

Министерство сельского хозяйства РФ

ФГБОУ ВО Брянский ГАУ

Инженерно-технологический институт

Кафедра Технические системы в агробизнесе, природообустройстве
и дорожном строительстве

Орехова Г. В.

ПОНИЖЕНИЕ УРОВНЯ ГРУНТОВЫХ ВОД ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

Методическое указание
для выполнения практической работы по дисциплине
«Организация и технология работ по природообустройству»
по направлению 23.03.02 – Наземные транспортно-технологические комплексы,
профиль «Машины и оборудование природообустройства
и дорожного строительства»

Брянская область 2021

УДК 624.13 (076)
ББК 38.623
О 65

Орехова, Г. В. Понижение уровня грунтовых вод при производстве земляных работ: методическое указание для выполнения практической работы, по дисциплине «Организация и технология работ по природообустройству», по направлению 23.03.02 – Наземные транспортно-технологические комплексы, профиль «Машины и оборудование природообустройства и дорожного строительства» / Г. В. Орехова. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2021. - 21 с.

В методическом указании изложен материал к практической работе по дисциплине «Организация и технология работ по природообустройству».

Методическое указание предназначены для бакалавров обучающихся по направлению 23.03.02 – Наземные транспортно-технологические комплексы, профиль «Машины и оборудование природообустройства и дорожного строительства».

Рецензент: к.т.н., доцент, кафедры ТС в АБП и ДС Дьяченко А.В.

Методическое указание рассмотрено и рекомендовано к изданию методической комиссией инженерно-технологического института Брянского государственного аграрного университета, протокол № 7 от 27 апреля 2021 года.

© Брянский ГАУ, 2021
© Орехова Г.В., 2021

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
Введение	4
1 Краткие теоретические сведения	5
2 Основные положения по водопонижению	6
3 Расчёта параметров легкой иглофильтровой установки для защиты котлована от грунтовых вод точным методом	10
Список литературы	20

ВВЕДЕНИЕ

Методическое указание предназначено для выполнения практической работы, разработано согласно дисциплине «Организация и технология работ по природообустройству» для направления Наземные транспортно-технологические комплексы, профиль «Машины и оборудование природообустройства и дорожного строительства».

Проведение практических работ по данной дисциплине является неотъемлемым и важным этапом в подготовке бакалавров.

В них освещена методика решения основных вопросов технологии производства работ по природообустройству. Рассматривается методика подсчета объемов земляных, основных, вспомогательных и транспортных процессов. Выбор методов производства этих работ предусматривает комплексную механизацию всех производственных процессов, учебные исследования по технико-экономическим обоснованиям принятых вариантов, технологические расчеты. В процессе выполнения заданий проводится работа с нормативной литературой.

В настоящем методическом указании освещена методика решения основных вопросов, составляющих объем технологии работ по природообустройству, приведены последовательность выполнения и рекомендации к решению технологических вопросов.

Понижение уровня грунтовых вод при производстве земляных работ

Цель работы: освоить методику и произвести расчет параметров легкой иглофильтровой установки для защиты котлована от грунтовых вод точным методом

Задание к работе:

1. Ознакомиться с теоретическим материалом.
2. Произвести расчет параметров легкой иглофильтровой установки для защиты котлована от грунтовых вод точным методом.

1 Краткие теоретические сведения

Работы по строительному водопонижению во многом зависят от принятого метода механизированной разработки котлованов и траншей. Обычно применяют два метода производства земляных работ: 1) разработку грунта сухоройными машинами и механизмами с предварительным его осушением; 2) разработку грунта средствами гидромеханизации с последующим осушением котлованов и траншей. Соответственно устанавливают очередность работ как по монтажу водоотливных и водопонижительных установок, их эксплуатации, так и по разработке котлованов и траншей. Например, если котлован размещен на берегу, в пределах поймы реки, то разработку его начинают только после монтажа водопонижительного оборудования, причем так, чтобы понижение уровня грунтовых вод опережало заглубление котлована на 1 ... 1,5 м. Если котлован расположен непосредственно в русле реки (при строительстве, например, водозабора или насосной станции первого подъема), то до работ по водопонижению котлован ограждают со стороны воды специальными дамбами (перемычками). Работы по осушению при этом складываются из удаления воды из отгороженного котлована и последующей откачки воды, фильтрующей в котлован. При

углублении такого котлована необходимо организовать в нем глубинное понижение уровня грунтовых вод под всей его площадью.

