

Т Р У Д Ы
СРЕДНЕАЗИАТСКОГО НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИНСТИТУТА
ИРРИГАЦИИ

Выпуск 58

О. И. И. В. Х.

551

№ 11-57

Ф 20362

Инж. Н. С. ШИКИН

НОВЫЕ ТИПЫ ВОДОМЕРОВ НА СЕТИ ИРРИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Инж. Н. С. ШИКИН

НОВЫЕ ТИПЫ ВОДОМЕРОВ
НА СЕТИ ИРРИГАЦИОННЫХ
СИСТЕМ

ВВЕДЕНИЕ

Одним из основных мероприятий в деле повышения урожайности орошаемых культур является правильное использование воды, предназначенной для орошения. Недополив культур ведет к понижению урожайности, избыток же поданной для полива воды — к заболачиванию и засолению земель и таким образом также к понижению урожайности. Правильное использование воды в орошаемом хозяйстве (системе) возможно только при осуществлении надлежащего водораспределения со строгой постановкой учета расходуемой воды. Каждый поливной участок, в зависимости от свойств почвы и возделываемой культуры, должен получить в определенное время года строго определенное количество воды. Это можно осуществить только тогда, когда отпускаемая и расходуемая вода строго учитывается и оперативно распределяется. Такой учет воды осуществим при наличии на сети специальных приспособлений, позволяющих в достаточной степени точно и просто учитывать расходуемую воду. Правильно же распределять воду между каналами можно только тогда, когда ирригационная сеть (головы отводов) армирована гидротехническими сооружениями, позволяющими в любое время изменить количество отпускаемой воды и даже совсем закрыть отвод, если нет необходимости пропускать по нему воду.

Существующие и применяющиеся в настоящее время способы измерения расхода воды в каналах при помощи вертущихся измерений, а также путем установки специальных водомеров (водосливов Чиполетти, водомерных лотков Вентури-Паршала), позволяют производить учет расходов в каналах в участках, расположенных ниже головного сооружения, но не дают возможности непосредственно регулировать проходящие по ним расходы.

Тарировка гидротехнических сооружений, т. е. приспособление их для целей учета проходящих по ним расходов, решает задачу водораспределения с одновременным учетом воды, но в силу специфических особенностей тарировки каждого в отдельности сооружения, а также изменчивости усло-

вий работы сооружений, — этот способ пока еще не получил широкого распространения. Вместе с тем он возможен только при наличии уже выстроенных сооружений на сети, что может быть отнесено в известной степени только к крупной (магистральной и распределительной) сети. Мелкая же сеть (колхозная и межколхозная), имеющая наибольшее количество точек выдела, в настоящее время почти совсем не армирована; в ней производится концевое водораспределение, а следовательно и наиболее ответственное.

Учитывая настоятельную в настоящее время необходимость армирования колхозной и межколхозной сети, специфические условия работы сооружений на ней, в силу допускаемых в большинстве случаев малых потерь напора, — лаборатория ирригационных сооружений САНИИРИ в последнее время прорабатывала вопросы, направленные на упорядочение водораспределения и учета воды на сети. Результатом проработки этого вопроса явились конструкции сооружений, предназначенные для колхозной и межколхозной сети ирригационных систем, а также специальные механические приборы, служащие для целей автоматической фиксации расходуемой воды и передачи показаний уровней воды на расстояние. Последние могут быть использованы не только на мелкой сети, но и на распределительной и магистральной.

Настоящий труд знакомит ирригаторов с разработанными лабораторией водомерными установками — водомерными сооружениями и автоматической аппаратурой. В работе приводится краткое описание каждой конструкции, область применения их, расчетные формулы, таблицы для подбора размеров, таблицы расходов для сооружений. К работе прилагаются чертежи каждой конструкции.

Описываемые конструкции водомерных устройств приводятся в следующем порядке:

- 1) колхозные водомерные насадки,
- 2) открытый водовыпуск с водомерной насадкой,
- 3) водовыпуск-водомер,
- 4) трубчатый водомерный выпуск,
- 5) водомер-автомат с вращающимся щитом,
- 6) автоматический счетчик стока системы Колодкевича,
- 7) автоматическая передача и прием уровней и расходов воды на расстоянии.

Все перечисленные конструкции водомерных устройств явились результатом работы отдельных сотрудников лаборатории. Цель настоящей брошюры — помочь водопользователям и работникам эксплуатации выбрать из всех рекомендуемых конструкций ту, которая наиболее отвечает данным конкретным производственным условиям.

1. Колхозные водомерные насадки¹.

Колхозные водомерные насадки предназначены для измерения расходов воды в каналах колхозной и частично межколхозной сети с пропускной способностью от 15 до 300 л/сек. Средняя вероятная ошибка в измерении расхода составляет $\pm 3\%$.

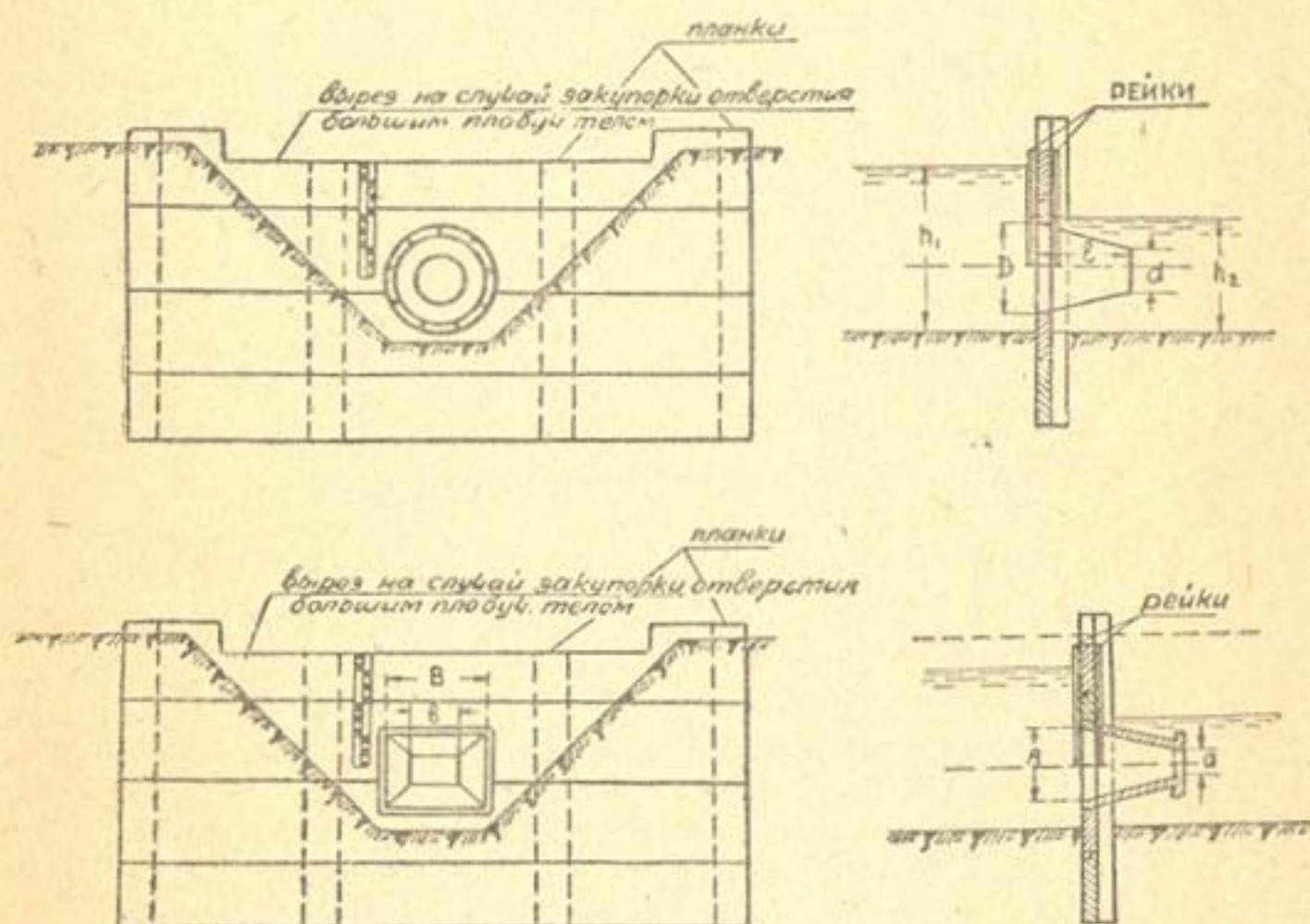


Рис. 1.

Конструкция этого водомера, приведенная на рис. 1, состоит из щита и прикрепленной к нему сужающейся насадки. Щит сбивается из досок по размеру перекрываемого канала. Насадки выполняются круглого, квадратного и прямоугольного сечений. Насадки круглого сечения выполняются железными, чугунными (литье), из гончарных труб и т. д. Насадки квадратного и прямоугольного сечений изготавливаются преимущественно из дерева. В щите делается вырез по размеру насадки, в котором и закрепляется насадка. Насадки изготавливаются стандартных размеров, что позволяет составить для них таблицы для подбора размеров и расходов.

Рекомендуемые колхозные водомерные насадки работают при условии полного затопления насадки как со стороны

¹ Конструкция предложена и разработана инж. М. В. Бутыриным.

нижнего, так и верхнего бьефов. Особенность таких насадок заключается в том, что они могут работать при малых потерях напора (малой разнице горизонтов до щита и за ним). Практически насадки могут работать при значении перепада z от 3 см, благодаря чему возможно широкое использование их для колхозной и частично межколхозной сети, где во многих случаях величины допускаемых потерь напора малы и где, следовательно, не могут быть использованы водосливы Чиолетти¹.

Конструкция насадок проста, и они могут изготовляться непосредственно на месте работ. Их можно переносить с одного места на другое, вынимать и хранить на складе во вне-поливной период.

Соотношение размеров насадок круглого сечения таково (см. рис. 1):

$$D = 1,92d; l = 2d,$$

где D — входной диаметр,
 d — выходной диаметр,
 l — длина насадки.

Расход насадки круглого сечения определяется по формуле $Q = \mu \omega \sqrt{2gz} = 4,2 \omega \sqrt{z} = 3,3 d^2 \sqrt{z}$ (размерность метровая), где ω — площадь выходного отверстия,

z — разность горизонтов воды до насадки и за ней.

Соотношения размеров насадок квадратного и прямоугольного сечения таковы:

$A = 1,92a; l = 2a$ — квадратное сечение, $b = 2a; l = 3a$;
 $A = a + 0,3l; B = b + 0,3l$ — прямоугольное сечение,

где A и B — размеры входных частей,
 a и b — размеры выходных частей,
 l — длина насадки.

Расход насадки квадратного или прямоугольного сечения определяется по формуле

$$Q = \mu \omega \sqrt{2gz} = 4,1 \omega \sqrt{z} \text{ (размерность метровая),}$$

где ω — площадь выходного отверстия насадки,
 z — разность горизонтов воды до насадки и за ней.

Разность горизонтов воды до насадки и за ней определяется путем разности отсчетов горизонтов по водомерным

¹ О водосливах Чиолетти смотри:

Ярцев и Туркин. Как учитывается оросительная вода. Изд. САНИИРИ. 1938 г.

Таблицы для учета расхода по водосливам Чиолетти и Томсона. Изд. СоюзНИХИ. 1931 г.

рейкам, которые прикрепляются к щиту одна с верхней стороны, другая — с задней стороны. Нули реек устанавливаются на одной отметке.

