

**ИНДУКТИВНЫЙ МОМЕНТОМЕР СО СМЕННЫМИ УПРУГИМИ  
ЭЛЕМЕНТАМИ**

А. В. МУРИН, Ю. И. КАПУСТИН

(Представлена научным семинаром кафедры прикладной механики)

При исследовании работы машин или их отдельных узлов очень часто необходимо осуществлять измерение крутящих моментов. Для измерения моментов, изменяющихся во времени, обычно используются деформации упругих элементов, передающих крутящий момент. Измерение упругих деформаций, пропорциональных передаваемому крутящему моменту, осуществляется различными способами [1—6], но особый интерес представляет использование для этой цели индуктивных датчиков, позволяющих получить мощный электрический сигнал, который можно записать с помощью шлейфового осциллографа без применения усилительных устройств. Это обстоятельство имеет важное значение при выполнении исследований непосредственно в производственных условиях.

Известные конструкции моментометров с индуктивными датчиками достаточно сложны [1—3; 7]. Некоторые из них предназначены для измерения моментов только в узком диапазоне, для других расширение диапазона измерений связано с полной разборкой конструкции и заменой основных достаточно сложных деталей такого устройства. При проведении же исследований часто бывает необходимо одним и тем же устройством пользоваться для измерения моментов в широком диапазоне. Необходимым условием при этом, естественно, является обеспечение максимальной чувствительности устройства в любом диапазоне измеряемых моментов при минимальных затратах времени на монтажные работы, связанные со сменой упругих элементов устройства и на изготовление таких сменных элементов. В связи с этим нами разработан, изготовлен и испытан индуктивный моментометр со сменными упругими элементами простой по конструкции, позволяющий при необходимости легко и быстро менять упругие элементы, не снимая моментометр с установки и не делая его полную разборку. Особенностью предлагаемого устройства является также простота конструкции используемых в нем сменных упругих элементов.

Устройство разработанного моментометра может быть уяснено из рис. 1. На полом вала-втулке 1 с помощью сварки закреплен диск 2. Диск 3 установлен на валу-втулке 1 на двух роликовых радиальных подшипниках 4. Диски 2 и 3 соединены стержнями 5, заканчивающимися, как это видно из рис. 1, фланцами. Стержни 5 служат упругими элементами измерительного устройства. Таким образом, передача измеряемого момента от вала-втулки 1, который неподвижно соединяется



