

## Выбор места гидропоста и типа водомерного устройства в зависимости от рельефа местности, гидравлического режима потока в канале

В зависимости от рельефа местности, расхода воды и прочих условий рекомендуются следующие водомерные устройства, допущенные в эксплуатацию регламентирующими документами и правилами:

- водосливы Томсона и Чиполетти (ВТ, ВЧ);
- водомерный лоток САНИИРИ (ВЛС);
- градуированный параболический лоток (ГПЛ);
- фиксированные русла симметричного профиля (ФР).

Рекомендации по выбору типа расходомера для внутрихозяйственной оросительной сети приведены в таблице 1.

Таблица 1

Уклоны и режим потока	Характеристика состава воды	Максимальный расход Q, м <sup>3</sup> /с	
		до 0,5	0,5 – 1,0
Уклоны большие и средние, режим потока – установившийся (v ≥ 1,0 – 2,0 м/с)	Содержание взвешенных наносов до 1 кг/м <sup>3</sup>	ВТ ВЧ ВЛС ФР	ВЛС ГПЛ ФР
	Содержание наносов более 1 кг/м <sup>3</sup> , наличие плавника и мусора	ВЛС ГПЛ ФР	ВЛС ГПЛ ФР
Уклоны малые, режим потока - установившийся (v ≤ 1,0 м/с)	Содержание взвешенных наносов до 1 кг/м <sup>3</sup>	ВЛС ГПЛ ФР	ВЛС ГПЛ ФР
	Содержание взвешенных наносов до 1 кг/м <sup>3</sup>	ВЛС ГПЛ ФР	ВЛС ГПЛ ФР

## Стандартные водомерные устройства, рекомендуемые для учета воды на каналах АВП

### Водослив Томсона (ВТ)



Рис.1. Треугольный водослив Томсона

Водослив ВТ - 50 предназначен для измерения расходов воды до 50 л/с. Водослив ВТ изготавливается как переносной, так и стационарной конструкции. Конструкция состоит из водослива, изготовленного из листовой стали толщиной 3 мм, уголка жесткости и уровневой рейки, укрепленной на стенке водослива наклонно ( $45^\circ$ ) или вертикально ( $90^\circ$ ). Наибольшее распространение получили водосливы с откосами 1:1 (рис.1).

### Водослив Чиполетти (ВЧ)



Рис.2. Трапецидальный водослив Чиполетти

Водослив Чиполетти ВЧ – 50 предназначен для оросителей с диапазоном измерения расхода от 5 до 80 л/с; ВЧ – 75 для оросителей с диапазоном измерения расхода от 15 до 230 л/с (рис.2)

Водослив ВЧ – 50 относится к трапецидальным водосливам с тонкой стенкой и боковыми откосами 1:4. Он изготавливается из листовой стали толщиной 3 – 4 мм, уголков для обеспечения жесткости конструкции, и имеет уровневую рейку (рис. 3).

Ширина гребня водослива ( $b = 50$  см) выполняется с допуском  $\pm 2 - 3$  мм, остальные размеры – с допуском  $\pm 5 - 10$  мм. Кромка водосливного отверстия должна быть ровной, чистой, без зазубрин и выступов.



Рис.3. Водослив Чиполетти (вид с верхнего бьефа):

1 - водослив ВЧ-50; 2 – ребро жесткости; 3 - успокоительная ниша с уровневой рейкой.

Уровневая рейка должна быть изготовлена из стали с покрытием водостойкой краской. Деления и числа не должны стираться, а нули реек должны совпадать с отметкой гребня водослива. Всю металлоконструкцию окрашивают в три слоя противокоррозийной краской.

Водослив ВЧ – 75 изготавливают из листовой стали толщиной 4 мм и боковыми откосами 1:4. Водосливное отверстие должно быть ровным, без зазубрин и выступов. Основной размер гребня  $b = 75$  см, выполняется с допуском  $\pm 5$  мм, остальные размеры с допуском  $\pm 10$  мм. Уровневая рейка должна

изготавливаться из стали с антикоррозийным покрытием. Ноль рейки должен совпадать с гребнем водослива (рис.3).

**Кромка порога водослива ВТ, ВЧ должна быть острой с фаской 45°, обращенной навстречу потока.**

Требования для установки водосливов ВТ, ВЧ.