Устанавливается насадка в канале следующим образом: щит вертикально вкапывается в дно и откосы канала таким образом, чтобы вся вода канала проходила только через насадку и отсутствовала бы фильтрация между щитом и ложем русла. Если глубина воды в канале при минимальном расходе

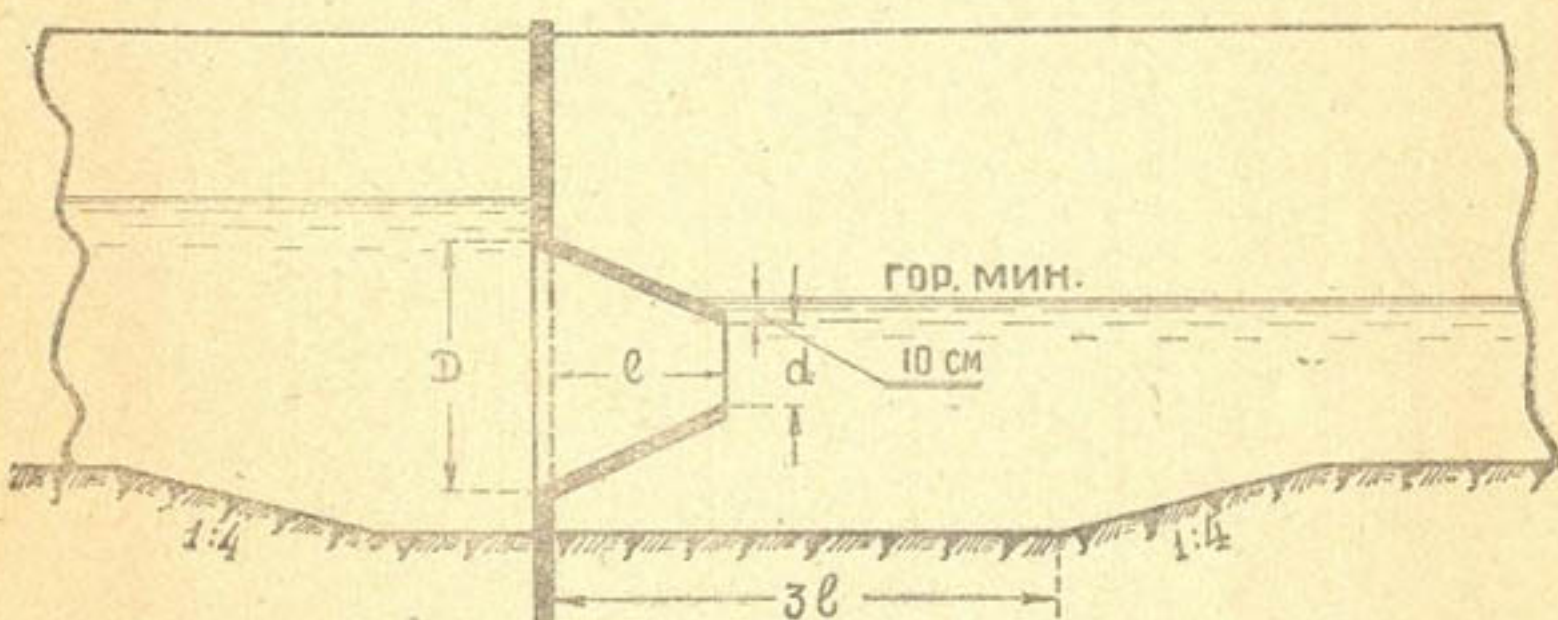


Рис. 2.

не обеспечивает затопления насадки с нижней стороны, то щит с насадкой заглубляется в дно канала, для чего в месте установки насадки дно канала понижается (см. рис. 2). Если же размер насадки для данного расхода очень велик, а наполнение в канале незначительное, то на один щит можно укреплять две насадки меньшего размера, причем расстояние между ними должно быть не меньше входного размера насадки.

Размеры насадок выбираются по нижеследующей таблице 1 в зависимости от расхода и величины перепада.

Таблица 1.

Подбор размеров насадок в зависимости от пропускной способности.

№ п/п	Выход- ной диа- метр d см	Вход- ной диа- метр D см	Длина насадок l см	Длина образ. насадок	Наиб. пер. z макс.	Пропуск. способ. Q л/сек макс.
----------	--------------------------------------	-------------------------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	---

А. Насадка круглого сечения

1	10	20	20	20,6	20	15
2	15	29	30	30,8	20	35
3	20	38	40	41,0	25	70
4	25	48	50	51,4	25	100

№ п/п	Вход- ной диа- метр d см	Выход- ной диа- метр D см	Длина насадок l см	Длина образ. насадок	Наиб. пер. z макс.	Пропуск. способ. Q л/сек макс.
5	30	57	60	61,5	25	150
6	35	67	70	71,7	25	200
7	40	76	80	82,5	25	300

Б. Насадка квадратного сечения

1	10	20	20	20,6	20	20
2	15	29	30	30,8	20	45
3	20	38	40	41,0	25	85
4	25	48	50	51,4	25	130
5	30	57	60	61,5	25	190
6	35	67	70	71,7	25	260
7	40	76	80	82,5	25	330

В. Насадка прямоугольного сечения

№ п/п	a см	b см	A см	B см	l см	Наибол. перепад. z макс. см	Пропу- скающая способн. Q л/сек макс.	Приме- чание
1	10	20	19	29	30	20	37	а, А — вер- тикальные размеры
2	15	30	29	44	45	20	82	
3	20	40	38	58	60	20	150	
4	25	50	47	72	75	20	230	б, В — го- ризонталь- ные раз- меры
5	30	60	57	87	90	20	330	
6	35	70	66	101	105	20	450	

В целях быстроты и легкости учета расходов колхозными водомерными насадками, ниже приводятся таблицы 2, 2а, 2б, в которых приведены величины расходов в зависимости от размера насадок и напора z . Таблицы составлены для насадок круглого, квадратного и прямоугольного сечений.

Таблица 2.

Зависимость Q от z для насадки круглого сечения.

z см	Расходы в литрах в секунду для d в см						
	10	15	20	25	30	35	40
1	3,3	7,4	13,2	20,6	29,7	40,5	52,8
2	4,7	10,5	18,6	29,1	42,0	57,2	74,5
3	5,7	12,8	22,8	35,7	51,2	66,0	91,2
4	6,6	14,9	26,4	41,3	59,3	81,0	105,5
5	7,4	16,6	29,6	42,2	66,5	91,0	118,0
6	8,1	18,2	32,4	50,6	72,8	99,0	129,5
7	8,7	19,7	35,0	54,7	78,8	107,0	140,0
8	9,3	21,0	37,4	58,3	84,0	115,0	149,5
9	9,9	22,3	39,6	62,0	89,0	121,5	158,0
10	10,5	23,5	41,7	65,1	93,8	128,0	167,0
11	11,0	24,6	43,7	68,3	98,3	134,0	175,0
12	11,5	25,8	45,6	71,4	103,0	140,0	182,0
13	11,9	26,8	47,5	74,5	107,0	146,0	190,0
14	12,4	27,8	49,3	77,0	111,0	151,5	197,5
15	12,8	28,8	51,1	80,0	115,0	157,0	205,0
16	13,2	29,7	52,8	82,5	119,0	162,0	211,0
17	13,6	30,6	54,3	85,0	122,5	167,0	217,0
18	14,0	31,5	56,0	87,5	126,0	172,0	223,0
19	14,4	32,5	57,0	90,0	129,5	176,5	230,0
20	14,8	33,3	59,0	92,5	132,5	181,0	236,0
21	15,2	34,1	60,5	94,8	136,0	186,0	242,0
22	15,5	34,8	62,0	97,0	139,0	190,0	248,0
23	15,8	35,7	63,3	99,0	142,5	194,0	253,0
24	16,2	36,5	64,7	101,0	145,5	198,0	259,0
25	16,5	37,2	66,0	103,0	148,0	202,5	264,0
26	16,8	37,9	67,2	105,0	151,0	206,0	269,0
27	17,2	38,6	68,7	107,0	154,0	210,0	275,0
28	17,5	39,3	70,0	109,0	157,0	213,0	280,0
29	17,8	40,0	71,0	111,0	160,0	217,5	284,0
30	18,1	40,6	72,0	113,0	162,0	220,2	288,0

Таблица 2а.

Зависимость Q от z для насадок квадратного сечения.

z см	Расходы в литрах в секунду							Приме- чание
	a=10	a=15	a=20	a=25	a=30	a=35	a=40	
1	4,10	9,2	16,4	25,6	36,9	50,2	65,6	а — сторона выходного сечения насадки
2	5,80	10,3	23,45	36,6	52,8	71,8	93,8	
3	7,10	16,0	28,37	44,3	63,3	86,9	113,5	
4	8,20	18,45	32,8	51,3	73,8	100,5	131,2	
5	9,20	20,7	36,74	57,4	82,7	112,5	146,9	
6	10,04	22,7	40,18	62,8	90,4	123,1	169,7	
7	10,93	24,4	43,3	67,7	97,4	132,6	173,2	
8	11,60	26,1	46,4	72,5	104,4	142,1	185,6	
9	12,30	27,68	49,2	76,9	110,7	153,7	196,8	
10	13,0	29,15	51,8	80,98	116,6	158,7	207,3	
11	13,6	30,6	54,5	85,1	122,5	166,7	217,8	
12	14,2	31,92	56,7	88,7	127,7	173,8	227,0	
13	14,8	32,21	59,0	92,3	132,8	180,8	236,2	
14	15,3	34,5	61,34	95,8	138,0	187,0	245,3	
15	15,9	35,7	63,5	99,3	142,8	194,4	253,9	
16	16,4	36,9	65,6	102,5	147,6	200,9	262,4	
17	16,9	38,0	67,0	105,6	152,0	206,9	270,3	
18	17,4	39,11	69,5	108,7	156,5	213,0	278,1	
19	17,9	40,13	71,5	111,7	160,9	219,0	286,0	
20	18,4	41,23	73,7	114,5	164,5	224,5	293,2	
21	18,8	42,2	75,1	117,4	169,0	230,0	300,4	
22	19,3	43,17	76,9	120,2	173,1	235,5	307,7	
23	19,7	44,1	78,7	123,0	177,1	241,1	314,0	
24	20,10	45,2	80,4	125,6	180,1	246,1	321,4	
25	20,50	46,12	82,0	128,1	184,5	251,1	328,0	
26	20,90	47,0	83,6	130,7	188,2	256,1	334,6	
27	21,30	47,97	85,3	133,3	191,9	261,2	341,1	
28	21,70	48,8	86,8	135,6	195,2	255,7	347,0	
29	22,10	49,6	88,2	137,9	198,5	270,2	352,9	
30	22,45	50,46	89,8	140,4	201,8	274,8	358,9	

Таблица 26.

Зависимость Q от z для насадок прямоугольного сечения.

