

УДК 626.862.1

UDC: 626.862.1

05.00.00 Технические науки

Technical sciences

РАСЧЕТНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ДРЕНАЖНОЙ ЗАЩИТЫ ПРИ ПОДТОПЛЕНИИ ТЕРРИТОРИИ ГРУНТОВЫМИ ВОДАМИ, ЗА СЧЕТ ИНФИЛЬТРАЦИОННОГО ПИТАНИЯ ШАХТНЫХ ВОД

DESIGN JUSTIFICATION DRAINAGE PROTECTION AT ELEVATED GROUNDWATER LEVELS GROUNDWATER DUE TO INFILTRATION MINE WATERS

Ищенко Александр Васильевич

д.т.н., профессор

РИНЦ SPIN-код 2989-0034

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт им. А. К. Кортунова ФГБОУ ВО «ДГАУ», Новочеркасск, Россия

Ishchenko Aleksandr Vasilyevich

Dr.Sci.Tech., professor

RSCI SPIN-code 2989-0034

Novocherkassk Engineering reclamation Institute (FSBEE HPE DGAU), Novocherkassk, Russia

Косиченко Юрий Михайлович

д.т.н., профессор

РИНЦ SPIN-код 8017-4840

Kosichenko Yuriy Mikhaylovich

Dr.Sci.Tech., professor

RSCI SPIN-code SPIN-код 8017-4840

Баев Олег Андреевич

младший научный сотрудник

РИНЦ SPIN-код 1280-0796

Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации, Новочеркасск, Россия

Baev Oleg Andreevich

Junior Researcher

RSCI SPIN-code 1280-0796

Russian, Research Institute of Land Improvement Problems, Novocherkassk, Russia

В статье приводится расчетное обоснование строительства дренажной системы на территории садоводческого товарищества «Заря» в районе х. Гуково Красносулинского района Ростовской области.

Строительство дренажной системы является необходимым условием для снижения уровня грунтовых вод, вызванных инфильтрационным питанием водоотливного комплекса шахты «Бургустинская». По результатам проведенных расчетов была определена величина общего инфильтрационного питания грунтовых вод, расход притока к каждой из 6 дрен на единицу длины, водопропускная способность горизонтального трубчатого дренажа, а также диаметр дренажных труб

The article presents the design study for construction of a drainage system on the territory of gardening association «Zarya» in the region of Gukovo in Krasnosulinsky district of Rostov region.

Construction of a drainage system is a prerequisite for reducing the groundwater level caused by the infiltration of the drainage complex mine called Burgustinskaya. The results of the calculations determined the value of the total infiltration groundwater feeding; inflow rate to each of the 6 drains per unit length, water flow ability of a horizontal pipe drainage, as well as a diameter of drainage pipes

Ключевые слова: ДРЕНАЖНАЯ СИСТЕМА, ПОДТОПЛЕНИЕ, ПОДПОР, УРОВЕНЬ ГРУНТОВЫХ ВОД, ДРЕНАЖ, ПРИТОК

Keywords: DRAINAGE SYSTEMS, FLOODING, BACKWATER, GROUNDWATER LEVEL, DRAINAGE, SUPPLY

Рассмотрим обоснование дренажной защиты при подтоплении территории грунтовыми водами, вызванном дополнительной инфильтрацией шахтными водами на примере садового товарищества «Заря», шахта «Бургустинская» Красносулинского района.

Гидрогеологические условия территории садоводческого товарищества «Заря» в настоящее время контролируются доминирующим воздей-

ствием техногенных факторов: оросительные мелиорации на землях садоводческого товарищества, засыпка и заиливание естественных дренажных систем (рек, ерик, балок), естественное заиливание искусственных дренажей, отсутствие эффективных искусственных водопонижительных установок, рост количества поглощающих ям, барражирование подземных потоков при строительстве капитальных домовладений и другое. Все перечисленные факторы обуславливают формирование на данной территории, процессов техногенного подтопления, обуславливающих подъем уровня грунтовых вод (УГВ) практически повсеместно.

