форму.

Питание тензомостов и схемы передатчика осуществляется через тот же трансформатор, через который передается и сигнал.

Конструктивно передатчик имеет цилиндрическую форму. На образующей цилиндра намотаны питающие и сигнальные катушки. В торце передатчика расположен разъем для подключения тензомостов. Функциональная электрическая схема передатчика показана на рис. 2.

Приемник предназначен для приема и усиления сигналов передатчика, а также для обеспечения передатчика и измерительных тензомостов электропитанием.

При проведении замеров приемник необходимо располагать так, чтобы его одновитковые катушки-кольца располагались точно над катушками передатчика.

Блок измерительный выполнен в виде настольного прибора и состоит из следующих основных частей: вторичного источника питания; декодера; ВЧ генератора; модуля индикации. Вторичный источник питания вырабатывает необходимые напряжения постоянного тока, используемые для питания приемника и остальных частей самого блока.

Декодер преобразует последовательный код Манчестер II в параллельную байтовую форму, затем с помощью цифро-аналогового преобразователя преобразует полученную информацию в аналоговую форму и распределяет ее по каналам. Выходной сигнал каждого из каналов фильтруется фильтром НЧ II порядка с частотой среза 1000 Гц. Выходной сигнал каждого канала изменяется в диапазоне  $\pm 5$  В при подаче на вход соответствующего канала номинального входного сигнала, равного  $\pm 1$  мВ/В.

Модуль индикации позволяет просматривать выходной сигнал выбранного канала. Индикатор имеет два диапазона индикации  $-1000$  мкВ/В и  $100$  мкВ/В. Диапазон индикации выбирается тумблером расположенным на передней панели измерительного блока.

Методика определения сил резания основывается на принципе измерения сопротивления металлов и полупроводников под действием деформаций, вызванных этими силами [2].

Величина измеренной относительной деформации может быть оценена по формуле:

$$\varepsilon_i = \frac{\beta_{mi}}{S_T}, \quad (1)$$

где  $\varepsilon_i$  – относительная деформация, Еод;  $\beta_{mi}$  – показания цифрового индикатора, мкВ/В;  $S_T$  – коэффициент тензочувствительности тензорезисторов (равен 2,08).

Величина крутящего момента может быть оценена следующим образом:

$$M_{кр} = \gamma \cdot G \cdot W_{кр} = 2\varepsilon_{кр} \cdot G \cdot W_{кр} = 2\varepsilon_{кр} \cdot G \cdot (0,208 \cdot b^3), \quad (2)$$

где  $\varepsilon_{кр}$  – относительная деформация датчика крутящего момента;  $G$  – модуль сдвига стали ( $80\,000$  Н/мм);  $W_{кр}$  – крутящий момент сопротивления сечения, мм<sup>3</sup>;  $b$  – размер стороны квадрата силоизмерительной оправки в месте расположения тензорезисторов (25 мм).

Величина изгибающего момента определяется по формуле:

$$M_{изг} = \varepsilon_{изг} \cdot E \cdot W = \varepsilon_{изг} \cdot E \cdot b^3 / 6, \quad (3)$$

где  $\varepsilon_{изг}$  – относительная деформация датчика изгибающего момента;  $E$  – модуль упругости стали ( $220\,000$  Н/мм<sup>2</sup>);  $W$  – момент сопротивления сечения, мм<sup>3</sup>.

Осевая сила определяется по формуле:

$$P_o = (1 + \mu) \cdot \epsilon_{oc} \cdot E \cdot S / 2 = 0,65 \cdot \epsilon_{oc} \cdot E \cdot b^2, \quad (4)$$

где  $\mu$  – коэффициент Пуассона (приблизительно равен 0,3 для стали);  $\epsilon_{oc}$  – относительная деформация датчика осевого усилия;  $S$  – площадь сечения оправки в зоне расположения тензорезисторов, мм<sup>2</sup>.

На рис. 3 схематично показаны усилия, действующие на инструмент в процессе резания.

