

Тема РАСЧЕТ ВОДОПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ДРЕНАЖНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ ПРИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОМ СПОСОБЕ ОЧИСТКИ

Цель занятия. Расчет водопротускной способности дренажных трубопроводов при гидродинамическом способе очистки

Методическое обеспечение.

1. Техническая эксплуатация закрытой мелиоративной сети: монография/ Н.Н. Погодин [и др.]; Национальная академия наук Беларуси, Институт мелиорации.–Минск: Беларуская навука, 2022.–154 с.

2. Пособие Инновационные.....

Содержание задания и методические рекомендации

Основным способом очистки дренажных трубопроводов от заиления является гидродинамический с применением дренопромывочных машин. Для оценки возможности транспортировки размытого грунта по дренажным трубопроводам необходимы сведения о режимах движения воды (пульпы) в трубопроводах в зависимости от их уклона и диаметра.

Скорость течения воды в дренажных трубах определяется по формуле Шези.

$$V = C\sqrt{Ri} \quad (14)$$

где : V – скорость, м/с;

C – эмпирический скоростной коэффициент Шези;

R – гидравлический радиус, м;

i – уклон дрены.

Для определения коэффициента C рекомендуется формула академика Н.Н. Павловского

$$C = \frac{1}{n} R^y \quad (15)$$

где : n – коэффициент шероховатости;

y – показатель степени, (по данным Маннинга равен 1/6).

Основной гидравлической характеристикой потока является гидравлический радиус

$$R = \frac{\omega}{\chi}, \quad (16)$$

где : ω – площадь живого сечения потока, м²;

χ – смоченный периметр трубы, м.

Для труб работающих полным заполнением $R = d/4$,

где : d – диаметр трубы, м.

Расход воды определяется по формуле:

$$Q = \omega \times V, \quad (17)$$

При гидродинамическом способе очистки размыв отложений происходит посредством применения промывочной насадки, вода к которой подводится через напорный промывочный рукав.

Промывочный рукав во время очистки дренажного трубопровода находится в его полости и оказывает существенное влияние на характеристики потока воды.

Ранее (п. 5.1) было установлено, что оптимальный диаметр промывочного рукава, при использовании насоса с давлением 5,0 МПа, составляет 20 мм. Толщина стенок промывочных рукавов при расчетном давлении 5,0 МПа обычно составляет 3,5...4,0 мм. Примем толщину стенок 4,0 мм, тогда наружный диаметр промывочного рукава составит 28 мм.

Расчетная схема для определения характеристик потока воды в дренажном трубопроводе при нахождении в его полости промывочного рукава представлена на рисунке 1.

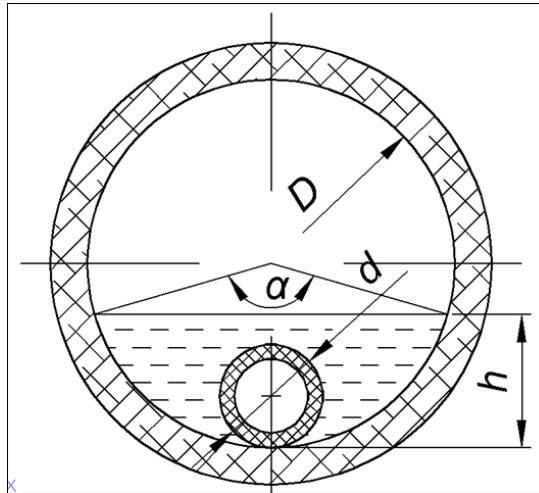


Рисунок 1 – Расчетная схема для определения характеристик потока воды в дренажном трубопроводе при нахождении в его полости промывочного рукава.

Как было приведено выше, гидравлический радиус определяется, как отношение площади живого сечения потока к длине смоченного периметра.

Площадь живого сечения потока можно определить по следующей зависимости:

$$W = S_c - S_{np} \quad (18)$$

где: S_c – площадь сегмента потока воды, m^2 ;

S_{np} – площадь сечения промывочного рукава, m^2 .

Площадь сегмента определяется по формуле:

$$S_c = \frac{D^2 \alpha}{8} - \sqrt{Dh - h^2} \left(\frac{D}{2} - h \right), \quad (19)$$

где: D – диаметр дренажного трубопровода, м;

α – центральный угол, рад;

h – высота потока, м.

Центральный угол α в свою очередь равен:

$$\alpha = \arccos \frac{D - 2h}{D}. \quad (20)$$

Длина смоченного периметра χ составит:

$$\chi = l + \pi d, \quad (21)$$

где: χ – длина смоченного периметра, м;

l – длина смоченного участка диаметра трубопровода, м;

d – диаметр промывочного рукава, м.

Длина смоченного участка диаметра трубопровода l составит:

$$l = \frac{D\alpha}{2}. \quad (22)$$

Влияние напорного промывочного рукава на скоростные и расходные показатели потока воды в дренажных трубопроводах приведено в таблице 5.3 приложения 2.[2]

Для оценки возможности выноса размытых отложений из трубопроводов гравитационным потоком воды, в процессе их промывки, необходимы сведения о скоростных и расходных показателях воды (пульпы) при различных уровнях ее в трубопроводах. Для упрощения данных расчетов, в таблицах 5.4–5.6 приложения 2 приведены показатели гидравлических параметров потока воды (пульпы) в наиболее распространенных дренажных трубопро-

водах диаметром 75, 100 и 125 мм при расположении в них напорного рукава диаметром 28 мм. Расчет выполнен при коэффициенте шероховатости 0,17.