Существенное значение в формировании морфологии свободной поверхности грунтовых вод имеют и естественные факторы. Водоносный горизонт пойменной террасы гидравлически связан с р. Гнилуша и все сезонные флуктуации уровней воды в этой реке, так или иначе, определяют сезонные изменения УГВ на прилегающей территории. В водном балансе подземных вод значительная доля принадлежит инфильтрации атмосферных осадков. В водные годы УГВ может достигать поверхности земли, в маловодные – свободная поверхность грунтовых вод занимает сравнительно низкое положение и контролируется действием только техногенных факторов.

Изысканиями, проведенными ООО «ДонГео» в апреле 2015 г. было установлено, что грунтовые воды вскрыты пройденными выработками на глубине от 1,2 до 3,5 м от устья скважин на абсолютной отметке от 161,98 м до 164,92 м.

Объектом исследований являлось садоводческое товарищество «Заря», на территории которого будет происходить подтопление грунтовыми водами в случае прекращения эксплуатации водоотливного комплекса ОАО «Шахта «Бургустинская».

В связи с этим, цель работы заключалась в проведении расчетного обоснования необходимости строительства дренажной системы, с соответ-

ствующими гидрологическими и гидравлическими расчетами, позволяющими определить технико-экономические показатели проектируемой дренажной системы.

В настоящее время подобные исследования уже выполнялись для оценки движения грунтовых вод к защитному дренажу складских корпусов с использованием компьютерного моделирования [1]. Кроме того, разработаны и научно обоснованы новые конструкции [2] и конструктивные решения [3] для создания закрытого дренажа, в том числе с использованием современных водопроницаемых геосинтетических материалов (геотекстилей).

Дренажная система сочетает в себе элементы двухлинейного, однолинейного и систематического дренажей. Это обусловило выделение в общей схеме дренажной системы 5 локальных участков.

Гидрогеологические параметры грунтового водоносного горизонта в пределах каждого участка приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Гидрогеологические параметры грунтовых вод в пределах выделенных участков для расчетов дренажной системы

Участок, №	Гидродинамическая схема дренажной системы	Максимальный УГВ, м	Глубина дрен, м	Начальная мощность грунтового горизонта, h_e , м	Расстояние от уровня воды в дрене до водоупорна, $h_{др}$, м	Средняя мощность грунтового горизонта, h_e , м	Расстояние от дрены до водоупорна, м	Расстояние между дренами, м
1	Несовершенный систематический дренаж	0,40	1,50	9,00	7,90	8,45	7,60	74
2	Несовершенный двухлинейный дренаж	0,40	1,50	9,00	7,90	8,45	7,60	60
3	Несовершенный двухлинейный дренаж	0,40	1,50	9,60	8,50	9,05	8,20	90
4	Несовершенный двухлинейный дренаж	0,40	1,50	8,60	7,50	8,05	7,20	85
5	Однолинейный несоверш. дренаж	0,40	1,50	9,00	7,90	8,45	7,60	–

Средняя мощность водоносного горизонта в пределах каждого выделенного участка в соответствии с п. 5.15 справочного Пособия к СНиП 2.06.15-85 [4] определялась по формуле:

$$h_c = 0,5(h_e + h_{др}), \text{ м.} \quad (1)$$

При построении депрессионных кривых в сторону от дренажа учитывался участок высачивания в них или высота воды в дрене. Приблизительно величина высоты высачивания в дрене определяется по зависимости:

$$h_{\text{выс}} = 0,74q/k, \text{ м,} \quad (2)$$

где q – дебит дрены на 1 м ее длины; k – коэффициент фильтрации дренируемого грунта, м/сут.

Согласно проведенных расчетов притока воды в дренажную систему дебит дрены на 1 м длины составляет 0,9-1,3 м²/сут, что даст высоту участка высачивания до 0,2 м. Расчет высоты высачивания по методике [4] дает величину 0,4 м. В соответствие с этим для гидрогеологических расчетов дренажной системы использовалась средняя величина высоты высачивания, равная 0,3 м.

Коэффициент фильтрации грунта в расчетах учитываем, как среднее значение опытных откачек по скважинам № 7882, 7877, 7882а, 7875, 7884, за исключением скв. 7863: $k_{\text{ср}} = 2,46$ м/сут.

