

Т Р У Д Ы  
СРЕДНЕАЗИАТСКОГО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО  
ИНСТИТУТА ИРРИГАЦИИ

Выпуск 59

---

Д. П. КОЛОДКЕВИЧ

ПРИБОР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ  
СУММАРНОГО СТОКА ВОДЫ

---

АВТОМАТИЧЕСКАЯ ПЕРЕДАЧА  
И ПРИЕМ УРОВНЕЙ И РАСХОДОВ  
ВОДЫ НА РАССТОЯНИИ

СЕЛЬХОЗГИЗ УзССР  
ТАШКЕНТ 1940



Т Р У Д Ы  
СРЕДНЕАЗИАТСКОГО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО  
ИНСТИТУТА ИРРИГАЦИИ

Выпуск 59

---

Д. П. КОЛОДКЕВИЧ

ПРИБОР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ  
СУММАРНОГО СТОКА ВОДЫ

---

АВТОМАТИЧЕСКАЯ ПЕРЕДАЧА  
И ПРИЕМ УРОВНЕЙ И РАСХОДОВ  
ВОДЫ НА РАССТОЯНИИ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО УзССР  
ТАШКЕНТ — 1940



## ПРИБОР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СУММАРНОГО СТОКА ВОДЫ.

### I. Учет расходуемой воды.

Учет воды на ирригационных системах служит не только для определения секундных расходов воды ( $Q$  м<sup>3</sup>/сек), но, главным образом, для определения общего количества израсходованной на полив воды ( $Q$  м<sup>3</sup>) как по системе в целом, так и по отдельным ее отводам. Это очевидно, так как политая площадь характеризуется, в конце концов, общим количеством израсходованной воды, но никак не секундным расходом. Известно, что для полива некоторой площади, или, вернее, того или иного количества гектаров земли ( $\omega$ ), при соответствующей поливной норме ( $m$ ), необходимо установить, а затем и подать какую-то общую норму воды ( $Q$  м<sup>3</sup>), определяемую как произведение  $\omega m = Q$  м<sup>3</sup>. Далее, в зависимости от установленного для данной площади периода (продолжительности) полива ( $t$  секунд), выясняется необходимый секундный расход воды ( $Q$  м<sup>3</sup>/сек), при котором общая норма воды ( $Q$  м<sup>3</sup>) была бы подана на полив в течение срока ( $t$ ). Этот расход воды устанавливается в канале и в последующем периодически определяется с целью контроля подачи общей нормы воды  $Q$  м<sup>3</sup> на полив.

На первый взгляд указанный способ как будто обеспечивает и подачу необходимой нормы воды, и контроль ее подачи. В действительности же дело обстоит несколько иначе. Из перечисленных условий лишь условие  $Q$  м<sup>3</sup> =  $\omega m$  представляется вполне определенным исходным положением, условие же установления того или иного расхода воды  $Q$  м<sup>3</sup>/сек и сохранения величины его на весь срок полива — является почти невыполнимым.

Изменение режима канала высшего порядка, изменение режима самого источника питания и пр. сильно влияют на величину секундного расхода, многократно изменяют его в течение всего полива и, естественно, затрудняют определение количества действительно поданной воды.

Правильный учет воды при непостоянстве режима источника питания требует ежедневного и многократного опреде-



ления секундного расхода воды с тем, чтобы, учтя все его изменения, получить в результате достаточно близкое к действительности общее количество израсходованной в течение полива воды. Известно, что определение расхода воды  $Q$  м<sup>3</sup>/сек производится в среднем раз в сутки и что наблюдаемый расход принимается как среднесуточный. Известно также и то, что производить определение чаще — затруднительно из экономических соображений. Применение лимниграфа также не спасает положения, ибо обработка показаний его требует затраты массы времени и труда. Следовательно, применяющийся сейчас способ определения общего количества израсходованной воды, при редких определениях секундного расхода, является лишь схемой, не учитывающей целого ряда факторов и не обеспечивающей достаточной точности и полноты учета.

Из сказанного, как вывод, вытекает: поскольку необходимо более точный учет расходуемой воды, постольку необходимо организовать и более частые наблюдения и определения секундных расходов воды, а это связано с экономическими затруднениями, так как требует значительной затраты труда известной квалификации. Следовательно, задача должна решаться созданием соответствующих механических приборов, предназначенных для определения и учета общего количества израсходованной воды, т. е. стока воды, причем приборы эти должны быть достаточно просты в обращении и, по меньшей мере, должны давать возможность учета стока воды с той точностью, которая возможна при более частых наблюдениях и определениях секундного расхода воды обычным существующим способом.

На основании этих условий в лаборатории ирригационных сооружений САНИИРИ автором этой статьи в 1937 г. была разработана и в течение 1938 г. испытана конструкция прибора для определения стока (счетчик стока), работающего по принципу учета количества протекающей воды через сечение по уровню воды в этом сечении.

## II. Условия применения прибора.

Так как в практике ежедневные определения расхода воды производятся по высоте уровня, то прибор, работающий от уровня, но непрерывно учитывающий сток, дает огромное преимущество в смысле точности и полноты результатов, по сравнению с обычным способом учета стока.

Последнее, однако, будет иметь место при условии зависимости расходов воды в данном сечении от величины уровней, т. е. достаточной устойчивости кривой расходов в данном сечении  $Q = f(H)$ . Если же кривая  $Q = f(H)$  не-



устойчива, т. е. сечение не обладает водомерными свойствами, — установка прибора не даст удовлетворительного результата при учете стока. Здесь, естественно, возникает вопрос: а что же дадут в этом случае обычные, непосредственные и притом редкие наблюдения? Ничего хорошего не дадут.

Прибор в таких случаях рекомендовать не следует. Наиболее широкое применение, таким образом, прибор будет иметь на мелкой оросительной сети, каналы которой оборудованы водомерными устройствами (лотками Вентури-Паршала, контрольными руслами, водосливами и т. д.).

Оборудование каналов водомерными сооружениями в настоящее время идет усиленными темпами, и применение прибора в этом отношении обеспечено. Более того, счетчик стока может даже сыграть некоторую стимулирующую роль в этом полезном и необходимом деле.

Следует остановиться на вопросе применения прибора в естественных руслах рек и больших каналов. В данном случае гидрометрические посты устанавливаются преимущественно в местах, обладающих водомерными сечениями, и можно утверждать, что большая часть крупных гидрометрических постов имеет достаточно устойчивые кривые зависимости расхода от уровня. В подобных случаях на естественных руслах счетчик стока следует применять, так как реки и крупные каналы обычно работают продолжительными периодами — месяцами и годами, — в отличие от мелких каналов, работающих сутками и даже часами. При таких продолжительных периодах работы прибор покажет сток достаточно точно, даже при некоторой неустойчивости (6—10%) кривой.