Поверхностные воды образуются из атмосферных осадков (ливневые и талые воды). Различают поверхностные воды «чужие», поступающие с повышенных соседних участков, и «свои», образующиеся непосредственно на строительной площадке.

Территория площадки должна быть защищена от поступления «чужих» поверхностных вод, для чего их перехватывают и отводят за пределы площадки. Для перехвата вод делают нагорные водоотводные канавы или обваловывание вдоль границ строительной площадки в повышенной ее части.

Водоотводные канавы должны обеспечивать пропуск ливневых и талых вод определенных расходов. Сечение канав рассчитывается по максимальному притоку и допустимой скорости течения воды в них. Размеры поперечного сечения нагорной канавы могут быть ориентировочно приняты: глубина 0,5 – 0,8 м, ширина по дну 0,5 м.

Для предохранения лотка канавы от размыва скорость движения воды не должна превышать для песка 0,5 – 0,6 м/с, для суглинка – 1,2 – 1,4 м/с.

Канаву устраивают на расстоянии не менее 5 м от постоянной выемки и 3 м от временной. Для предотвращения возможного заиливания продольный профиль водоотводных канав делают не менее 0,002. Стенки и дно канав укрепляют дерном, камнями, фашинами.

2 Основные положения по водопонижению

1. Водопонижение во времени.

Уровни грунтовых вод можно, а подчас и необходимо, понижать в период производства строительных работ, например при отрывке глубоких дорожных выемок или котлованов для дорожных или аэродромных сооружений; такое водопонижение получило название строительного водопонижения. Водопонижение, которое осуществляется практически в течение всего времени после окон-

чания строительства, т. е. и в период эксплуатации сооружений, называется дренажем. Это обеспечивает сохранение уровней грунтовых вод постоянно в пониженном состоянии.

2. Способы водопонижения.

Уровни грунтовых вод можно понижать: 1) самотеком воды; 2) путем принудительной откачки.

3. Пути отвода грунтовых вод.

