

Практическое занятие 5

*Приборы, используемые при
испытаниях конструкций*

Цель и задачи работы

Цель работы – ознакомление с приборами и устройствами, с помощью которых измеряют прогибы, наклоны и удлинения конструкций при испытаниях.

Учебные вопросы.

1 Прогибомеры.

2 Индикаторы.

3 Электромеханические измерители перемещений.

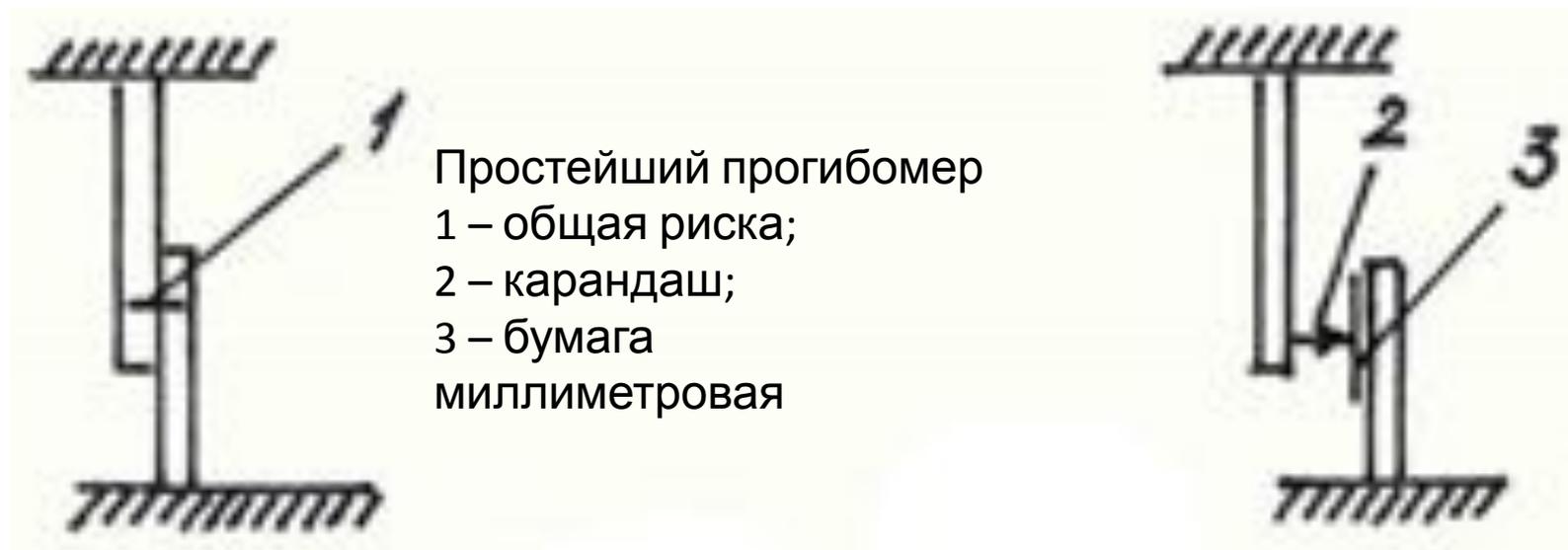
4 Клиномеры.

Прогибомеры

Прогибы и линейные перемещения конструкций измеряют **прогибомерами и индикаторами**;

углы поворота – **клинометрами, отвесами, преобразователями угловых перемещений**;

сдвиги отдельных элементов конструкции или её волокон относительно друг от друга – **сдвигомерами**.

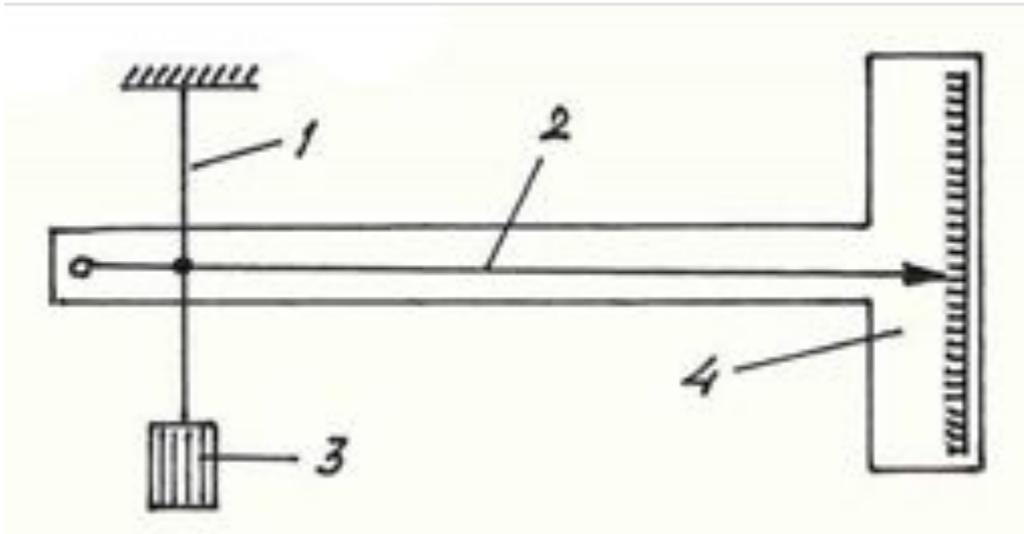


После деформации концы риски смещались относительно друг друга, а карандаш очерчивал линию определённой длины.

Точность измерения – 1 мм.