Выход. сеч. z см	10×20	15×30	20×40	25×50	30×60	35×70
1	8,20	18,4	32,8	51,2	74,0	100,4
2	11,55	26,1	46,4	72,2	104,5	141,5
3	14,2	32,0	56,7	83,7	123,0	173,4
4	16,4	36,9	65,6	102,5	148,0	200,0
5	18,4	41,5	73,5	115,0	165,0	224,0
6	20,1	45,2	80,3	125,5	181,0	246,0
7	21,7	48,8	86,7	135,0	195,0	266,0
8	23,2	52,2	93,0	149,0	209,0	284,0
9	24,6	55,4	98,4	159,0	222,0	301,0
10	26,0	58,3	104,0	162,0	232,0	317,0
11	27,2	61,2	109,0	170,0	245,0	338,0
12	28,4	64,0	114,0	177,0	256,0	347,0
13	29,5	66,5	118,0	185,0	267,0	362,0
14	30,6	69,0	123,0	191,6	277,0	375,0
15	31,8	71,5	127,0	197,5	287,0	390,0
16	32,8	75,9	131,0	205,0	295,0	402,0
17	33,7	76,1	135,0	211,0	305,0	413,0
18	34,9	78,5	139,5	217,5	313,0	426,0
19	35,8	80,5	142,0	223,0	322,0	437,0
20	36,7	82,5	146,5	229,0	331,0	448,0
21	37,6	84,5	150,3	235,0	339,0	460,0
22	38,5	86,8	154,0	241,0	347,0	471,0
23	39,4	88,8	157,5	246,0	355,0	482,0
24	40,2	90,6	161,0	251,0	363,0	492,0
25	41,0	92,3	164,0	256,0	370,0	502,0
26	41,8	94,2	167,5	261,0	377,0	512,0
27	42,6	96,0	170,5	266,0	385,0	522,0
28	43,3	97,8	173,5	271,0	391,0	530,0
29	44,0	99,2	176,5	276,0	398,0	540,0
30	45,0	101,0	179,5	281,0	405,0	550,0

2. Открытый водовыпуск с водомерной насадкой¹.

Приведенная выше конструкция водомерной насадки позволяет только определять расходы, проходящие по каналу, но не дает возможности регулировать эти расходы. Для использования ее и в качестве регулятора пропускаемых расходов перед насадкой устанавливают щит.

В этом случае сооружение помещается в голове канала, причем щит, находящийся перед насадкой, служит для регулирования забираемых расходов, а насадка — для их учета (см. рис. 3).

Щит устанавливается перед насадкой на расстоянии пятикратной длины насадки, промежуток между щитом и насадкой укрепляется досками или местным строительным материалом (хворост, дерн). Подъем щита производится вручную. Это сооружение предназначено, так же как и не регулируемая насадка, для установки на колхозной сети. Насадка в данном случае работает также только при затоплении отверстия со стороны нижнего бьефа и требует соответствующего заглубления в дно, если это диктуется глубинами в отводящем канале. Сооружение работает при малых потерях напора (практически минимальная общая потеря напора на щитовое устройство и насадку может быть доведена до 4 см).

Выбор размеров как насадки, так и остальных частей сооружения производится по приводимой ниже таблице 3 в зависимости от расхода и допускаемых потерь напора.

Таблица 3.

Подбор размеров сооружений в зависимости от Q и z .

№	a	b	A	B	l	Q при z			W	W _ш	L ₁	L ₂	Передняя стенка
						10	15	30					
Насадка квадратного сечения													
1	10	10	20	20	20	13	16	18	40	30	100	40	По вариан- ту II
2	15	15	29	29	30	30	36	41	50	40	150	60	
3	20	20	38	38	40	52	65	74	72	60	200	80	
4	25	25	48	48	50	81	100	115	82	70	250	100	
5	30	30	57	57	60	120	143	165	100	50	300	120	По вариан- ту I
6	35	35	67	67	70	160	195	225	120	60	300	140	
7	40	40	76	76	80	210	250	300	135	60	300	160	

¹ Конструкция предложена и разработана инж. М. В. Бутыриным.

№	a	b	A	B	l	Q при z			W	W _ш	L ₁	L ₂	Передняя стенка
						10	15	30					

Насадка прямоугольного сечения

1	10	20	19	29	30	26	32	37	50	40	150	60	По варианту II
2	15	30	29	44	45	60	70	82	80	68	225	90	
3	20	40	38	58	60	100	127	150	100	50	300	120	По варианту I
4	25	50	47	72	75	160	200	230	125	60	300	150	
5	30	60	57	87	90	235	285	330	150	80	300	180	
6	35	70	66	101	105	320	390	450	175	60	300	200	

Величины проходящих через сооружение (насадку) расходов определяются по вышеприведенным таблицам 2, 2а, 2б.

3. Водовыпуск-водомер¹.

Данное сооружение является одновременно регулятором забираемых расходов и водомером с пропускной способностью до 600 л/сек. Сооружение предназначено для установки в головах колхозных отводов, может входить и в состав узлов при наполнении каналов до одного метра. Составные его части следующие (см. рис. 4 и 5): а) входная часть, б) щитовое устройство, в) сужающийся лоток с порогом на конце, г) горловина постоянной ширины и д) участок сопряжения сооружения с каналом нижнего бьефа.

Во входной части сооружение сопрягается при помощи ныряющих стенок с дамбой канала верхнего бьефа. Подъем щита производится при помощи подъемного механизма. Очертание лотка переменного сечения и его размеры совпадают с очертанием и размерами водомерного лотка Вентури-Паршала² с шириной горловины $b = 0,5$ м. Строительным материалом для сооружения могут служить дерево, бетон, кирпич. В деревянном сооружении щит выполняется деревянным, а в кирпичном и бетонном — деревянным или металлическим. И в том и в другом случаях необходим подъемный механизм для маневрирования щитом.

Щит, устанавливаемый в начале сооружения, служит для регулирования расходов, подаваемых в канал через сооруже-

¹ Конструкция предложена и разработана инж. Н. С. Шикиным.

² См. Ярцев. Водомерный лоток Вентури-Паршала. Изд. САНИИРИ. 1935 г.

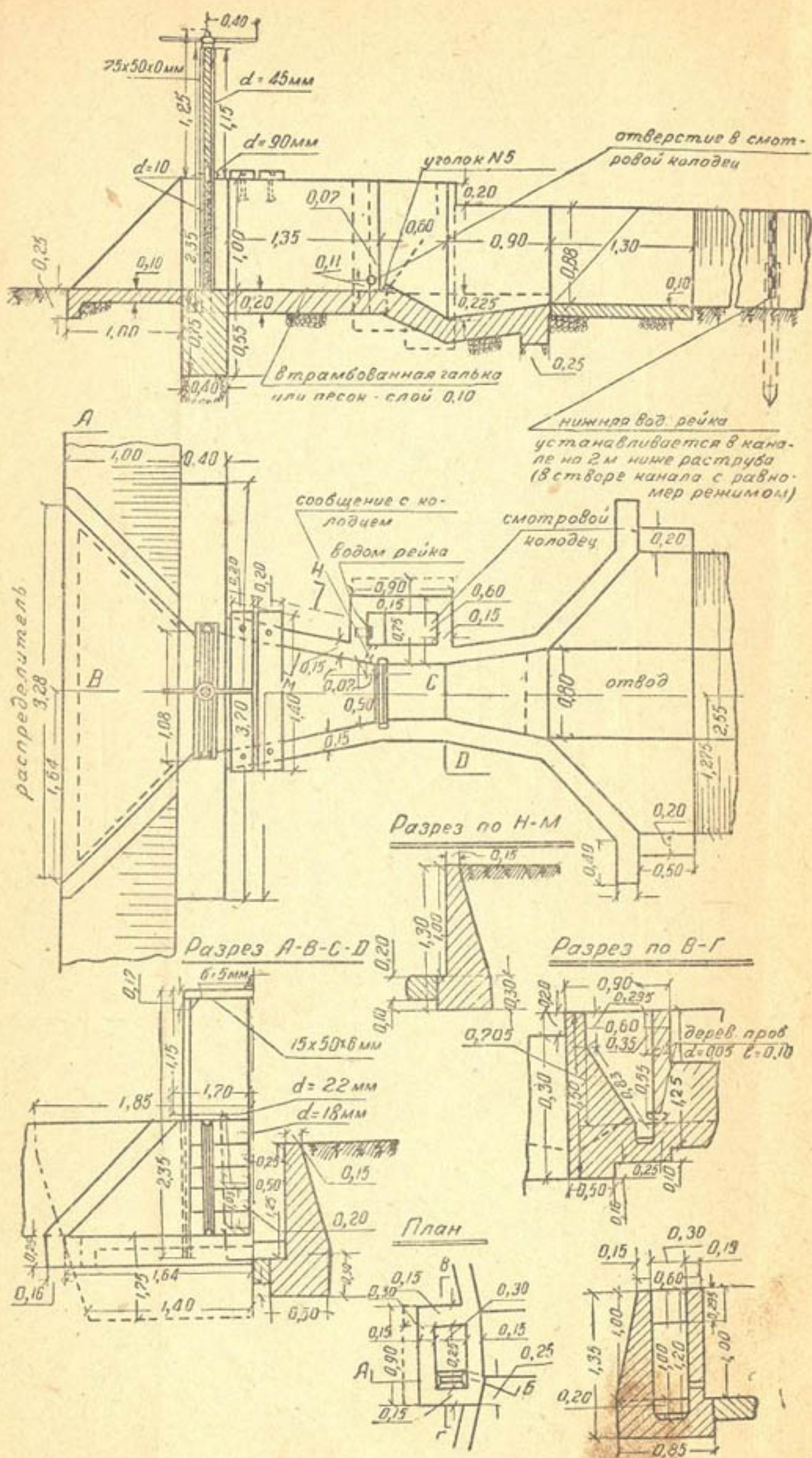


Рис. 5.

[illegible]

ние. Сужающийся лоток за щитом, а также порог в конце этого сужающегося участка позволяют всегда иметь затопленное истечение из-под щита и устойчивую зависимость между глубинами в конце лотка и пропускаемыми расходами. Учет расхода ведется по рейкам, устанавливаемым — одна в колодце лотка, а вторая — в отводящем канале, в участке с равномерным режимом (ниже выхода сооружения на 2—3 м). Колодец с установленной в нем верхней рейкой сообщается с лотком при помощи круглой трубки, диаметром $d = 3$ см. Верхняя водомерная рейка пришивается к стенке колодца, нижняя — устанавливается на свайке. Нули водомерных реек находятся на одном уровне и совпадают с отметкой порошка (в начале горловины).

Так как обе водомерные рейки располагаются ниже щита, то при определении величины проходящего по сооружению расхода элементы открытия щита не входят в аналитические зависимости, определяющие собой расход. Это обстоятельство создает большое удобство и преимущество такого сооружения перед обычными щитовыми водовыпусками, в которых величина расхода не может быть определена без учета степени открытия щита. Данное сооружение работает как при свободном истечении, так и при подтоплении со стороны нижнего бьефа. Рекомендуемый стандартный размер сооружения (с шириной горловины $b = 0,5$ м) является рациональным для пропуска по нему расходов в пределах от 200 до 600 л/сек. Для расходов менее 200 л/сек. рекомендуется выбрать другую конструкцию сооружения. Данное сооружение работает при минимальном перепаде z в 10 см. Увеличение перепада может быть неограниченное.

Сооружение является водомерным как при полностью включенном щите, так и при истечении из-под щита. Вероятная ошибка в определении расходов составляет 4—5%.

В случае свободного истечения, расход определяется по формуле:

$$Q = 2,62 \times b \times H_v^{1,4} \text{ м}^3/\text{сек},$$

где b — ширина лотка в горловине (в метрах),

H_v — глубина, определяемая по верхней водомерной рейке (в метрах).