Прибор такого действия имеет значительное преимущество перед другими, например, перед лопастными приборами, т. к. последние предназначены главным образом для трубопроводов с постоянным сечением и в открытых каналах, где сечение зависит от наполнения, точно работать не могут. Кроме того, мутная вода каналов приводит лопастные приборы к быстрому износу и нарушает их тарировку, специально требующуюся для них.

### III. Принцип действия и работа прибора.

Прибор работает от уровней и в то же время производит учет стока воды. Поэтому для уяснения работы прибора следует остановиться на зависимости между уровнями и стоками воды.

Зависимость эта, как известно, может существовать лишь в том случае, если в данном сечении потока суще-



ствуется определенная закономерность изменения расхода воды  $Q$  от уровня.

При наличии этой закономерности ее не трудно выявить в виде кривой  $Q = f(H)$  или общепринятого математического выражения этой кривой:

$$Q = \alpha + \beta H + \gamma H^2,$$

где  $H$  — горизонт по рейке,

$Q$  — расход воды,

$\alpha, \beta, \gamma$  — коэффициенты уравнения, зависящие от линейных размеров сечения и от высоты установки рейки.

Таким образом, горизонт воды определяет собой некоторый секундный расход воды  $Q$  м<sup>3</sup>/сек, и вместе с изменениями первой величины обязательно происходят изменения и второй. При этих условиях арифметическое определение стока воды при любых изменениях уровня (и расхода) будет иметь следующий вид:

$$\begin{aligned} \Sigma Q = t_1 (\alpha + \beta H_1 + \gamma H_1^2) + t_2 (\alpha + \beta H_2 + \gamma H_2^2) + \dots \\ \dots + (\alpha + \beta H_n + \gamma H_n^2) = t_1 Q_1 + t_2 Q_2 + \dots + t_n Q_n. \end{aligned}$$

Следовательно, сток воды пропорционален секундному расходу воды и времени, в течение которого протекал этот расход. Эта пропорциональность очень существенна в работе прибора, к описанию которой переходим.

Представим себе канал, в котором протекает расход воды, равный 2,3 м<sup>3</sup>/сек, причем расход этот не изменяется и все время сохраняет свою величину.

В этом случае можно было бы взять обычные часы, у которых часовая стрелка делает один оборот за 12 часов, снять циферблат этих часов и вместо него укрепить под стрелкой другой циферблат, на котором нанесено 100 делений, каждое ценой в тысячу кубометров, а весь циферблат рассчитывается на 100 000 кубометров, т. к. за один оборот стрелки, т. е. за 12 часов (43 200 секунд) при расходе в 2,3 м<sup>3</sup>/сек сток будет равен  $2,3 \times 43\,200 = 100\,000$  кубометров. Следовательно, стрелка, вращаясь над новым циферблатом, будет показывать сток воды за любой период времени, начиная с момента пуска часового механизма.

Это достаточно очевидно, но также очевидно и то, что при постоянном расходе совсем нет необходимости как-либо переделывать часы, ибо сток можно определить и непосредственным вычислением, зная лишь время установки в канале данного расхода 2,3 м<sup>3</sup>/сек. Но все же переделка часов дает возможность непосредственно определить сток в любой момент времени, не вычисляя его, и эта возможность уже является известным удобством. Однако, этот механизм пригоден лишь при условии неизменности секундного расхода воды (чего в действительности не бывает). Если же



расход воды увеличится, например, вдвое ( $2,3 \times 2 = 4,6$ ), то за те же 12 часов (43 200 секунд) сток воды будет равен  $4,6 \text{ м}^3/\text{сек} \times 43\,200 = 200\,000$  кубометров, тогда как на циферблате нанесено лишь 100 000 кубометров, которые стрелка ошибочно и покажет.

Другое дело, если стрелка с момента увеличения расхода до  $4,6 \text{ м}^3/\text{сек}$  начнет вращаться вдвое быстрее. В этом случае стрелка за 12 часов сделает 2 оборота и дважды покажет по 100 000 кубометров, т. е. как раз те самые 200 000 кубометров, которые протекут за 12 часов при расходе воды  $4,6 \text{ м}^3/\text{сек}$ . Если же вообще будет возможность изменять скорость вращения стрелки в соответствии с изменениями расхода, то в этом случае механизм позволит определять сток при любых расходах воды. Этой возможностью как раз и обладает прибор „счетчик стока“, причем скорость вращения стрелки в нем изменяется автоматически в зависимости от изменения уровня (расхода).

Шкив прибора (см. рис. 1) вращается поплавком (при падении горизонта) или противовесом (при подъеме горизонта) в ту или другую сторону. Одновременно с этим вращается вал (4), на котором имеется резьба, передвигающая вилочку с роликом (6).

Часовой механизм приводит во вращение конус (5), а конус в свою очередь вращает ролик (6), т. е. между ними есть сцепление (фрикционное). Ролик находится на оси (7), которая вращается вместе с роликом, причем ролик может передвигаться вдоль этой оси, т. е. параллельно образующей конуса.

Нетрудно заметить, что при равномерном вращении конуса ролик будет вращаться с разными скоростями в зависимости от того, в каком месте конуса он будет находиться. При различных скоростях вращения ролика ось (7) и стрелка (8) этой оси будут изменять скорость своего вращения так же как и ролик, и следовательно на соответствующем циферблате стрелка (8) будет показывать сток, при условии если она или, что то же самое, ролик вращается пропорционально величине расхода воды  $Q \text{ м}^3/\text{сек}$ .

Скорость вращения ролика пропорциональна диаметрам конуса, и для того, чтобы ролик вращался пропорционально расходу воды, он должен перемещаться вдоль конуса пропорционально этому расходу. Достигается это тем, что резьба, нанесенная на валу (4), имеет неравномерный шаг и представляет собой кривую зависимости  $Q = f(H)$ , причем  $H$  есть вращение вала,  $Q$  — перемещения точек резьбы вдоль вала.

Если, например, кривую  $Q = f(H)$  в соответствующем масштабе вычертить на прозрачном листе бумаги, затем



этот лист свернуть в трубку, — получится в точности то же самое, что представляет собой червячный вал (4) прибора.