Прогибомеры

Чтобы её повесить, придумали другое приспособление:



- 1 – нить;
- 2 – стрелка;
- 3 – груз;
- 4 – кронштейн со шкалой

При соотношении длин плеч

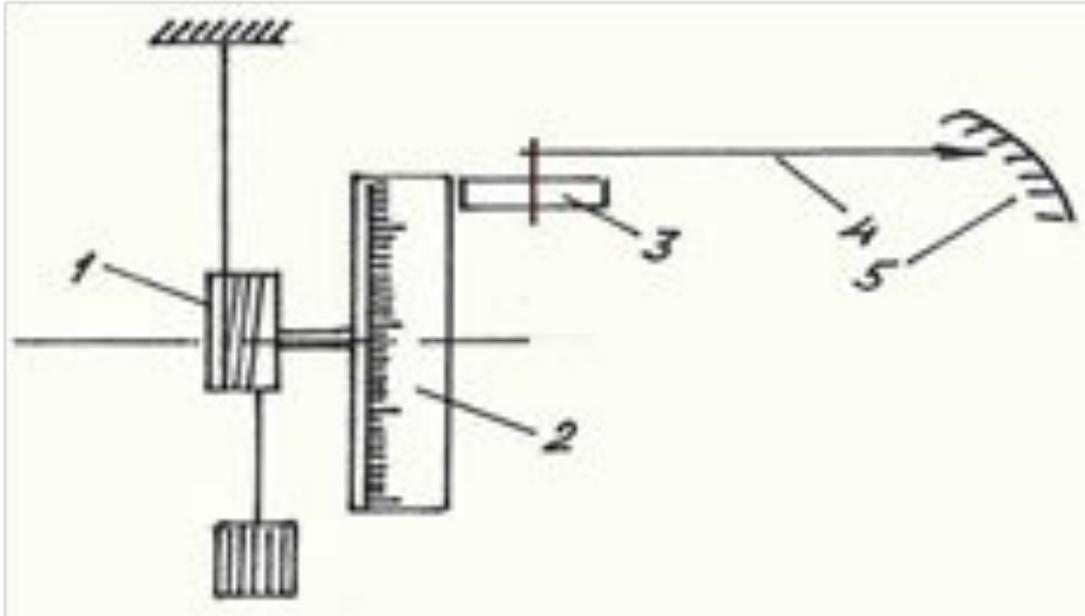
$$a/l = 1/10$$

перемещение узла на 1 мм вызовет перемещение конца стрелки на 10 мм, т.е. точность измерения повышается в 10 раз и становится равной 0,1

Прибором без перестановки можно измерить деформации до 100 мм

Прогибомеры

На принципе использования нити с грузом и основана работа всех современных прогибомеров.



Прогибомер Н.Н. Максимова ПМ-2.
1 – маленький барабан;
2 – большой барабан со шкалой;
3 – ролик;
4 – стрелка;
5 – шкала

(цена деления – 0,1 мм, число делений – 100; одному полному обороту стрелки соответствует прогиб в 10 мм).

Число оборотов (см) фиксируется по шкале большого барабана.

Недостаток прибора – наличие фрикционной передачи между 2 и 3, поэтому возможно проскальзывание. В ПМ-3 фрикционная передача заменена на зубчатую, но в этом случае возможен люфт из-за зазора между зубцами. Кроме того, прибор очень чувствителен к толчкам.

Имеет неограниченный диапазон измерения.

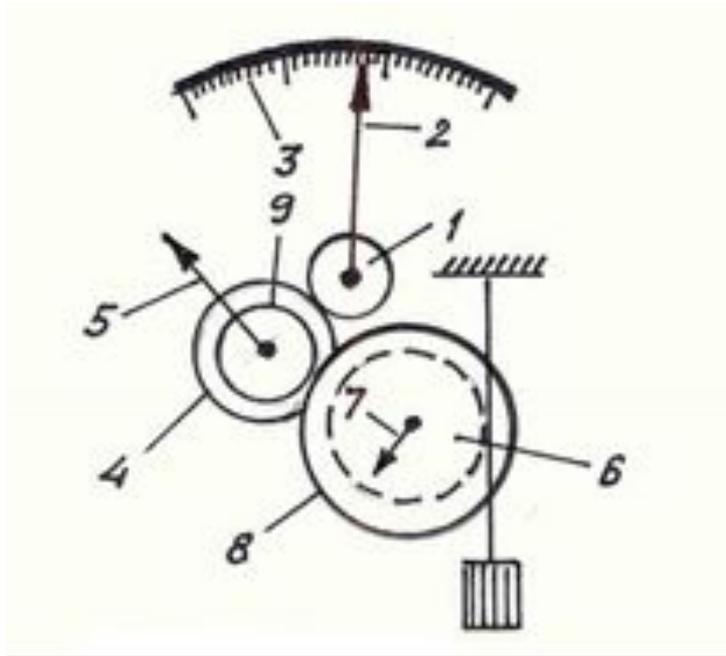
Прогибомеры

Прогибомер Максимова



Прогибомеры

Прогибомер Н.Н. Аистова ПАО -



- 1 - маленькая шестеренка;
- 2 - стрелка;
- 3 - большая шкала (цена деления - 0,01 мм, число делений - 100);
- 4, 8, 9 - шестеренки;
- 5 - стрелка миллиметровой шкалы;
- 6 - ролик;
- 7 - стрелка сантиметровой шкалы.