Среднегодовая величина инфильтрационного питания ω в пределах подтопленного участка складывается из естественной инфильтрации ω_1 и дополнительной инфильтрации ω_2 за счет постоянного перетока в грунтовый горизонт шахтных вод затопленной шахты:

$$\omega = \omega_1 + \omega_2, \text{ м/сут.} \quad (3)$$

Естественная инфильтрация ω_1 на площадь садоводческого товарищества «Заря» в зоне недостаточного увлажнения принята по таблице 23 справочного Пособия к СНиП 2.06.15-85 [4] как для территории индивидуальной застройки, равной 0,0021 м/сут.

Дополнительное инфильтрационное питание грунтовых вод на единицу площади подтопленного участка при постоянном расходе шахтных вод $100 \text{ м}^3/\text{ч}$ или $2400 \text{ м}^3/\text{сут.}$ составит $\omega_2 = 0,0025 \text{ м/сут.}$

Тогда величина общего инфильтрационного питания грунтовых вод будет равна:

$$\omega = 0,0021 + 0,0025 = 0,0045 \text{ м/сут.}$$

Таким образом, по результатам расчета была получена величина общего инфильтрационного питания грунтовых вод, составляющая $0,0045 \text{ м/сут.}$

Выделенный участок 1 представляет собой площадку кварталов № 4 и № 5 между дренами Д-I-2, Д-II-2 и Д-III-2 по улице 1-я, 2-я и 3-я. В гидрогеологическом отношении участок 1 представляет систематический несовершенный дренаж в однослойном пласте (рисунок 1).

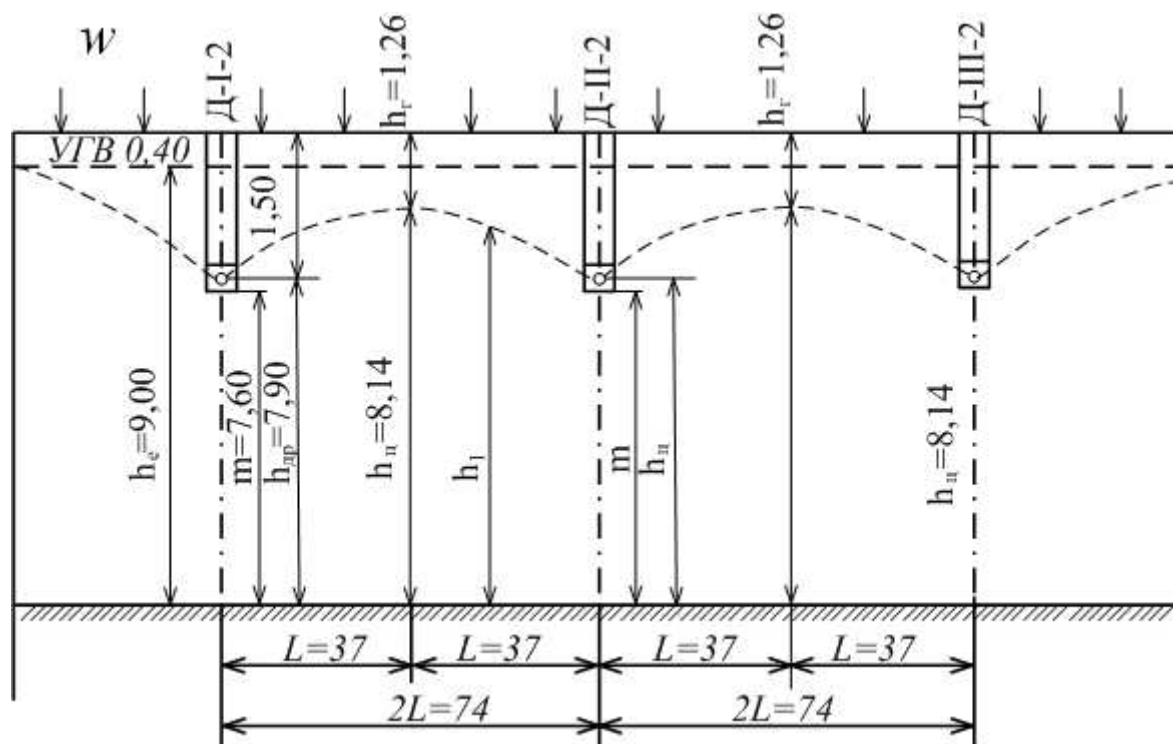


Рисунок 1 – Схема несовершенного систематического дренажа на участке 1 по ул. 1-й, 2-й и 3-й