Из сказанного ясно, что при изменении уровня вращением шкива и вала, ролик будет перемещаться пропорцио-

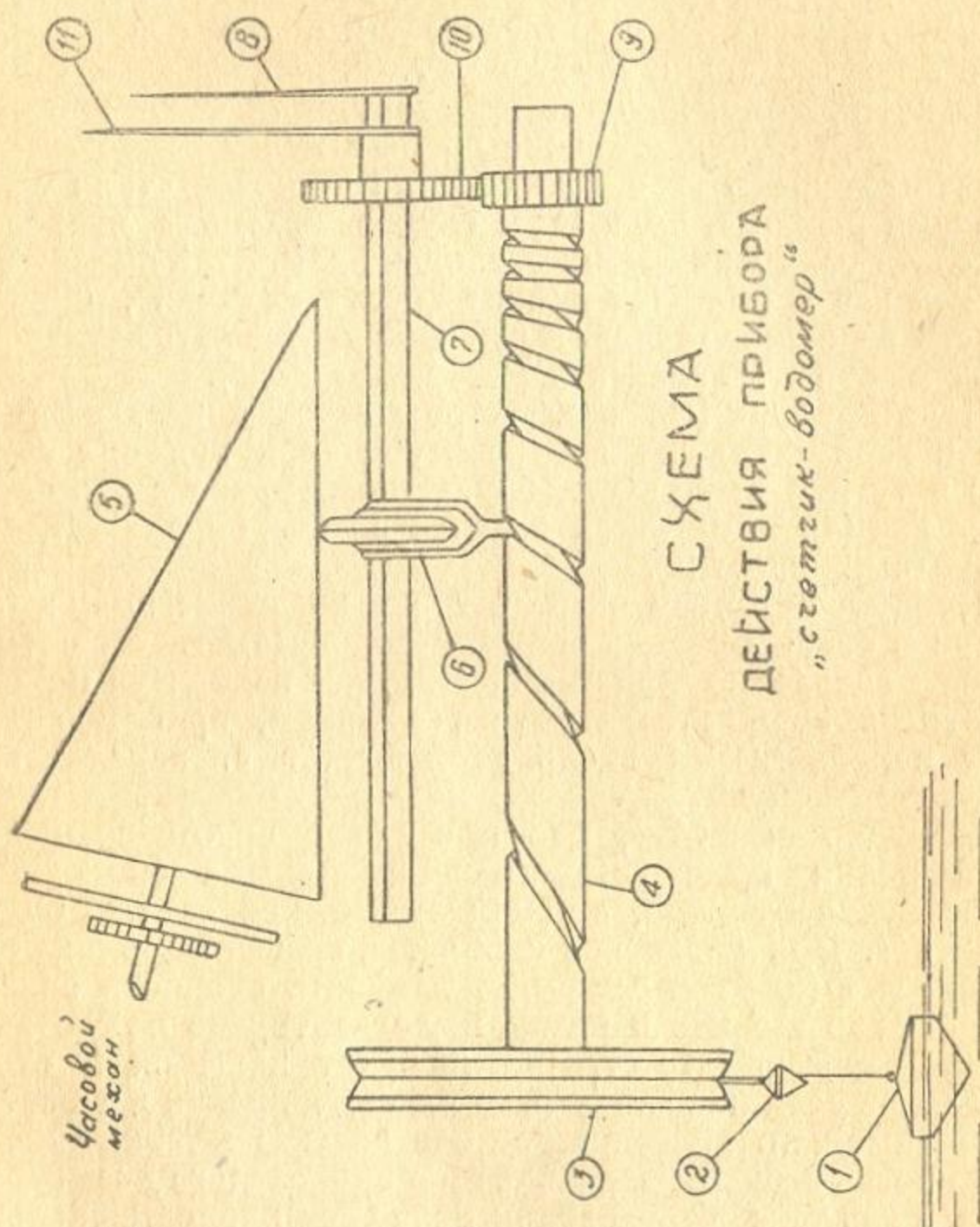


Рис. 1.

нально изменениям секундного расхода воды, а следовательно скорость его вращения также будет пропорциональной расходу воды, в результате чего стрелка, как было уже сказано, будет показывать на соответствующем циферблате сток воды. Вращение червячного вала (4) происходит пропорционально изменению уровня, и его вращение через шестерни можно передать на другую стрелку, которая будет показывать изменение уровней. Однако, более удобно



на циферблате нанести не уровни, а значения соответствующих секундных расходов воды, которые и будет показывать стрелка.

В приборе как раз это и выполнено, причем шестерни подбираются с таким расчетом, чтобы стрелка расхода делала на всю амплитуду колебания не более одного поворота.

В приборе нет стрелки, показывающей время. Это очень существенный пробел, так как наличие стрелки позволяло бы следить за правильностью хода часового механизма и в необходимых случаях вводить поправки на показания стока воды прибором. Отсутствие стрелки объясняется затруднительностью вывода оси для нее, т. к. часовой механизм расположен в приборе косо, и оси его не параллельны основным осям приборов, снабженных стрелками. При последующем конструировании и усовершенствовании прибора (в 1938 г.) это обстоятельство было учтено.

#### IV. Новая конструкция прибора.

Прибор данной конструкции (см. рис. 2 и 3) в основном решает задачу учета стока воды, но считать это решение окончательным, конечно, нельзя: дальнейшие переконструирования прибора, усовершенствования его и т. д. безуслов-