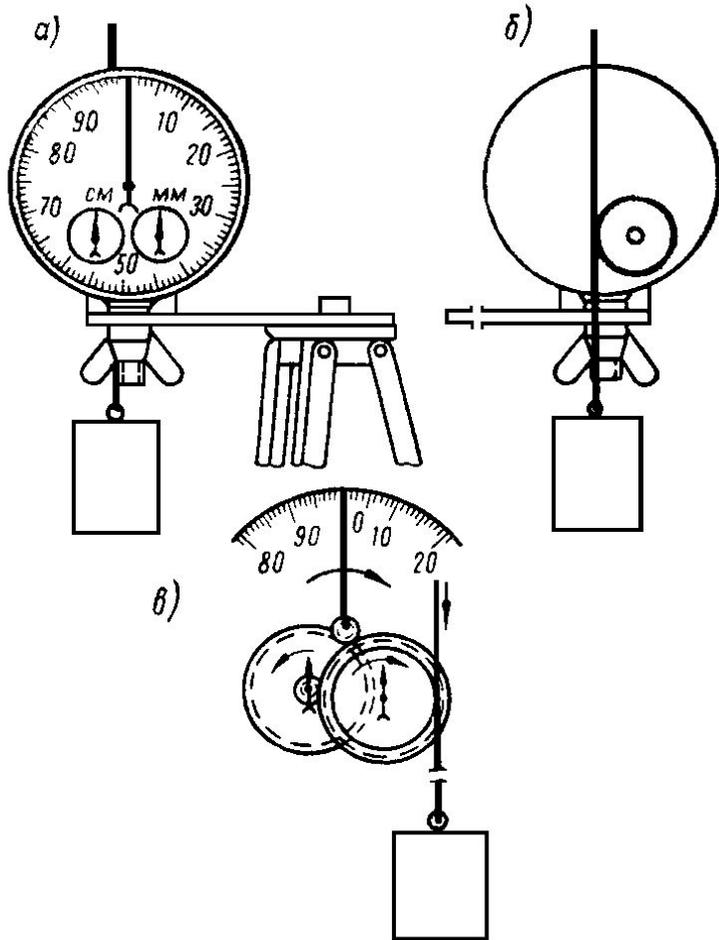
Стальная проволока в обоих прогибомерах - диаметром 0,4 мм, масса гири - 1...3 кг.

Возможны два способа установки прогибомеров: дистанционно (прибор устанавливают неподвижно вне конструкции, например, на треноге, а конец нити закрепляют на конструкции) и контактно (прибор находится непосредственно на конструкции, а конец нити закрепляют к неподвижной поверхности - грунту).

Существуют также прогибомеры системы Е.Г. Мокина (ЦНИИСК), Емельянова, Грио, Ришара, Амслера, и др. Принцип их работы - такой же, как и рассмотренных.

Прогибомеры

Прогибомер Н.Н. Аистова



Прогибомеры

Прогибомеры ПСК-МГ4 (далее - прогибомеры) предназначены для измерений вертикального перемещения отдельных точек конструкций при нагружении их статическими нагрузками: прогиб строительных ферм, балок, прогонов, а также осадки опор, фундаментов, штампов и т.д.



Прогибомеры

Измеряемое перемещение передается ведущему блоку с помощью натянутой струны, перекинутой через ведущий блок не менее чем одним витком. Ведущий блок связан с угловым датчиком перемещения, угловое перемещение ведущего блока пересчитывается в линейное перемещение при помощи счетного устройства расположенного в электронном блоке. Натяжение струны осуществляется небольшим грузом, прикрепленным к свободному ее концу.

Конструктивно прогибомеры состоит из электронного блока, выносного пульта с кнопкой для дистанционного управления, струбцины, струны и груза для ее натяжения. На лицевой панели электронного блока размещен жидкокристаллический дисплей и клавиатура, состоящая из пяти клавиш: ВКЛ, РЕЖИМ, ВВОД, Т и Х. На правой боковой панели электронного блока расположено гнездо для подключения зарядного устройства и USB разъем для передачи данных в ПК, а также для подключения выносного пульта с кнопкой. На левой боковой панели электронного блока имеется кронштейн, при помощи которого электронный блок крепится в механизме фиксации струбцины. Прогибомеры имеет две модификации - ПСК-МГ4 и ПСК-МГ4.01, отличающиеся функциональными возможностями.

Прогибомер ПСК-МГ4.01 обеспечивает три режима измерений, а так же функцию передачи данных в ПК.

Прогибомеры

Прогибомер ПСК-МГ4.01 имеет три режима измерений:

- режим Оперативный с занесением в архив результата измерений – нажатием кнопки ВВОД;
- режим Наблюдение с автоматической регистрацией значений прогиба через интервалы времени, устанавливаемые пользователем (от 1 до 60 мин);
- режим Ждущий с автоматической регистрацией значений прогиба во времени, превышающих пороговые (граничные) значения, устанавливаемые пользователем (порог от 1 до 100 мм, длительность от 1 до 72 часов).