- участок канала для установки водослива должен быть прямолинейным, с симметричным поперечным сечением длиной не менее (5 – 10) В;
- водослив следует устанавливать на середине выбранного участка в предварительно вырытой траншее или врезать в дно и в откосы канала (для переносных ВТ – 50, ВЧ – 50);
- порог (гребень) водослива должен быть строго горизонтальным, а вертикальная стенка и ось водослива должна совпадать с осью канала;
- высота порога водослива Р должна быть больше максимальной глубины  $h_{\max}$  в канале за водосливом.

*Эксплуатация водосливов (ВТ, ВЧ)*

Для нормального допустимо точного ( $\sigma \pm 5\%$ ) учета воды необходимо соблюдать следующие правила:

- систематически проверять горизонтальность порога в вертикальность стенки, следить, чтобы нули реек совпадали с уровнем порога;
- очищать, в случае заиливания, подводящий участок канала (порог Р должен быть выше дна канала в верхнем бьефе); не допустимо затопление гребня водослива со стороны нижнего бьефа;
- производить не реже 1 раза в год ремонт водомерного устройства (очистка от наносов, исправление дефектов, окраска, установка реек и т.д.).

**Водомерный лоток САНИИРИ (ВЛС)**



Рис.4. Водомерный лоток САНИИРИ (ВЛС)

Водомерный лоток САНИИРИ – ВЛС представляет собой короткий лоток со сходящимися к нижнему бьефу вертикальными стенками и горизонтальным дном. Сопряжение лотка с каналом в верхнем и нижнем бьефах осуществляется откылками; при этом в водобойной части устраивается колодец. Превышение порога Р над дном канала необязательно. Уровнемерная рейка прикрепляется к передней стенке лотка, ноль рейки должен совпадать с отметкой дна лотка (рис. 4,5,6).

Размеры лотов и их пропускная способность в зависимости от принятой выходной ширины лотка приведены в таблице 3.



Рис. 5. Водомерный лоток САНИИРИ, подводящая часть  
1 – входные открылки,  
2 - гидротехническая рейка

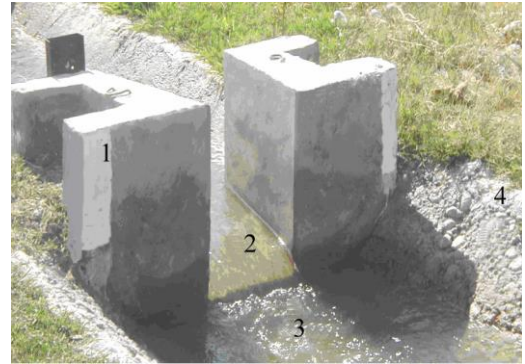


Рис. 6. Водомерный лоток САНИИРИ, отводящая часть  
1 – выходные открылки, 2 – дно лотка, 3 – водобойный колодец, 4 – крепление откосов отводящей части канала

Таблица 3

Размеры лотка	Ширина выходной части лотка $b_l$ (м)							
	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0
Ширина входной части лотка $B_l = 1.76b_l$ , м	0,34	0,51	0,68	0,85	1,02	1,19	1,36	1,76
Длина лотка $l = 2b_l$ , м	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	2,0
Высота вертикальных стенок лотка $H_l = (1,5 - 2)b_l$ , м	0,4	0,65	0,7	0,8	0,9	1,0	1,2	1,5
Высота порога $P \geq 0.5H_{max}$ ( $H_{max} \leq 0.8H_l$ ), м	0,16	0,26	0,28	0,32	0,40	0,40	0,40	0,50
Расход воды $Q$ , м <sup>3</sup> /с	0,051	0,157	0,286	0,555	0,916	1,064	1,217	2,14
Глубина воды $H_{max}$ , м	0,25	0,40	0,50	0,65	0,80	0,80	0,80	1,0

#### *Требования по изготовлению и эксплуатации лотка САНИИРИ*

- конструкция лотка и способ его установки не должны препятствовать периодическому осмотру;
- расходомерные лотки в каналах < 60 см рекомендуется устраивать, используя конструкции заводского изготовления, которые монтируются в канале после или в процессе его сооружения;
- смещение плоскости лотка или его отверстия относительно осевой плоскости подводящего канала не должна превышать 5 мм при ширине подводящего канала  $B_k < 50$  см, 10 мм при  $B_k = 50 - 150$  см и, наконец, 15 мм при  $B_k > 150$  см;
- отклонение боковых стенок горловины лотка от вертикали не должно превышать 2 мм на 1 м высоты стенки;
- дно горловины или входного раструба лотка должно быть строго горизонтально. Отклонение допускается не более 1 мм на 1 м длины (или ширины) горловины.