Расчет сниженных уровней и притока грунтовых вод в каждую дрена на единицу длины для несовершенного систематического дренажа в одно-

слойном пласте проводится по формулам (59) и (60) справочного Пособия к СНиП 2.06.15-85 [4]:

$$h = h_e - (h_e - h_{op}) Q_6(\bar{x}, f_0, B_i) + \frac{\omega L^2}{kh_c} \cdot \left[\frac{1}{B_i} + \bar{x} - \frac{\bar{x}^2}{2} - Q_7(\bar{x}, f_0, B_i) \right]; \quad (4)$$

$$q = \frac{2kh_c B_i}{L} \left\{ (h_e - h_{др}) [1 - Q_6(0, f_0, B_i)] + \frac{\omega L^2}{kh_c} \left[\frac{1}{B_i} - Q_7(\bar{x}, f_0, B_i) \right] \right\},$$

$$h_c = 0,5(h_e + h_{др}), \text{ м.}$$

где $Q_6(\bar{x}, f_0, B_i)$ и $Q_7(\bar{x}, f_0, B_i)$ – специальные функции, определяемые по формулам [4]:

$$\bar{x} = \frac{x}{L}; \quad f_0 = \frac{at}{L^2}; \quad B_i = \frac{L}{2\Phi_{\text{н}}} = \frac{1}{\zeta}. \quad (5)$$

При $t \rightarrow \infty (f_0 > 2)$ получаются зависимости для расчета несовершенного систематического дренажа при установившемся режиме фильтрации:

$$h_{\text{ц}} = h_{др} + \frac{\omega L^2}{kh_c} \left[\frac{1}{B_i} + \bar{x} - \frac{\bar{x}^2}{2} \right], \quad (6)$$

$$q = 2\omega L, \text{ где } B_i = \frac{L}{2\Phi_{\text{н}}}, \quad \Phi_{\text{н}} = h_c \Phi_1^*, \quad \bar{x} = \frac{x}{L}.$$

Исходные данные для расчета: $h_e = 9,0$ м, $h_{др} = 7,90$ м, $m = 7,60$ м, $h_c = 8,45$ м, $k = k_{\text{ср}} = 2,46$ м/сут, $L = 37$ м, $\omega = 0,0045$ м/сут.

$$h_{\text{ц}} = 7,90 + \frac{0,0045 \cdot 37^2}{2,46 \cdot 8,45} + \left[\frac{1}{3,15} + 1 - \frac{1^2}{2} \right] = 8,14 \text{ м,}$$

$$q = 2 \cdot 0,0045 \cdot 37 = 0,333 \text{ м}^2/\text{сут, где } B_i = L/2\Phi_{\text{н}} = 37/2 \cdot 5,87 = 3,15;$$

$$\Phi_{\text{н}} = h_c \Phi_1^* = 8,45 \cdot 0,695 = 5,87 \text{ м.}$$

при $m | h_e = 7,60/8,45 = 0,90$ по таблице [2] $\Phi_1^* = 0,695$.

Сравнивая h_e и $h_{\text{ц}}$ приходим к выводу ($h_e = 9,04 > h_{\text{ц}} = 8,14$ м), что снижение УГВ относительно естественного УГВ составляет $\Delta h = h_e - h_{\text{ц}} = 9,00 - 8,14 = 0,86$ м или снижение УГВ относительно поверх-

ности земли будет $h_{г.в} = \Delta h + 0,40 = 0,86 + 0,40 = 1,26$ м, что в данном случае вполне приемлемо, так как глубина заложения дрен от поверхности $h'_{др} = 1,50$ м.

Участок 2 (квартал № 2) расположен по ул. Западной и ул. Центральной, включающий дрены Д-I-1 и Д-II-3. В гидрогеологическом отношении он представляет несовершенный двухлинейный дренаж в однослойном пласте (рисунок 2).