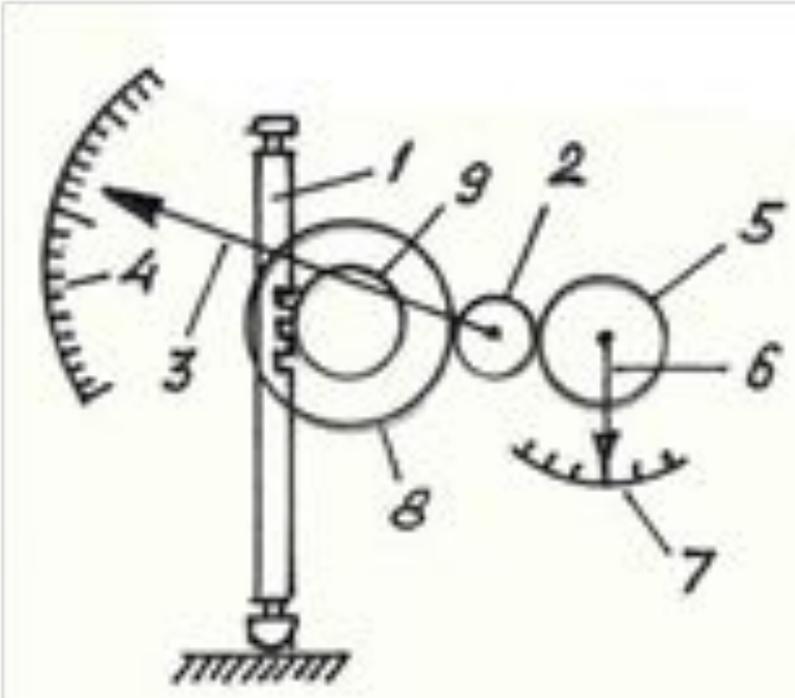
Прогибомер ПСК-МГ4.01 имеет режим передачи данных на ПК по USB-интерфейсу с возможностью их последующего документирования.

Прогибомеры



Индикаторы

Индикатор часового типа – это прибор, предназначенный для измерений относительных отклонений формы, наружных размеров, расположения поверхностей.



- 1 – металлический стержень с канавками (штифт с зубчатой кремальерой;
- 2 – маленькая шестерня;
- 3 – большая стрелка;
- 4 – большая шкала (цена деления – 0,01 мм, число делений – 100);
- 5 – большая шестерня;
- 6 – маленькая стрелка;
- 7 – маленькая шкала (цена деления – 1 мм, число делений – 10), фиксируется число оборотов большой стрелки;
- 8 – дополнительная шестерня (в зацеплении с 2);
- 9 – спиральная пружина (постоянно стремится вернуть стержень 1 в крайнее нижнее положение); это позволяет измерять деформации в обоих направлениях

Шкала 4 - подвижная и позволяет совместить начальное положение стрелки 3 с нулевым делением.

Индикаторы

Крепление – посредством струбцины: с непосредственным упором головки стержня 1 в конструкцию при неподвижном корпусе прибора; или, наоборот, с упором головки в неподвижную точку, не связанную с конструкцией, при корпусе, закреплённом на самой конструкции.

Диаметр корпуса – 55 мм, масса – 150 г. Недостаток – максимальная измеряемая деформация – 10 мм.



Индикаторы

Прибор можно использовать и при длительных испытаниях конструкций, когда он приклеивается на специальном дюбеле к поверхности конструкции, а измерение деформаций производится на определённой базе; при этом один конец удлинителя вставляется в стержень вместо вывернутой головки, а другой приклеивается к конструкции (на другом дюбеле).

С помощью индикатора можно зафиксировать возможное проскальзывания арматуры внутри бетонного тела, когда он крепится на свободном конце арматурного стержня, выходящем из торца конструкции, а головка стержня упирается в торец конструкции.

Индикатором можно измерить также прогибы и выгибы конструкции, закрепив его на штанге, опирающейся на конструкцию на концевых её участках, а головку стержня уперев в конструкцию в требуемом сечении.

Индикаторы



Индикаторы



Индикаторы



Индикаторы

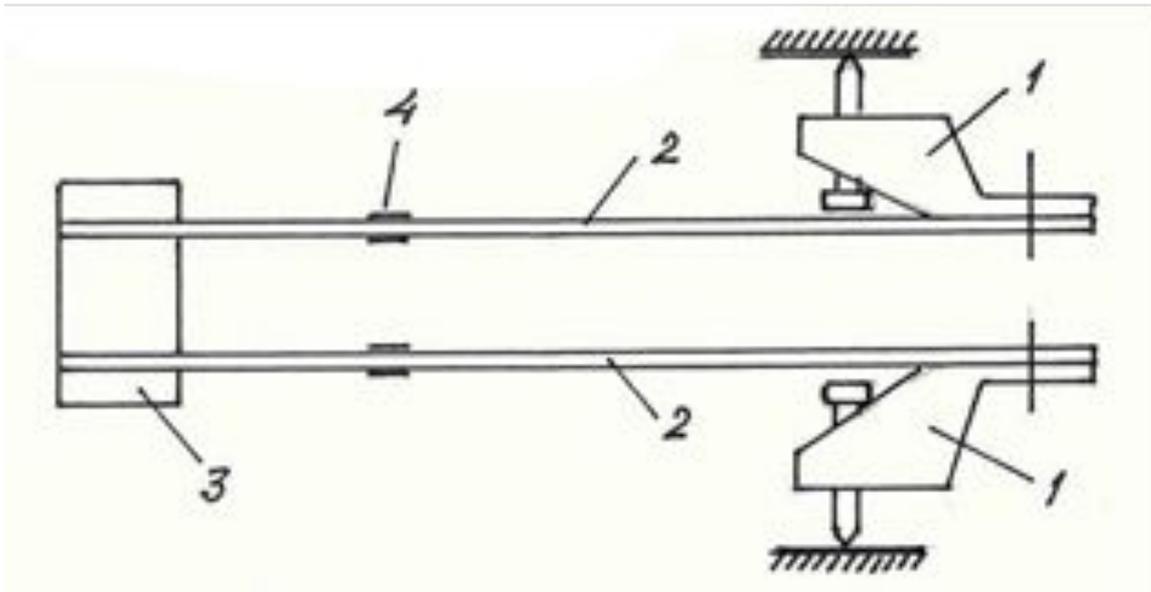
Measuring Range: 0-12.7mm



Электромеханические измерители перемещений

В работе *электромеханических измерителей перемещений* используется тарировочная зависимость между измеряемым перемещением и деформацией упругого элемента прибора, определяемой с помощью наклеенных на него тензорезисторов.