В тех случаях, когда отношение показания глубины нижней рейки (H_n) к показанию верхней рейки (H_v) составляет

величину, большую 0,5, т. е. когда $\frac{H_n}{H_v} > 0,5$, сооружение

20362

работает с подтоплением, и тогда величина расхода определяется формулой:

$$Q = 2,62 \times b \times \left[H_v - 3,60 H_v \left(\frac{H_n}{H_v} - 0,5 \right)^{2,7} \right]^{1,4}$$

где b — ширина горловины сооружения (в метрах),

H_v — показание верхней рейки (в метрах),

H_n — показание нижней рейки (в метрах).

В целях быстрого определения проходящего по сооружению расхода воды, составлена таблица расходов для ширины горловины $b = 0,5$ м (см. табл. 4). По данной таблице расход Q определяется в зависимости от показаний реек H_v и H_n . В случае свободного истечения расход определяется только по одной шкале (шкале расходов) в зависимости от величины H_v . В случае истечения с подтоплением — расход находится на пересечении линий, проведенных через соответствующие значения H_v и H_n .

Устанавливается данное сооружение на месте по всем общим правилам установки гидротехнических сооружений (деревянных, бетонных или кирпичных).

Так как данная конструкция водомерного сооружения представляет собой видоизмененную конструкцию водомерного лотка Вентури-Паршала, то существующие лотки с шириной горловины $b = 0,5$ м могут быть переконструированы и перенесены в головы каналов в качестве водовыпусков-водомеров.

4. Трубчатый водомерный выпуск¹.

Сооружение является одновременно водовыпуском и водомером, предназначается для установки на межколхозной и колхозной сети, имеет пропускную способность до 1000 л/сек. Составные его части следующие (см. рис. 6, 7):

а) трубы круглого или прямоугольного сечения,

б) щит, устанавливаемый в начале трубы,

в) коническая насадка, составляющая конец трубы.

В верхней части конца трубы постоянного сечения (перед насадкой) имеется отверстие диаметром $d = 3$ см, соединяющее трубу с наблюдательным колодез. Рядом с последним располагается второй наблюдательный колодез, который сообщается с нижним бьефом сооружения и в котором устанавливается горизонт воды, соответствующий горизонту воды в канале за сооружением. Щит, устанавливаемый в начале трубы, предназначен для регулирования проходящих по сооружению расходов. Коническая насадка, находящаяся в конце

¹ Конструкция разработана инж. М. В. Бутыриным.

трубы, служит для создания резкого изменения пьезометрических напоров в конце трубы и при выходе из насадки.

Сооружение предназначено для работы с затопленным выходным отверстием (без свободного истечения), что требует некоторого заглубления трубы сооружения, но вместе с тем позволяет использовать его при малых значениях перепадов.

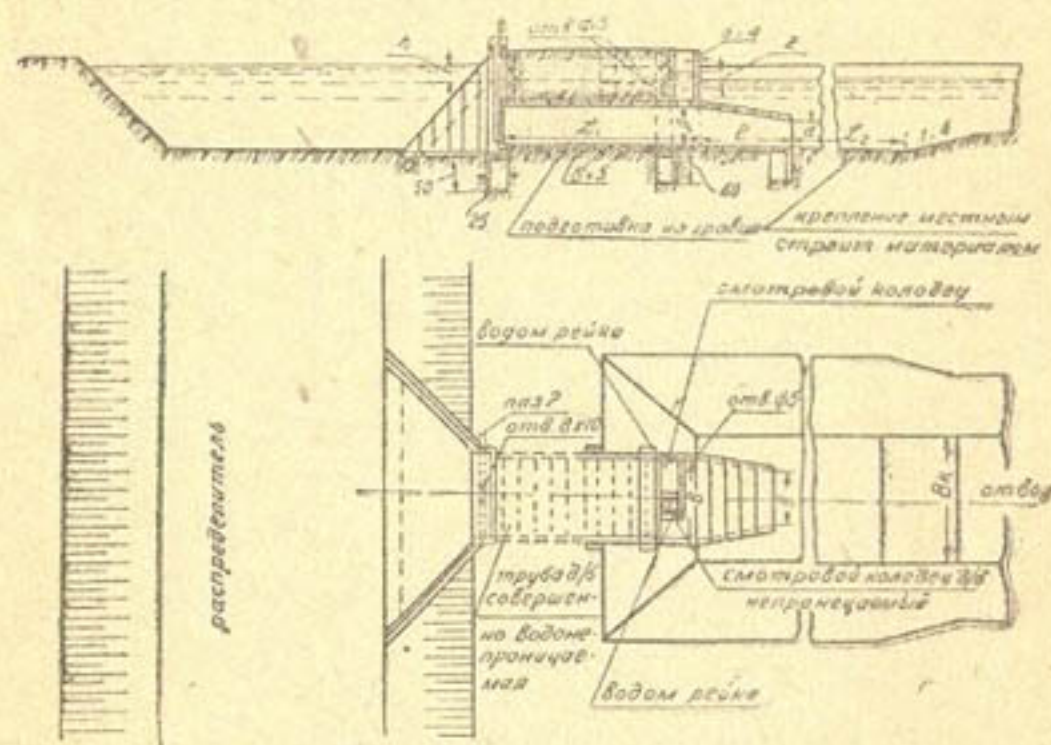


Рис. 6.

Сооружение может быть выполнено деревянным, бетонным и кирпичным.

Соотношения основных размеров сооружения при круглом сечении трубы таковы (рис. 7):

$$D = 1,5d; l = D,$$

где D — диаметр трубы постоянного сечения,
 d — диаметр выходной части конической насадки,
 l — длина конической насадки.

Соотношение размеров частей сооружения прямоугольного сечения (рис. 6):

$$b = 2a; A = 1,5a; B = 1,5b; l = 3a,$$

где A и B — размеры трубы постоянного сечения,
 a и b — размеры выходной части конической насадки,
 l — длина конической насадки.

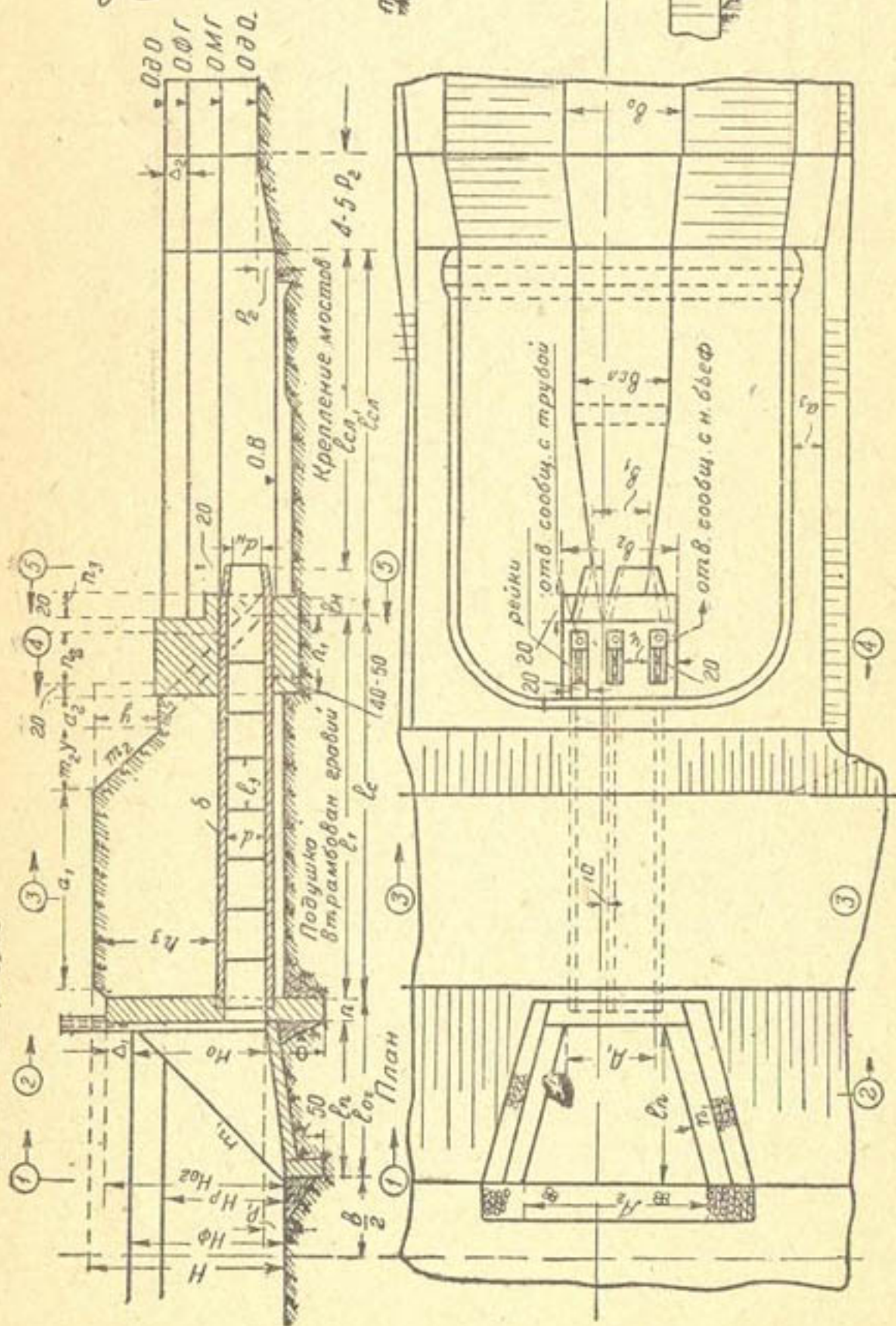
Длина трубы постоянного сечения (L) подбирается по приводимым ниже таблицам 5 и 5а.

Расход, проходящий по сооружению, определяется по ф-ле

$$Q = 4,84 \omega \sqrt{z} \text{ (метровая размерность),}$$

где ω — площадь выходного сечения конической части трубы,
 z — разность между горизонтами воды в наблюдательных колодцах.

Продольный разрез



Поперечные разрезы

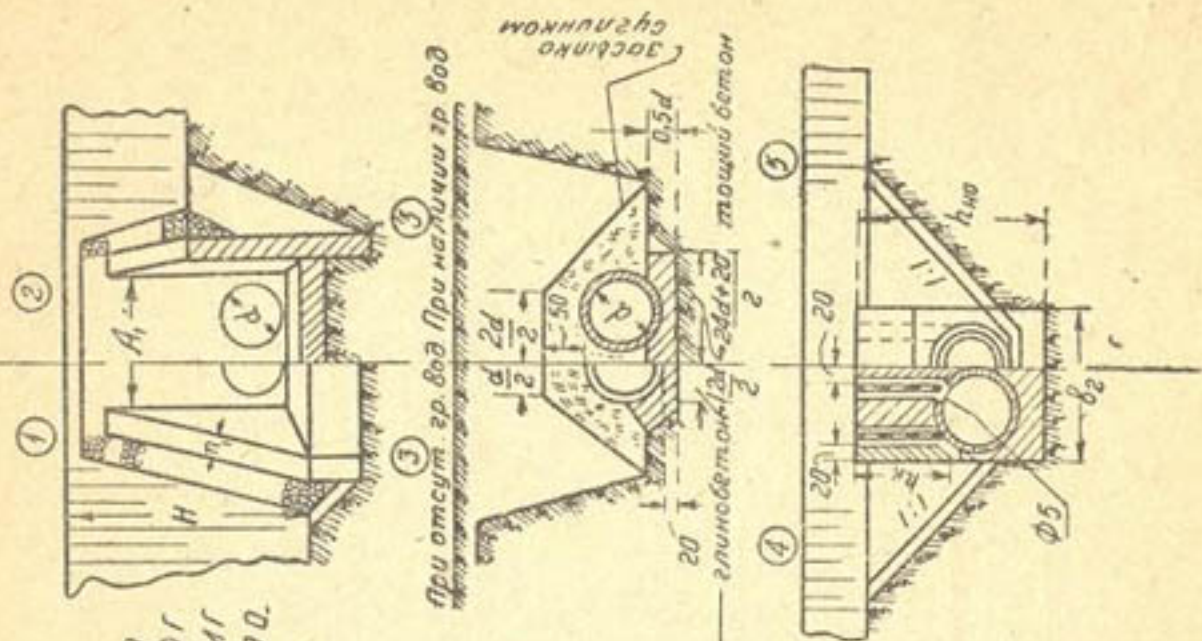


Рис. 7. Бетонный трубчатый водонепроницаемый выпуск.

