

В. К. Морозов, М. С. Нерубай

## ПРИМЕНЕНИЕ ФОТОМАГНИТНЫХ КОМПЕНСАТОРОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ РЕЗА- НИЯ НЕКОТОРЫХ ЖАРОПРОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

При исследовании режимов резания специальных сплавов возникла необходимость определения температуры в зоне резания. Температура в зоне резания определяет интенсивность протекания адгезионных и диффузионных процессов, которые по современным представлениям лежат в основе механизма износа режущих инструментов. Вместе с тем температура оказывает влияние на формирование остаточных напряжений и таким образом определяет эксплуатационные свойства изделий.

Особый интерес представляет измерение температуры в зоне резания при работе с вынужденными ультразвуковыми колебаниями. Определение температуры производится обычно методом естественной термопары путем измерения ТЭДС, возникающей в месте контакта обрабатываемого изделия и инструмента. Величина ТЭДС зависит от скорости резания  $V$ , подачи  $S$  и глубины  $t$ , что может быть выражено следующей зависимостью:

$$e_T = k \Theta^z = \frac{c}{v^x t^y S^z}, \text{ мкв.} \quad (1)$$

Здесь  $k$  — коэффициент преобразования измерительного усилителя;

$x, y, z$  — показатели степеней при соответствующих  $v, s, t$ , определяемые экспериментально.

Схема измерительной установки представлена на рис. 1.

При резании обычных конструкционных сталей ЭДС естественной термопары значительна (10–40 мв) и легко фиксируется обычными измерительными приборами соответствующей чувствительности. Задача усложняется при обработке жаропрочных материалов аустенитного класса, таких как ЭИ-437Б, ЭИ-787, дающих с быстрорежущей сталью Р18 низкую термопару.

В этом случае возникающее ЭДС по величине не превосходит нескольких десятков микровольт. Частота изменения ТЭДС резания зависит от скорости изменения подач и глубины резания, при обработке специальных сплавов она лежит в диапазоне  $0,1+1,5$  гц.

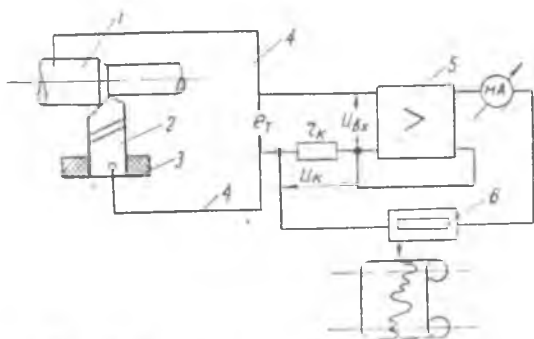


Рис. 1. Схема измерительной установки.

Таким образом, определение температур в зоне резания специальных сплавов представляет сложную задачу, так как приходится измерять очень малые ЭДС постоянного тока с незначительной частотой их изменения.

Отдельные точки кривой изменения температуры от изменения режимов резания были зафиксированы с помощью низкочастотного компенсатора постоянного тока, ПП — 1. При использовании компенсатора возникли известные трудности, так как не удалось определить характер изменения ТЭДС во времени.

Для достижения поставленной цели использовались также электронные ламповые усилители постоянного тока. Однако от подобных усилителей пришлось отказаться из-за присущих им недостатков, которые сводились к следующему:

1. Значительный дрейф нуля, самопроизвольное «сползание» показаний выходного прибора вследствие дрейфа в процессе эксперимента (3÷6 час).

2. Влияние внешних электрических и магнитных полей на результаты исследования («наводки»). При ультразвуковой обработке специальных сплавов включается высокочастотный генератор, который является источником мощных электрических колебаний, преобразуемых в механическое перемещение резца. Электронный усилитель воспринимает изменение поля УВЧ, вследствие чего даже при отсутствии сигнала на входе усилителя на его выходе появляется напряжение, соответствующее величине помехи. Для исключения этого влияния требуется тщательная экранировка схемы, что усложняет эксперимент.

3. Необходимость качественной изоляции резца от изделия. При незначительных утечках во входной цепи нарушается работа лампового усилителя, показания последнего искажаются.

Применение ламповых электронных усилителей постоянного тока приводит также к усложнению входных цепей измерительной установки. Усилитель должен находиться на большом удалении от станка: требуется длинный провод для подведения ТЭДС, что приводит к увеличению уровня фона и «наводок» на выходе устройства.

Из-за указанных выше недостатков от ламповых усилителей пришлось отказаться.

Наиболее просто поставленная задача была решена с помощью фотоманнитных компенсаторов, разработанных кафедрой «Электроизмерительная техника» Куйбышевского политехнического института\*. Для определения ТЭДС естественной термопары применялся автокомпенсатор типа ФМК-2.