Электромеханический прогибомер.

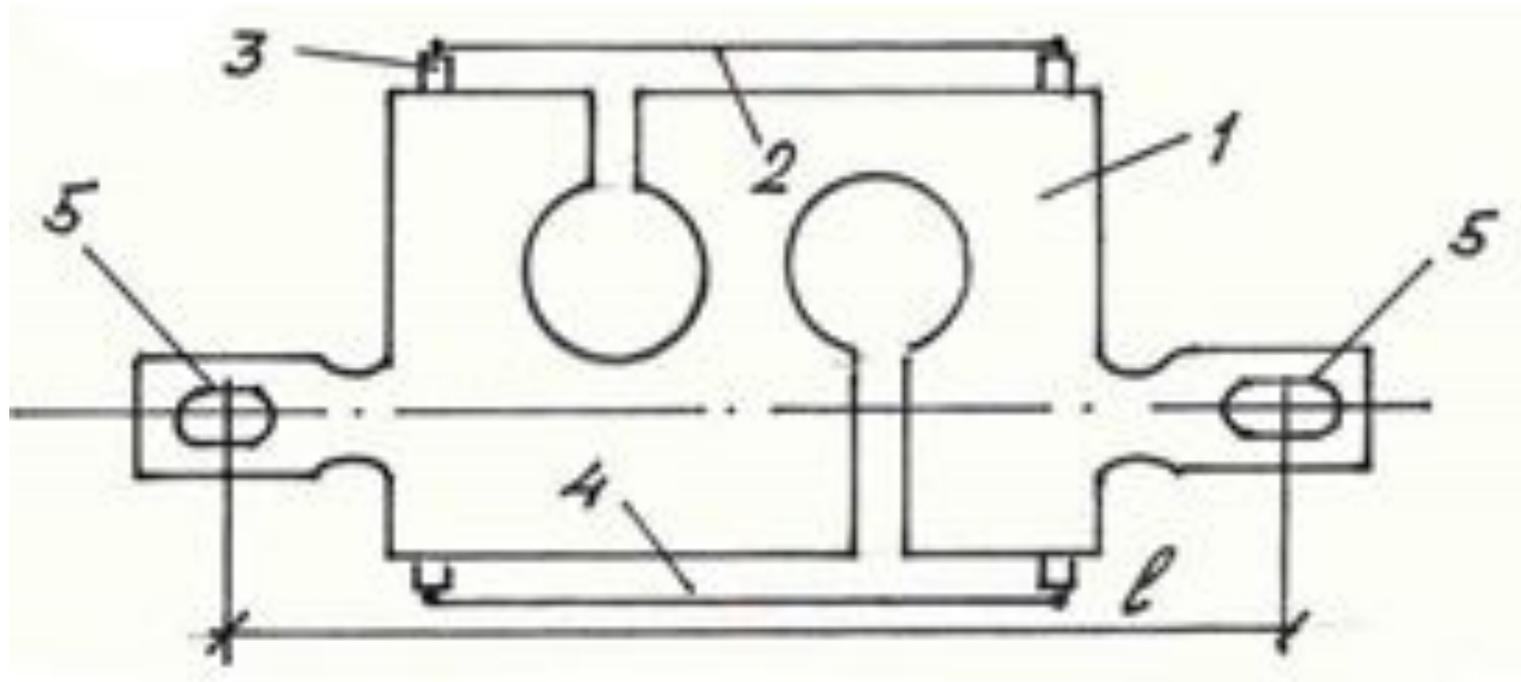


- 1 – жесткие передаточные элементы;
- 2 – консольные пластины (упругие консольные элементы);
- 3 – «защемление»;
- 4 – тензорезисторы.

Функция преобразования перемещения в электрический сигнал – линейная.

Электромеханические измерители перемещений

Электромеханический измеритель перемещений в виде жёсткой пластины.