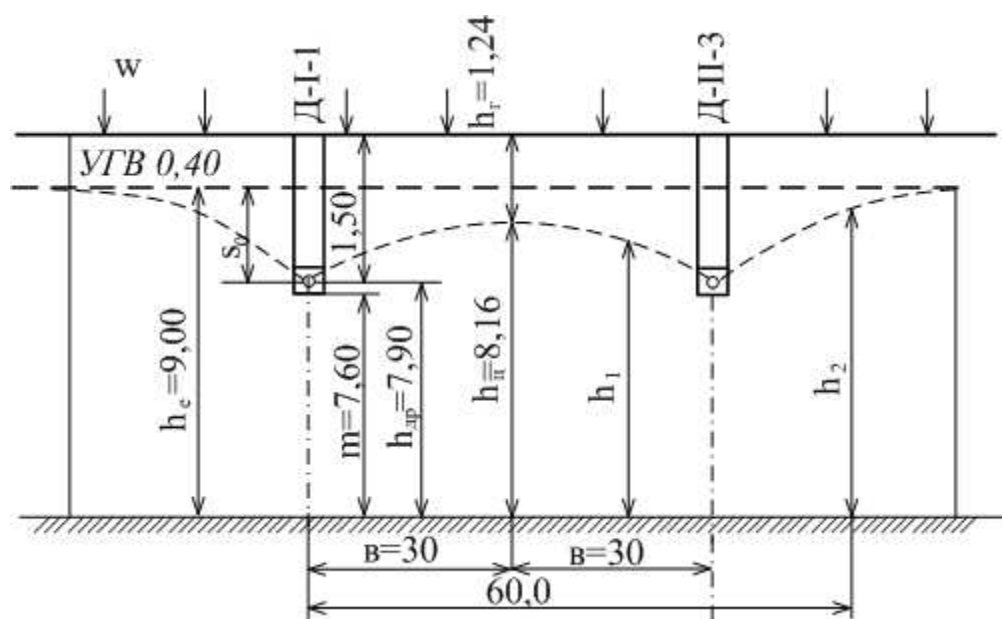


Рисунок 2 – Схема двухлинейного несовершенного дренажа на участке между ул. Западной и ул. Центральной

Аналогичные схемы двухлинейного несовершенного дренажа были получены для участков 3-4, а также для однолинейного дренажа на участке 5.

Расчетные формулы для несовершенного двухлинейного дренажа приведены в таблице 28 справочного Пособия к СНиП 2.06.15-85 [4]:

$$h_1^2 = h_c^2 - \omega(x^2 + l_w^2 - \epsilon^2)/k; 0 \leq x \leq \epsilon; \quad (7)$$

$$h_2^2 = h_c^2 - \omega(\epsilon + l_w - x)/k; \epsilon \leq x \leq l_w + \epsilon; \quad (8)$$

$$q = \omega(\epsilon + l_w); \quad (9)$$

$$l_w = \sqrt{k(h_c^2 - h_{др}^2)/\omega + \Phi_n^2 - 2\epsilon\Phi_n} - \Phi_n; \quad (10)$$

$$\Phi_n = h_c\Phi_n^*, h_c = (h_c + h_{др})/2. \quad (11)$$

Исходные данные для расчета: $h_e = 9,0$ м, $h_{др} = 7,90$ м, $m = 7,60$ м, $h_c = 8,45$ м, $k = k_{cp} = 2,46$ м/сут, $e = 30$ м, $\omega = 0,0045$ м/сут.

Определим понижение УГВ в центре междренья по формуле:

$$h_{ц} = \sqrt{h_e^2 - \omega(l_w^2 - e^2)} / k,$$

$$h_{ц} = \sqrt{9^2 - 0,0045(93,4^2 - 30^2)} / 2,46 = \sqrt{66,7} = 8,16 \text{ м.}$$

где $l_w = \sqrt{k(h_e^2 - h_{др}^2) / \omega + \Phi_n^2 - 2e\Phi_n} - \Phi_n$,

$$l_w = \sqrt{2,46(9^2 - 7,90^2) / 0,0045 + 5,87^2 - 2 \cdot 30 \cdot 5,87} - 5,87 = 93,4 \text{ м.}$$

при $m | h_c = 7,60 / 8,45 = 0,90$ по табл. $\Phi_n^* = 0,695$.

$$\Phi_n = h_c \cdot \Phi_n^* = 8,45 \cdot 0,695 = 5,87 \text{ м.}$$

Снижение УГВ на участке 2 составляет $\Delta h = h_e - h_{ц} = 9,00 - 8,16 = 0,84$ м, или относительно поверхности земли будет $h_{г.в} = \Delta h + 0,40 = 0,84 + 0,40 = 1,24$ м, что для данного участка будет приемлемой величиной, поскольку глубина заложения дрен составляет $h'_{др} = 1,50$ м.