На основании значений гидравлического радиуса табл. 5.4...5.6 приложения 2 [2], рассчитаны средние гравитационные скорости течения воды (пульпы) и ее расходы в дренажных трубопроводах диаметром 75, 100 и 125 мм при расположении в них напорного рукава диаметром 28 мм в зависимости от степени наполнения и уклонов табл. 5.7...5.9 приложения 2 [2].

Исходя из анализа исследований ряда авторов по очистке дренажных трубопроводов гравитационным потоком воды, и данных таблиц 5.7...5.9 приложения 2 [2], характеризующих скоростной и расходный поток воды, можно сделать вывод, что в процессе продвижения промывочного рукава с насадкой по трубопроводу, гравитационным потоком могут извлекаться частицы грунта размером менее 0,01 и частично 0,05 мм, т.к. при наиболее распространенных уклонах коллекторов 0,002-0,003 скорость пульпы не превышает 0,2...0,3 м/с. Следовательно, для эффективной очистки трубопровода необходимо создать в нем напорный скоростной режим транспортирования размытых отложений.

Важным параметром работы дренажного трубопровода является его расходная характеристика K , которая представляет собой расход трубопровода при гидравлическом уклоне равном единице. Расходная характеристика определяется по формуле академика Н.Н. Павловского.

$$K = \omega C \sqrt{R}, \quad (23)$$

где: ω – площадь живого сечения потока, м²;
 C – скоростной коэффициент Шези;
 R – гидравлический радиус, м.

Значение расходной характеристики K для дренажных трубопроводов диаметром 75 ...125 мм при расположении в них напорного рукава диаметром 28 мм в зависимости от степени наполнения трубопровода водой приведены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1 – Значение расходной характеристики K в зависимости от диаметра трубопровода и степени его наполнения при коэффициенте шероховатости 0,017

		Диаметр трубопровода, мм					
		75		100		125	
В долях диаметра h/d	От площади сечения, %	Расходная характеристика K , л/с					
		K_1	K_2	K_1	K_2	K_1	K_2
0,1	5	–	–	–	–	–	–
0,2	14	–	–	–	–	2,09	4,36
0,3	25	0,59	0,35	2,86	8,16	7,07	49,94
0,4	37	1,88	3,53	6,46	41,72	14,40	207,29
0,5	50	3,67	13,46	11,05	22,18	3,46	55,52
0,6	63	5,78	33,36	16,24	63,66	3,51	1122,84

0,7	75	7 ,99	6 3,83	2 1,53	4 63,57	4 3,63	19 03,20
0,8	86	1 0,05	1 01,03	2 6,34	6 93,66	5 2,69	27 75,82
0,9	95	1 1,61	1 34,60	2 9,82	8 89,44	5 9,10	34 92,76
1,0	100	1 1,56	1 33,70	2 9,25	8 55,65	5 7,46	33 01,46

Потери напора H_ω по длине трубопровода можно определить по следующей формуле.

$$H_\omega = \frac{Q^2}{K^2} l, \quad (24)$$

где: Q – расход воды в трубопроводе, м³/с, (л/с);

d – диаметр трубопровода, м;

K – расходная характеристика м³/с, (л/с);

l – длина трубопровода, м.

Расход можно представить так:

$$Q = K \sqrt{\frac{H_\omega}{l}} = K \sqrt{i}, \quad (25)$$

где: i – уклон трубопровода.

В свою очередь:

$$i = \frac{Q^2}{K^2}. \quad (26)$$

С учетом расходной характеристики дренажных трубопроводов определяется необходимый гидравлический уклон, обеспечивающий транспортировку пульпы по дренажному трубопроводу с определенной транспортирующей скоростью e потока (табл.2, рис. 2).

Таблица 5.11 – Гидравлический уклон, обеспечивающий напорную транспортировку пульпы по дренажному трубопроводу при расположении в нем напорного рукава диаметром 28 мм в зависимости от необходимой транспортирующей скорости потока

Транспортирующая скорость, м/с	Диаметр трубопровода, мм					
	75		100		125	
	Расчетный расход пульпы, л/с	Гидравлический уклон	Расчетный расход пульпы, л/с	Гидравлический уклон	Расчетный расход пульпы	Гидравлический уклон
0,2	0,74	0,004	1,46	0,002	2,33	0,002
0,4	1,48	0,016	2,91	0,010	4,67	0,006
0,6	2,23	0,037	4,37	0,022	7,01	0,015
0,8	2,97	0,066	5,82	0,040	9,34	0,26
1,0	3,71	0,103	7,28	0,062	11,68	0,41

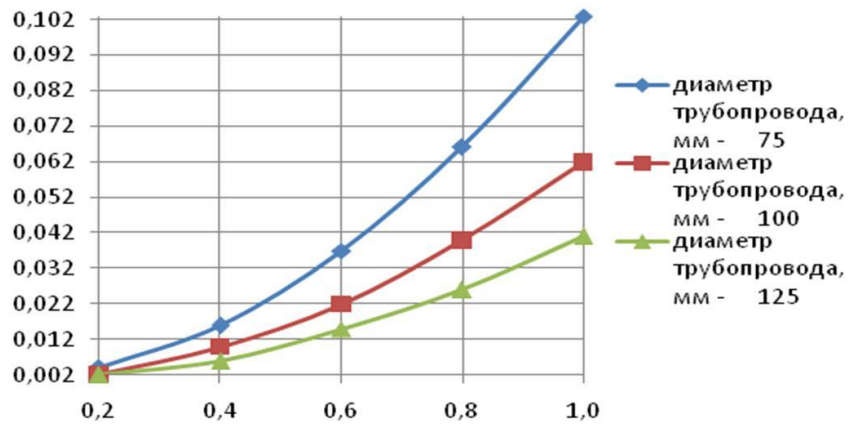


Рисунок 2 – Зависимости гидравлических уклонов дренажных трубопроводов от транспортирующей скорости потока пульпы.