

УДК 532.525:631.347

UDC 532.525:631.347

**РАСЧЕТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ НАСАДОК
ЛОКАЛЬНОЙ МЕЛКОСТРУЙНОЙ
НИЗКОНАПОРНОЙ ОРОСИТЕЛЬНОЙ СЕТИ
ДЛЯ УСЛОВИЙ ЗАКРЫТОГО ГРУНТА**

**DESIGNED PARAMETERS FOR NOZZLES OF
LOCAL SMALL-JET LOW-PRESSURE
IRRIGATION NETWORK FOR THE
CONDITIONS OF PROTECTED GROUND**

Павлюкова Елена Дмитриевна
соискатель, ассистент

Pavlyukova Elena Dmitrievna
competitor for degree, assistant

Дегтярева Карина Александровна
аспирант

Degtyareva Karina Aleksandrovna
postgraduate student

Уржумова Юлия Сергеевна
к.т.н., доцент
ФГБОУ ВПО «Новочеркасская государственная
мелиоративная академия», Россия

Urzhumova Yuliya Sergeevna
Cand.Tech.Sci., associate professor
FSBEI HPI «Novocherkassk State Land Reclamation
Academy», Russia

В статье приведен гидравлический расчет водовыпусков, установленных на поливных трубопроводах низконапорной мелкоструйной оросительной сети при выращивании цветов герберы в условиях закрытого грунта. Выведены зависимости для определения коэффициентов гидравлического сопротивления и коэффициентов расхода различных насадок

Hydraulic design of water outlets installed (mounted) on water application pipelines of low-pressure small-jet irrigation network when growing gerbera flowers under the conditions of protected ground is given in the paper. Relationships for estimating coefficients of hydraulic resistance and discharge coefficients for different nozzles are deduced

Ключевые слова: ВОДОВЫПУСК, ПОТЕРИ НАПОРА, КОЭФФИЦИЕНТ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ, КОЭФФИЦИЕНТ РАСХОДА ВОДОВЫПУСКА

Keywords: WATER OUTLET, HEAD LOSSES, COEFFICIENTS OF HYDRAULIC RESISTANCE, DISCHARGE COEFFICIENTS FOR DIFFERENT NOZZLES

Для расчета параметров на локальной низконапорной мелкоструйной системы в закрытом грунте принимаются насадки (Рисунок 1) установленные на поливных трубопроводах в сети (Рисунок 2) для выращивания цветов герберы в теплицах Новочеркасской ГРЭС Ростовской области на площади 1,0 га.