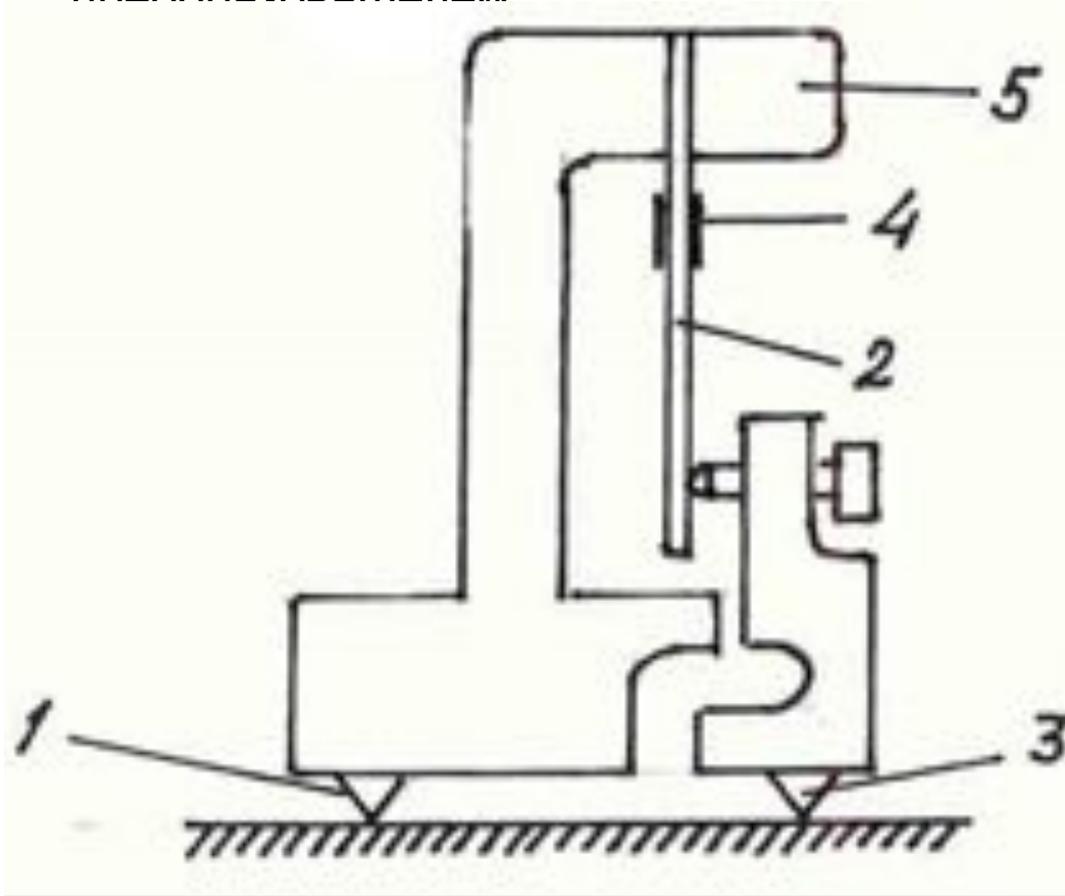


- 1 – жёсткая пластина;
- 2 – верхний проволочный резистор;
- 3 – упоры-изоляторы;
- 4 – нижний проволочный резистор;
- 5 – опоры

резисторы 2 и 4 подвергаются деформации разного знака, поэтому включаются в смежные плечи мостовой цепи. Если ось была бы посередине, то деформация была бы одного знака.

