Записки Ленинградского ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени горного института, том XXXII, вып. 2, 1955 г.

ЭЛЕКТРОУРОВНЕМЕР ДЛЯ ЗАМЕРА ДИНАМИЧЕСКОГО УРОВНЯ ВОДЫ В СКВАЖИНАХ[1]

Б. П. Остроумов

Электроуровнемер предназначен для замера динамического уровня воды в скважинах при откачках (рис. 1). Предельная глубина, измеряемая прибором, 100 *м*, точность измерения $\pm 0{,}05\%$.

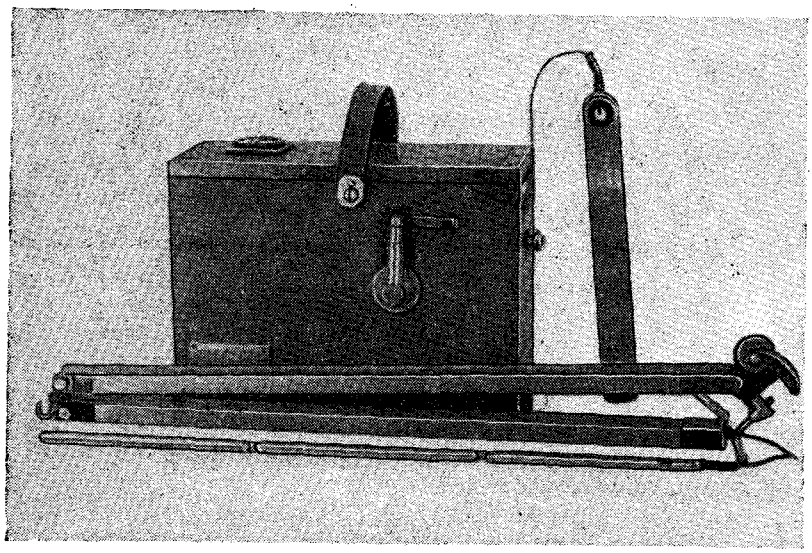


Рис. 1. Электроуровнемер

Принцип действия прибора основан на замыкании электрической цепи между опускаемым в скважину наконечником и водой, определяемом по отклонению стрелки гальванометра (рис. 2). Глубина, на которой

[1] Первая конструкция электроуровнемера разработана автором публикуемой статьи на научно-исследовательской гидрогеологической станции ЦНИГРИ в 1937 г. Конструкция прибора, описанного в настоящей статье, разработана на кафедре гидрогеологии и инженерной геологии Ленинградского горного института и является более совершенной.

Электроуровнемер успешно применялся во время гидрогеологических исследований в Подмосковном бассейне сотрудниками треста Союзшахтоосушение и кафедры гидрогеологии и инженерной геологии Ленинградского горного института. *Ред.*

происходит замыкание цепи, определяется длиной изолированного провода, опущенного в скважину.

Электроуровнемер состоит из двух частей (рис. 3): 1) деревянного ящика *1*, в который вмонтированы барабан *2* с проводом *3*, направляющий ролик *4*, гальванометр *5* и помещены сменные (плоский *6* и круглый *7*) наконечники и батарейка *8*; 2) складной рейки.

Провод *3* через каждый метр снабжен бирками *9*. Для разматывания провода барабан вращается ручкой *10*. При переноске прибора ручка барабана закрепляется неподвижно. Перевод ручки в рабочее положение производится отжатием ее вниз и поворотом в сторону на 90°.

Для регулирования разматывания провода прибор снабжен тормозом *11*.

Конструкция сменных наконечников ясна из чертежа. Плоский наконечник *6* состоит из корпуса *а*, в котором закреплены изолированный провод, эбонитовый вкладыш *б* с нипелем-электродом *в* и штуцер *г* с резиновой трубкой *д*. Конец провода оголен и впаян в нипель.

Корпус круглого наконечника *7* состоит из трех звеньев ($е_1$, $е_2$, $е_3$), соединенных шарнирами *ж*. В головку верхнего звена *з* вмонтированы изолированный провод *и*, эбонитовый вкладыш *к* и нипель-электрод *л*. Конец изолированного провода впаян в нипель. Сверху патрубок головки и провод плотно обхватывает резиновая трубка *м*.

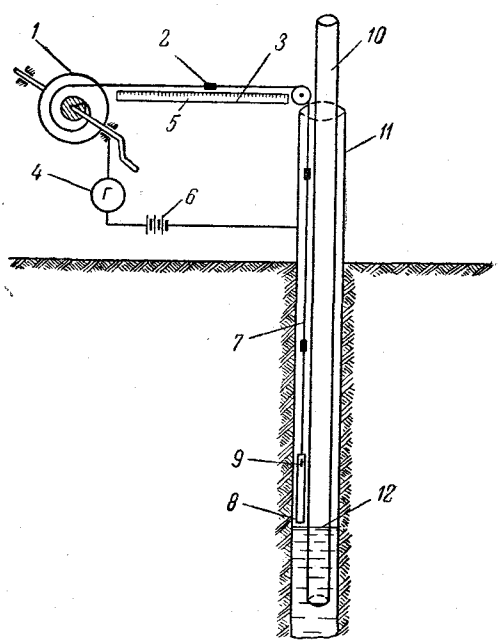


Рис. 2. Принципиальная схема электроуровнемера:

1 — барабан; *2* — бирка; *3* — рейка; *4* — гальванометр; *5* — шкала; *6* — батарейка; *7* — провод; *8* — наконечник; *9* — электрод; *10* — насосные трубы; *11* — обсадные трубы; *12* — уровень воды

Смена наконечников производится посредством соединительной муфты *12*, состоящей из двух свинчивающихся частей.