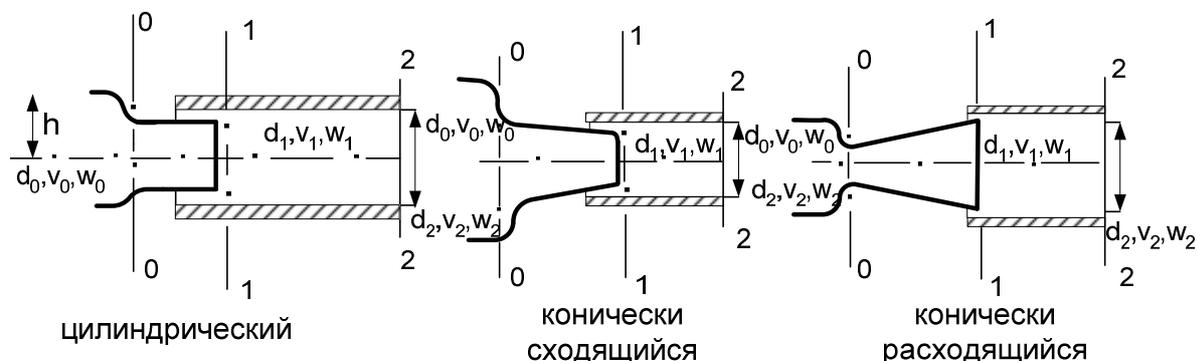


Рисунок 1 — Варианты насадок

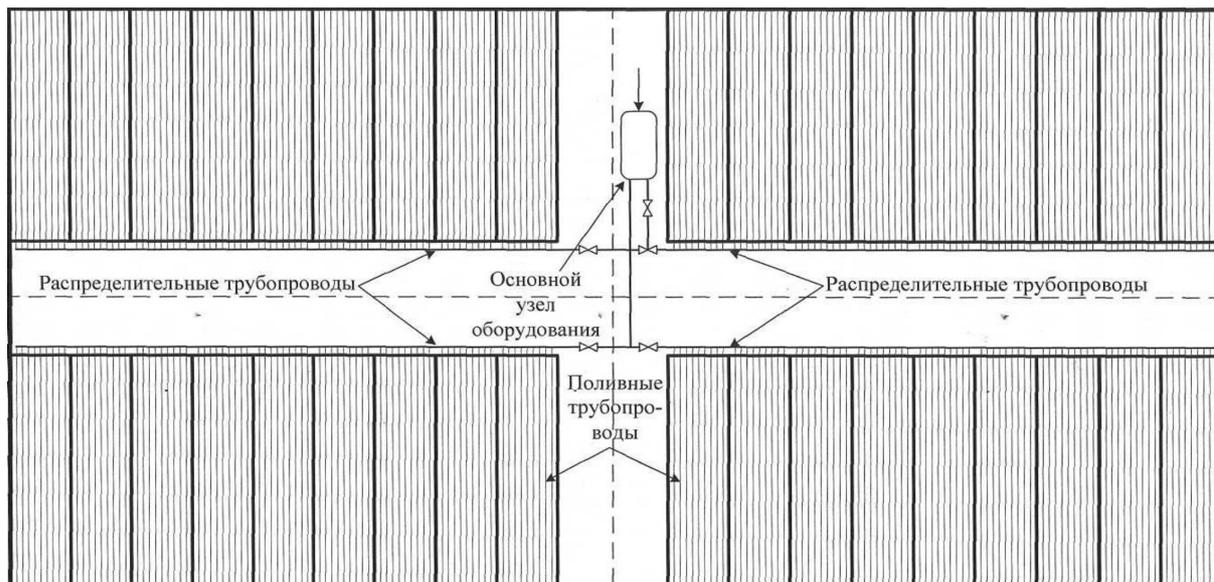


Рисунок 2 — Схема разводки трубопроводов оросительной сети на $S=1,0\text{га}$

В связи с тем, что выпуск поливной воды производится в атмосферу, величина напора перед водовыпуском равна:

$$h = \frac{V_2^2}{2q} + \sum hw_H, \quad (1)$$

где

$\frac{V_2^2}{2q}$ — скоростной напор на выходе из водовыпуска;

$\sum hw_H$ — потери напора в водовыпуске от сечения «0-0» до сечения «2-2».

В случае когда,

$$V_2 = V_0 \frac{w_0}{w_2}, \quad (2)$$

величина напора равна:

$$h = \frac{V_0^2}{2q} \left(\frac{w_0}{w_2} \right)^2 + \sum hw_H, \quad (3)$$

где

w_0 — площадь поперечного сечения в сечении 0-0;

w_2 — площадь поперечного сечения в сечении 2-2.

Величина потерь напора определяется из уравнения:

$$\sum hw = hw_i + hw_{\hat{a}.\hat{\delta}} + hw_{\emptyset}, \quad (4)$$

где

$hw_i, hw_{\hat{a}.\hat{\delta}}, hw_{\emptyset}$ — соответственно потери напора в насадке, внезапном расширении от сечения w_1 , до w_2 и в шланге, выраженные через скорость V_0 в горловине насадки.

Известно, что потери напора в насадке определяется по зависимости:

$$hw_i = V_0 \frac{V_0^2}{2q}, \quad (5)$$

где

V_0 — коэффициент гидравлического сопротивления в насадке.