#### *Градуированный параболический лоток (ГПЛ)*

Градуированный параболический лоток предназначен для учета воды на внутрихозяйственных каналах из стандартных параболических лотков ЛР - 40, 60, 80, 100.

Градуированный параболический лоток ГПЛ – это гидропост с гидрометрическим мостиком, оборудованный на середине одной секции лотка и проградуированный для систематического учета воды (рис.7).



Рис. 7. Градуированный параболический лоток:  
 а) с успокоительным колодцем и уровнемерной рейкой;  
 б) с расходомерной шкалой на откосе лотка

Для получения кривой и расчета таблицы зависимости расхода от глубины воды  $Q = f(H)$  проводят 4 – 5 измерений расхода при помощи гидрометрической вертушки в диапазоне от  $Q_{min}$  до  $Q_{max}$ .

Для градуировки лотка рекомендуется применять одноточечный способ, разработанный в САНИИРИ.

По результатам градуировки строится графическая зависимость  $Q = f(H)$ , по которой в дальнейшем по значениям уровня  $H$  определяется расход воды  $Q$ .

#### *Эксплуатация градуированного параболического лотка*

В период эксплуатации необходимо:

Очищать лотки от наносов и растительности;

Сохранять фиксированное положение створа и мостика;

Систематически производить поверку расходной характеристики  $Q = f(H)$ .

#### **Фиксированное русло (ФР)**

Фиксированное русло (ФР) предназначено для измерения расходов воды в каналах с земляным руслом с подпорно переменным режимом потока, где поперечное сечение постоянно меняется вследствие заиления или размыва откосов. Гидрометрический створ разбивается на середине прямолинейного участка канала. Подводящий участок до створа должен быть не менее  $5 \cdot B$ . На середине



Рис.8. Фиксированное русло

выбранного участка канала производится облицовка ложа и откосов монолитным бетоном или железобетонными плитами. Ширина фиксированного участка канала должна быть достаточной для обеспечения равномерного течения воды в створе гидрометрического поста. Форма поперечного сечения «ФР» может быть трапециевидальной, параболической, треугольной или прямоугольной (рис.8). Гидрометрический створ ФР должен оборудоваться уровнемерной рейкой и гидрометрическим мостиком. Градуировку ФР производят путем

измерения расходов воды в диапазоне от  $Q_{min}$  до  $Q_{max}$ . Количество измерений расходов воды должно быть не менее 5 – 6 раз для построения расходной кривой  $Q = f(H)$ , аналогично как при градуировке параболических лотков (рис.9).

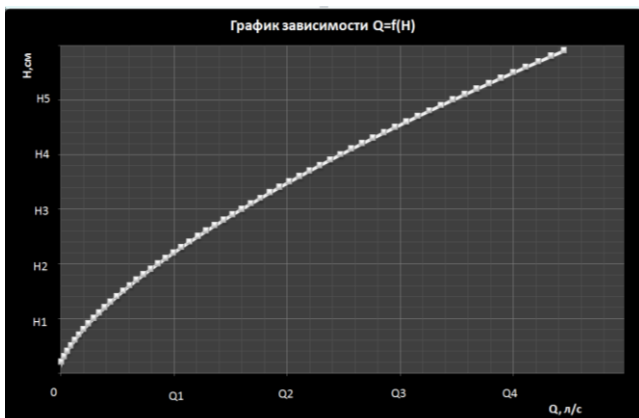


Рис.9. Расходная кривая  $Q=f(H)$

*Требования по оборудованию гидропостов типа «фиксированное русло»*

Гидрометрический створ для ФР должен оборудоваться на прямолинейном участке канала с равномерным режимом потока воды;

