

## МЕТОДИКА ИЗМЕРЕНИЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ РЕЖУЩИХ КРОМОК СВЕРЛА И УПРУГИХ ДЕФОРМАЦИЙ В СИСТЕМЕ СПИД ПРИ ВИБРАЦИОННОМ СВЕРЛЕНИИ

Д. В. КОЖЕВНИКОВ, И. М. КОНОВАЛОВ, В. Н. ЮНДУНОВ

(Представлена научным семинаром кафедр  
станков и резания металлов и технологии машиностроения)

Для обеспечения надежного стружколомания при сверлении отверстий в жаропрочных и нержавеющей сталях в последнее время используют методы кинематического дробления, и в частности, метод наложения низкочастотных гармонических колебаний в направлении подачи сверла от постороннего источника.

В работах [1, 2] аналитически показана степень влияния каждого из параметров вибраций на кинематику процесса вибросверления. Вместе с тем, в этих работах предполагается, что режущие кромки инструмента также совершают гармонические колебания с определенной амплитудой, являющейся частью амплитуды, задаваемой вибратором, и с частотой, равной частоте возмущающей силы. Влияние жесткости системы СПИД на кинематику процесса при этом не учитывается.

Гармонические колебания инструмента задаются вибратором, жестко связанным зажимным устройством с обратной стороной стебля сверла. Система СПИД в процессе работы испытывает переменные нагрузки от воздействия возмущающей силы, а следовательно, и изменяющиеся по величине упругие деформации.

В этих условиях амплитуда задаваемых колебаний частично поглощается за счет упругих деформаций и возможных зазоров в механизмах станка.

Кроме того, крутильные колебания стебля сверла влияют на заданное системе смещение фаз и периодически изменяют фактическую скорость резания.

Без учета этих факторов расчет необходимых для нормального дробления стружки параметров принудительных вибраций может привести к значительным ошибкам и не дать ожидаемого эффекта.

Поэтому изучение влияния жесткости системы СПИД на процесс глубокого вибросверления имеет большое теоретическое и практическое значение.

Для этих целей в лаборатории резания металлов ТПИ были разработаны методика и необходимая аппаратура, позволяющая провести динамические испытания системы СПИД при глубоком вибросверлении с измерением величины упругих деформаций ее составных частей.

Работа проводилась на установке для глубокого вибросверления [3].

Схема установки датчиков перемещений показана на рис. 1. Вибросверление осуществлялось двухкромочными сверлами диаметром 25 мм из стали Р18 с внутренним отводом стружки. При работе сверло направлялось кондукторной втулкой 5, пригнанной по скользящей посадке к отверстию в маслоприемнике 6. На сверле 8 закреплен диск 9 с подвижными частями датчиков 1 и 2. Неподвижные части датчиков установлены на специальных платформах, закрепленных на маслоприемнике. Для исключения влияния подачи на датчики 1 и 2 маслоприемник связан с суппортом жесткой тягой 7. Такая установка датчиков позволяет измерить осевые (датчик 1) и крутильные (датчик 2) колебания режущих кромок сверла. Осевые колебания стебля в месте его сочленения с гидровибратором измерялись датчиком 3, подвижная часть которого соединена со стеблем, а неподвижная с суппортом установки.