Отсчеты уровней воды в наблюдательных колодцах производятся по рейкам, укрепляемым на стенках колодцев. Нули водомерных реек находятся на одном уровне.

Как видно из расходной формулы, определение расхода не связано с величиной подщитового открытия. В этом и заключается очень большое преимущество данной конструкции над обычными щитовыми трубчатыми выпусками. Вероятная ошибка в измерении расхода составляет 5%.

Выбор размеров трубчатого выпуска-водомера производится по табл. 5 и 5а, в зависимости от пропускной способности Q и разности горизонтов воды в каналах.

Таблица 5.

Подбор размеров в зависимости от Q и h для водомеров прямоугольного сечения.

№ стандар-та	a	b	A	B	l	Q при h			L ₁	L ₂	Приме-чание
						10	15	20			
1	10	20	15	30	30	24	30	34	100	60	Размеры L приведены как минимальные
2	15	30	22,5	45	45	55	65	75	150	90	
3	20	40	30	60	60	100	120	135	200	120	
4	25	50	37,5	75	75	150	180	210	220	150	h — раз-ность гори-зонтов воды в каналах
5	30	60	45	90	90	230	270	300	350	180	

Таблица 5а.

Подбор размеров в зависимости от Q и h для водомеров круглого сечения.

№ стан-дарта	d _н	d	l	Q при h			l ₁	l _{сл}
				10	15	20		
1	40	60	60	150	185	215	180	120
2	50	75	75	250	290	340	225	150
3	60	90	90	350	420	490	270	180
4	70	105	105	470	570	660	300	200
5	80	120	120	600	750	860	300	240

Для удобства и быстроты определения расходов, проходящих по сооружению, приводится таблица 6 значений их, в зависимости от размеров выходного отверстия и величины разности показаний реек в смотровых колодцах (z).

Таблица 6

Зависимость Q от z для регулируемых водомерных насадок
закрытого типа (сечение круглое).

d см z см	40	50	60	70	80	Примечание
1	60,8	95,0	137,0	186,0	243,0	d — диаметр выходного сечения
2	86,0	134,5	194,0	263,0	343,0	
3	105,0	164,5	237,0	322,0	420,0	
4	121,5	190,0	274,0	372,0	486,0	z — разность показаний реек в смотровых колодцах
5	136,0	212,5	306,0	417,0	543,0	
6	149,0	232,5	325,0	450,0	595,0	
7	160,5	251,0	362,0	492,0	641,0	
8	172,0	268,0	388,0	527,0	688,0	
9	182,0	285,0	410,0	559,0	729,0	
10	192,0	300,0	432,0	589,0	768,0	
11	202,0	315,0	454,0	618,0	807,0	
12	211,0	329,0	474,0	645,0	840,0	
13	219,0	342,0	492,0	670,0	875,0	
14	227,0	355,0	511,0	697,0	910,0	
15	235,0	369,0	531,0	720,0	940,0	
16	243,0	380,0	548,0	745,0	970,0	
17	250,0	392,0	568,0	767,0	1000,0	
18	257,0	402,5	580,0	790,0	1030,0	
19	265,0	413,0	597,0	811,0	1058,0	
20	272,0	424,0	611,0	830,0	1085,0	
21	278,0	435,0	627,0	852,0	1115,0	
22	285,0	445,0	642,0	875,0	1140,0	
23	292,0	456,0	657,0	893,0	1166,0	
24	298,0	465,0	670,0	912,0	1190,0	
25	303,0	475,0	683,0	931,0	1215,0	
26	310,0	482,0	698,0	950,0	1240,0	
27	316,0	494,0	711,0	968,0	1263,0	
28	321,0	502,0	724,0	985,0	1287,0	
29	327,0	511,0	725,0	1000,0	1310,0	
30	333,0	520,0	748,0	1020,0	1332,0	

Таблица 6а.

Зависимость Q от z для регулируемых водомерных насадок
закрытого типа (прямоугольное сечение).

ω Вых. сеч. z см	10×20 см	15×30 см	20×40 см	25×50 см	30×60 см	Примечание
1	9,70	21,8	38,7	60,5	87,0	ω — площадь вых. сечен. z — разность показаний реек в смотровых колодцах
2	13,7	30,8	54,7	85,5	123,0	
3	16,8	37,7	67,0	104,5	150,5	
4	19,4	43,6	77,4	121,0	174,0	
5	21,7	48,7	86,8	136,0	195,0	
6	23,8	53,3	95,0	148,0	213,0	
7	25,6	57,4	102,0	150,0	230,0	
8	27,4	61,7	109,5	171,5	246,0	
9	29,1	65,2	116,0	181,5	261,0	
10	30,6	69,0	122,5	191,0	275,0	
11	32,2	72,1	128,5	201,0	288,0	
12	33,5	75,2	134,0	209,0	301,0	
13	35,0	78,3	139,5	217,0	313,0	
14	36,2	81,3	145,0	226,0	325,0	
15	37,5	84,1	149,5	234,0	337,0	
16	38,8	87,0	155,0	242,0	348,0	
17	40,0	89,7	159,5	249,0	358,0	
18	41,1	92,3	164,0	256,0	369,0	
19	42,2	94,8	168,5	264,0	378,0	
20	43,3	97,2	173,0	270,0	388,0	
21	44,4	100,0	177,5	277,0	398,0	
22	45,5	102,0	181,5	283,0	408,0	
23	46,5	104,5	186,0	292,0	417,0	
24	47,5	106,5	190,0	297,0	427,0	
25	48,4	109,0	193,5	302,0	435,0	
26	49,4	111,0	197,5	306,0	444,0	
27	50,4	113,5	202,0	314,0	453,0	
28	51,3	115,0	205,0	320,0	460,0	
29	52,0	117,0	208,0	325,0	468,0	
30	53,0	119,0	211,0	330,0	478,0	

5. Водомер-автомат с вращающимся щитом¹.

Сооружение предназначено для пропуска в отвод постоянных расходов, независимо от изменения горизонтов воды в главном канале. Величина постоянного расхода может быть изменена путем перемещения оси вращения щита; при этом будет проходить новый расход, также постоянный, не зависящий от изменения уровней в главном канале.

Сооружение рассчитано на пропускную способность до $1 \text{ м}^3/\text{сек.}$ и, следовательно, может быть использовано для

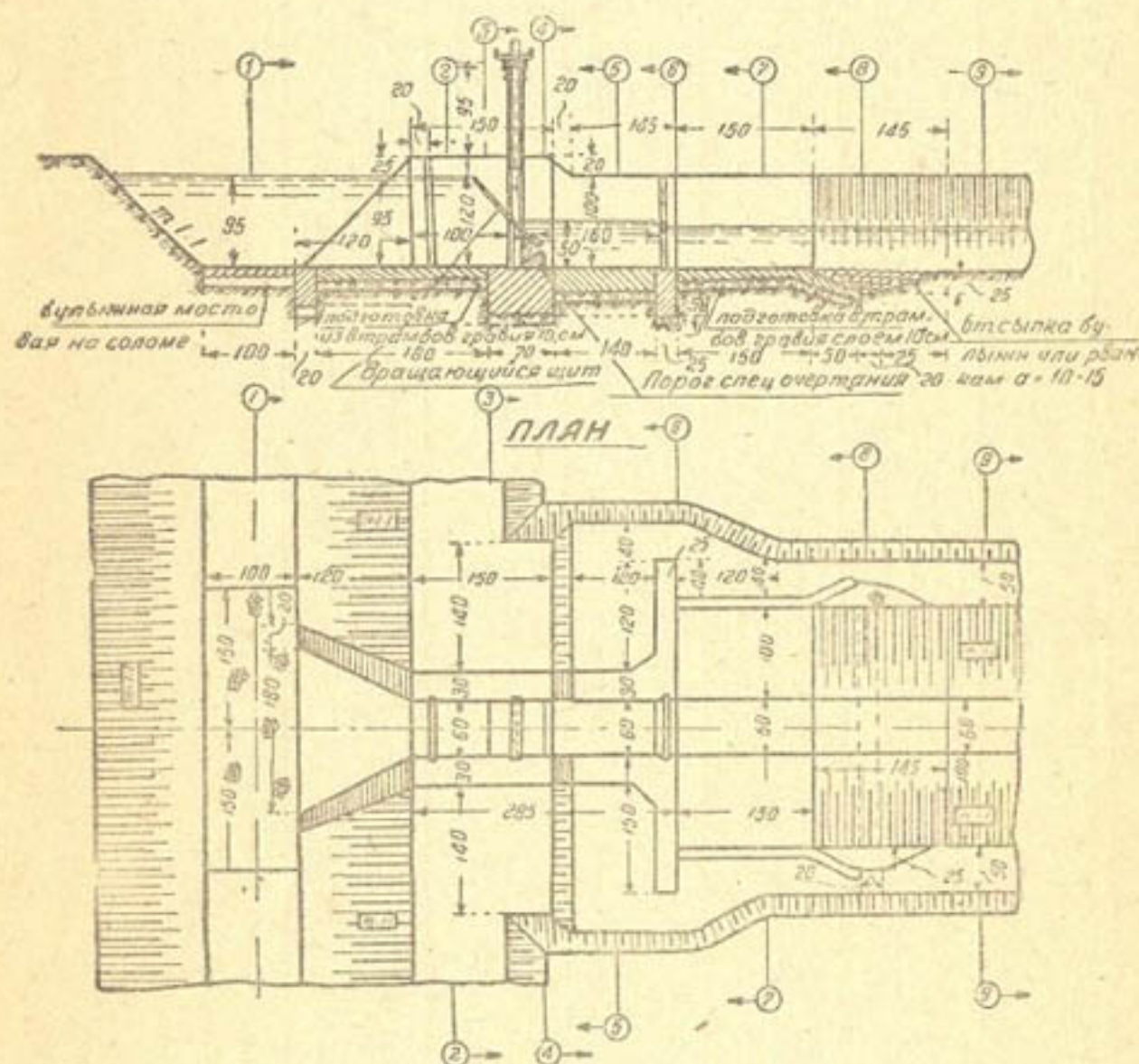


Рис. 8. Разрез по оси водомера.

установки на колхозной и межколхозной сети с назначением соответствующих размеров в зависимости от потребных расходов.

Сооружение состоит из следующих частей (рис. 8 и 9):

1) лотка постоянной ширины с вертикальными стенками;

¹ Конструкция предложена и разработана инженерами А. М. Каграмановым и М. В. Бутыриным.