На прямолинейном участке ФР не должно быть каких-либо препятствий (опоры моста, близость поворота), влияющих на режим потока воды;

Уровнемерная рейка должна быть установлена в специальном колодце или нише; ноль рейки должен совпадать с отметкой дна канала в створе гидрометрического поста;

Гидрометрический створ ФР должен быть всегда чистым, свободным от наносов и мусора;

При подпорно переменных режимах потока ФР необходимо производить контрольные замеры расходов воды для корректировки расходной характеристики  $Q = f(H)$ ;

Градуировка гидропоста производится с целью построения градуировочной зависимости и составления по ней расходной таблицы, определения диапазона измерения расхода и погрешности измерения расхода гидропоста на этом диапазоне.

Список использованной литературы:

1.Пособие по выбору типа водомерного устройства, требования по их строительству и эксплуатации. Ташкент, 2015 год.

## Приложения

Таблицы для определения расхода воды через водосливы Томсона, Чиполетти и лоток САНИИРИ

Расход воды через треугольный водослив Томсона				Расход воды через трапециевидальный водослив Чиполетти					
напор на пороге водослива Н, см	расход Q, л/с	напор на пороге водослива Н, см	расход Q, л/с	напор на пороге водослива Н, см	ширина порога водослива b, м		напор на пороге водослива Н, см	ширина порога водослива b, м	
					0,50	0,75		0,50	0,75
				расход, л/с					
3,0		16,5	15,5	3,0	4,8		16,5	62,3	93,5
3,5		17,0	16,7	3,5	6,1		17,0	65,2	97,8
4,0		17,5	17,9	4,0	7,4		17,5	68,1	102,1
4,5		18,0	19,2	4,5	8,9		18,0	71,0	106,5
5,0	0,8	18,5	20,6	5,0	10,4	15,6	18,5	74,0	111,0
5,5	1,0	19,0	22,0	5,5	12,0	18,0	19,0	77,0	115,5
6,0	1,2	19,5	23,5	6,0	13,7	20,5	19,5	80,1	120,1
6,5	1,5	20,0	25,0	6,5	15,4	23,1	20,0		124,8
7,0	1,8	20,5	26,6	7,0	17,2	25,8	20,5		129,5
7,5	2,2	21,0	28,3	7,5	19,1	28,7	21,0		134,2
8,0	2,5	21,5	30,0	8,0	21,0	31,6	21,5		139,1
8,5	2,9	22,0	31,8	8,5	23,0	34,6	22,0		143,9
9,0	3,4	22,5	33,6	9,0	25,1	37,7	22,5		148,9
9,5	3,9	23,0	35,5	9,5	27,2	40,8	23,0		153,9
10,0	4,4	23,5	37,5	10,0	29,4	44,1	23,5		158,9
10,5	5,0	24,0	39,5	10,5	31,6	47,5	24,0		164,0
11,0	5,6	24,5	41,6	11,0	33,9	50,9	24,5		169,2
11,5	6,3	25,0	43,8	11,5	36,3	54,4	25,0		174,4
12,0	7,0			12,0	38,7	58,0	25,5		179,6
12,5	7,7			12,5	41,1	61,7	26,0		184,9
13,0	8,5			13,0	43,6	65,4	26,5		190,3
13,5	9,4			13,5	46,1	69,2	27,0		195,7
14,0	10,3			14,0	48,7	73,1	27,5		201,2
14,5	11,2			14,5	51,3	77,0	28,0		206,7
15,0	12,2			15,0	54,0	81,0	28,5		212,2
15,5	13,2			15,5	56,8	85,1	29,0		217,9
16,0	14,3			16,0	59,5	89,3	29,5		223,5