Расход притока грунтовых вод к каждой из дрен на единицу длины определим по формуле:

$$q = \omega(e + l_w) = 0,0045(30 + 93,4) = 0,555 \text{ м}^2/\text{сут.}$$

Участок 3 (квартал № 3) расположен по ул. Центральной, включающий дрены Д-I-3 и Д-I-4. В гидрогеологическом отношении он представляет несовершенный двухлинейный дренаж в однослойном пласте.

Исходные данные для расчета: $h_e = 9,0$ м, $h_{др} = 7,90$ м, $m = 7,60$ м, $h_c = 8,45$ м, $k = k_{cp} = 2,46$ м/сут, $e = 45$ м, $\omega = 0,0045$ м/сут.

Произведем расчет по приведенным данным:

$$l_w = \sqrt{2,46(9^2 - 7,90^2) / 0,0045 + 5,87^2 - 2,45 \cdot 5,87} - 5,87 = 92,5 \text{ м,}$$

где $\Phi_n = h_c \cdot \Phi_n^* = 8,45 \cdot 0,695 = 5,87$ м.

$$h_{\text{ц}} = \sqrt{9,0^2 - 0,0045(92,5^2 - 45^2)/2,46} = \sqrt{69,0} = 8,21 \text{ м.}$$

Снижение УГВ на участке 3 составляет $\Delta h = h_{\text{е}} - h_{\text{ц}} = 9,00 - 8,21 = 0,79$ м или относительно поверхности участка будет $h_{\text{г.в}} = \Delta h + 0,40 = 0,79 + 0,40 = 1,19$ м.

Расход притока к дренам на единицу длины найдем по вышеприведенной формуле:

$$q = 0,0045 \cdot (45 + 92,5) = 0,619 \text{ м}^2/\text{сут.}$$

Гидравлические расчеты дренажной системы заключаются в расчете водопрпускной способности горизонтального трубчатого дренажа исходя из условия необходимости пропуска всего поступающего в дренах расхода при максимальной глубине наполнения дрены [5].

Кроме того, был определен приток грунтовых вод в дренажную систему по отдельным ее дренажным контурам 1-6, результаты расчета представлены в сводной таблице 2.

Гидравлический расчет дренажной системы заключается в определении диаметра труб, наполнения их водой и скорости течения.

Расчет каждой дрены производится на расход всего поступающего в дренах притока при максимальной глубине наполнения дрены, составляющей не менее: в дренах – осушителях – $0,1d$, в трубах – собирателях – $0,3d$, в магистральных коллекторах – $0,5d$ [4].

В соответствии с Пособием к СНиП 2.06.15-85 [4] скорость движения воды в горизонтальных трубах принимается в пределах $0,15-1,0$ м/с. Для трубчатых дренах, уложенных в глинистых грунтах, наименьшая скорость движения воды принимается в пределах $0,15-0,2$ м/с, в песчаных грунтах $0,3-0,35$ м/с.

Наибольшая скорость принимается не более 1 м/с, а оптимальная – заключается в пределах $0,5-0,7$ м/с [6].

Диаметр дренажных труб определяется в зависимости от степени наполнения труб и скорости воды в них. Задаваясь степенью наполнения труб h/d (где h – глубина наполнения труб, м, d – диаметр труб, м) и скоростью движения в трубах, диаметр труб рассчитывают по формуле:

$$d = \sqrt{4Q / \beta \pi v}, \text{ м,} \quad (11)$$

где β – коэффициент, зависящий от степени заполнения h/d и определяемый по кривой 2 на рисунке 132 [4]; Q – расход дрены, равный притоку к дрене, определяемый фильтрационным расчетом, м³/сут.

Уклон на перфорированных участках горизонтальных трубчатых дрен определяется с учетом расхода, переменного по длине. Считая, что поступление воды к дрене по всей ее длине происходит равномерно, уклон в произвольном сечении на расстоянии x от начала дрены при всей ее длине L определяется по формуле:

$$i = \frac{V^2 x^2}{L^2 C^2 R^2}, \quad (12)$$

а средний уклон всего трубопровода по формуле:

$$i_{\text{ср}} = \frac{V}{3C^2 R}, \quad (13)$$

где R – гидравлический радиус, определяемый по формуле:

$$R = \alpha d / 4, \quad (14)$$

α – коэффициент, принимаемый по кривой 1 на рисунке 132 [4].

