

МЕХАНИЧЕСКИЕ И ЦИФРОВЫЕ ПРОГИБОМЕРЫ

Судас Михаил Игоревич, студент 3 курса кафедры «Мосты и тоннели»

*Белорусский национальный технический университет, г. Минск
(Научный руководитель – Ходяков В.А., ассистент)*

Прогибомеры – это приборы, которые используются для измерения прогибов, как вертикальных, так и горизонтальных, а также применяются при замерах различных линейных перемещений. Чаще всего пользуются прогибомерами с проволочной связью. В данных приборах к испытываемой конструкции фиксируется в основном стальная проволока диаметром приблизительно 0,5мм, а на свободный конец для натяжения вешают груз весом 1-3кг. Установка прибора производится на специальный штатив или на неподвижную опору (Рис. 1), в некоторых случаях на специальную конструкцию, которая предусматривает крепление проволоки к неподвижной опоре.

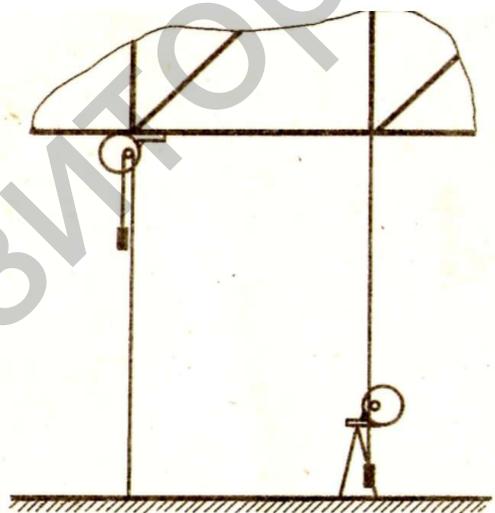


Рисунок 1 – Схема установки прогибомеров

По результатам, проведенных испытаний, следует тщательно рассмотреть полученные данные, так, при увеличении температуры увеличивается и длина применяемой проволоки.

В основном при замерах прогибов пролетного строения применяют три прогибомера: два из которых, устанавливаются у концов пролетного строения,

один - на месте замера прогиба, чтобы не допустить осадки на опорах и опорных частях.

Когда строительные измерения проходят над водой, то конец проволоки крепят к тяжелому якорю заранее и с якорем опускают на дно, но следует принять к сведению, что данный замер можно произвести в случае отсутствия скорого течения воды.

В статических испытаниях в основном используются три варианта прогибомеров с установленной редукторной кинематической схемой: Максимова, Емельянова и Аистова.

В прогибомере Максимова перемещение нерастяжимой гибкой нити 1, которая хватывает шкив 2, равно перебазировке испытываемой конструкции, в результате происходит поворот диска 3 и стрелки 4 на угол $k \Delta \phi$, где k - величина, полученная из пропорции диаметров диска и фрикционного барабана. Точность отсчета 0,05 мм. Однако у данного прибора существует и определенные недостатки, основной из них - наличие нежёсткого фрикционного соединения в кинематической схеме прибора. (Рис. 2)

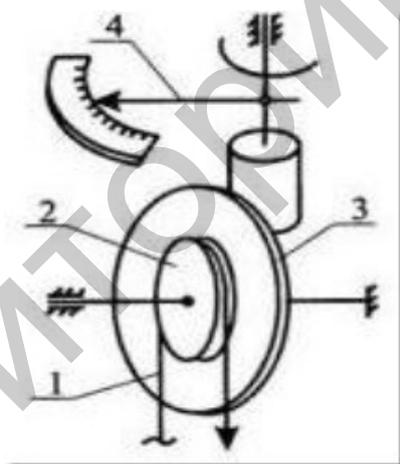


Рисунок 2 – Кинематическая схема прогибомера Максимова. 1 – нерастяжимая нить; 2 – рабочий шкив; 3 – рабочий диск; 4 – регистрирующая стрелка

В прогибомере Емельянова передача вращения происходит за счет шестерен. В данном случае шкив шестерен и стрелки располагаются в параллельных плоскостях. Производим замеры по одной шкале в целых миллиметрах, а по другой шкале регистрируем данные до сотых миллиметра (0,01мм). (Рис. 3)

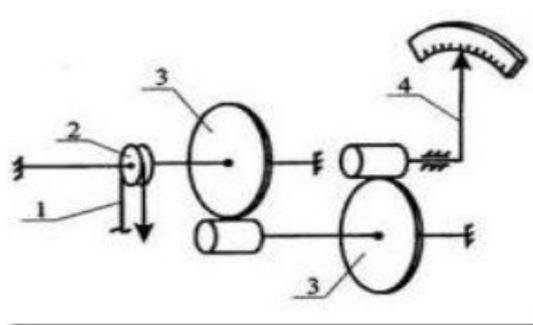


Рисунок 3 – Кинематическая схема прогибомера Емельянова. 1 – нерастяжимая нить; 2 – рабочий шкив; 3 – рабочий диск; 4 – регистрирующая стрелка

Кинематическая схема, которая применяется у прогибомера Аистова не имеет принципиально разницы, практически идентична предыдущей схеме. Но данный прибор, в сравнении с предыдущими, уже более совершенен. Те, усовершенствования, которые нашли применение в данном приборе позволяют уже одновременно производить замеры перемещений испытываемой конструкции на трех рабочих шкалах. (Рис. 4).

