

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНДУКТИВНЫХ ДАТЧИКОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ УСИЛИЙ В ЦЕПИ ПОДВЕСНОГО КОНВЕЙЕРА

А. В. МУРИН

(Представлена научным семинаром кафедры прикладной механики)

В связи с необходимостью провести измерения усилий в цепи подвешенного конвейера непосредственно в заводских условиях требовалось создать надежное и простое устройство, которое позволило бы провести такие замеры и осуществить осциллографирование без применения усилительной аппаратуры. Обычно для таких целей используются проволочные тензодатчики, наклеиваемые на звено цепи, но в таком случае при записи на пленку осциллографа требуется применять усилитель. Таким способом, например, осуществлялось осциллографирование усилий в цепи скребкового конвейера, выполненное в лабораторных условиях А. Г. Сосниным [1]. Получить достаточно мощный электрический сигнал, который мог быть непосредственно записан на пленку вибратором VIII типа, можно и с помощью проволочных преобразователей, но в этом случае требуется создавать довольно сложные по конструкции специальные электрические динамометры [2]. Попытки решить указанную выше задачу с помощью применения так называемых мощных проволочных датчиков, появившихся в последнее время, а также с помощью увеличения числа обычных проволочных датчиков, включаемых в одно плечо измерительного мостика, не увенчались успехом. Поставленная задача была достаточно просто решена нами с помощью индуктивных датчиков.

Для изготовления электрического динамометра использовалось стандартное звено разборной цепи конвейера. Экспериментально было установлено, что одноэлементное звено разборной цепи конвейера с ша-

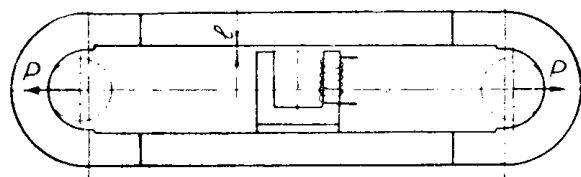


Рис. 1. Схематическое устройство тензозвена.

гом, равным 1600 мм, значительно деформируется под действием продольной силы. При усилии в 5000 кг поперечная деформация звена составляет примерно 0,3 мм. Эти деформации, пропорциональные действующим на звено цепи продольным усилиям, улавливались с помощью ин-

тами к кронштейну, который припаивается мягким припоем к звену цепи. Поперечное сечение звена цепи, на котором устанавливался индуктивный датчик, практически не ослаблялось в результате механической обработки его поверхностей вследствие небольшой величины снимаемого слоя, необходимого для планировки его поверхностей. Тензозвено включается в дифференциальную измерительную схему (рис. 2), которая имеет ряд преимуществ по сравнению с мостовой [3].

Для получения линейной характеристики недифференциального индуктивного датчика необходимо иметь незначительное изменение воздушного зазора по отношению к его начальной величине, т. е. должно

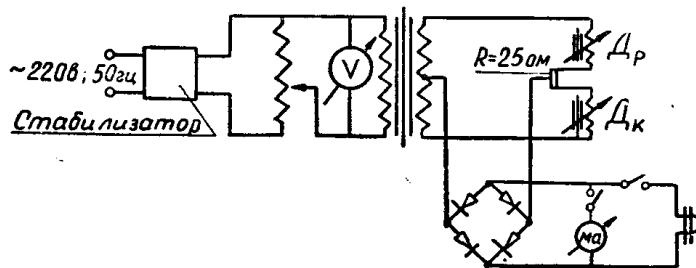


Рис. 2. Дифференциальная схема включения индуктивных датчиков.

быть  $\Delta l \ll l$  [4]. Однако в этом случае значительно понижается чувствительность датчика к измеряемому параметру [5]. Влияние величины начального зазора на чувствительность нашего датчика, включенного в дифференциальную измерительную схему, можно видеть из рис. 3, на котором представлено изменение величины выходного сигнала по мере уменьшения воздушного зазора при различных его первоначальных значениях. Кривые получены при постоянном напряжении питания измерительной схемы. В связи с большими поперечными деформациями звена цепи и необходимостью повысить чувствительность тензозвена при небольших нагрузках нельзя было выполнить условия малости изменения величины воздушного зазора по сравнению с его первоначальным значением, и в рассматриваемой конструкции тензозвена величина  $\Delta l$  лишь незначительно отличалась от  $l$ . Указанное обстоятельство, на наш взгляд, не имеет существенного значения. Оно лишь в некоторой степени увеличивает трудоемкость работ по расшифровке осциллограмм.