Коэффициент сопротивления C , м^{0.5}/с вычисляется по формуле Н. Н. Павловского:

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

где $y = f(n, R)$.

Для практического использования рекомендуется упрощенные формулы показателя степени:

при $R < 1$ м $y = 1,5\sqrt{n}$; при $R > 1$ м $y = 1,3\sqrt{n}$.

В этих формулах коэффициент шероховатости принимается в зависимости от вида дренажных труб в пределах 0,012-0,015; для неперфорированных труб $n = 0,017$.

Уклон для неперфорированных труб определяется по формуле:

$$i = \frac{V^2}{C^2 R}. \quad (16)$$

Уточнить гидравлические параметры дренажной системы позволяет расчет пропускной способности дренажных труб при задании уклона дрен по среднему уклону местности и при условии полного наполнения их водой.

При этом скорость течения воды при полном наполнении труб и их расходы могут быть определены по формулам [6].

$$V = \frac{C}{2} \sqrt{di}, \quad (17)$$

$Q = 0,39Cd^{5/2}i^{1/2}$, где i – уклон трубы.

С целью упрощения расчетов используем специальные номограммы для определения гидравлических параметров и диаметра дренажных трубопроводов, составленные по вышеприведенным формулам скорости V и расходу Q при полном наполнении труб [7-8]. Результаты расчетов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты расчета пропускной способности дренажных труб при полном наполнении их водой

Кон-тур	Наибольший расход по гидрогеологическому расчету, л/сек	Диаметр труб, d, см	Уклон, i	Площадь сечения трубы, ω , м ²	C, м ^{0,5} /с	Скорость воды, v, л/сек	Пропускная способность, л/сек
1	0,171	8,5	0,002	0,0057	50,0	0,30	2,0
			0,003			0,40	2,5
2	0,180	8,5	0,002	0,0057	50,0	0,30	2,0
			0,003			0,40	2,5
3	0,084	6,5	0,002	0,0033	45,0	0,20	0,85
			0,003			0,30	1,00
4	0,259	9,0	0,002	0,0064	55,0	0,30	2,7
			0,003			0,40	3,0
5	0,146	8,5	0,002	0,0057	50,0	0,30	2,0
			0,003			0,40	2,5
6	0,122	6,5	0,002	0,0033	45,0	0,25	0,85
			0,003			0,30	1,0

Выводы.

1. Выполненные расчеты (на основе методики «Водгео») для дренажной системы садового товарищества «Заря», показали, что при заложении дренажа на глубину 1,5 м и расстоянии между дрен 30 м, будет обеспечиваться понижение УГВ до отметки 1,2 м. Для большего понижения УГВ требуется заглубление дренажной системы и последующая машинная откачка воды в р. Гнилуша, что приведет к увеличению стоимости работ. Расчеты в этом случае будут аналогичны, но при других заданных параметрах.

2. На основании проведенного расчетного обоснования установлено, что при полном заполнении дрен для контуров 1, 2, 3, 4, 5 и 6 диаметр дренажных труб составляет, соответственно, 0,085, 0,065 и 0,090 м. Наиболее подходящими к грунтовым и гидрогеологическим условиям участка по конструкции и скважности являются пластиковые трубы, имеющие диаметры 160 и 200 мм. С учетом результатов расчета, для дренажной системы проектом приняты дренажные трубы в геоткани диаметром 200 мм с перфорацией.

Список литературы

1. Ищенко, А. В. Компьютерное моделирование дренажа складских корпусов с центральной горизонтальной заглубленной дренажной [Электронный ресурс] / А. В. Ищенко, И. С. Лебединец // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2014. – № 1(13). – 11 с. – Режим доступа: <http://rosniipm-sm.ru/archive?n=226&id=248>.

2. Ищенко, А. В. Разработка и научное обоснование новых конструктивных схем закрытого дренажа фундаментов зданий и сооружений [Электронный ресурс] / А. В. Ищенко, В. П. Петров // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации: электрон. периодич. изд. / Рос. науч.-исслед. ин-т проблем мелиорации. – Электрон. журн. – Новочеркасск: РосНИИПМ, 2014. – № 3(11). – 8 с. – Режим доступа: <http://rosniipm-sm.ru/archive?n=188&id=198>.