Расход воды через лотки САНИИРИ, л/с

глубина воды Н, см	выходная ширина лотка <i>в</i> , см							глубина воды Н, см	выходная ширина лотка <i>в</i> , см						
	20	30	40	50	60	70	80		20	30	40	50	60	70	80
1	0,3	0,5	0,7					41			214,9	268,7	322,4	376,1	429,9
2	1,0	1,5	2,0					42			223,1	278,9	334,7	390,4	446,2
3	1,9	2,8	3,7					43			231,4	289,2	347,1	404,9	462,8
4	2,9	4,4	5,8					44			239,8	299,7	359,7	419,6	479,6
5	4,1	6,2	8,2	10,3	12,4	14,4	16,5	45			248,3	310,4	372,4	434,5	496,6
6	5,5	8,2	10,9	13,7	16,4	19,1	21,9	46			256,9	321,1	385,3	449,6	513,8
7	6,9	10,4	13,9	17,3	20,8	24,3	27,8	47			265,6	332,0	398,4	464,8	531,2
8	8,5	12,8	17,1	21,3	25,6	29,9	34,1	48			274,4	343,0	411,6	480,2	548,8
9	10,2	15,4	20,5	25,6	30,7	35,9	41,0	49			283,3	354,2	425,0	495,8	566,6
10	12,1	18,1	24,1	30,2	36,2	42,2	48,3	50			292,3	365,4	438,5	511,6	584,7
11	14,0	21,0	28,0	35,0	41,9	48,9	55,9	51				376,8	452,2	527,5	602,9
12	16,0	24,0	32,0	40,0	48,0	56,0	64,0	52				388,3	466,0	543,6	621,3
13	18,1	27,2	36,2	45,3	54,3	63,4	72,5	53				400,0	479,9	559,9	639,9
14	20,3	30,5	40,6	50,8	61,0	71,1	81,3	54				411,7	494,1	576,4	658,7
15	22,6	33,9	45,2	56,5	67,8	79,2	90,5	55				423,6	508,3	593,0	677,7
16	25,0	37,5	50,0	62,5	75,0	87,5	100,0	56				435,6	522,7	609,8	696,9
17	27,5	41,2	54,9	68,6	82,4	96,1	109,8	57				447,7	537,2	626,8	716,3
18	30,0	45,0	60,0	75,0	90,0	105,0	120,0	58				459,9	551,9	643,9	735,9
19	32,6	48,9	65,2	81,6	97,9	114,2	130,5	59				472,3	566,7	661,2	755,7
20	35,3	53,0	70,6	88,3	106,0	123,6	141,3	60				484,8	581,7	678,7	775,6
21	38,1	57,1	76,2	95,2	114,3	133,3	152,4	61				497,3	596,8	696,3	795,7
22	40,9	61,4	81,9	102,4	122,8	143,3	163,8	62				510,0	612,0	714,0	816,0
23	43,9	65,8	87,7	109,7	131,6	153,5	175,5	63				522,8	627,4	732,0	836,5
24	46,9	70,3	93,7	117,1	140,6	164,0	187,4	64				535,8	642,9	750,1	857,2
25	49,9	74,9	99,8	124,8	149,8	174,7	199,7	65				548,8	658,5	768,3	878,1
26		79,6	106,1	132,6	159,1	185,7	212,2	66					674,3	786,7	899,1
27		84,4	112,5	140,6	168,7	196,8	225,0	67					690,2	805,2	920,3
28		89,3	119,0	148,8	178,5	208,3	238,0	68					706,2	823,9	941,7
29		94,2	125,7	157,1	188,5	219,9	251,3	69					722,4	842,8	963,2
30		99,3	132,4	165,5	198,7	231,8	264,9	70					738,7	861,8	984,9
31		104,5	139,3	174,2	209,0	243,8	278,7	71					755,1	881,0	1006,8
32		109,8	146,4	183,0	219,6	256,1	292,7	72					771,7	900,3	1028,9
33		115,1	153,5	191,9	230,3	268,7	307,0	73					788,3	919,7	1051,1
34		120,6	160,8	201,0	241,2	281,4	321,6	74					805,1	939,3	1073,5
35		126,1	168,2	210,2	252,3	294,3	336,4	75					822,1	959,1	1096,1
36		131,8	175,7	219,6	263,5	307,5	351,4	76					839,1	979,0	1118,8
37		137,5	183,3	229,1	275,0	320,8	366,6	77					856,3	999,0	1141,7
38		143,3	191,0	238,8	286,6	334,3	382,1	78					873,6	1019,2	1164,8
39		149,2	198,9	248,6	298,3	348,1	397,8	79					891,0	1039,5	1188,0
40		155,1	206,9	258,6	310,3	362,0	413,7	80					908,6	1060,0	1211,4