Выразим V_0 через коэффициент расхода водовыпуска μ :

$$h = \frac{V_0^2}{2q} + \sum hw = \frac{V_0^2}{2q} + V_0 \frac{V_0^2}{2q} = \frac{V_0^2}{2q} \cdot \left(\frac{w_0}{w_2} \right)^2 + V_0 \frac{V_0^2}{2q}, \quad (6)$$

Известно, что:

$$V_1 w_1 = V_0 w_0, \quad (7)$$

Тогда из уравнений (6, 7) имеем:

$$h = \frac{V_0^2}{2q} \left[\left(\frac{w_0}{w_2} \right)^2 + V_0 \right] \quad (8)$$

Из выражения (8) получаем:

$$V_0 = \frac{\sqrt{2qh}}{\sqrt{\left(\frac{w_0}{w_2} \right)^2 + V_0}} = m \sqrt{2qh}, \rightarrow m = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{w_0}{w_2} \right)^2 + V_0}} \quad (9)$$

Тогда:

$$V_0 = \frac{1 - m^2 \left(\frac{w_0}{w_1} \right)^2}{m^2} = \frac{1}{m^2} - \left(\frac{w_0}{w_2} \right)^2 \quad (10)$$

Потери напора на внезапное расширение определяются по зависимости:

$$hw_{в.р.} = V_{в.р.} \frac{(V_1 - V_2)^2}{2q} \quad (11)$$

где

$V_{в.р.}$ — коэффициент гидравлического сопротивления на внезапное расширение.

В случае если $V_1 = V_0 \frac{w_0}{w_1}; \quad V_2 = V_0 \frac{w_0}{w_2}$

$$hw_{в.р.} = \frac{\left(V_0 \frac{w_0}{w_1} - V_0 \frac{w_0}{w_2} \right)^2}{2q} = \frac{V_0^2}{2q} \left(\frac{w_0}{w_1} - \frac{w_0}{w_2} \right)^2 = V_{в.р.} \frac{V_0^2}{2q} \quad (12)$$

Отсюда получаем:

$$V_{в.р.} = w_0^2 \left(\frac{1}{w_1} - \frac{1}{w_2} \right)^2 \quad (13)$$

Потери в шланге определяются по зависимости:

$$hw_{ш} = V_{ш} \frac{V_2^2}{2q} = V_{ш} \frac{\left(V_0 \frac{w_0}{w_2} \right)^2}{2q} = V_{ш} \frac{V_0^2}{2q} \quad (14)$$

где

$V_{ш}$ — коэффициент гидравлического сопротивления шланга.

Для окончательного расчета определяются потери напора и скорость истечения воды из водовыпуска:

$$\Sigma hw = hw_0 + hw_{в.р.} + hw_{ш} = V_0 \frac{V_0^2}{2q} + V_{в.р.} \frac{V_0^2}{2q} + V_{ш} \frac{V_0^2}{2q} = \frac{V_0^2}{2q} (V_0 + V_{в.р.} + V_{ш}) \quad (15)$$

Тогда величина напора определяется по уравнению:

$$h = \frac{V_0^2}{2q} \left(\frac{w_0}{w_2} \right)^2 + \frac{V_0^2}{2q} (V_0 + V_{в.р.} + V_{ш}) = \frac{V_0^2}{2q} \left[\left(\frac{w_0}{w_2} \right)^2 + (V_0 + V_{в.р.} + V_{ш}) \right] \quad (16)$$

Получаем:

$$V_0 = \frac{\sqrt{2qh}}{\sqrt{\left(\frac{w_0}{w_2} \right)^2 + V_0 + V_{в.р.} + V_{ш}}} = \frac{\sqrt{2gh}}{\sqrt{\left(\frac{w_0}{w_2} \right)^2 + V_n}} \quad (17)$$

где

$V_i = V_0 + V_{\hat{a}.\hat{\delta}} + V_{\sigma}$ - коэффициенты гидравлического сопротивления