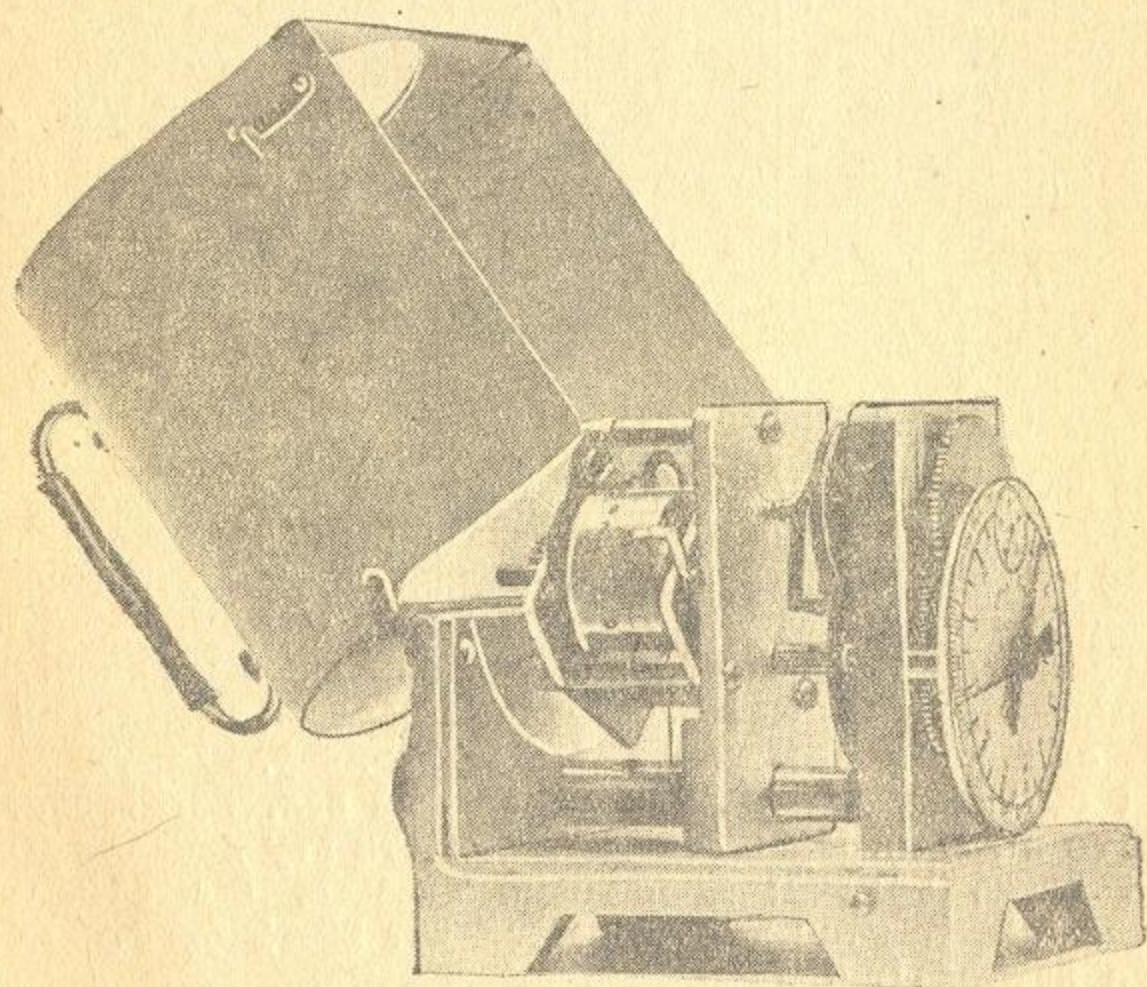


Рис. 2.



но неизбежны, и поэтому уже в течение 1938 г. конструкция прибора претерпела значительные изменения, в результате которых и была предложена новая, разработанная на основе следующих условий:

1) изменение конструкции в направлении упрощения изготовления прибора;

2) вывод стрелки для показания времени.

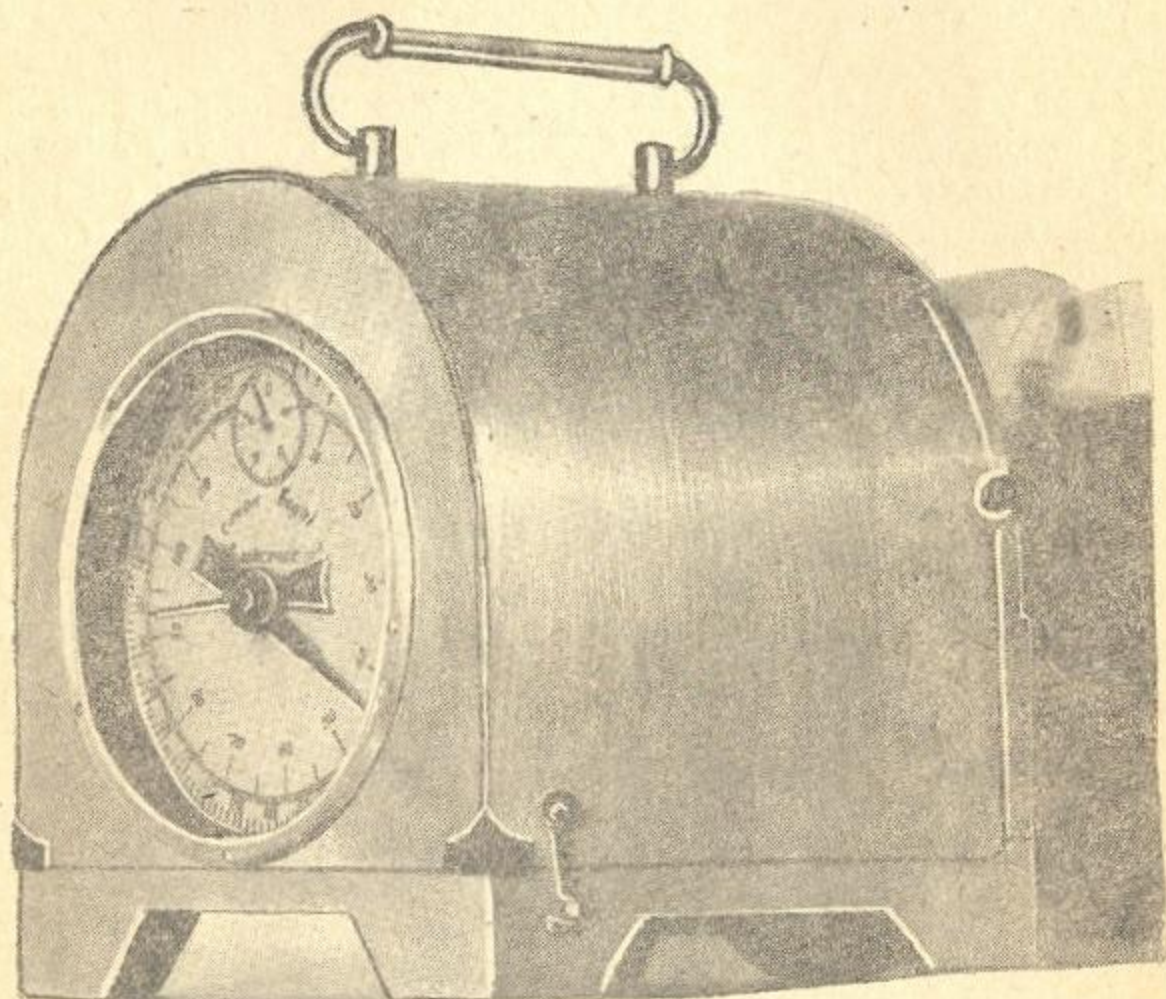


Рис. 3.

Первое условие вызвано, главным образом, тем, что в приборе предыдущей конструкции имеется червячный вал с неравномерной резьбой, отличной для каждого отдельного прибора, так же как отличны между собой кривые зависимости  $Q = f(H)$  для тех или иных каналов.

Различные кривые и различные нарезки червячных валов еще не представляли бы каких-нибудь трудностей, если бы такая деталь, как червячный вал, изготовлялась просто и легко. Но в действительности эту деталь изготовить очень трудно; достаточно сказать, что стоимость только одной этой детали составляет 20—22% стоимости всего прибора<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Из опыта изготовления приборов в мастерской САНИИРИ.



В новой конструкции прибора червячный вал совсем отсутствует (см. рис. 2), отсутствуют и такие детали, как конус и ролик. Червячный вал заменен в приборе эксцентрик, который по сравнению с червячным валом изготавливается очень легко (штамповка).

Принцип действия прибора отличен от предыдущего. Прибор действует следующим образом: часовой механизм вращает с помощью рычажка шестерню с большим числом зубьев. Половина зубьев этой шестерни всегда закрыта полудиском, и рычажок, следовательно, поворотом вращает шестерню, а поворотом скользит по полудиску (диаметр его больше шестерни). На этой же оси имеется другой полудиск, который может закрыть собой остальную часть шестерни (этот полудиск вращается эксцентриком). В этом случае рычажок будет скользить по двум полудискам в течение всего оборота, и шестерня будет оставаться неподвижной.