Электромеханические измерители перемещений

Электромеханический тензометр с тензорезисторным преобразователем

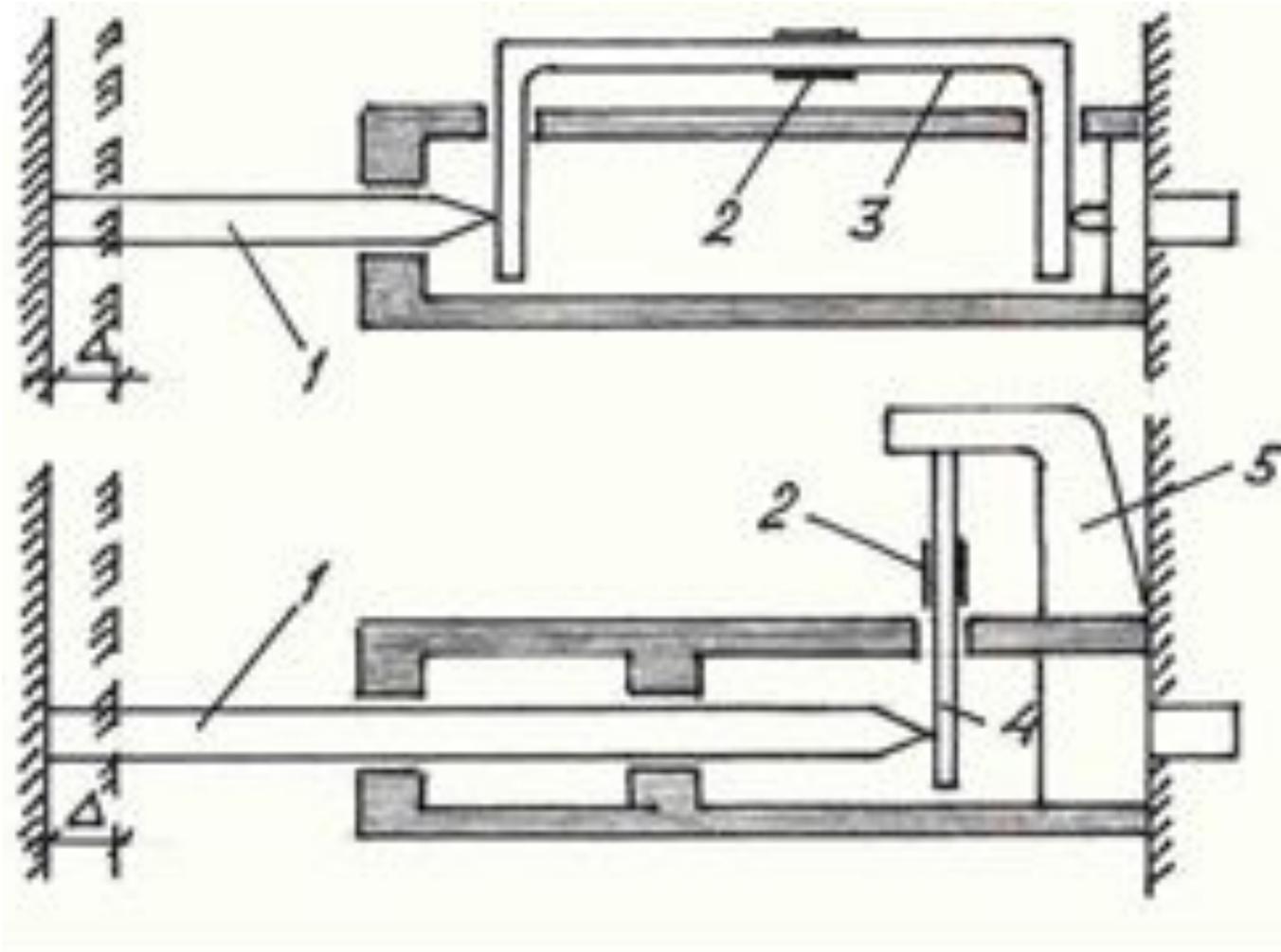


- 1 – неподвижная ножевая опора;
- 2 – консольная балочка;
- 3 – подвижная ножевая опора;
- 4 – тензорезисторы;
- 5 – кронштейн

Балочке задаётся начальный выгиб, несколько превышающий максимальное ожидаемое перемещение обратного знака.

Электромеханические измерители перемещений

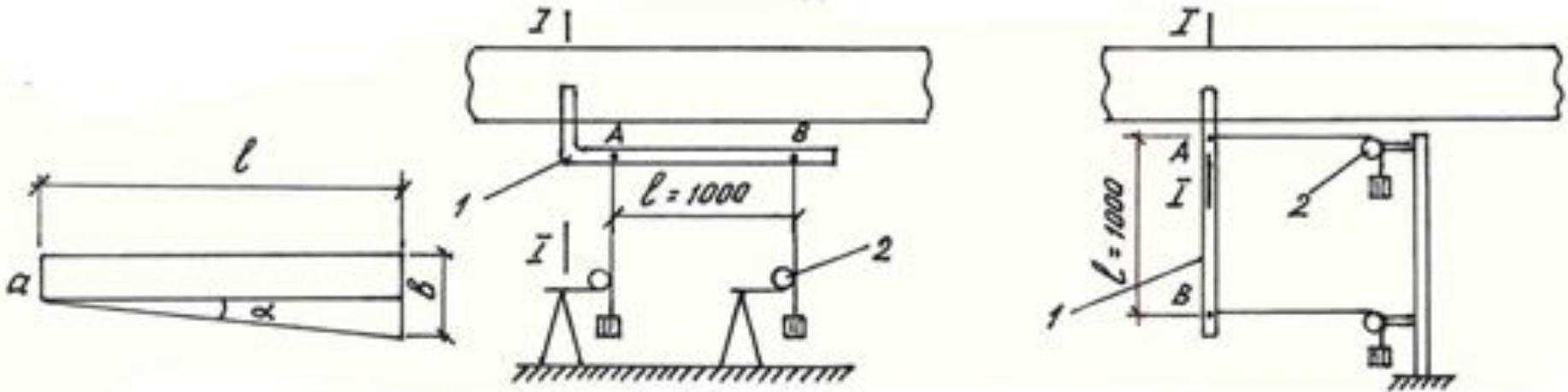
Электромеханический измеритель перемещений двух вертикальных поверхностей навстречу друг другу (в двух вариантах).



- 1 – жёсткий штифт;
- 2 – тензорезисторы;
- 3 – гибкий элемент (рамочка);
- 4 – гибкий элемент (консольная балочка);
- 5 – кронштейн

Клиномеры

Рычажный клиномер Н.Н. Аустова.



1 –рычаг из уголковой стали с выбранном на нём двумя точками А и В и жёстко закреплённый на конструкции в сечении I-I;

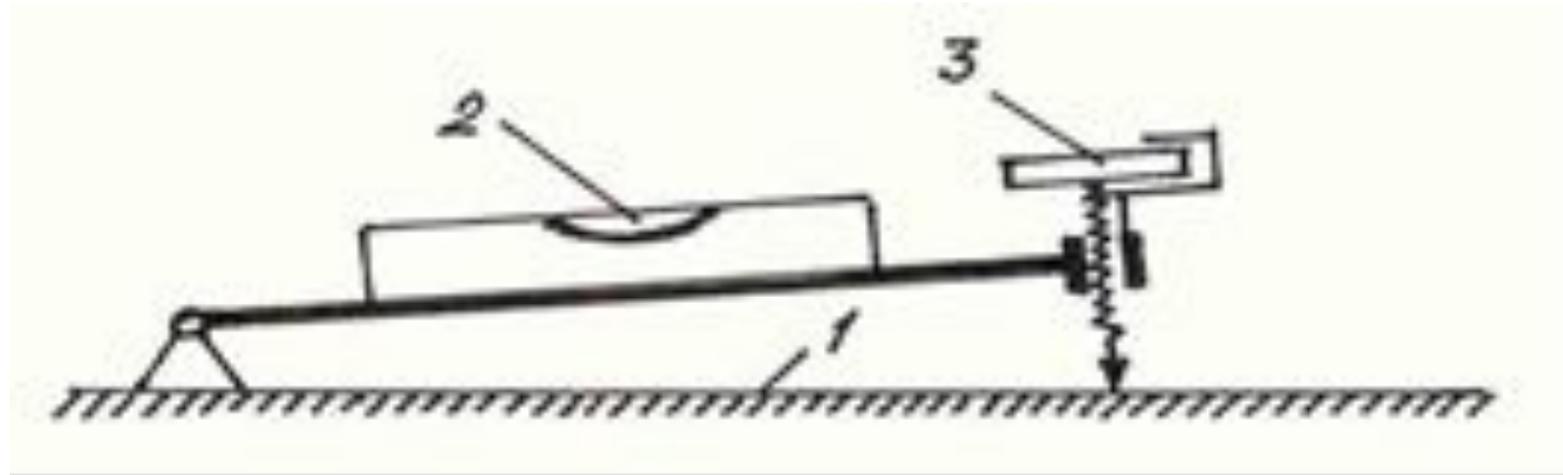
2 – прогибомер

Если c_1 и c_2 – отсчёты до загрузки; c'_1 и c'_2 – то же, после загрузки, то $a = c_1 - c'_2$; $b = c_2 - c'_2$; $\operatorname{tg} \alpha = (a - b)/l$.