водовыпуска;

h – величина напора в голове клетки, перед распределительным трубопроводом, м.

$$V_{в.р.} = w_0^2 \left(\frac{1}{w_1} - \frac{1}{w_2} \right)^2, \quad (18)$$

$$V_{ш} = \left(\frac{w_0}{w_2} \right)^2 l \frac{L_{ш}}{d_2}, \quad (19)$$

Имея значения V_0 и величины коэффициентов гидравлических сопротивлений $V_n, V_{в.р.}, V_{ш}$ можно определить теоретический расход насадки:

$$Q_i = V_0 w_0 \quad (20)$$

Данная методика расчета позволяет определять теоретический расход водовыпуска при локальном низконапорном орошении и является основанием для применения конструкции водовыпуска. Опытное

определение коэффициентов гидравлических сопротивлений $V_n, V_{в.р.}, V_{ш}$ позволит с высокой степенью точности определять фактический расход, как всей системы, так и расход каждого водовыпуска.

Из вышеперечисленных уравнений (10, 18, 19) определяются величины $V_n, V_{в.р.}, V_{ш}$. По формулам рассчитаны теоретические коэффициенты расходов и гидравлических сопротивлений, рассмотренных водовыпусков (таблица 1). Из этого видно, что максимальную скорость вода имеет при выходе из конически расходящегося насадка, имеющего максимальное значение коэффициента расхода μ , минимальное значение коэффициента гидравлического сопротивления ζ , а следовательно минимальные потери напора и максимальный расход. Из вышеизложенного и на основании анализа к дальнейшим исследованиям принимается цилиндрический насадок (рисунок 3), как наиболее простой в изготовлении и имеющий, при напорах от 0,8 до 1,5 м расход, приближенный к расходам капельных систем орошения.

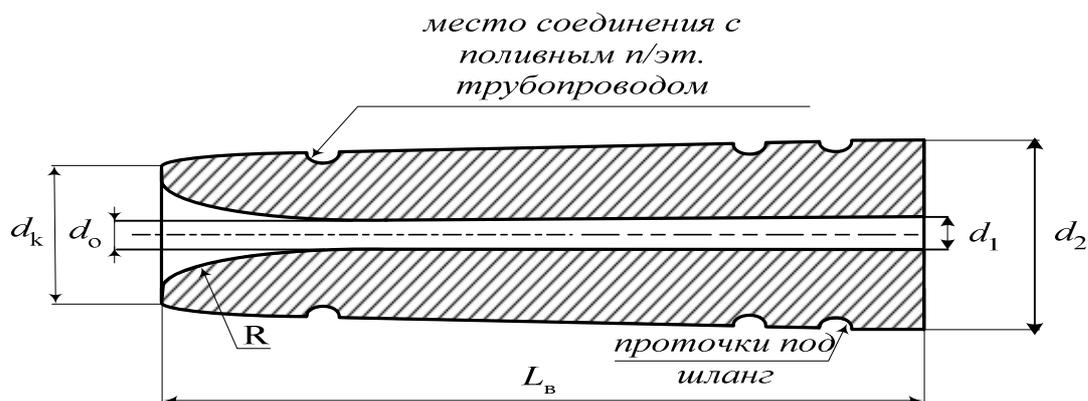


Рисунок – 3 Схема водовыпуска для локального низконапорного орошения с цилиндрическим выводным отверстием

Таблица 1 – ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ РАСХОДОВ И ГИДРАВЛИЧЕСКИХ СОПРОТИВЛЕНИЙ
ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО ВОДОВЫПУСКА