Наряду с таким недостатком по указанной выше причине у этого тензозвена появилось и очень важное преимущество по сравнению с другими электрическими динамометрами, предназначенными для подобных целей, которое заключалось в значительном увеличении мощности выходного сигнала. Мощность выходного сигнала возросла настолько, что запись измеряемого параметра на пленке осциллографа оказалась возможным вести без применения усилителя не только вибратором VIII типа, но даже V и IV. Нами была изготовлена серия тензозвеньев на различные диапазоны измеряемых усилий: для измерения усилий в диапазоне  $P = (0-3000) \text{ кг}$ ,  $P = (0-5000) \text{ кг}$  и  $P = (0-7500) \text{ кг}$ . Начальное значение величины воздушного зазора было соответственно равно: в первом случае — около 0,30 мм, во втором — около 0,35 мм и в третьем — около 0,70 мм. На рис. 4 приведен тарировочный график для тензозвена, рассчитанного на измерение усилий до 5000 кг. График получен при напряжении питания измерительной схемы  $U = 20 \text{ в}$ , при использовании тока частотой 50 гц. По оси абсцисс на этом графике

откладывается величина отклонения луча вибратора V типа на экране осциллографа МПО-2. Кривая 1 получена при нагружении, кривая 2 — при разгрузке. Полученная зависимость для данного тензозвена, как

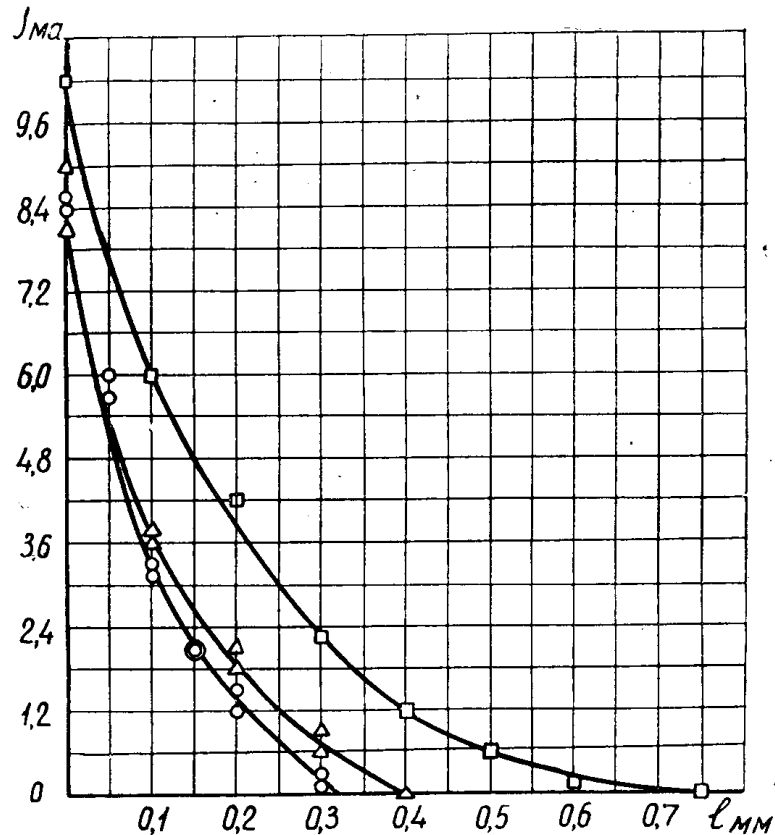


Рис. 3. Изменение величины выходного сигнала по мере уменьшения воздушного зазора при различных его первоначальных значениях.

и для любого упругого элемента, имеет ярко выраженную гистерезисную петлю.

На рис. 5 представлен образец осциллограммы, полученной автором при измерении усилий в двух ветвях цепи двухдвигательного подвесного конвейера с предохранительными турбомуфтами на Алтайском тракторном заводе. В соответствии с рекомендациями в [3] и малой частотой изменения измеряемой величины для питания датчиков была использована промышленная частота 50 гц. Выходной сигнал преобразовывался с помощью мостика, собранного из германиевых диодов и обеспечивающего двухполупериодное выпрямление в пульсирующий ток частотой 100 гц, который и записывался на пленке осциллографа (см. схему на рис. 2). Таким образом, огибающая максимальных значений тока на осциллограмме дает представление о величине и характере изменения усилий в цепи конвейера. Нулевые линии для записываемых величин находятся одна у нижнего края осциллограммы, другая — у верхнего. Скорость протягивания пленки при записи этой осциллограммы была равной 50 мм/сек.