Если цена деления прогибомеров 0,01 мм; то точность измерения угла поворота составляет $0,01/1000 = 0,00001$, что соответствует значению угла в 2".

Клиномеры

Клинометр Стоппани



1 – конструкция;

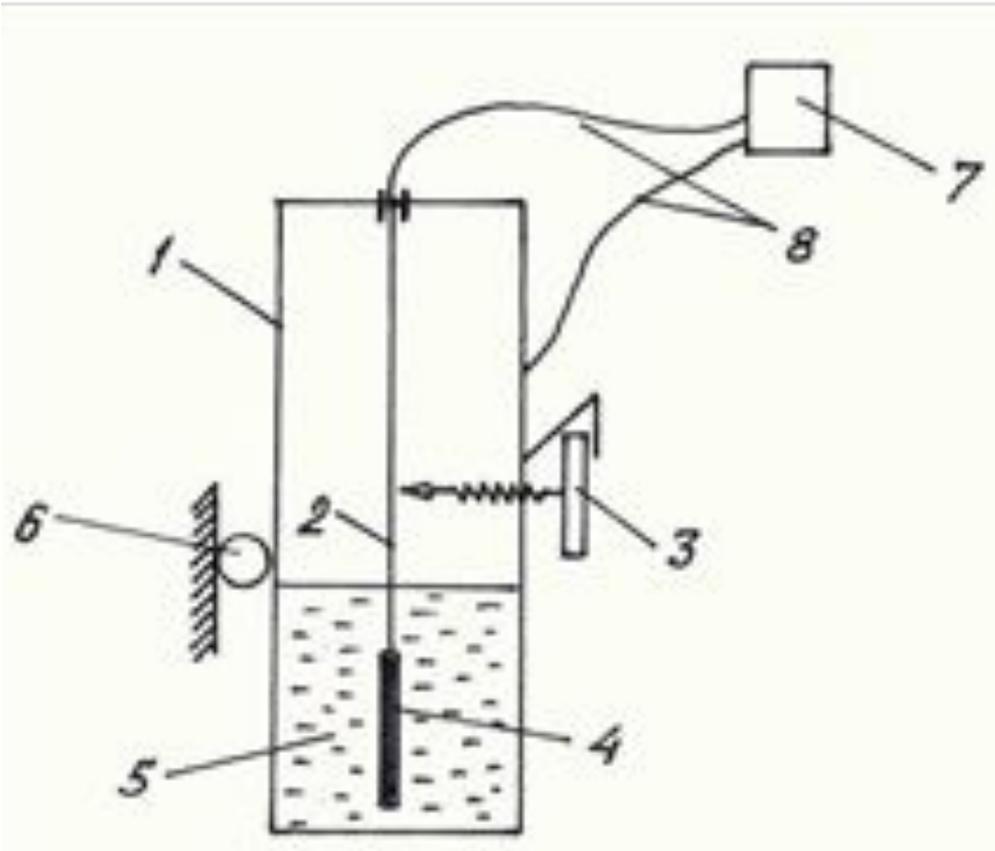
2 – уровень;

3 – микрометрический винт с лимбом и указателем

Закрепление – посредством струбцины. Если c_1 и c'_1 – отсчёты, соответственно, до и после нагружения (при отгоризонтированном уровне), то $\operatorname{tg} \alpha = 0,00003(c'_1 - c_1)$ – так подобраны шаг микрометрического винта, расстояние между опорой и осью винта (175 мм), цена деления диска (лимба).

Клинометры

4-я модель клинометра Н.Н. Аустова



- 1 – корпус;
- 2 – маятник;
- 3 – микрометрический винт с указателем и лимбом;
- 4 – весло;
- 5 – глицерин;
- 6 – трубочина;
- 7 – зуммер;
- 8 – провода

После деформации маятник остаётся в вертикальном положении, а корпус поворачивается. Если c_1 и c_1' – отсчёты соответственно до и после загрузки

(при соприкосновении конца микрометрического винта с маятником),

то $\operatorname{tg} \alpha = 0,000025(c_1' - c_1)$.

<https://youtu.be/KiOnLI2wVhO> <https://youtu.be/KiOnLI2wVhO>

Клиномеры

<https://yandex.ru/video/preview/?filmId=17103865618415591040&url=http%3A%2F%2Fvimeo.com%2F310535909&text=%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5%20%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%B2%D1%8B%D1%85%20%D0%B8%D1%81%D0%BF%D1%8B%D1%82%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B9%20%D0%B3%D1%80%D1%83%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%B2%20%D0%BD%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%BD%D0%BE%D0%B9%20%D1%81%D0%B2%D0%B0%D0%B5%D0%B9%20%D1%81%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%BC%D0%B8%20%D0%B2%D0%B4%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B8%D0%B2%D0%B0%D1%8E%D1%89%D0%B8%D0%BC%D0%B8...&path=sharelink>