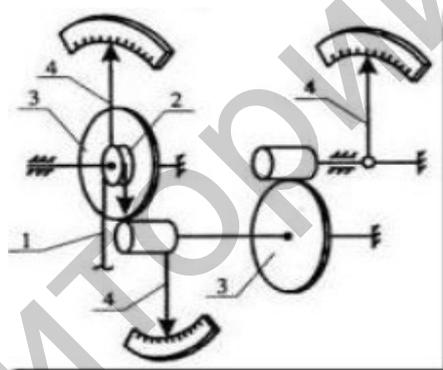


Рисунок 4 – Кинематическая схема прогибомера Аистова. 1 – нерастяжимая нить; 2 – рабочий шкив; 3 – рабочий диск; 4 – регистрирующая стрелка

Когда данные замеров следует произвести при наличии значительных расстояний или отсутствия неподвижных точек, вдобавок с целью удаления влияния осадок опор, применяют систему шпренгелей.

На (Рис. 5а) показан подвешенный проволочный шпренгель, вертикальная проволока с пружиной оттягивает его вниз, чем обеспечивает практическое постоянство натяжения шпренгеля, в результате чего обеспечивается неподвижность точки крепления рабочей проволоки 4 и прогибомера 3.

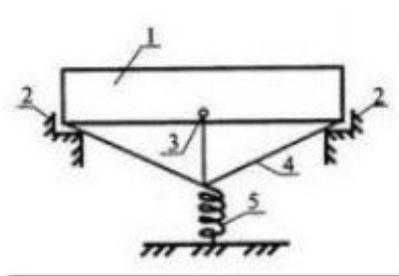


Рисунок 5а – шпренгель с пружиной

На (Рис. 5б) показан шпренгель, который оттягивается подвешенным грузом, а на (Рис. 5в) можно рассмотреть, как неизменность натяжения шпренгеля происходит за счет пружины.

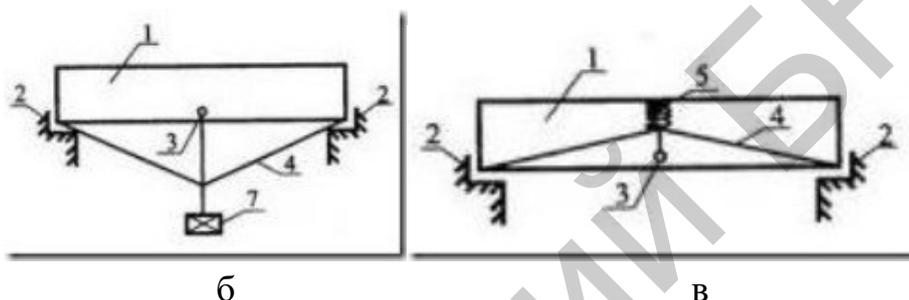


Рисунок 5 – б) шпренгель с грузом; в) шпренгель с закреплением пружины на конструкцию

Индикатор часового типа состоит: внутри прибора установлена кинематическая система; под стеклом на фронтальной стороне индикатора находится большая стрелка с ценой деления 0.01мм или 0.001мм и круговая шкала. Вторая малая шкала со стрелкой нужна для отсчета целных оборотов большой стрелки прибора. (Рис. 6).

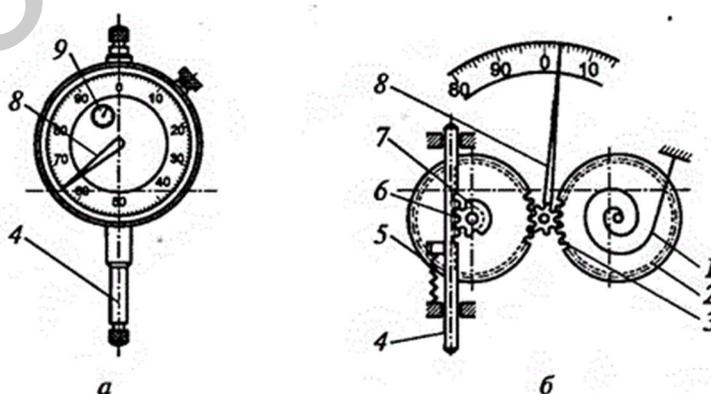


Рисунок 6 – Индикатор часового типа(а) и его схема (б). 1 – спиральная пружина; 2,3,5 и 7 – зубчатое колесо; 4 – стержень; 6 – зубчатая рейка; 8 и 9 – стрелка

Цифровые прогибомеры выполняют такую же функцию, как и технические, они также предназначены для измерения линейных перемещений, при статических нагрузках, таких как, прогиб ферм, балок, плит, осадки фундаментов, опор и других. В отличие от технических, в цифровых прогибомерах имеются кнопки и цифровое табло, что дает возможность передавать все данные на USB носители, в противовес шкале со стрелками. (Рис. 7).