При использовании для питания индуктивных датчиков переменного тока частотой 50 гц практически трудно избавиться от несущей частоты за счет применения на выходе фильтров. Кроме того, колеблющийся

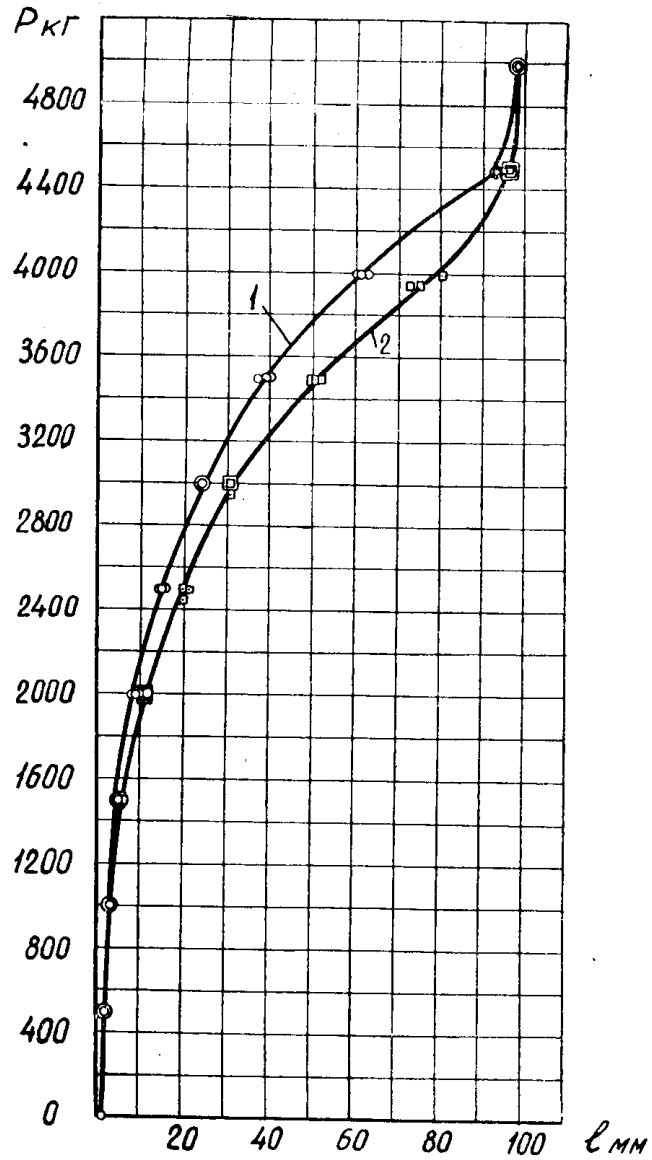


Рис. 4. Тарировочный график тензозвена:  
1 — нагружение; 2 — разгружение

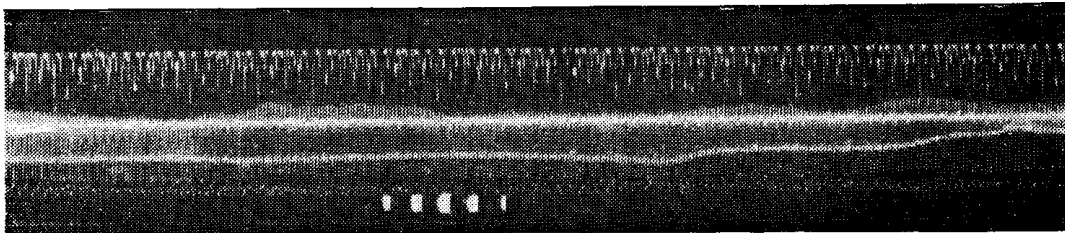


Рис. 5. Осциллограмма усилий в цепи подвесного конвейера, записанная с помощью тензозвеньев с индуктивными датчиками

с частотой в 100 *гц* луч зеркальца вибратора, используемого для записи измеряемого параметра, одновременно является и отметчиком времени. Как видно из приведенной осциллограммы, такие записи хорошо читаются даже при наложении одной на другую. Указанные причины и заставили отказаться от использования фильтров на выходе измерительной схемы.

Использование разработанных тензозвеньев для исследования подвесного конвейера в заводских условиях показало их высокую надежность. Указанное обстоятельство, а также достоинства, о которых говорилось выше, позволяют нам рекомендовать их для использования не только для измерения усилий в цепях конвейеров, но и просто в качестве динамометров.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. А. Г. Соснин. Экспериментальное исследование двухприводного скребкового конвейера. Вопросы рудничного транспорта. Сб. статей. Вып. 2, Углетехиздат, 1957.
  2. А. А. Ренгевич и др. Шахтная динамометрическая вагонетка и ее аппаратура. Вопросы рудничного транспорта. Сб. статей. Вып. 2, Углетехиздат, 1957.
  3. А. М. Туричин. Электрические измерения неэлектрических величин. Госэнергоиздат, 1959.
  4. Н. П. Раевский. Датчики механических параметров машин. Изд-во АН СССР, 1959.
  5. Напряжения и деформации в деталях и узлах машин. Под ред. Н. И. Пригоровского. Машгиз, 1961.
-