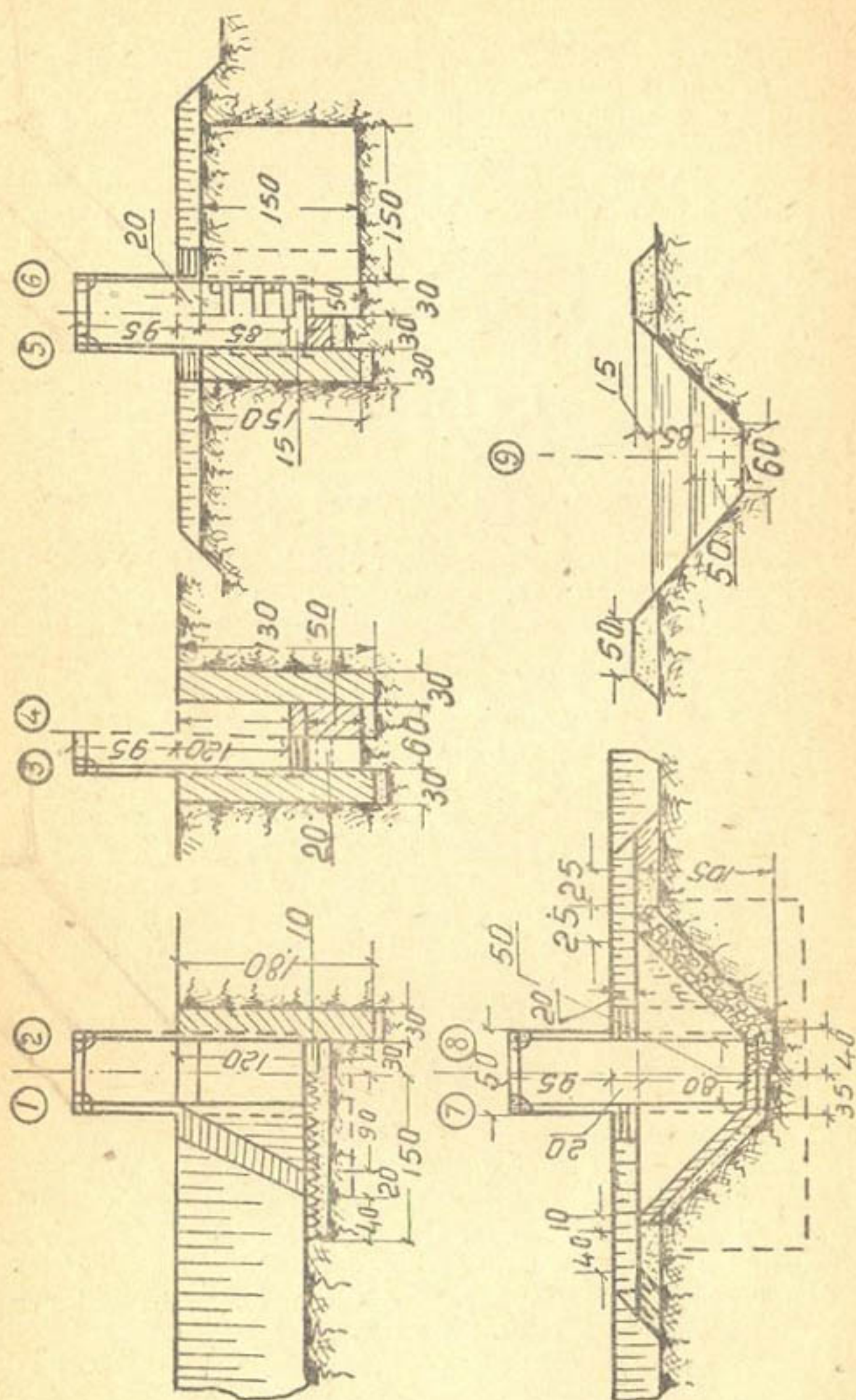


Рис. 9. Поперечные разрезы.

- 2) подвижной вертикальной рамы, движущейся в пазах лотка;
- 3) щита, свободно качающегося на горизонтальной оси (ось укреплена на подвижной вертикальной раме);
- 4) порога специального очертания, располагаемого под щитом;
- 5) шандор, устанавливаемых в конце прямоугольного лотка;
- 6) участка сопряжения сооружения с каналом нижнего бьефа.

Принцип работы сооружения заключается в следующем: горизонтальная ось, на которой свободно качается щит, разделяет его на две части; соотношение длин плеч щита таково:

$$l_{\text{н}} = 1,73 l_{\text{в}},$$

где $l_{\text{в}}$ — верхнее плечо щита,

$l_{\text{н}}$ — нижнее плечо щита.

Нижнее плечо щита всегда погружено в воду как с верхней стороны (напорной), так и с нижней, причем с нижней стороны горизонт воды остается постоянным. Это объясняется тем, что при прохождении через сооружение постоянного расхода горизонт воды в нижнем бьефе остается постоянным и искусственно (при помощи расположенных ниже шандор) доводится до оси вращения щита. Эта установка горизонта в нижнем бьефе производится только один раз при зарядке сооружения на требуемый расход. При изменении горизонтов воды в верхнем бьефе — щит изменяет свое положение (наклон по отношению к горизонтальной плоскости) в силу изменения величин давлений на плечи щита. При возрастании горизонта угол, составляемый щитом с горизонтальной плоскостью, увеличивается и с падением горизонта — уменьшается. В первом случае (при возрастании горизонта) нижняя кромка щита приближается ко дну, и, следовательно, величина открытия щита уменьшается. Во втором случае (при падении горизонта) нижняя кромка щита удаляется от дна, и, следовательно, величина открытия щита увеличивается.

Под щитом располагается порог специального очертания, рассчитанный таким образом, чтобы величина открытия щита при изменении его положения изменялась пропорционально корню квадратному из напора. Этим и создается автоматизм сооружения, в котором изменение элементов сечения подщитового отверстия в комбинации с изменяющимися напорами позволяет получить постоянный расход.

Расход, проходящий по сооружению, определяется по формуле

$$Q = 0,615 \times b \times h_{\text{ш}} \sqrt{2g l_{\text{в}}} \text{ (метровая размерность),}$$

где $h_{\text{ш}}$ — величина открытия щита (отсчитывается по вертикали),
 b — ширина выпуска (пролет),
 $l_{\text{в}}$ — верхнее плечо щита.

Очертание порога, располагаемого под щитом (см. рис. 8), строится в соответствии с следующей таблицей координат, вычисленных для единичной длины $l_{\text{н}}$.

Таблица 7.

Абсциссы	0,00	0,174	0,342	0,500	0,643	0,766	0,819	1,00
Ординаты	0,00	0,015	0,061	0,134	0,234	0,357	0,41	0,360

Изменение положения оси вращения щита производится путем поднятия или опускания вертикальной рамы, к которой прикреплена ось. Для полного закрытия отверстия сооружения щит приводится в вертикальное положение (при помощи специальной тяги) и опускается подъемным механизмом вместе с рамой до дна сооружения.

Зарядка, т. е. установка щита сооружения для пропуска необходимого расхода, производится путем передвижения оси вращения щита на необходимую высоту. При этом горизонт воды за щитом доводится шандорами до уровня оси вращения.

Данная конструкция сооружения, позволяющая иметь выдел постоянного расхода на любое время, дает возможность легко определить и сток воды за это время путем умножения расхода на время работы сооружения при данной установке щита.

При пороге в сооружении, построенном по координатам, приведенным в таблице 7, имеется возможность изменять пропускаемые постоянные расходы в следующих пределах:

$$\frac{Q_{\text{max}}}{Q_{\text{min}}} = 3,$$

где Q_{min} — минимальный расход, на который рассчитывается сооружение. При этом процентное отклонение величины проходящих расходов от средних величин каждого из крайних расходов составляет 6%. Изменение расхода осуществляется передвижением вертикальной рамы, к которой прикреплена ось вращения щита.

Все размеры частей сооружения определяются путем гидравлического расчета.

6. Автоматический счетчик стока системы Д. П. Колодкевича.

Прибор (см. рис. 10) выполняет две функции:

а) показывает проходящий через сечение (створ) секундный расход;

б) автоматически фиксирует прошедший через сечение (створ) сток воды за все время работы прибора.

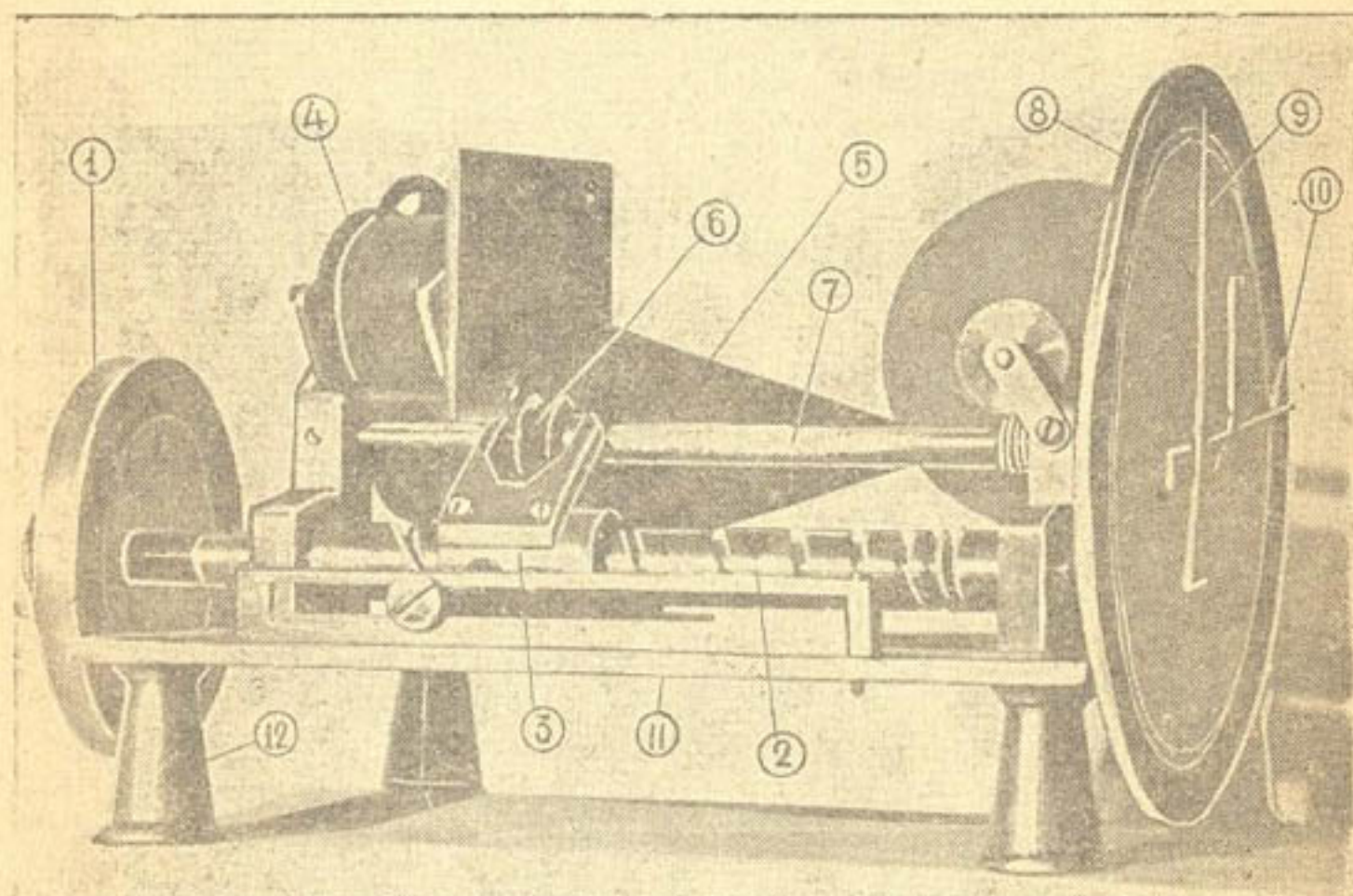


Рис. 10. Автоматический счетчик стока системы Колодкевича. 1—шків, 2—червяк, 3—муфта с вилкой, 4—часовой механизм, 5—конус, 6—ролик, 7—ось стока, 8—циферблат, 9—стрелка расхода, 10—стрелка стока, 11—панель, 12—стойки.