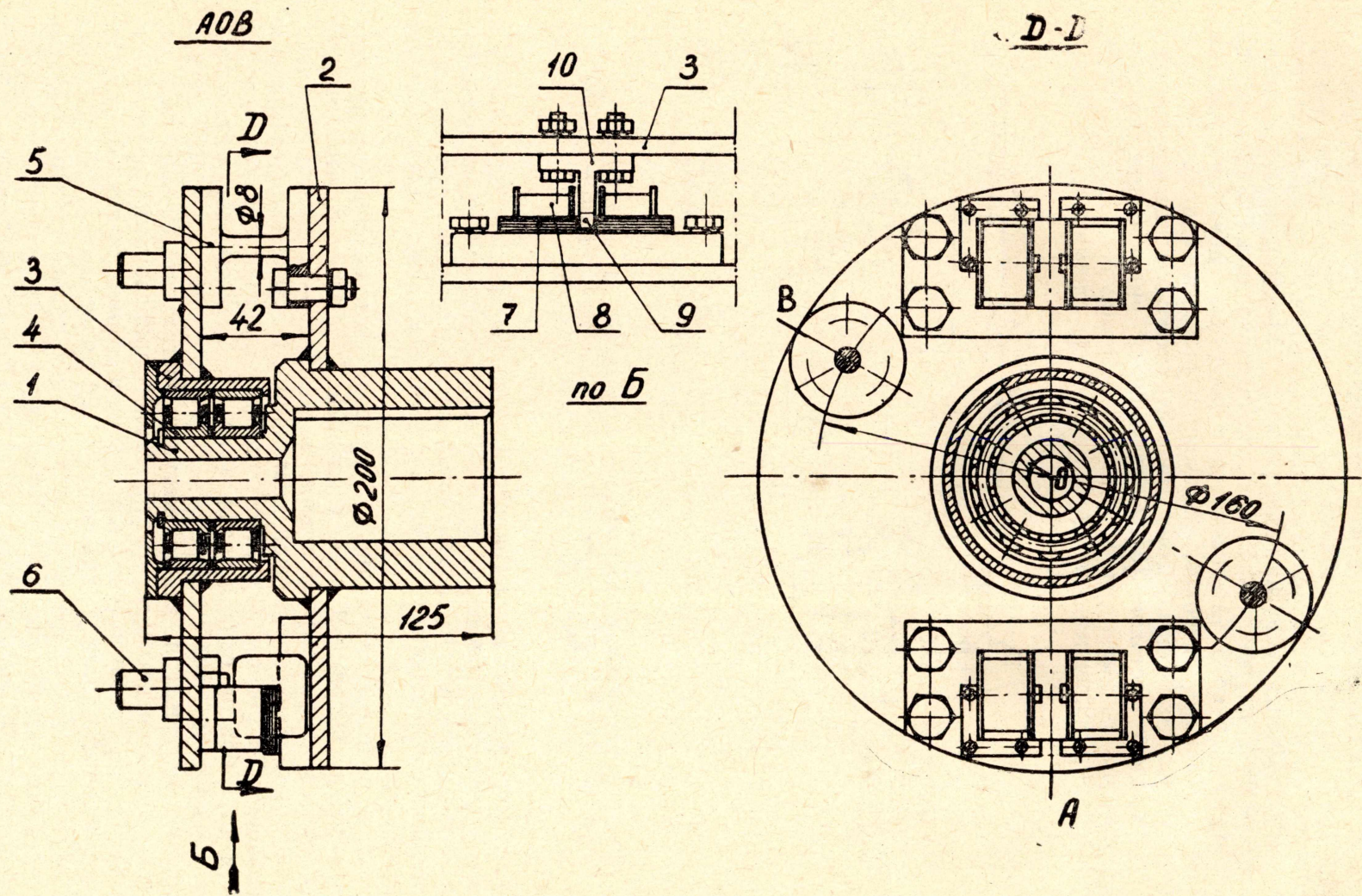


Рис. 1. Конструкция моментомера.



с валом машины или ее узла, диску 3 осуществляется через два упругих элемента 5. В свою очередь диск 3 соединяется с соседним звеном, которому передается момент, в данном варианте с помощью трех пальцев 6, являющихся деталями пальцевой муфты с промежуточным элементом. Разумеется, возможны и иные способы связи диска 3 с приводимыми им в движение звеньями машины. Под действием передаваемого момента упругие элементы 5 деформируются и диск 3 поворачивается на некоторый угол относительно диска 2. Эти угловые перемещения диска 3 улавливаются с помощью двух индуктивных дифференциальных датчиков, включенных в дифференциальную измерительную электрическую схему (рис. 2), имеющую ряд преимуществ по сравнению с мостовой [3]. Сердечники 7 индуктивных датчиков, набранные из листовой трансформаторной стали, со своими обмотками 8 попарно закреплены на двух платах из алюминиевого сплава,

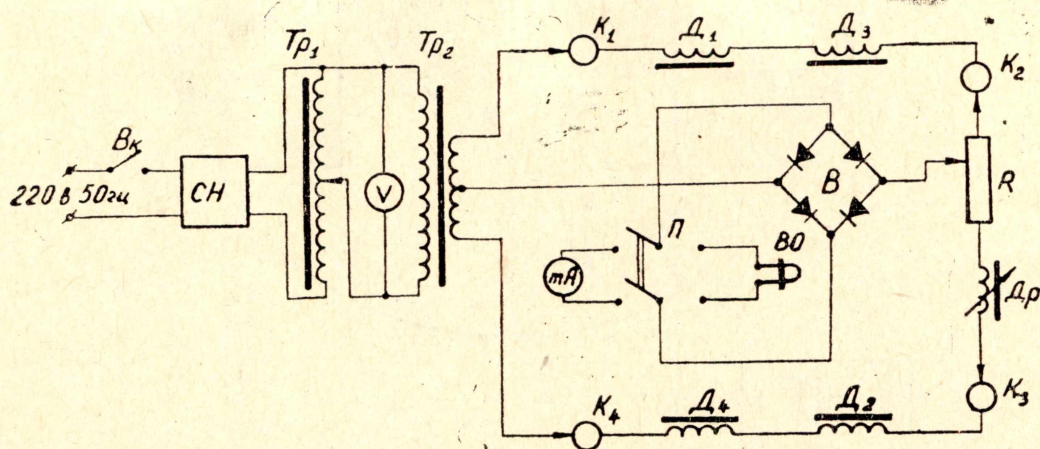


Рис. 2 Электрическая схема включения индуктивных датчиков: СН — стабилизатор напряжения,  $K_1$ — $K_4$  — токосъемные кольца,  $D_1$ — $D_4$  — рабочие датчики,  $D$  — подстроечный дроссель.

