

ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА В ЦЕПИ «СТАНОК–ИНСТРУМЕНТ–ИЗДЕЛИЕ–СТАНОК» НА СТОЙКОСТЬ И ИЗНОС РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

О. А. Лапко

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель М. И. Михайлов, д-р техн. наук, профессор

Исследованию влияния электрического тока, возникающего при обработке резанием, в цепи «станок–инструмент–изделие–станок» на стойкость и износ режущего инструмента посвящено большое количество работ [1]– [7].

Система «режущий инструмент–деталь» может рассматриваться как естественная термопара: материалы обрабатываемой детали и режущего инструмента имеют разный химический состав и, как следствие, разные уровни Ферми. Тепловой поток, вызванный процессами упругопластической деформации и трения, создает градиент температур вдоль данной системы, что приводит к возникновению термоЭДС:

$$E = \int_{T_1}^{T_2} S_A dT - \int_{T_1}^{T_2} S_R dT = \int_{T_1}^{T_2} S_{AR} dT, \quad (1)$$

где E – термоЭДС; мВ, T – температурный градиент, °К; S_A и S_B – коэффициенты термоЭДС материалов термопары, равные разности потенциалов, возникающей на концах проводников при их размещении в температурном поле при разности температур на концах проводника, равной один кельвин, мВ/°К.

Закон Авенариуса выражает параболическое изменение термоэлектродвижущей силы и может быть представлен графически так, как это показано на рис. 1.

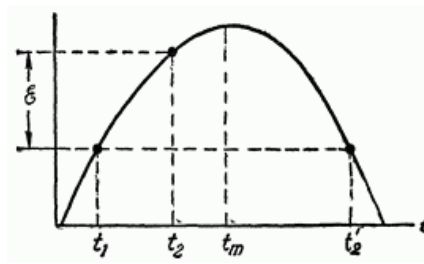


Рис. 1. График закона Авенариуса

Термоэлектродвижущая сила определяется разностью ординат, которые соответствуют температурам нагретого и холодного спаев. Когда разность температур спаев в два раза превышает ту разность температур, при которой термоэлектродвижущая сила имеет максимум, то термоэлектродвижущая сила делается равной нулю. При дальнейшем повышении температуры нагретого спаев направление тока меняется на обратное.

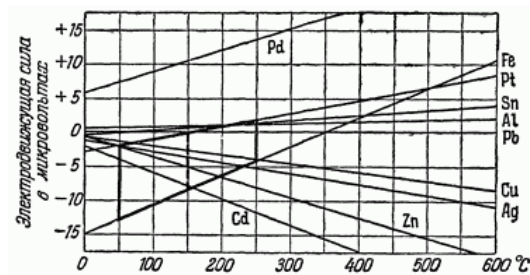


Рис. 2. Диаграмма Тэта

Итоги многочисленных измерений термоэлектродвижущих сил часто представляют в виде диаграмм, позволяющих быстро определять термоэлектродвижущую силу для любой пары металлов при той или иной температуре спаев. Такие диаграммы, построенные в соответствии с законом Авенариуса, уточненными экспериментальными поправками, были впервые предложены Тэтом (рис. 2).

На рис. 3 приведены зависимости термоЭДС от разности температур горячего и холодного спаев для различных термопар.

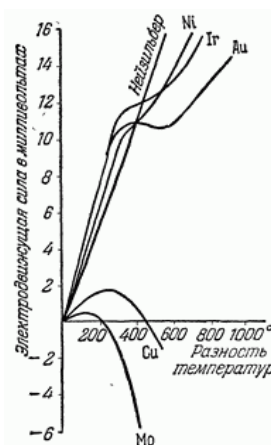


Рис. 3. Зависимость термоэлектродвижущей силы от разности температур спаев (при контакте железа с другими металлами)

На графике видно, что для одного и того же металла в сочетании его последовательно с рядом других металлов зависимость термоэлектродвижущей силы от температуры спаев в большинстве случаев оказывается неодинаковой.

Ряд авторов использовали метод разрыва цепи как способ уменьшения износа инструмента и повышения его стойкости. Для этого в цепи электрического тока ставят изолятор, препятствующий прохождению электрического тока по контуру «станок – инструмент – изделие – станок». В этом случае через зону резания не проходит электрический ток, но между передней и задней поверхностями инструмента может существовать локальный электрический ток.

В. А. Бобровским установлено [1], что износ сверл, эксплуатируемых при разомкнутой цепи результирующего электрического тока, отличается от износа сверл в обычных условиях. Электрическая изоляция не только приводит к повышению стойкости сверл, но также приводит к изменению ширины площадки износа. При этом стойкость сверл, работавших в условиях электрической изоляции, возрастает.