Автоматический счетчик, обладая свойством автоматической регистрации количества воды, проходящей по каналам, используется как для целей общего учета расходуемой воды, так и для оперативного контроля подачи определенных норм воды на поля орошения, на отдельные участки.

Прибор состоит из следующих основных частей:

а) шкива с перекинутым через него троссом, на концах которого находятся поплавки и противовес,

б) циферблата, с нанесенными делениями цифр расхода и стока и двумя стрелками,

в) передаточного механизма, связывающего ось шкива с стрелками циферблата, и

г) часового механизма, приводящего в движение систему передачи и движущего стрелку стока по циферблату.

Изменение расхода потока передается прибору с помощью поплавка. Последний, изменяя свое положение в вертикальном направлении при изменениях горизонта, устанавливает через шкив в соответствующее положение части механизма.

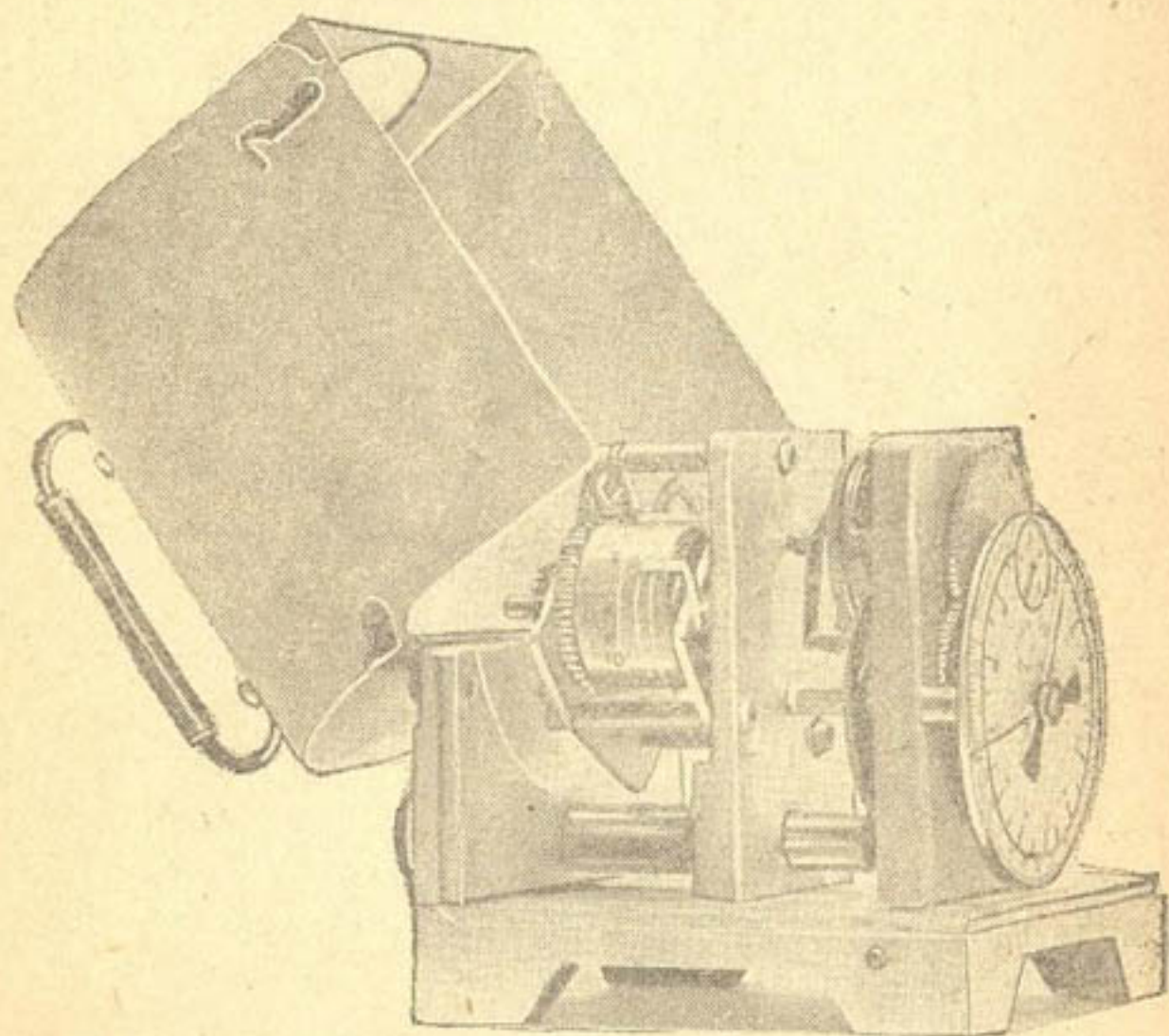


Рис. 11. Автоматический счетчик стока, второй вариант.

На рис. 11 представлен прибор второго варианта, в котором фрикционная передача, имеющаяся в первом варианте, заменена зубчатой передачей.

Счетчик стока устанавливается как на водомерном сооружении, так и на канале любой пропускной способности. Необходимым условием, обязательно предъявляемым к створу, на котором устанавливается счетчик, является следующее: в створе должна быть постоянная закономерная зависимость между глубинами потока и соответствующими расходами, т. е. в створе должны отсутствовать влияние подпоров и деформация русла. Это требование должно обязательно выполняться, так как прибор работает от горизонтов.

При установке прибора в створе естественного русла, данный прибор должен быть специально изготовлен для этого

створа по известной (предварительно определенной) зависимости наполнения канала от расходов.

Для установки приборов на сооружениях стандартных размеров, особенно водомеров, они (приборы) изготавливаются массовым производством.

К таким водомерам относятся все те конструкции, у которых расход определяется от глубин наполнения — например, водослив Чиполетти, лоток Вентури-Паршала при свободном истечении.

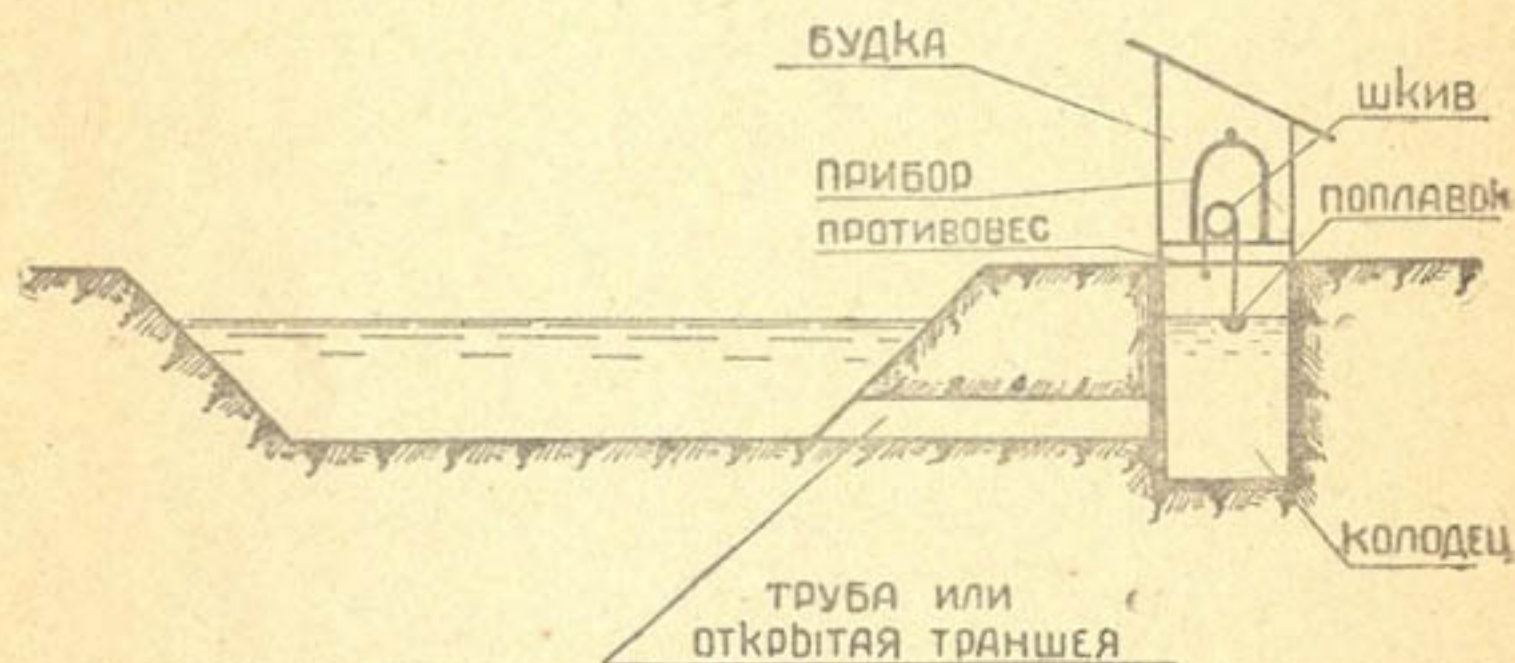


Рис. 12.

Приборы устанавливаются, подобно лимниграфам, в будках над колодцами, соединяющимися с каналом или сооружением, причем горизонт воды в колодце должен соответствовать горизонту воды в канале (см. рис. 12). Цифра проходящего расхода, а также цифра стока, отсчитывается по циферблату.

Часовой механизм, приводящий в движение систему передачи прибора, имеет семисуточный завод, т. е. заводится один раз в течение семи суток. Как при всяком часовом механизме, необходимо периодически проверять правильность хода часового механизма в приборе.

7. Автоматическая передача и прием уровней и расходов воды на расстоянии¹.

Автоматическая передача и прием уровней расходов воды на расстоянии служат для оперативного контроля и учета расходования воды по отдельным точкам выдела, а также и по всей системе в целом.

¹ Предложено и разработано инж. Д. П. Колодкевичем.