Эти два положения соответствуют: первое — максимальному секундному расходу воды (когда половина шестерни открыта), и второе (вся шестерня закрыта) — расходу воды, равному нулю. Остальным, промежуточным, значениям расходов соответствуют промежуточные положения полудиска, который поворачивается эксцентриком и открывает на шестерне количество зубьев, соответствующее величине секундного расхода воды, т. к. положение самого эксцентрика зависит от положения уровня. Шестерня снабжается стрелкой, которая на соответствующем циферблате будет показывать сток воды, поскольку стрелка за один и тот же промежуток времени (в приборе рис. 2, 3 за  $14'$ ) будет продвигаться на больший или меньший угол, в зависимости от количества открытых на шестерне зубьев, количество которых зависит, в свою очередь, от секундного расхода воды.

Из описания видно, что прибор будет показывать сток с перерывами, т. к. не меньше половины шестерни всегда будет закрыто, и стрелка в течение периода поворота рычажка ( $14'$ ) часть времени стоит, и время ее стояния  $t_1 = 0,5t$  (период оборота рычажка). Можно отметить, что прерывистость действия является как будто недостатком, ведущим к неточностям при отсчете показаний стока, т. к. при отсчете один период может оказаться неучтенным, в зависимости от того, в начале или же в конце периода произведено наблюдение.

В действительности же дело обстоит иначе: достаточно лишь делать отсчеты показаний в тот момент, когда стрелка начинает двигаться, и никакой ошибки в результатах уже не будет, т. к. всегда будет учтен полный период обращения рычажка.



В приборе имеется стрелка, показывающая время.

Прибор этот имеет еще одно важное преимущество по сравнению с предыдущей конструкцией: сцепление между рычажком и шестерней зубчатое, и проскальзывание здесь почти невозможно, в предыдущей же конструкции фрикционное сцепление конус-ролик не обеспечено от пробуксовывания.

## V. Возможности применения прибора.

Возможности применения прибора требуют некоторых пояснений.

В различных каналах существуют различные зависимости  $Q = f(H)$ , и, следовательно, элементы прибора (эксцентрик, циферблат) будут постоянно меняться. Рассмотрим такие элементы прибора и как они связаны с элементами зависимости  $Q = f(H)$ . Зависимость, безразлично, будь то естественное, устойчивое русло или же водомерное сооружение, включает в себя некоторые постоянные коэффициенты ( $K$ ) и некоторый показатель степени ( $n$ ). В общем виде зависимость эту можно выразить так:

$$Q = K (H \pm \alpha)^n = K H_0^n,$$

где  $H_0$  — глубина, а для естественных русел — показание рейки, приведенное к нулю расхода, т. е.  $H_0 = (H \pm \alpha)$ ,

$H$  — горизонт по рейке, а

$\alpha$  — высота нуля рейки над нулем расхода.

Для каждого отдельного канала величины  $K$  и  $n$  могут быть различными, но дело не в том, что величина  $K$  входит лишь в градуировку циферблата, как постоянная, и если бы  $n$  не изменялось, то прибор с одним и тем же циферблатом мог бы работать на различных каналах. Сток в этом случае получался бы путем умножения пока-

зания приборов на отношение коэффициентов  $\frac{K_1}{K_2}$ , где  $K_1$  — коэффициент, по которому градуировался циферблат, а  $K_2$  — коэффициент выражения  $Q = K_2 H_0^n$  данного канала.

Это в том случае, если  $n$  постоянно, но поскольку  $n$  — величина, для различных каналов или сооружений переменная, — приходится это учитывать в каждом отдельном случае изменением соответствующей детали приборов, в настоящем случае — эксцентрика.

Последняя конструкция прибора как раз и преследует решение этого вопроса примерно в следующем виде: показатели степени  $n$  могут изменяться (принимая во внимание и лоток Вентури-Паршала, где  $n$  может быть равным 1,39) от  $1,4 < n < 2,0$ ; интервал, следовательно, равен  $2,0 - 1,4 = 0,6$ .



Если в пределах допустимой точности порядка  $\pm 1 - 1,5\%$  принять изменение величины  $n$  через  $0,05$ , то получится  $0,6/0,05 = 12$  значений  $n$ .

Для каждого такого значения заготавливается штамп эксцентрика, а всего 12 штампов, с помощью которых можно изготовить любой необходимый эксцентрик, пользуясь простотой и легкостью его изготовления.

Это мероприятие относится к процессу изготовления приборов, и вопрос выбора и установки приборов в тех или иных случаях этим еще не решается.

Для выбора соответствующего эксцентрика надо еще знать характер зависимости  $Q = f(H)$ . Этот вопрос может быть решен специальным исследованием существующего гидротрического материала каналов ирригационных систем. В результате исследования можно получить следующие данные:

1. Количество установленных на ирригационной сети водомерных сооружений.

2. Количество каналов, подлежащих оборудованию водомерными сооружениями.

3. Установить характер кривых  $Q = f(H)$  для гидростов различных каналов<sup>1</sup>. На основе этого объединить гидросты в группы по признаку равенства величины  $n$  из выражения  $Q = KN^n$  и выяснить внешние признаки ( $\omega$ ,  $R$ ,  $i$  и т. д.) отношения гидроста к той или иной группе.

4. Выработать простейшее водоизмерительное сооружение (в виде небольшого лотка) для установки на колхозной и межколхозной сети с целью последующего оборудования его прибором.

Указанные мероприятия дадут уже полное решение вопроса как выбора, так и установки приборов в любых необходимых условиях, хотя основное применение прибор найдет себе на каналах ирригационных систем, оборудованных или подлежащих оборудованию водомерными сооружениями.

---

<sup>1</sup> Этот вопрос имеет более широкое значение: получение характеристик большого числа гидростов (которых в общем еще нет) позволит судить о поведении и качестве этих гидростов, а также даст большой справочный материал для различных исследований.



## АВТОМАТИЧЕСКАЯ ПЕРЕДАЧА И ПРИЕМ УРОВНЕЙ И РАСХОДОВ ВОДЫ НА РАССТОЯНИИ.

### 1. Необходимость и целесообразность применения автоматической связи.

Наиболее важным и существенным элементом работы эксплуатационной гидрометрии при современной технике является производство ежедневных наблюдений горизонтов воды и своевременная передача их системному управлению. Эти данные нужны для определения расходов воды с целью контроля проведения плана водораспределения, для регулирования расходов воды, их увеличения, уменьшения и проведения плана водопользования в целом, что и определяет их особую важность.

Ценность этих наблюдений в сильной степени зависит от того, насколько своевременно результаты наблюдений будут получены в системном управлении.

В период поливной задержка передачи результатов наблюдений зачастую совсем лишает их смысла, одновременно с чем нарушается также оперативность хода работ по учету и распределению воды.