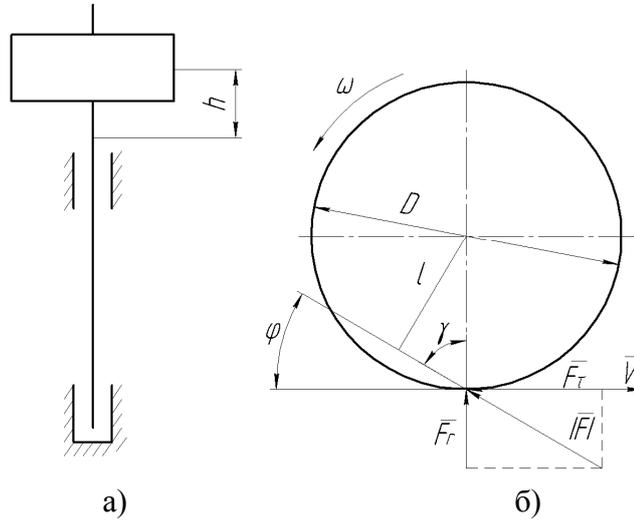


Рисунок 3 – Схема определения направления главного вектора силы  $|F|$

Выражения для определения крутящего и изгибающего моментов, действующих на инструмент от равнодействующей сил резания, имеют следующий вид:

$$M_{кр} = |F| \cdot l, \quad M_{изг} = |F| \cdot h, \quad (5)$$

$$|F| = \sqrt{F_r^2 + F_t^2}, \quad (6)$$

где  $h$  – расстояние от точки приложения силы  $|F|$  до тензодатчика;  $l$  – расстояние от центра инструмента до линии действия главного вектора силы  $|F|$ .

Зная расстояние  $h$  и величину изгибающего момента  $M_{изг}$ , которая определяется по формуле (2), легко найти равнодействующую сил резания:

$$|F| = \frac{M_{изг}}{h} = \frac{\epsilon_{изг} \cdot E \cdot b^3}{6h}. \quad (7)$$

Подставив в формулу (5) для определения  $M_{кр}$  выражение (7), выразим расстояние от центра инструмента до линии действия главного вектора сил  $|F|$ . После преобразований получим:

$$l = \frac{M_{кр}}{|F|} = \frac{2\epsilon_{кр} \cdot G \cdot (0,208 \cdot b^3) \cdot 6h}{\epsilon_{изг} \cdot E \cdot b^3}. \quad (8)$$

Угол между направлением действия главного вектора сил резания и касательной к окружности резания (угол  $\varphi$ ), проведенной в точке приложения силы (рис. 3, б), определяется следующим образом:

$$\varphi = \arccos \frac{l}{D/2}. \quad (9)$$

Касательная и радиальная силы резания определяются следующим образом:

$$F_{\tau} = |F| \cos \varphi; \quad F_r = |F| \sin \varphi; \quad (10)$$

### Особенность предложенного устройства:

– получение более точных значений измеряемых величин по сравнению с показаниями других средств измерения;

– полученные данные позволяют выбрать наиболее оптимальные параметры и конструкции инструмента для обработки древесины либо древесных материалов.

Это, в свою очередь, позволит добиться более высокого качества обработки одновременно с повышением производительности и снижением энергозатрат процесса.

### Библиографический список

1. Руководство по эксплуатации устройства ТТ4010 для регистрации сил резания на фрезерном станке с нижним расположением шпинделя.

2. Тензометрия в машиностроении: Справочное пособие / Под ред. Р. А. Макарова. М.: Машиностроение, 1975. – 288 с.

Рудак П.В., Гриневич С.А. (БГТУ, г. Минск, РБ) [rudn@tut.by](mailto:rudn@tut.by)

## ВЛИЯНИЕ СОСТОЯНИЯ РЕЖУЩЕЙ КРОМКИ КОНЦЕВОГО ФРЕЗЕРНОГО ИНСТРУМЕНТА НА КОЭФФИЦИЕНТ ЗАПАСА ПО КРИТЕРИЮ УСТАЛОСТНОЙ ПРОЧНОСТИ

### *A CUTTING EDGE CONDITION INFLUENCE OF THE ROUTING MILLING TOOL ON FACTOR OF FATIGUE DURABILITY*

На деревообрабатывающих предприятиях для криволинейного раскроя плитных материалов, обработки кромок, выборки пазов применяют концевой фрезерный инструмент.

Несмотря на постоянное совершенствование конструкций, концевые фрезы не всегда обладают желаемо длительным сроком эксплуатации, о чем свидетельствует производственный опыт.

Основной причиной аварийного выхода из строя концевых фрез являются необоснованно подобранные режимы их эксплуатации при отсутствии четких рекомендаций от производителя. Назначаемые в условиях производства параметры обработки, которые должны удовлетворять требованиям высокой производительности, стойкости резцов и необходимого качества продукции не всегда гарантируют долговечность самого корпуса инструмента.

Наиболее часто происходит усталостное разрушение тела сборной концевой фрезы (рис. 1).