Рисунок 7 – цифровой прогибомер ПСК-МГ4

Прибор имеет три режима:

- оперативный режим,
- наблюдение с автоматическим прогибом, устанавливая время от 1 до 60 минут,
- ждущий режим с устанавливаемым прогибом от 1 до 100мм и временем от 1 до 72 часов.

В строительстве находит свое применение и гидравлический прогибомер, конструкция которого состоит из базовой и мерной трубок, соединенные между собой резиновым шлангом, которые устанавливаются в контрольных точках. Разность столбов в базовой и мерной трубках дает превышение одной точки над другой. Данный метод высокоточен, но у него имеются и определенные недостатки, основной из них - ограничение по расстоянию длиной рукава или шланга. (Рис. 8).

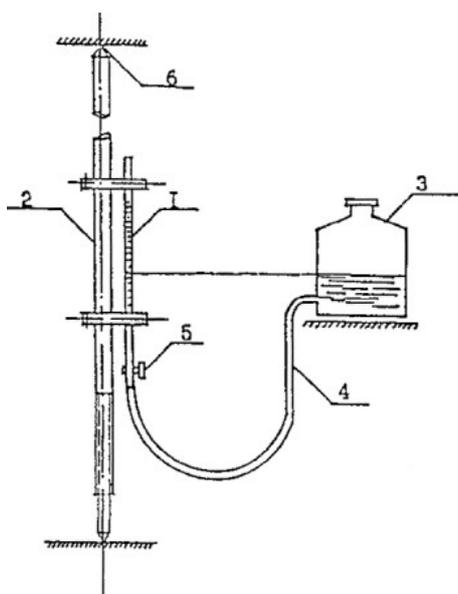


Рисунок 8 – Схема измерения прогибов гидростатическим уровнем.

1 – градуированная трубка; 2 – телескопическая стойка; 3 – сосуд;
4 – резиновый шланг; 5 – краник; 6 – точка измерения

В качестве примера гидравлического прогибомера рассмотрим прибор марки П-1, при помощи которого определяют деформацию перекрытий. (Рис. 9).

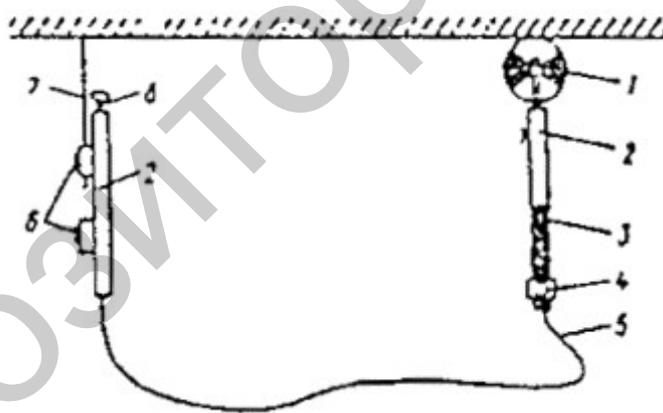


Рисунок 9 – Прогибомер П-1. 1 – мерный диск; 2 – металлическая трубка;
3 – стеклянная трубка со шкалой; 4 – окуляр; 5 – резиновая трубка; 6 – зажим;
7 – шток; 3 – пробка

Перед началом замеров шток устанавливают таким образом, чтобы показания в мерной трубке соответствовали нулю. Впоследствии трубку с диском передвигают по поверхности, например - потолка; через каждый полный поворот диска снимают отсчеты по мерной трубке. Прогибы измеряют в различных точках потолка. Таким же образом прогибомером П-1 измеряют прогибы несущих элементов лестниц - балок, маршей и плит.

Литература:

1. А. А. Ашрабов, Ч.С.Раупов. Экспериментальные методы и средства проведения инженерных испытаний // ташкентский институт инженеров железнодорожного транспорта – 2013. – С. 4.
2. <http://uz.denemetr.com/docs/769/index-319957-1.html?page=4>
3. ГОСТ Р 8.596-2002 ГСИ. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения.
4. Г.И. Таюкин. Приборы и оборудование для статических испытаний строительных конструкций // лабораторный практикум Г.И. Таюкин. – Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2011. – 140 с. – ISBN 978-5-93057-408-1.