В практике производства работ эксплуатационной гидрометрии задержка в наблюдениях и передаче данных по назначению — явление повседневное; более того, наблюдения, производимые раз в сутки, вообще недостаточны для представления действительной картины водоподачи. В течение суток расходы воды могут меняться самым различным образом, в связи с чем правильная картина хода водораспределения может быть получена лишь в результате учащенных наблюдений, провести которые при существующей организации работ едва ли возможно.

Ирригационные системы содержат огромный аппарат наблюдателей, каждый из которых обслуживает до 12 — 15 гидростов, в зависимости от радиуса объезда, подбираемого с расчетом загрузки рабочего дня наблюдателя. Следовательно, учащение наблюдений сопряжено с значительным увеличением штата и расходом средств.



Штат наблюдателей можно было бы значительно сократить в связи с тем, что органы водопользования содержат параллельный штат мирабо и объездчиков для выполнения работ по регулированию расходов воды. Ясно, что эти лица, ежедневно бывая на тех же каналах, что и наблюдатели, вполне могли бы совместить функции и регулирования и наблюдения расходов воды. Однако, это мероприятие в практике до сего времени полностью еще не осуществлено.

Таким образом, возможность организовать труд более целесообразно имеется, — для этого надо функции мираба и наблюдателя объединить в одном лице. Что же касается повышения оперативности и точности проведения водораспределения, то это достигнуто все же не будет.

Мираб, ежедневно бывая на каналах, сможет провести и установку (регулирование), и наблюдение расходов воды, а также передать по ближайшему телефону результаты своих работ системному управлению. Но вполне ясно, что более загруженный, по сравнению с наблюдателем, мираб тем более не может обеспечить повышенной нормы работ, и, следовательно, вопрос учащенных и своевременных наблюдений с помощью людей и в дальнейшем, видимо, останется не решенным.

В настоящее время в различных областях техники находят широкое применение средства автоматической связи: автоматическая телефонная связь, автоматическое управление крупным гидротехническим сооружением (Панамский канал) и, наконец, управление на расстоянии производственными процессами целой фабрики (фабрика искусственного шелка в Чикаго). Все это факты сегодняшнего дня. Естественно поэтому было бы обратиться к данной области техники для разрешения специальных задач ирригационной эксплуатации.

Ирригационная система, оснащенная средствами автоматической связи, оборудованная приборами, передающими уровни и расходы воды в диспетчерскую системного управления, где оператор в любое время может получить данные о прохождении расходов воды по каналам системы, — выглядит очень заманчиво.

Или крупный узел гидротехнических сооружений, оборудованный соответствующими приборами, автоматическими подъемниками для регулирования щитов; все это соединено проводами с помещением заведующего узлом, откуда можно не только наблюдать данные о прохождении расходов воды, но и устанавливать необходимые расходы воды в выпуск узла.

Такое решение вопроса будет полным, целесообразным и вполне современным.



Однако, до сего времени вопрос автоматической передачи уровней и расходов воды на расстояние еще не получил какого-либо практического разрешения, не говоря уже о вопросе автоматического регулирования расходов.

Отчасти это объясняется тем, что специфические условия учета воды требуют выработки особых конструкций „водомерно-электрических“ приборов для передачи уровней и расходов воды на расстояние. В большей же части это объясняется общей недостаточной оснащенностью ирригационных систем.

Однако, последний вопрос в близком будущем будет разрешен, многие системы уже достаточно армированы, а кроме того, существуют полностью армированные узлы сооружений, на которых автоматическая связь, вплоть до регулирования расходов, есть вопрос сегодняшнего дня.

Поэтому возвращаемся к вопросу выработки специальных конструкций приборов для передачи уровней и расходов воды на расстояние.

Наличие достаточно практических приборов позволило бы уже сейчас приступить к оборудованию основных гидростов и узлов сооружений линиями автоматической связи.

В настоящее время имеются конструкции таких приборов, разработанные в лаборатории ирригационных сооружений САНИИРИ (автором).

Лабораторией разработаны два варианта дальнепередатчика. Первый построен на принципе изменения величины омического сопротивления соответственно изменению уровня воды. Второй прибор построен на принципе подачи импульсов, число которых зависит от положения уровня.

Второй из указанных приборов по времени разработки является последним (1938) и более совершенным.

По устройству прибор чрезвычайно прост, отличается малыми размерами, действие его надежно, и подаваемый им сигнал удобен для отсчетов.

Прибор может включаться в провода существующих телефонных линий; для этого используется один из проводов линии, вторым же проводником будет служить земля.

## II. Прибор для передачи уровней на расстояние.

Общий вид прибора показан на рис. 4. Для наглядности прибор изображен без чехла. Действие прибора показано на схеме (рис. 5) и заключается в следующем:

В цепь электрического тока включен электромагнит (1) прибора. При подаче в цепь тока электромагнит (1) притянет якорь (2), соединенный с храповым зубцом (3). Храповой зубец при движении в сторону магнита упадет



с прилива собачки (9), которая также окажется свободной и упадет в один из зубцов шестерни.

Якорь (2), притягиваясь электромагнитом, по пути ударит в верхнее плечо маятника (4), и нижнее его плечо разъединит контакты (5). Цепь прерывается, и якорь (2) самой пружины отскочит обратно. Через некоторое короткое время (0,2—0,3 секунды) маятник своим весом вернется