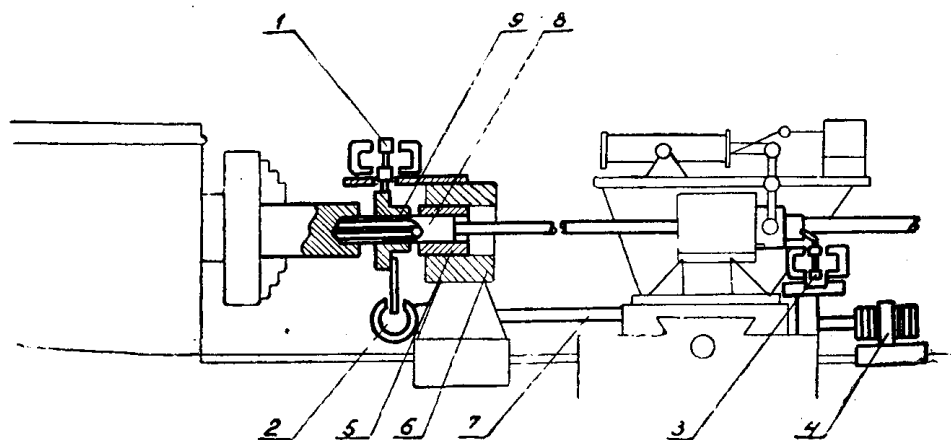


Рис. 1

Датчик 4 регистрировал траекторию движения суппорта, для чего сердечники с катушками соединялись со станиной, а якорь с суппортом установки.

Рассматриваемая колебательная система имеет две степени свободы. Режущие кромки перемещаются вибратором в осевом направлении и имеют крутильные колебания под действием сил резания. Конструкция датчика 1 должна обеспечить надежное измерение осевых колебаний и не реагировать на крутильные. Кроме того, на холостом ходу амплитуда колебаний системы увеличивается приблизительно в 3 раза по сравнению с рабочей, в результате чего на такую же величину необходимо увеличивать рабочие зазоры датчиков 1 и 3, что приводит к резкому уменьшению чувствительности измерительной системы. Поэтому для измерения осевых колебаний на режущих кромках и в месте крепления стебля применены мощные трансформаторные датчики, которые позволяют получить значительное выходное напряжение при соответствующем соотношении числа витков измерительных обмоток и обмоток возбуждения [4, 5].

Принципиальная схема и конструкция датчиков 1 и 3 представлены на рис. 2, а. Сердечник 2 выполнен из армо-железа, жестко соединен с подвижной частью системы и точно повторяет колебания режущих кромок или стебля в зависимости от места его установки. В сердечнике прорезан паз, в который укладывается обмотка возбуждения, подключаемая к источнику питания частотой  $f=500$  гц и напряжением  $U=40$  в.

Измерительные обмотки датчика 1 намотаны на магнитопроводы типа ПЛ 12,5×16×40, а у датчика 3 на ШЛ 12×20 (два полусердечника) и включены в схему встречно.

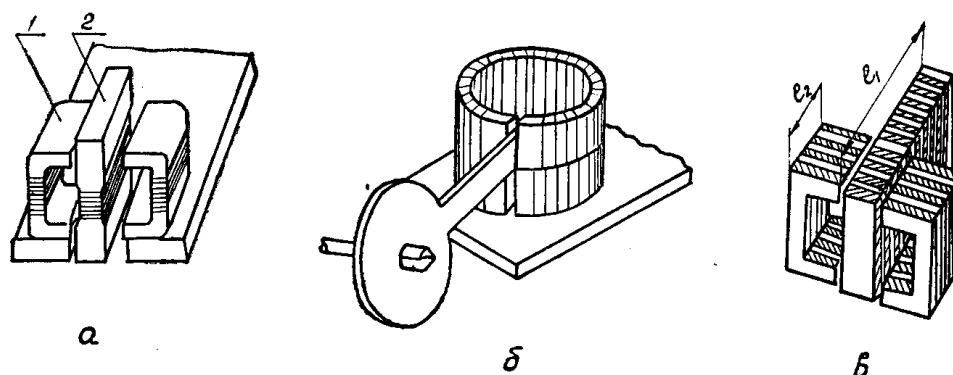


Рис. 2

При проведении эксперимента использовались только линейные участки характеристик датчиков.

Крутизна характеристики во многом зависит от параметров элементов фильтра, поэтому величины сопротивлений и емкостей в них выбраны из условия максимальной крутизны характеристики и удовлетворительного качества записи.

