

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ТЕНЗОРЕЗИСТОРОВ В ПРИБОРАХ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СИЛ РЕЗАНИЯ

М. Ф. ПОЛЕТИКА, В. А. КРАСИЛЬНИКОВ

При исследовании процессов обработки металлов резанием применяются различные типы приборов для измерения составляющих силы резания, к которым предъявляется ряд специфических требований. Одно из них — по возможности воспроизводить при измерении условия реального производственного процесса. Для его выполнения необходимо, чтобы жесткость установки и крепления инструмента в динамометре (и динамометра на станке) были примерно такими же, как и в производственных условиях (то есть при закреплении инструмента в обычной державке). Этому требованию наиболее полно отвечают упруго-электрические приборы (динамометры), в которых в качестве передающего звена используются различного типа электрические датчики. Наиболее широкое распространение получили индуктивные, проволочные и фольговые датчики, преобразующие деформацию упругого звена в электрический сигнал, величина которого зависит от чувствительности этих датчиков. Чтобы получить достаточный для регистрации электрический сигнал у этого типа датчиков необходимо увеличивать величину деформации или применять различного рода усилители.

Для того, чтобы избавиться от этих недостатков, необходимо применение более чувствительных тензодатчиков. К таким тензодатчикам относятся освоенные отечественной промышленностью полупроводниковые тензорезисторы, коэффициент тензочувствительности которых в 50—60 раз выше, чем у проволочных и фольговых датчиков. Свойства и методы работы с этими тензорезисторами описаны в литературе [1, 2; 3].

В лаборатории резания Томского политехнического института были исследованы различные типы динамометров, оснащенных индуктивными, проволочными, фольговыми и полупроводниковыми тензодатчиками. В результате этой работы был спроектирован, изготовлен и всесторонне испытан двухкомпонентный динамометрический стол на полупроводниковых тензорезисторах повышенной жесткости (рис. 1).

Стол состоит из упругого элемента 1, закрепленного на основании 2. Упругий элемент такой же, как и у известных [4] упругих динамометров, однако жесткость его увеличена в 2—3 раза и проволочные тензорезисторы заменены полупроводниковыми. Наибольшие перемещения (деформации) стола в направлении составляющих силы резания P_z и P_y не превышают соответственно 30 и 5 мк.

Нагрузку в направлении силы P_y воспринимают тензорезисторы (R_1 ; R_2 ; R_3 ; R_4 ; R_1 ; R_2 ; R_3 ; R_4), причем наружные растягиваются, а внут-

ренные сжимаются. Горизонтальная составляющая P_z регистрируется тензорезисторами, наклеенными на боковые грани упругого элемента ($R_5; R_6; R_7; R_8; (R'_5; R'_6; R'_7; R'_8)$).