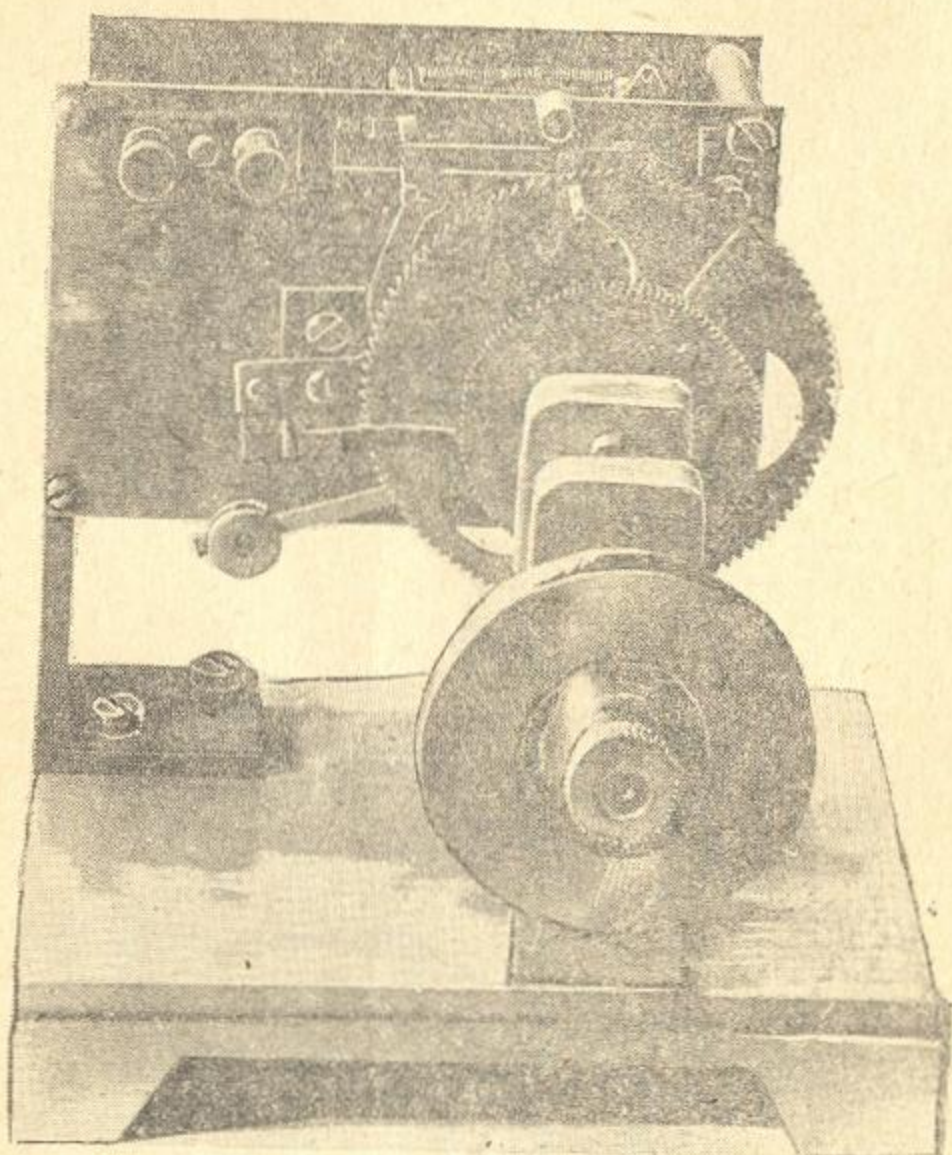


Рис. 4.

обратно и соединит контакты (5). В цепи возникает ток: электромагнит притянет якорь с храповым зубцом, который проташит за собой храповую колею на один зубец. В то же время маятник, получив толчок якоря (2), опять разъединит цепь, и весь процесс повторится.

Прерывания тока будут происходить до тех пор, пока штырь (6), укрепленный на храповике, не подойдет к лапкам (7), представляющим собой параллельную маятнику цепь, пока еще разомкнутую.



Штырь, дойдя до лапок, надавит на них и объединит между собой, и тогда, независимо от маятника, цепь электрического тока окажется замкнутой. Поскольку цепь будет замкнута, якорь (2) останется притянутым электромагнитом на неопределенное время. В то время, когда штырь (6) замкнул лапки (7), холостой зуб (8) шестерни окажется как раз под собачкой (9). Следовательно, собачка окажется приподнятой, и хвостик ее будет находиться против головки храповика зубца. Если в этот момент из цепи выключить ток, то якорь и храповой зуб отскочат от электромагнита, и головка храпового зуба, встретив на своем пути хвостик собачки (9), начнет двигаться по линии движения хвостика собачки.

Угол подъема хвостика больше угла подъема зубцов и, следовательно, храповой зуб вместе с собачкой поднимутся и выйдут за пределы зубьев шестерни. Шестерня, оказавшись свободной, начнет вращаться в обратном направлении под влиянием тяжести груза (10). Шкив (12) находится на самостоятельной оси и вращается с помощью поплавка (13) и противовеса (14) в зависимости от изменения высоты уровня.

На шкиве наглухо укреплена лапка (11), положение которой, следовательно, зависит от положения уровня.

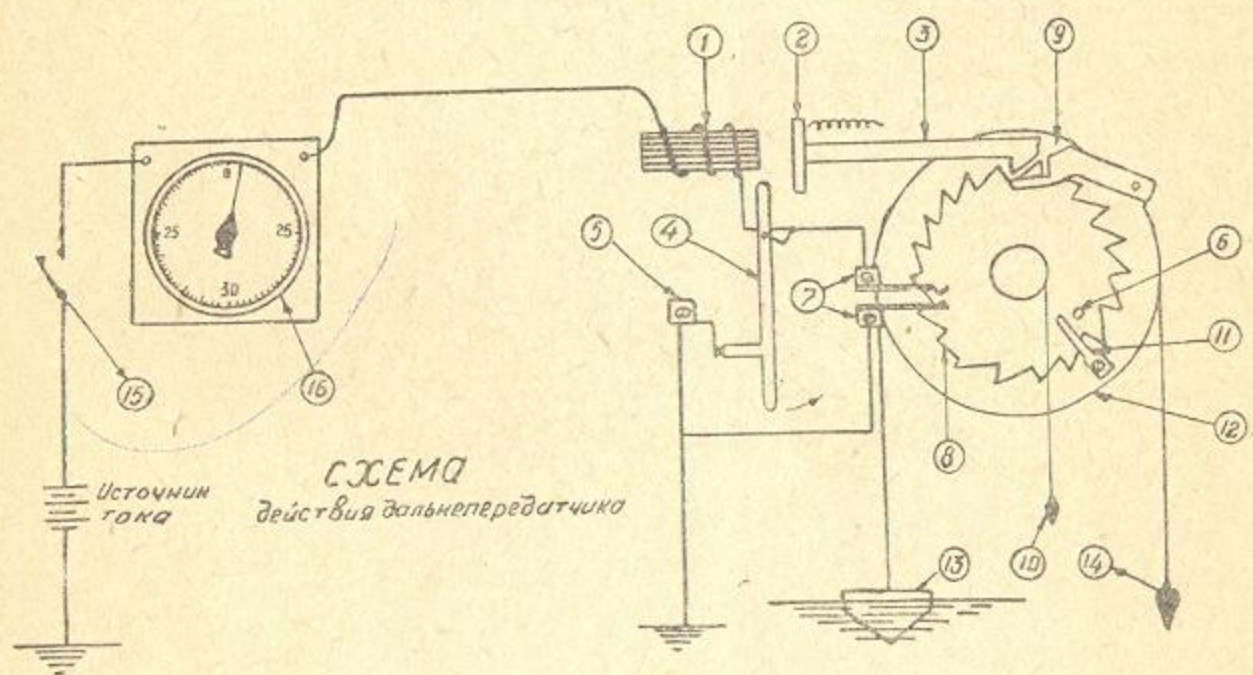


Рис. 5.

При обратном вращении шестерни — штырь (6) в конце концов упрется в лапку (11), и шестерня остановится.