Прибор типа ФМК-2 предназначен для измерения малых постоянных ЭДС в диапазоне  $100 \div 1000$  мкв. Основная погрешность прибора не превосходит на всех пределах 1%. Благодаря введению в приборе сильной отрицательной обратной связи полоса пропускания входных величин лежит в пределах  $0 \div 5$  гц. Такая узкая полоса достаточна для пропускания всех частот, измеряемых ЭДС ( $1,0 \div 1,5$  гц); частоты, лежащие выше 5 гц, срезаются. Таким образом, прибор играет роль качественного низкочастотного фильтра, чем обеспечивается хорошая отстройка от помех и «наводок», имеющих в своем спектре частоту наибольшей амплитуды 50 гц.

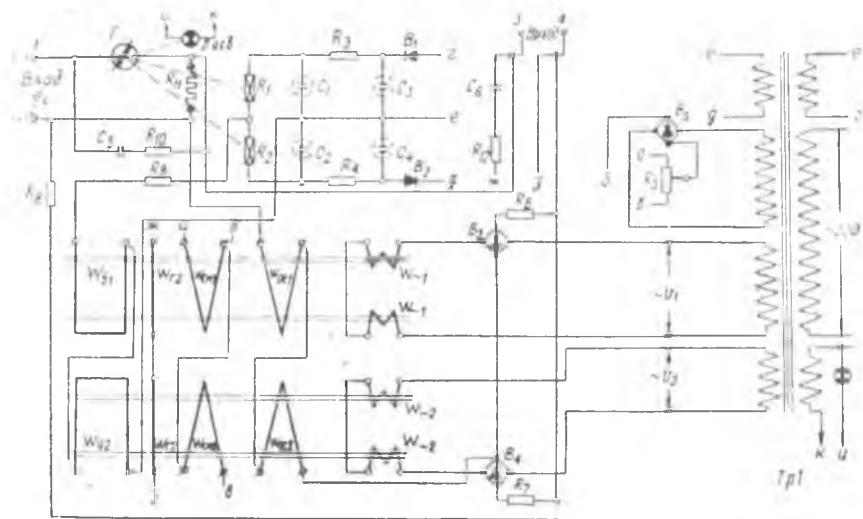


Рис. 2. Принципиальная схема прибора ФМК-2.

Схема прибора ФМК-2 приведена на рис. 2. Гальванометр работает в режиме, близком к нулевому. При  $e_x = 0$  схема сбалансирована и выходной ток отсутствует.

Подведение резца к обрабатываемой детали приводит к появлению ТЭДС во входной цепи гальванометра. Под действием этой ТЭДС подвижная часть отклоняется и перераспределяет световые

\* Регистрационное свидетельство № 34 371 от 5 февраля 1963 г.

потоки, падающие на поверхности фотосопротивлений  $R_1$  и  $R_2$ , вследствие этого возникает разностный фототок.

Фототок, усиленный магнитным каскадом, поступает в нагрузку (записывающий миллиамперметр, показывающий прибор, вибратор осциллографа).

Ожидалось, что при производстве экспериментов механические колебания системы «станок-инструмент» повлияют на работу прибора, расположенного в непосредственной близости от измеряемого объекта.

В процессе проведения опытов авторы убедились в полной нечувствительности автокомпенсатора к помехам как электрического, так и механического характера. Так как вибрации в системе превосходят величину 5 *гц*, фильтрация возникающих при этом помех была весьма качественной. Прибор был установлен даже на самом станке, при этом значительно сократилась длина подводящих проводов и упростилась схема входной цепи.

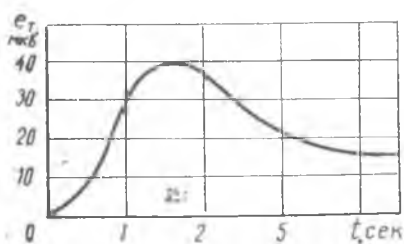


Рис. 3. Зависимость ТЭДС от времени переходного процесса.

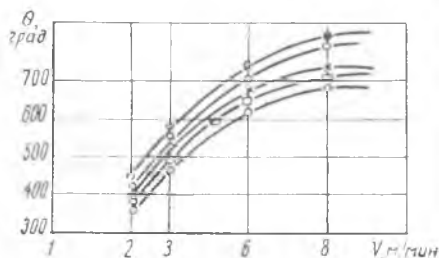


Рис. 4. Зависимость температуры в зоне резания от скорости.

На рис. 3 и 4 представлены некоторые результаты определения температуры при обработке специальных сплавов резанием.