Складная рейка состоит из двух деревянных планок *13*, соединенных шарниром *14* с крючками *15*. На концах рейки имеются вилка *16* и головка *17* с зажимным винтом *18* и направляющим роликом *19*. Сверху рейка имеет шкалу, разделенную на сантиметры.

При установке прибора у скважины вилка присоединяется к клемме прибора *20*, головка закрепляется зажимным винтом на обсадной трубе.

Вилка, шарнир и головка рейки соединены между собой монтажным проводом *21*, утопленным в паз рейки (под шкалой). Клемма *20*, батарейка *8*, гальванометр *5* и подшипник барабана *22* также соединены между собой монтажным проводом (рис. 2 и 3). Поэтому с присоединением рейки к прибору и обсадной трубе последняя включается в электрическую цепь электроуровнемера.

Установка прибора. Для установки электроуровнемера необходимо около скважины, на расстоянии 1 *м*, сделать из подсобных материалов подставку под прибор с таким расчетом, чтобы рейка заняла примерно горизонтальное положение (допускается и наклонное положе-

ние рейки под углом не более 40°). Установив прибор, присоединяют к нему один конец рейки, другой же закрепляется на обсадной трубе при помощи головки и зажимного винта. Винт должен быть достаточно сильно завинчен для обеспечения надежного контакта электрической цепи прибора с обсадной трубой. Насосные трубы для увеличения междутрубного зазора должны быть предварительно сдвинуты в сторону.

Для замера динамического уровня воды в водопонизительных скважинах, оборудованных насосами типа АТН и др., прибор подключается

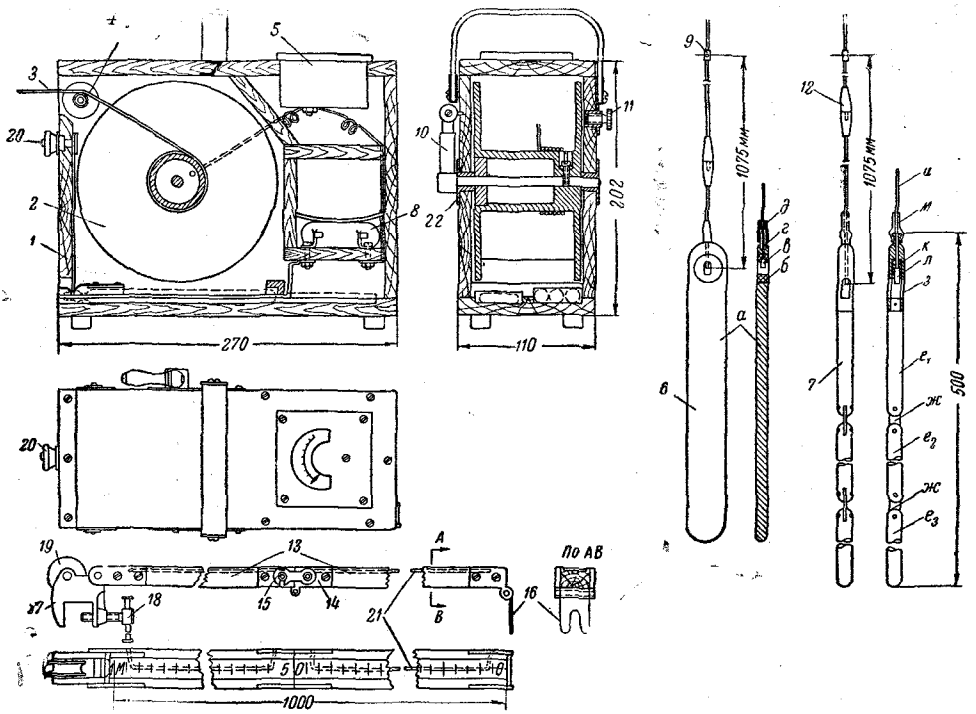


Рис. 3. Монтажная схема электроуровнемера:

1 — деревянный ящик; *2* — барабан; *3* — провод; *4* — направляющий ролик; *5* — гальванометр; *6* — плоский наконечник (*а* — корпус наконечника; *б* — эбонитовый вкладыш; *в* — электрод; *г* — штуцер; *д* — резиновая трубка); *7* — круглый наконечник ($е_1$, $е_2$, $е_3$ — звенья; *ж* — шарнир; *з* — головка верхнего звена; *и* — провод; *к* — эбонитовый вкладыш; *л* — электрод; *м* — резиновая трубка); *8* — батарейка; *9* — бирка; *10* — ручка; *11* — тормоз; *12* — соединительная муфта; *13* — деревянная планка; *14* — шарнир; *15* — крючок; *16* — вилка; *17* — головка; *18* — зажимной винт; *19* — направляющий ролик; *20* — клемма; *21* — монтажный провод; *22* — подшипник барабана

к станине насоса отдельным проводом. Один конец провода присоединяется к клемме прибора, а другой — прикрепляется к станине насоса. Головка рейки прибора должна располагаться над отверстием в станине, через которое наконечник опускается в зазор между трубами, или над верхним концом пьезометрической трубки.