3. Пат. 2534570 Российская Федерация, МПК Е 02 В 11/00, Е 02 D 31/02. Способ создания комбинированного пристенного дренажа с вертикальными собирателями / Ищенко А. В., Косиченко Ю. М., Петров П. В., Баев О. А.; заявитель и патентообладатель Новочеркасская госуд. мелиор. акад. – № 2013112418/13; заявл. 19.03.2013; опубл. 27.09.2014, Бюл. № 33. – 6 с.: ил. 1.

4. Справочное пособие к СНиП 2.06.15-85. «Прогнозы подтопления и расчет дренажных систем на застраиваемых и застроенных территориях». – М.: Стройиздат, 1991. – 222 с.
5. СНиП 2.06.15-85. «Инженерная защита территории от затопления и подтопления» (актуализированная редакция СП 104.13330.2011). – М.: Госстрой СССР, 1986. – 30 с.
6. Абрамов, С. К. Подземные дренажи в промышленном и городском строительстве. – М.: Стройиздат, 1973. – 280 с.
7. Дегтярев, Б. М. Дренаж в промышленном и гражданском строительстве. – М.: Стройиздат, 1990. – 238 с.
8. Справочное руководство гидрогеолога / под редакцией В. М. Максимова, том 1. – Л.: Недра, 1979. – 512 с.

References

1. Ishhenko, A. V. Komp'yuternoe modelirovanie drenazha skladskih korpusov s central'noj gorizontal'noj zaglublennoj drenoj [Jelektronnyj resurs] / A. V. Ishhenko, I. S. Lebedinec // Nauchnyj zhurnal Rossijskogo NII problem melioracii: jelektron. periodich. izd. / Ros. nauch.-issled. in-t problem melioracii. – Jelektron. zhurn. – Novocheerkassk: RosNIIPM, 2014. – № 1(13). – 11 p. – Rezhim dostupa: <http://rosniipm-sm.ru/archive?n=226&id=248>.
2. Ishhenko, A. V. Razrabotka i nauchnoe obosnovanie novyh konstruktivnyh shem zakrytogo drenazha fundamentov zdaniy i sooruzhenij [Jelektronnyj resurs] / A. V. Ishhenko, V. P. Petrov // Nauchnyj zhurnal Rossijskogo NII problem melioracii: jelektron. periodich. izd. / Ros. nauch.-issled. in-t problem melioracii. – Jelektron. zhurn. – Novocheerkassk: RosNIIPM, 2014. – № 3(11). – 8 p. – Rezhim dostupa: <http://rosniipm-sm.ru/archive?n=188&id=198>.
3. Pat. 2534570 Rossijskaja Federacija, MPK E 02 B 11/00, E 02 D 31/02. Sposob sozdaniya kombinirovannogo pristennogo drenazha s vertikal'nymi sobiratel'jami / Ishhenko A. V., Kosichenko Ju. M., Petrov P. V., Baev O. A.; zajavitel' i patentoobladatel' Novocheerkasskaja gosud. melior. akad. – № 2013112418/13; zajavl. 19.03.2013; opubl. 27.09.2014, Bjul. № 33. – 6 p.: il. 1.
4. Spravochnoe posobie k SNiP 2.06.15-85. «Prognozy podtoplenija i raschet drenazhnyh sistem na zastroivaemyh i zastroennyh territorijah». – М.: Strojizdat, 1991. – 222 p.
5. SNiP 2.06.15-85. «Inzhenernaja zashhita territorii ot zatopenija i podtoplenija» (aktualizirovannaja redakcija SP 104.13330.2011). – М.: Gosstroj SSSR, 1986. – 30 p.
6. Abramov S. K. Podzemnye drenazhi v promyshlennom i gorodskom stroitel'stve. – М.: Strojizdat, 1973. – 280 p.
7. Degtjarev B. M. Drenazh v promyshlennom i grazhdanskom stroitel'stve. – М.: Strojizdat, 1990. – 238 p.
8. Spravochnoe rukovodstvo gidrogeologa / pod redakciej V. M. Maksimova, tom 1. – L.: Nedra, 1979. – 512 p.