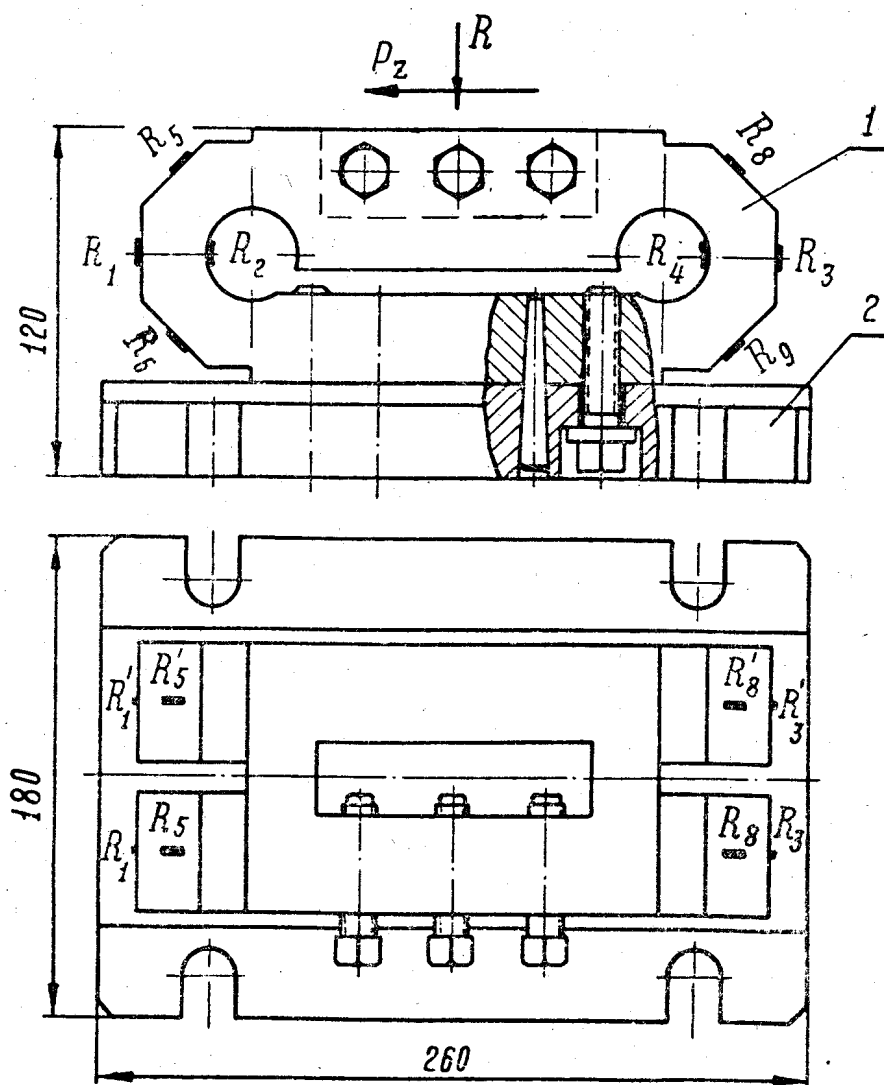


Рис. 1

Датчики включены в мостовую схему (рис. 2) с таким расчетом, чтобы, с одной стороны, максимально повысить чувствительность мостовой схемы и обеспечить температурную компенсацию, а с другой — обеспечить автоматическое устранение влияния составляющих P_z и P_y друг на друга и получить независимость показаний от точки приложения сил на рабочей поверхности стола.

Величина тока, протекающего через полупроводниковый тензорезистор, ограничена пределом саморазогрева, при превышении которого уменьшается коэффициент тензочувствительности и работа схемы становится нестабильной. Величину этого предела можно повысить улучшением теплоотвода или переходом на импульсное питание. В нашей конструкции таким своеобразным радиатором является массивный упругий элемент. Это позволило при сопротивлении кремниевого полупроводникового тензорезистора в 100 ом пропускать через него ток 0,04 а. Схема питается постоянным током от аккумуляторов, это позволило избавить-

ся от сложной стабилизирующей аппаратуры, необходимой при питании выпрямленным током от сети. В измерительную диагональ мостов вклю-

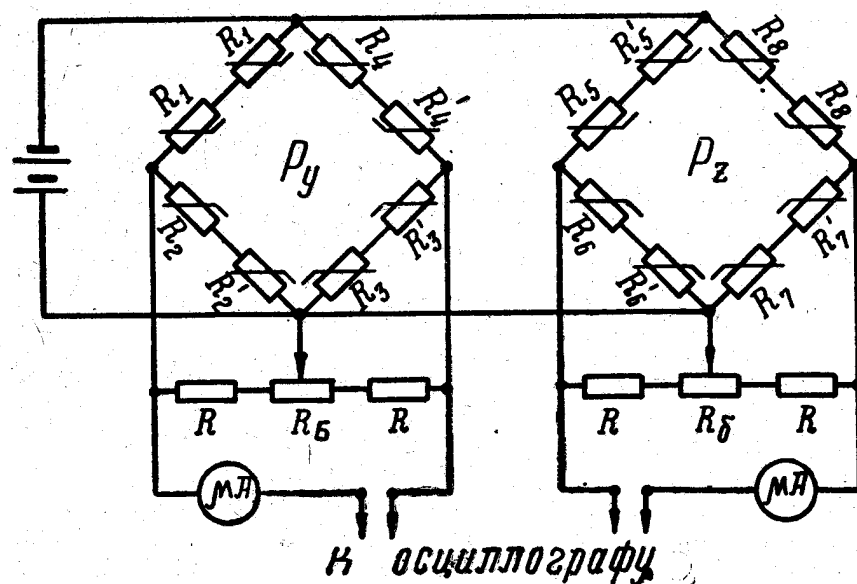


Рис. 2

чается вибратор осциллографа и микроамперметр. Балансировка моста осуществляется двумя постоянными сопротивлениями R и одним переменным R_6 .