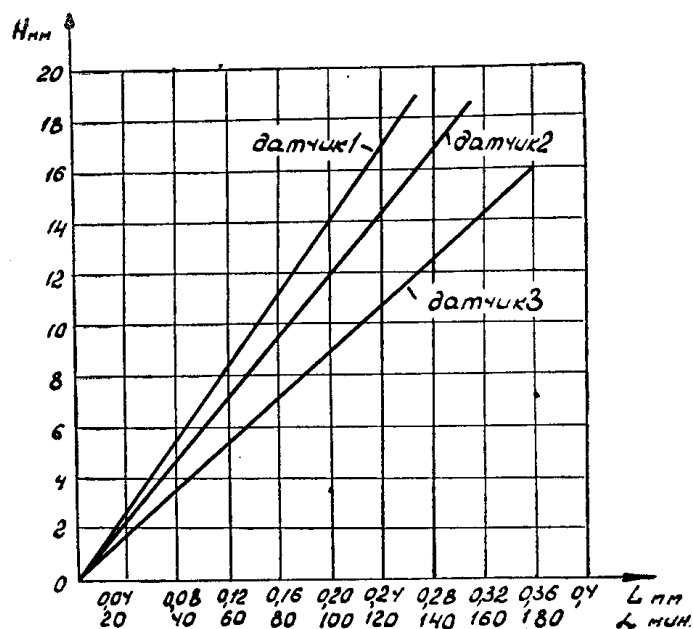


Рис. 3

Тарировочные графики с шлейфовым осциллографом МПО-2 датчиков 1 и 3 представлены на рис. 3, где  $H$  — высота записи на фотопленке, а  $L$  — линейное перемещение якоря.

Датчик 2, предназначенный для регистрации крутильных колебаний, не должен реагировать на осевые колебания. Известные конструкции датчиков угловых перемещений при этом условии оказались непригодными из-за громоздкости их магнитных систем. Поэтому для из-