Число прерываний тока зависит от числа зубцов, находящихся между собачкой и холостым зубом (8). В свою очередь этот промежуток зависит от положения лапки



(11) и штыря (6), который в нее упирается. Следовательно, число зубцов, находящихся между собачкой (9) и холостым зубом (8), зависит от положения лапки (11) или, что то же, от уровня, поскольку лапка перемещается в зависимости от уровня.

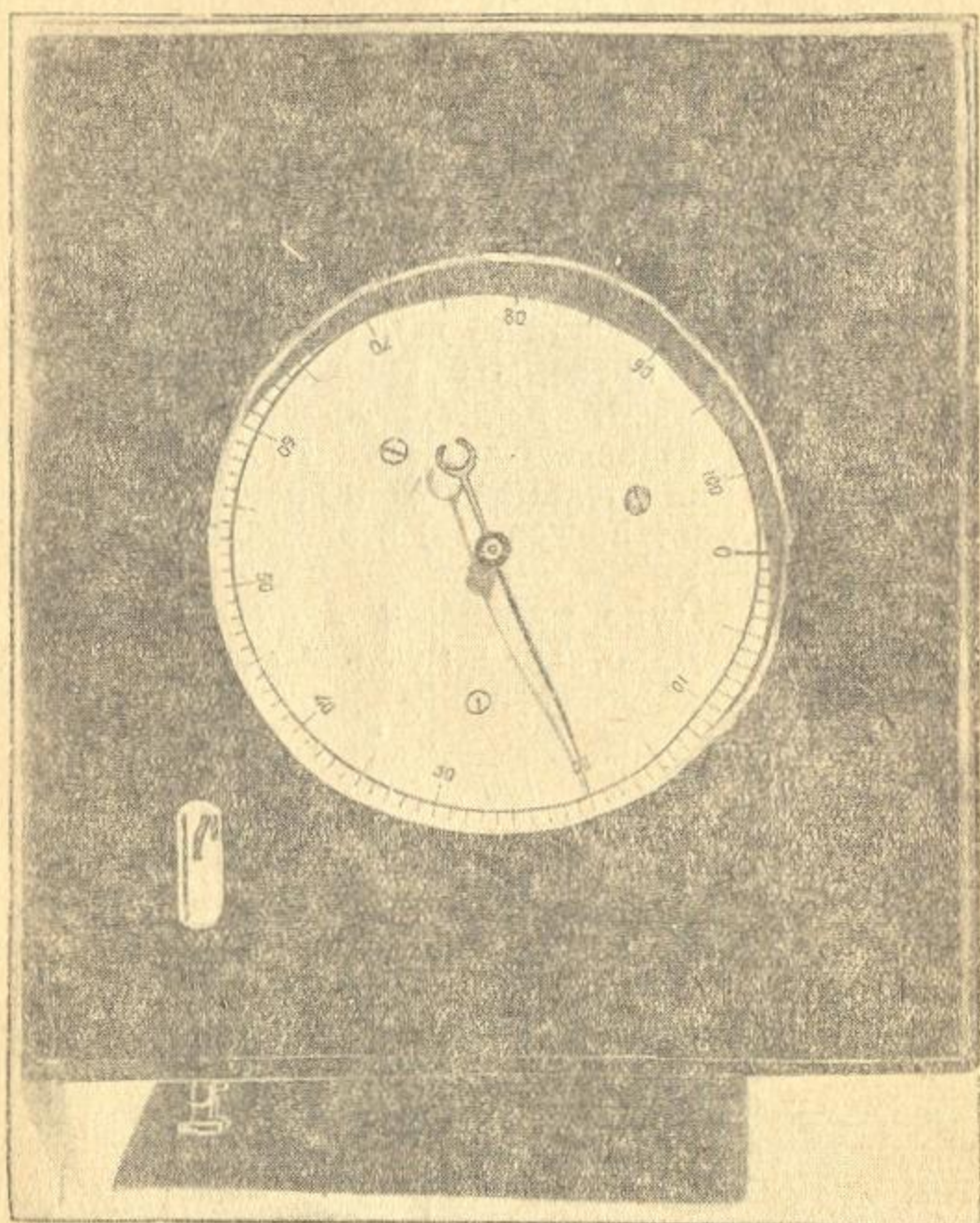


Рис. 6.

Число зубцов на шестерне и диаметр шкива рассчитываются так, чтобы каждому сантиметру высоты уровня (или 2 см) соответствовал один зубец шестерни, или, что то же, одно прерывание тока.

Прием уровней, передаваемых прибором, производится следующим образом.

На центральной приемной станции устанавливается счетчик импульсов (см. рис. 6), включаемый в цепь прибора



последовательно. Источник тока находится на центральной станции и также включается в цепь последовательно.

Для получения уровня, на центральной станции в цепь включается ток. При включении тока передатчик начинает работать описанным выше способом. Прерывания тока, происходящие в передатчике, подсчитываются счетчиком импульсов на центральной станции.

Стрелка счетчика импульсов набирает число, и в тот момент, когда передатчик прекратит работу, штырь (6) замкнет лапки (7), стрелка остановится. Это будет служить признаком того, что уровень передан и показывается стрелкой.

Цифра показания счетчика импульсов записывается, и ток из цепи выключается, после чего прибор окажется в положении, изображенном на схеме (рис. 5).

При включении тока стрелка счетчика импульсов автоматически становится на нуль, и приемная установка готова для включения в цепь другого прибора.

Приборы передатчика могут быть включены в общую двухпроводную линию (один из проводников — земля) совместно с телефонными искателями, при помощи которых можно вызвать любой из включенных в цепь приборов.

Телефонные искатели работают при помощи подаваемых с центральной станции импульсов, и поэтому, казалось бы, их нельзя использовать в цепях приборов, работающих на принципе подачи импульсов, т. е. таких, как описанный выше передатчик.

В действительности же вопрос разрешается довольно просто. Телефонный искатель, набрав контакт вызванного прибора, автоматически выключается из цепи. Передатчик подает сигналы об уровне, и после приема уровня и выключения тока храповая шестерня прибора, вращаясь обратно (см. выше), автоматически включает телефонный искатель в цепь.

Таким образом, телефонный искатель окажется в рабочем состоянии, и можно подачей соответственного числа импульсов вызвать любой другой из включенных в цепь приборов.

Подача вызванных импульсов производится помимо счетчика импульсов, который, таким образом, отмечать вызванных импульсов не будет.





## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
<b>Прибор для определения суммарного стока воды</b> ; . . . . .	3
I. Учет расходуемой воды . . . . .	—
II. Условия применения прибора . . . . .	4
III. Принцип действия и работа прибора . . . . .	5
IV. Новая конструкция прибора . . . . .	9
V. Возможности применения прибора . . . . .	12
<b>Автоматическая передача и прием уровней и расходов воды на расстоянии</b> . . . . .	15
I. Необходимость и целесообразность применения автоматической связи . . . . .	—
II. Прибор для передачи уровней на расстояние . . . . .	17

---