С. Н. Постников, который также работал над темой влияния электрического тока на износ при резании считает, что величина термоЭДС в цепи «станок – инструмент – изделие – станок» в большей степени зависит от свойств контактирующих разнородных материалов и в меньшей степени от температуры в зоне резания и, измеряя термоЭДС пары «инструментальный материал – обрабатываемый материал», можно судить об обрабатываемости резанием. То есть необходимо подбирать материалы инструмента и детали таким образом, чтобы минимизировать величину термоЭДС при их нагреве и тем самым уменьшить величину электрического тока в системе «станок – инструмент – изделие – станок». Делая выводы в работе [6], он отмечает, что средняя стойкость быстрорежущих сверл в условиях электрической изоляции при обработке титановых сплавов возросла в 2÷4,5 раза, а содержащих титан сталей – в 1,5÷3,5 раза. Размыкание цепи электрического тока приводит к увеличению равномерности износа по задним поверхностям при одновременном снижении износа по ленточкам.

Ю. М. Коробов отмечает, что электрическая изоляция резцов приводит к увеличению их стойкости за счет устранения электрических разрядов на контактных площадках между резцом и обрабатываемой деталью. Из работы Ю. М. Коробова [3] можно заключить, что минимально необходимым электрическим сопротивлением для осуществления электрической изоляции режущего инструмента является электросопротивление около 200 МОм.

Однако существуют работы, авторам которых не удалось добиться повышения стойкости режущего инструмента. Р. Г. Маркосян на основе исследования стойкости резцов, оснащенных твердосплавными пластинками из сплавов Т5К10 и ВК8 при точении стали 45, не обнаружила положительного влияния электрической изоляции на стойкость резцов [4]. Но автор не сообщает ничего о способе, которым осуществлялась электрическая изоляция, что затрудняет объективный анализ причин, приведших к подобным результатам. Сам автор объяснил такие результаты недостаточной тщательностью проведения экспериментов, указывая на то, что в опытах различия в стойкости твердосплавных пластин из одной партии достигали 300 %. В то же время автор работы [4] не исключает полностью возможности существования взаимосвязи между интенсивностью электрического тока в цепи «станок – инструмент – изделие – станок» и стойкостью режущего инструмента.

Коллектив под руководством Н. И. Резникова [7] исследовал эффективность методов электрической изоляции режущего инструмента и противотока при сверлении титанового сплава ОТ4. В качестве электроизолирующей оснастки использова-

лись текстолитовая подкладка под заготовку и текстолитовый конус патрона сверлильного станка. Наибольший износ наблюдался у электрически изолированных сверл, затем следовали сверла, работавшие в обычных условиях. Наименьший износ наблюдался в случае пропускания в зоне резания электрического тока в том же направлении, что и имеющийся в системе «станок – инструмент – изделие – станок» ток. Оптимальное значение силы тока оказалось равным 30 мА, что существенно превышает силу тока, действующую в замкнутой цепи «станок – инструмент – изделие – станок» при резании. Отрицательные результаты использования метода электрической изоляции, полученные в работе, связаны с недостатками использованной электроизолирующей оснастки, поскольку негативный эффект от использования текстолитовой подкладки и текстолитового конуса токарного патрона, вызванный тем, что подобная оснастка существенно снижает жесткость инструментальной системы, превышал положительный эффект от электрической изоляции.

С. В. Васильев [2] делает вывод, что по величине термоЭДС при нагреве термодипара можно судить об эффективности метода электрической изоляции режущего инструмента.

Таким образом, большинство авторов соглашается с тем, что электрический ток оказывает комплексное влияние на износ при резании. Существуют многочисленные данные, экспериментально подтверждающие эффективность электрической изоляции режущего инструмента как метода повышения его стойкости, но однозначно говорить о положительном результате нельзя, так как все зависит от материала обрабатываемого и инструментального материала. Из этого следует вывод о возможности определения по величине термоЭДС термодипара «инструментальный материал – обрабатываемый материал» эффективности электроизоляции как метода повышения стойкости режущего инструмента.

Л и т е р а т у р а

1. Бобровский, В. А. Повышение стойкости инструмента / В. А. Бобровский. – М. : Машиностроение, 1976. – 48 с.
2. Васильев, С. В. Измерение силы резания без динамометрических преобразователей / С. В. Васильев // Станки и инструмент. – 1987. – № 6. – С. 23–24.
3. Коробов, Ю. М. Влияние термоэлектрических явлений, возникающих при резании, на износ инструмента / Ю. М. Коробов // Станки и инструмент. – 1968. – № 3. – С. 25–26.
4. Маркосян, Р. Г. Электромагнитные тайны или тайные мечты / Р. Г. Маркосян // Техника молодежи. – 1976. – № 1. – С. 26–27.
5. Медисон, В. В. Повышение стойкости режущего инструмента методом электроизоляции / В. В. Медисон, В. Ф. Пегашкин, В. И. Голубев // Технология машиностроения. – 2012. – № 10. – С. 13–16.
6. Постников, С. Н. Электрические явления при трении и резании / С. Н. Постников. – Горький : Волго-вят. книж. изд-во, 1975. – 280 с.
7. Обработка резанием жаропрочных, высокопрочных и титановых сплавов / Н. И. Резников [и др.]. – М. : Машиностроение, 1972. – С. 162–167.