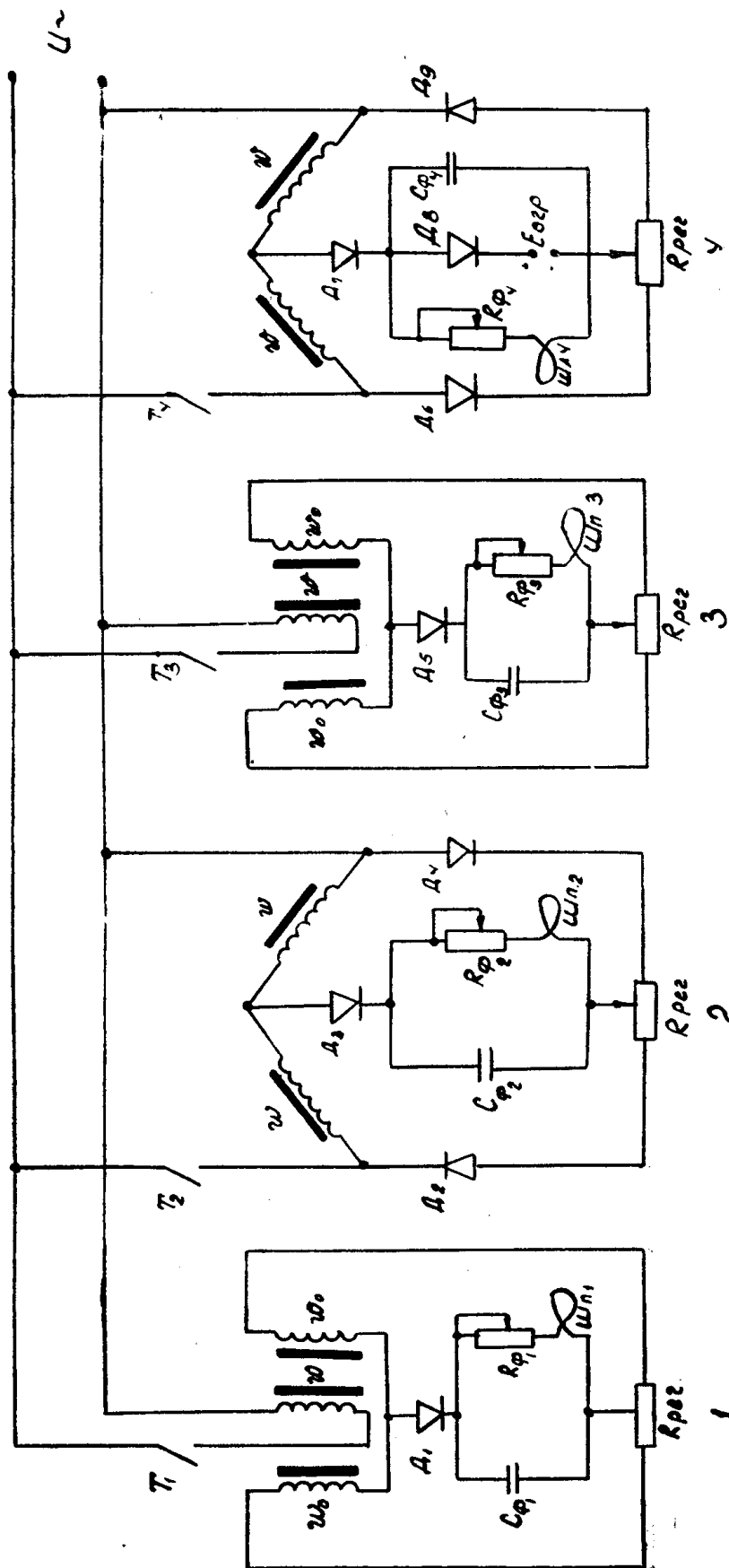


Рис. 4

мерения угловых колебаний был разработан специальный датчик на базе двух тороидальных магнитопроводов, в пазах которых перемещается жестко связанный со сверлом якорь из армо-железа (рис. 2, б).

Пазы изготовлены такой величины, чтобы якорь мог свободно перемещаться совместно со сверлом в осевом направлении в пределах 1 мм. Так как суммарный зазор в каждом магнитопроводе при осевых колебаниях будет постоянным, то датчик на эти колебания не реагирует. При угловых перемещениях якорь изменяет индуктивное сопротивление плеч моста, в результате чего в его диагонали появляется ток, пропорциональный углу поворота.

Тарировочный график датчика 2 со шлейфовым осциллографом МПО-2 приведен на рис. 3, где  $\alpha$  — угол поворота якоря.

Датчик 4 должен регистрировать перемещение суппорта на значительной длине, иметь большую крутизну характеристики и не перегружать при этом вибратор осциллографа во всем диапазоне измерения. Наиболее удобна для этих целей конструкция датчика, представленная на рис. 2, в. Слоистые магнитопроводы выполнены из чередующихся слоев магнитного (сталь Э-320) и немагнитного (текстолит В4) материалов. Длина подвижного магнитопровода  $l_1$  выбрана больше длины неподвижного магнитопровода  $l_2$  на величину измеряемого диапазона перемещения суппорта. Неподвижные части магнитопроводов смещены так, что магнитные слои совпадают с немагнитными. Обмотки магнитопроводов включены по мостовой схеме. Принципиальная схема включения всех четырех датчиков показана на рис. 4. Приведенная методика измерения позволила произвести экспериментальные исследования колебательных процессов в системе СПИД с большой точностью.

### Выводы

1. Разработана методика измерения параметров колебательных процессов в системе СПИД при вибросверлении.
2. Созданы принципиальная схема и конструкция датчика для измерения угловых перемещений режущих кромок сверла под воздействием сил резания.
3. Разработаны конструкции датчиков малых и больших линейных перемещений.
4. Методика и средства измерения позволяют произвести с большой точностью исследование колебательных процессов в системе СПИД при вибрационном сверлении.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Э. А. Сателъ, В. Н. Подураев и др. Вибрационное свойство отверстий в нержавеющей и жаропрочных сталях. «Вестник машиностроения», № 1, М., 1962.
2. А. Г. Туктанов. Вибрационное сверление отверстий малого диаметра в нержавеющей и жаропрочных сталях и сплавах. Автореферат диссертации. МВТУ им. Н. Э. Баумана, 1964.
3. И. М. Коновалов, А. В. Водопьянов. Установка для исследования процесса резания при сверлении глубоких отверстий. Электромеханические устройства и электронные приборы. «Энергия», М.— Л., 1969.
4. Л. Ф. Куликовский. Индуктивные измерители перемещения. Госэнергоиздат, М., 1954.
5. А. М. Турчин. Электрические измерения неэлектрических величин. Госэнергоиздат, М., 1954.