Производство замера. Для замера уровня воды в скважинах наконечник осторожно опускают в зазор между трубами или в пьезометрическую трубку до момента отклонения стрелки гальванометра. Как только обнаружится отклонение стрелки, следует немного приподнять и снова медленно опустить наконечник, стремясь при этом уловить первоначальный момент отклонения стрелки. Затем наблюдатель должен рукой прижать провод к рейке и сделать отсчет. Целое число метров определяется по бирке, сантиметры — по шкале против середины бирки.

При производстве частых замеров в целях экономии времени следует немного приподнять наконечник и тормозом закрепить барабан.

В процессе откачки штанговым насосом (одинарного действия) электроуровнемером можно произвести замер динамического уровня воды, соответствующего верхнему и нижнему положению поршня насоса. При нижнем положении поршня замер динамического уровня (наивысшего на данный момент) производится, как указано выше. При верхнем положении соответствующее (низшее) положение уровня определяется следующим путем. Наконечник погружается в воду до тех пор, пока стрелка гальванометра лишь на короткий промежуток (при движении поршня вверх) становится на нуле. Отклонение стрелки к нулю происходит каждый раз, когда уровень опускается ниже электрода наконечника. Отсчет в этот момент с наименьшей погрешностью будет соответствовать низшему положению динамического уровня.

Наиболее точный замер получается при более кратковременном отклонении стрелки гальванометра к нулю.

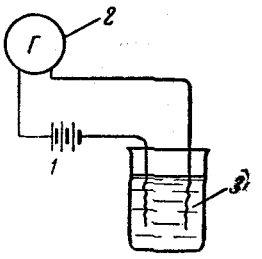


Рис. 4. Схема проверки гальванометра:
1 — батарейка; *2* — гальванометр; *3* — стакан с водой

Неисправности прибора и способы их устранения. 1. Задержка (заедание) наконечника обычно происходит при малых зазорах между насосными и обсадными трубами. Необходимо ослабить провод и пытаться освободить наконечник путем вращения или перемещения насосных труб. Не следует сильно тянуть провод во избежание обрыва.

2. Стрелка гальванометра может не отклониться при погружении наконечника в воду: а) при нарушении контакта в цепи; б) при израсходовании батареи и в) при порче гальванометра. Следует проверить вольтметром или лампочкой от карманного фонаря все соединения цепи, напряжение батарейки, а также по схеме рис. 4 установить исправность гальванометра. Если при погружении оголенного конца провода в воду стрелка гальванометра не отклоняется, то гальванометр неисправен. [1]

3. Отклонение стрелки гальванометра происходит до погружения наконечника в воду по двум причинам.

А. При повреждении изоляции провода и контакте оголенной части его через воду или непосредственно (короткое замыкание) с обсадной трубой. В первом случае стрелка гальванометра отклоняется на 3—5 делений шкалы, во втором — до предельного положения.

Для восстановления изоляции оголенную часть провода следует просушить, покрыть масляной или эмалевой краской и обернуть изоляционной лентой, предварительно просушив краску на проводе до появления липкости.

Б. При образовании водяной пленки между электродом и корпусом наконечника. Во избежание этого следует поверхность эбонитового вкладыша смазывать машинным маслом, не затрагивая электрода наконечника.

Проверка прибора. При приемке прибора и перед производством замеров следует проверить: а) электрическую цепь прибора; б) точность метрирования провода и прикрепления наконечников. Для первой проверки необходимо присоединить к прибору в развернутом виде рейку, прикрепить головку рейки к какому-нибудь металлическому сосуду

[1] В качестве гальванометра может быть использован микроамперметр типа ВИВ.

с водой и опустить в него наконечник. При полной исправности электрической цепи прибора стрелка гальванометра (при погружении электрода наконечника в воду) должна отклониться вправо от первоначального положения на 3—5 делений. Проверка метрирования провода производится по стальной рулетке с натяжением провода нагрузкой в 1 *кг*. Метровые деления стальной рулетки должны совпадать с серединой бирок, при отклонении не более ± 2 *мм*. Начальная бирка прикрепляется к проводу на расстоянии 1075 *мм* от нижнего конца электрода наконечника. [1]

Первую проверку рекомендуется производить перед каждым выходом на замеры.

В заключение отметим, что описанный выше электроуровнемер дает вполне достаточную для практики точность измерения как статического, так и динамического уровней воды в скважинах при одиночных и кустовых откачках.

---

[1] Для более удобного отсчета нулевое деление шкалы на рейке отнесено на 1075 *мм* от плоскости головки рейки, соприкасающейся при замере уровня с верхним обрезом обсадной трубы.