Насадки	Диаметры отверстий, мм			Коэффициент расхода насадки, μ_0 (справочный)	Коэффициенты гидравлических сопротивлений				Скорость истечения воды из насадки, V_0 , м/с, $V_0(\text{ф. 4.22}), (h=0,8\text{м})$	Коэффициент расхода водовыпуска $\mu_n = \frac{V_0}{\sqrt{2gh}}$
	d_0	d_1	d_2		ζ_0	$\zeta_{\text{в.р.}}$	$\zeta_{\text{ш}}$	$\Sigma\zeta$		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Конически сходящийся	1,0	0,8	10	0,94	0,10	3,05	0,002	3,15	2,23	0,56
	1,5	1,0	10		0,10	2,80	0,001	2,90	2,32	0,58
	2,0	1,2	10		0,10	2,38	0,0003	2,48	2,52	0,64
Цилиндрический	0,8	0,8	10	0,82	1,48	1,94	0,00008	3,42	2,14	0,50
	1,0	1,0	10		1,48	1,24	0,0002	2,72	2,40	0,56
	1,2	1,2	10		1,48	0,98	0,0004	2,46	2,52	0,60
Конически расходящийся	0,8	2,0	10	0,93	1,05	0,55	0,0008	1,60	3,14	0,79
	1,0	3,0	10		1,13	0,013	0,0002	1,14	3,70	0,93
	1,2	4,0	10		1,14	0,005	0,0004	1,14	3,70	0,93

Таблица 2 – ЗАВИСИМОСТИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ

$$V_n, V_{в.р.}, V_{ш}$$

ζ_0 – коэффициент сопротивления насадки	$1/\mu^2 - \left(\frac{w_0}{w_2}\right)^2$
$\zeta_{в.р.}$ – коэффициент на внезапное расширение	$w_0^2 \left(\frac{1}{w_1} - \frac{1}{w_2}\right)^2$
$\zeta_{ш}$ – коэффициент сопротивления шланга	$\left(\frac{w_0}{w_2}\right)^2 l \frac{L_\sigma}{d_2}$

Сравнение опытных и расчетных значений расходов и гидравлических сопротивлений для цилиндрического насадка (таблица 3).

Таблица 3 – ОПЫТНЫЕ И РАСЧЕТНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ВОДОВЫПУСКА С ЦИЛИНДРИЧЕСКИМ НАСАДКОМ

Диаметры отверстий, мм			Расчетные значения, при h=0,8м				Опытные значения, рассчитанные по уравнениям			Расхождение, %	
d ₀	d ₁	d ₂	μ_n	$\Sigma\zeta$	V ₀ , м/с	Q ₀ , л/час	Q ₀ , л/час	V ₀ , м/с	μ_n	μ_n	V ₀
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0,8	0,8	10,0	0,50	3,42	2,14	3,56	3,2	1,77	0,44	12,0	17,3
1,0	1,0	10,0	0,56	2,72	2,40	3,42	3,40	2,05	0,51	8,9	14,5
1,2	1,2	10,0	0,60	2,46	2,52	3,98	3,70	2,20	0,55	8,3	10,5

В результате сравнения расчетных и опытных данных видно, что наибольшее расхождение в значениях скорости 17,3% получено при минимальных значениях расходов 3,56 и 3,2 л/час и минимальном диаметре отверстия насадки - 0,8 мм. По сравнительным данным (см. табл. 3) видно, что при увеличении диаметра отверстия до 1,2 мм расчетные величины расходов удовлетворительно совпадают с опытными и составляют соответственно 3,98 и 3,70 л/час.

По полученным экспериментальным зависимостям определены гидравлические параметры сети, рассчитан расход и диаметры распределительных трубопроводов с изменяющимся диаметром.

Библиографический список

1. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. – М.: Госэнергоиздат, 1960. – 43 с.
2. Справочник по гидравлическим расчетам. Под ред. Киселева П.Г. – М.: Энергия, 1974. – 312 с.
3. Чугаев, Р.Р. Гидравлика: Учебник./ Р.Р. Чугаев. – Л.: Энергия, 1971. – 552 с.
4. Ясониди, О.Е. Гидравлический расчет трубопроводов капельного орошения и техника полива: Метод. указ./ О.Е. Ясониди, Н.М. Матюшкин, Н.Г. Степанова. – Новочеркасск: НИМИ, 1984. – 58 с.