Тарировочный график динамометрического стола приведен на рис. 3. График прямолинеен и проходит через начало координат. Мно-

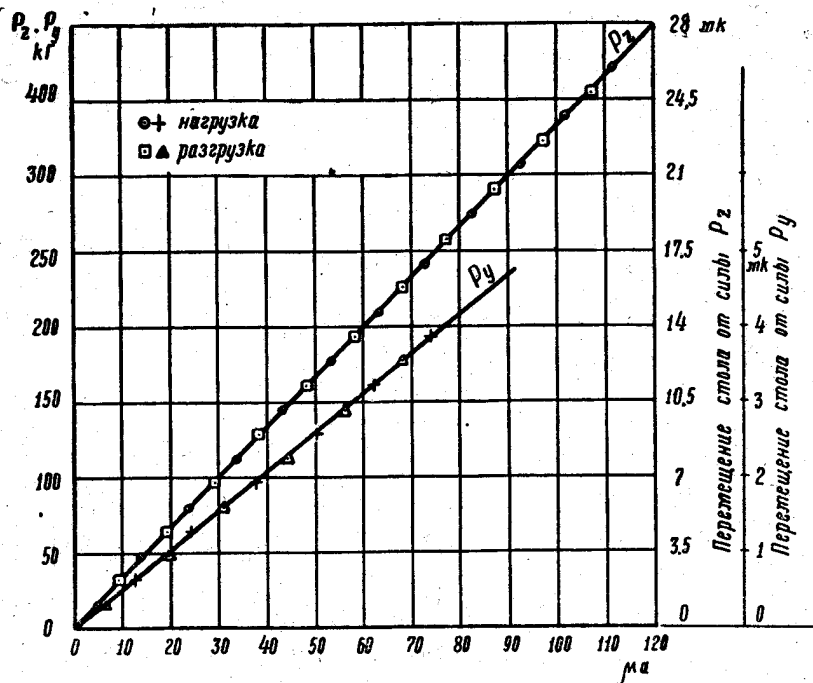


Рис. 3

гократные повторные тарировки в течение полугода показали, что максимальное несовпадение тарировочных прямых не превышает 3% и не за-

висит от точки приложения силы на поверхности стола. Максимальная нагрузка для составляющих силы резания 500 кг.

При всех преимуществах полупроводниковых тензорезисторов перед другими тензодатчиками они имеют ряд серьезных недостатков. Это прежде всего их пока еще высокая стоимость. Повышенная хрупкость датчиков требует очень тонкого и осторожного обращения при наклейке и монтаже. Полупроводниковые датчики, выпускаемые в настоящее время, имеют большой разброс по сопротивлению (до 1,5%), что затрудняет балансировку мостовых схем. Кроме этого, коэффициент тензочувствительности зависит от свойств кристалла, поэтому одинаковый коэффициент тензочувствительности имеет партия тензорезисторов, изготовленных из одной пластины. Разница в омическом сопротивлении мест спая выводных проводников и самого кристалла затрудняет применение переменного тока для питания мостов. Возникающий при этом разбаланс практически невозможно устранить.

Но даже при этих недостатках питание постоянным током, тщательный подбор полупроводниковых тензорезисторов по сопротивлению и тензочувствительности, аккуратность в наклейке позволили получить устойчивую, надежную и простую в эксплуатации электрическую схему.

Опыт работы с полупроводниковыми тензорезисторами показал, что они являются перспективными для оснащения приборов, применяемых при исследовании процессов обработки металлов резанием.

ЛИТЕРАТУРА

1. Полупроводниковые тензодатчики. Под ред. М. Дина, изд-во «Энергия», М.—Л., 1965.
 2. Л. С. Ильинская, А. Н. Подмарьков. Полупроводниковые тензодатчики. Изд-во «Энергия», М.—Л., 1966.
 3. Б. С. Трухачев, Н. П. Удалов. Полупроводниковые тензопреобразователи. Изд-во «Энергия», М.—Л., 1968.
 4. М. Ф. Полетика. Приборы для измерения сил резания и крутящих моментов. Машгиз, М.—Л., 1963.
 5. Г. И. Смагин, К. А. Нассонов, П. Н. Обухов, Г. П. Керша, Г. Н. Гук. Динамометр на полупроводниковых тензоэлементах для измерения малых крутящихся моментов. «Станки и инструмент», № 4, 1967.
-