которые установлены диаметрально на диске 2 (рис. 1). Два якоря 9, также из листовой трансформаторной стали, закрепленные на кронштейнах 10 из алюминиевого сплава, установлены на диске 3 так, что между ними и сердечниками 7 имеется начальный зазор, составляющий около 0,1 мм.

Угловые перемещения диска 3 приводят к изменению воздушного зазора между якорями 9 и сердечниками 7 катушек 8, что приводит к изменению их магнитного потока и в итоге — к изменению тока, протекающего в измерительной диагонали электрической схемы. Это изменение тока регистрируется с помощью миллиамперметра или подается на вибратор осциллографа (рис. 2). Обмотки датчиков выполнены из провода ПЭВ-2 диаметром 0,14 мм и имеют по 3150 витков. Активное сопротивление каждой катушки составляет 180—190 ом.

На рис. 3 представлен статический тарировочный график моментомера, полученный при напряжении питания первичной обмотки рабочего трансформатора  $Tr_2$ , равном 100 вольт, при частоте 50 герц (линии 1 и 2). Напряжение на выходе этого трансформатора (между его крайними клеммами) при таком напряжении питания первичной обмотки равно 20 вольт (рис. 2). Линия 1 на тарировочном графике соединяет точки, полученные при нагружении, а 2 — при разгрузке. Этот тарировочный график получен при диаметре упругих элементов, равном 8 мм. При таком диаметре стержней упругих элементов вели-



чина измеряемого момента доходит до 11 кгм. Наименьшие зазоры между сердечниками катушек и якорями, соответствующие такой нагрузке, составляют около 0,02 мм. Как видно из рис. 3 (линии 1 и 2), при питании датчиков током промышленной частоты тарировочный график имеет некоторую нелинейность. Использование для питания электрической схемы тока частотой 500 герц позволило устранить этот недостаток (линия 3, рис. 3). Естественно, что при такой частоте для сохранения достаточно высокого уровня выходного сигнала пришлось увеличить напряжение питания. Напряжение на выходе рабочего трансформатора Тр<sub>2</sub>, между его крайними клеммами, составляло при этом 230 вольт (параметры датчиков и упругих элементов были такие же как при получении графика 1—2, рис. 3).