Оборудование автоматической передачи показаний состоит из следующих частей (см. рис. 13):

а) автоматического прибора — передатчика, расположенного над горизонтом потока в створе контрольной рейки (русла или сооружения) (рис. 14),

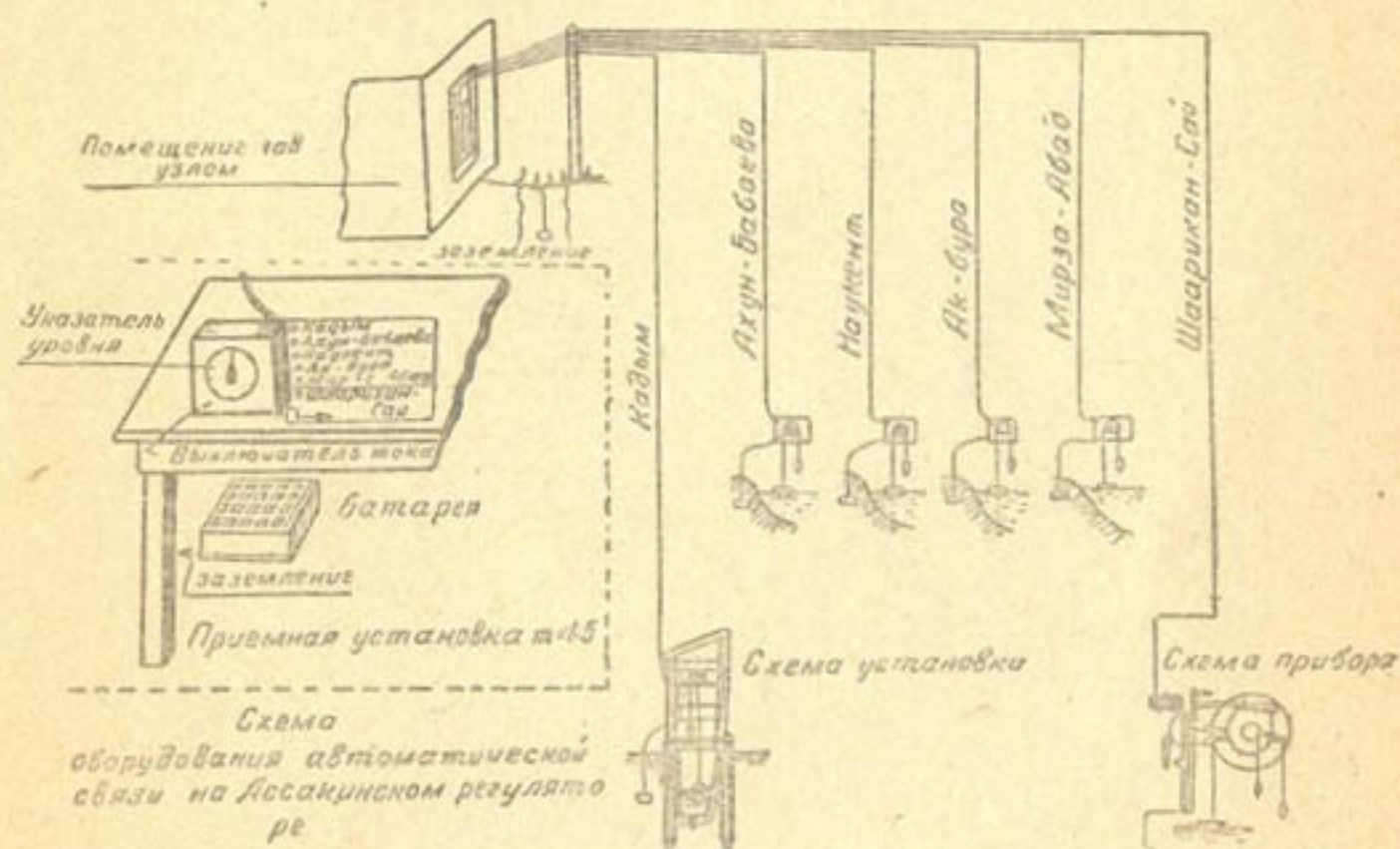


Рис. 13. Схема оборудования автоматической связи на Ассакинском регуляторе.

б) линии связи (провода) автомата прибора с центральной станцией,

в) приемной центральной станции.

Автоматический передатчик, располагаемый над горизонтом воды и связывающийся с ним при помощи троса и поплавка, оборудован зубчатой и электросиловой передачей. Последняя позволяет, в зависимости от изменения горизонта воды, получать количество импульсов, создаваемых системой механической передачи прибора. Если изменение уровня в сантиметрах (над постоянным горизонтом — „0“ поста) вызывает количество импульсов, равное числу сантиметров, то очевидно число импульсов, принятое центральной станцией, будет соответствовать числу сантиметров уровня. Центральная станция, оборудованная электроприборами, служит для принятия сведений о горизонтах воды на постах, которые численно будут выражать собой количество импульсов, зафиксированных счетчиком.

Каждый пост может соединяться с центральной станцией двумя путями:

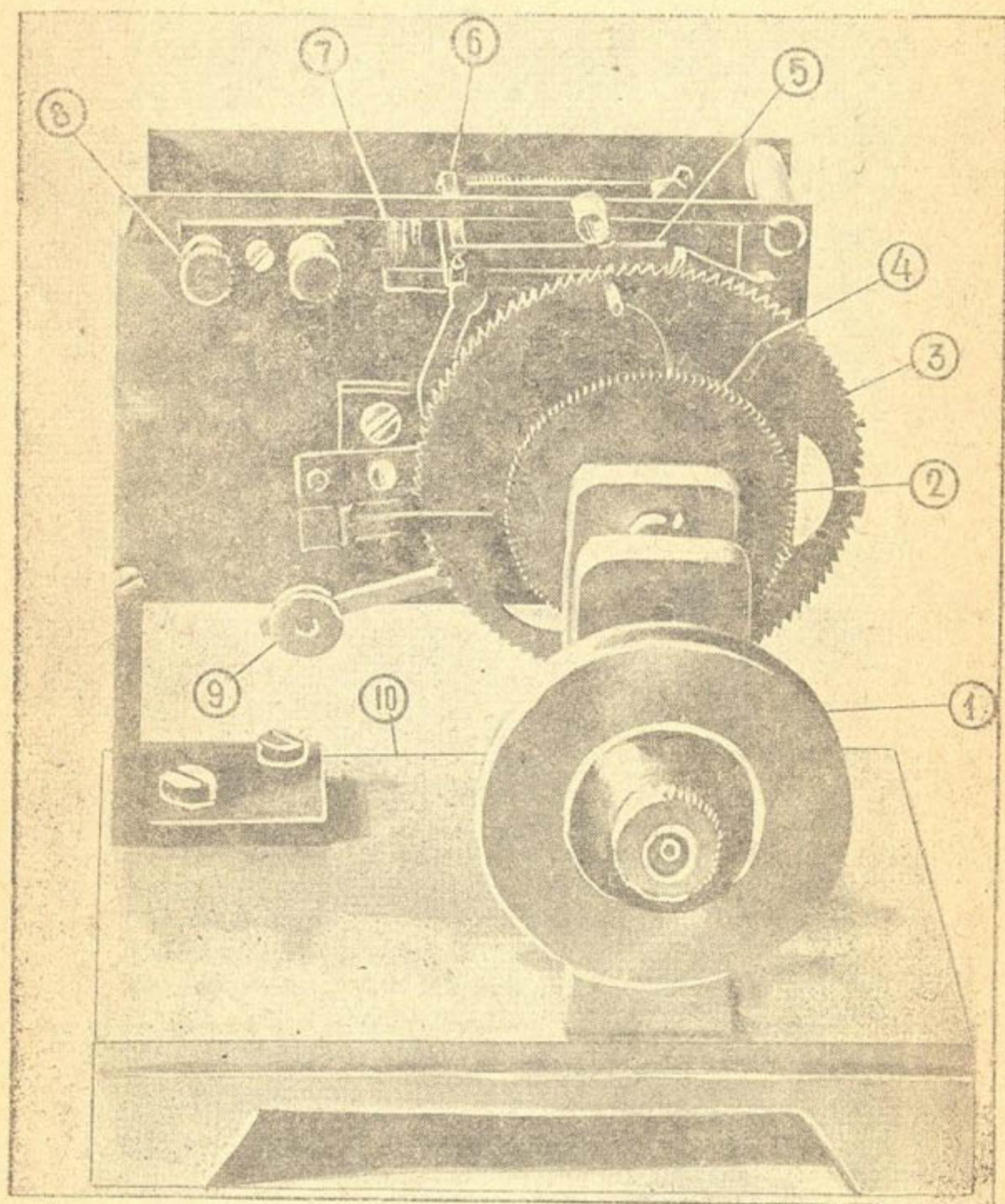


Рис. 14. Автоматический прибор-передатчик. 1—шкив, 2—шестерня, 3—храповик, 4—лапка шестерни, 5—храповой рычаг, 6—якорь электромагнита, 7—катушка электромагнита, 8—клеммы, 9—регулятор импульсов, 10—станина.

а) схема многопроводная — от каждого поста центральной станции идет самостоятельный провод (второй — земля),
б) схема двухпроводная — все посты или группа постов присоединяются к одному проводу (второй — земля) центральной станции.

С центральной станции имеется возможность в любое время автоматически „вызвать“ любой пост и определить или проверить у него положение горизонта воды.

Приборами для передачи горизонтов и расходов оборудуются в первую очередь точки, наиболее важные при водораспределении (головной водозабор, крупные узлы, контрольные пункты учета и т. д.).

Применение дальнепередатчиков не только увеличивает быстроту работы при водораспределении, но и позволяет значительно удешевить ее организацию, так как эксплуатационный штат при этом может быть сокращен.

На рис. 13 представлена схема оборудования автоматической связи на Ассакинском регуляторе реки Шаарихан (по многопроводной схеме).

8. Дополнительные указания.

Выполнение водомерных сооружений и установка их на место требуют большого внимания и тщательности работ, так как от правильной установки сооружений, правильности углов и строгого соблюдения размеров зависят водомерные свойства сооружений. Особое внимание также должно быть уделено постановке на место водомерных реек, неизменности вертикального их расположения на одной отметке. Наклонное положение реек, отсутствие увязки нулей их сейчас же сказываются на точности в определении расходов.

В период эксплуатации сооружений необходимо следить за целостностью отдельных частей сооружений и немедленно заменять деформирующиеся и разрушенные части. Подъемные, щитовые устройства также должны быть в исправном состоянии. Необходимо систематически (при каждом посещении сооружения) проверять и прочищать отверстия и трубки, при помощи которых смотровые колодцы сообщаются с сооружениями. Трубки могут оказаться забитыми мусором или заиленными, что повлечет за собой неправильность показаний реек. В случае заиления самих колодцев — последние должны быть прочищены.

Проверка правильности установки водомерных реек должна проводиться обязательно путем нивелировки.

Необходимо проводить наблюдения за работой автомати-

ческой аппаратуры, вести прочистку и смазку частей механизмов согласно указаниям специальных инструкций.

Материалами, подробно знакомящими со всеми приведенными в данной работе водомерными устройствами, служат следующие:

1. Инструкция по устройству и эксплуатации колхозных водомерных насадок для учета расхода воды. Автор — инж. М. В. Бутырин. Изд. САНИИРИ. 1938.

2. Инструкция по установке и обслуживанию водовыпуска-водомера. Автор — инж. Н. С. Шикин.

3. Инструкция: I. Открытый водовыпуск с водомерной насадкой. II. Трубчатый водомерный выпуск. Автор — инж. М. В. Бутырин. Вып. 50.

4. Водомер-автомат с вращающимся щитом. Автор — инж. А. М. Каграманов. Труды САНИИРИ, вып. 56.

5. Прибор для определения суммарного стока воды. Автор — инж. Д. П. Колодкевич. Труды САНИИРИ, вып. 59.

6. Автоматическая передача и прием уровней и расходов воды на расстоянии. Автор — инж. Д. П. Колодкевич. Труды САНИИРИ, вып. 59.

Оглавление

	Стр.
Введение	3
1. Колхозные водомерные насадки	5
2. Открытый водовыпуск с водомерной насадкой	12
3. Водовыпуск-водомер	13
4. Трубчатый водомерный выпуск	18
5. Водомер-автомат с вращающимся щитом	24
6. Автоматический счетчик стока системы Д. П. Колодковича	28
7. Автоматическая передача и прием уровней и расходов воды на расстоянии	30
8. Дополнительные указания	33