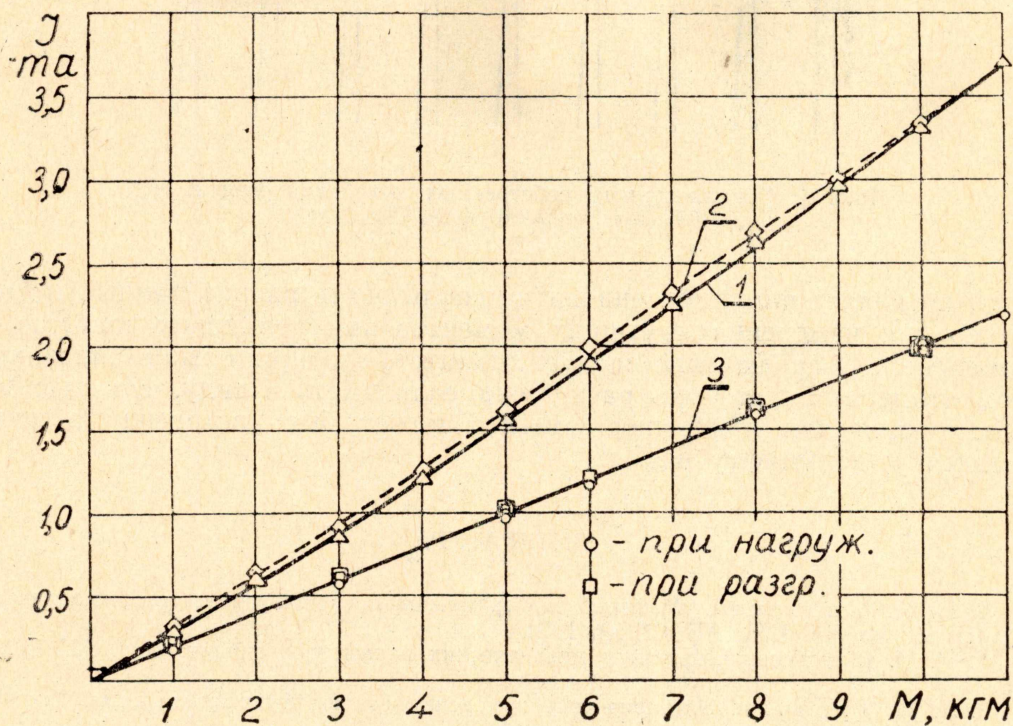


Рис. 3. Тарировочный график моментомера: 1 — нагрузка, 2 — разгрузка.

Измерения с помощью предлагаемого устройства моментов в диапазоне 4—11 кгм (при использовании для питания тока частотой 500 герц и диаметре стержней упругих элементов, равном 8 мм) осуществляются с точностью 1—3%; замеры меньших моментов — менее точны.

На рис. 4 представлена динамическая характеристика моментомера — осциллограмма собственных колебаний при диаметре стержней упругих элементов 8 мм и остальных основных размерах, указанных на рис. 1. Отметки времени на этой осциллограмме сделаны через 0,01 сек. Частота собственных колебаний моментомера при таком диаметре упругих элементов составляет 285—290 герц. Частота вынужденных колебаний, колебаний которые могут быть без искажений записаны в этом случае, в соответствии с [1] не должна превышать 29 герц. Очевидно, что за счет увеличения диаметра стержней упругих сменных элементов можно для данного моментомера и расширить диапазон измеряемых моментов, и улучшить его динамическую характеристику.



Простота конструкции, возможность осуществлять быструю замену упругих элементов без полной разборки всего моментомера, а также возможность регистрировать выходной электрический сигнал без применения усилительных устройств с помощью вибраторов VIII и даже V

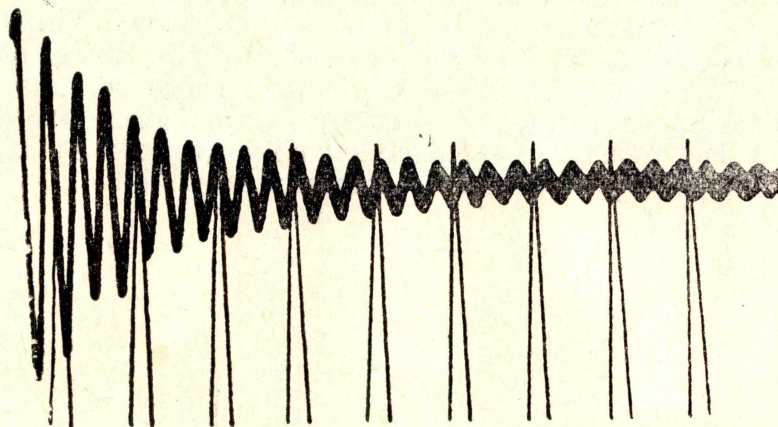


Рис. 4 Оциллограмма собственных колебаний моментомера (отметки времени через 0,01 сек.).

типа позволяет нам рекомендовать использовать разработанный моментомер для измерения крутящих моментов при невысоких частотах их изменения. В заключение следует отметить, что применение описанного моментомера может быть расширено, если иметь в виду, что подобная конструкция для измерения момента может быть встроена в шкив, звездочку, полумуфту и т. д.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Н. П. Раевский. Методы экспериментального исследования механических параметров машин. Изд. АН СССР, 1952.
2. Н. П. Раевский. Датчики механических параметров машин. Изд. АН СССР, 1959.
3. А. М. Туричин. Электрические измерения неэлектрических величин. Госэнергоиздат, 1959.
4. А. Г. Соснин. Экспериментальное исследование двухприводного скребкового конвейера. Вопросы рудничного транспорта. Сб. статей. Вып. 2. Углетехиздат, 1957.
5. Ю. Н. Леденев и др. Динамометр для измерения крутящих моментов на валах большого диаметра. Вестник машиностроения, № 11, 1964.
6. И. И. Марголин, И. П. Иванов. Устройство для измерения крутящих моментов. Изв. вузов, Горный журнал, № 8, 1962.
7. Н. Я. Биличенко, Е. Х. Загородний. Измерение вращающихся моментов приводных валов. Измерительная техника, № 1, 1960.