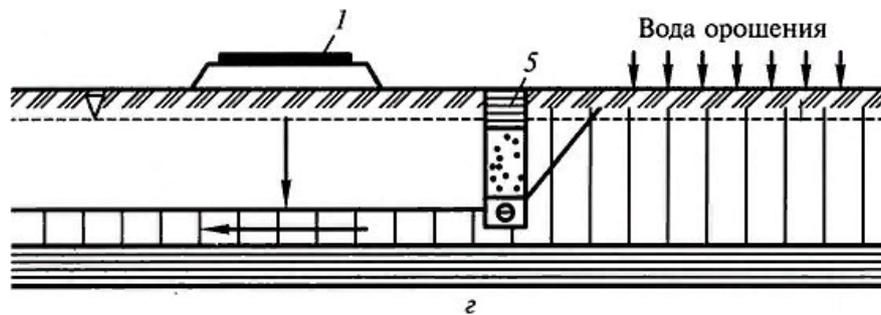
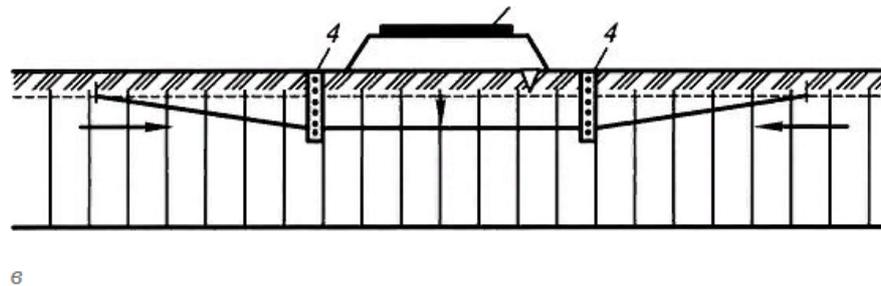
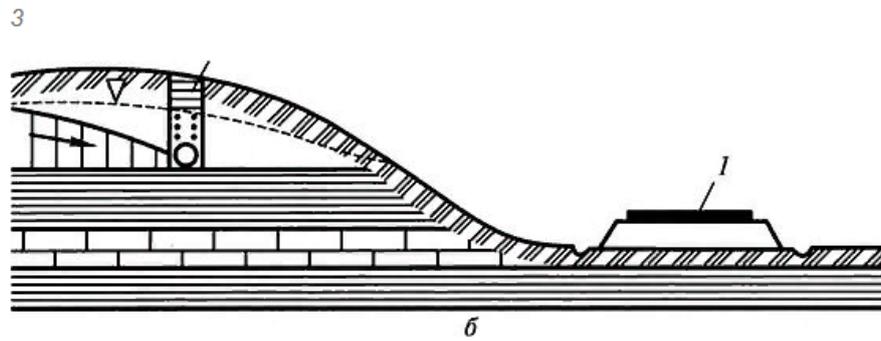
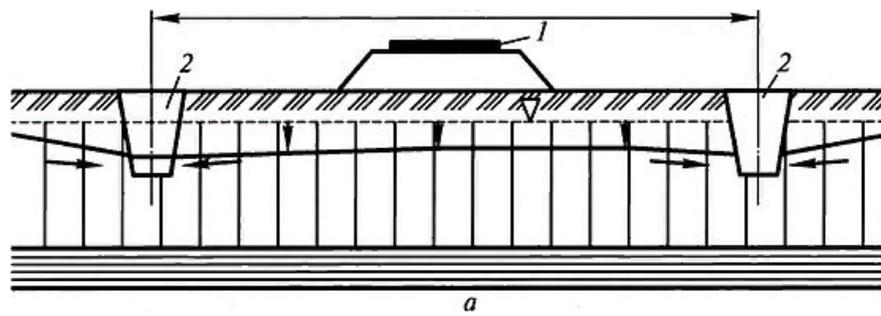
Понижение уровней грунтовых вод дренажами осуществляют путем отвода вод как в горизонтальном, так и в вертикальном направлении.

4. Виды дренажных устройств.

Дренажные сооружения по своим конструкциям разделяются на открытые и закрытые.

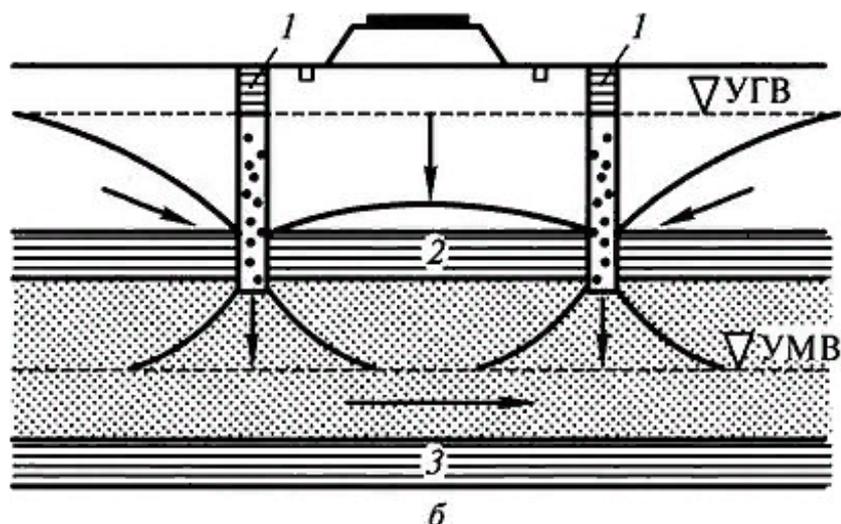
5. Размещение дренажей по отношению к земляному полотну и на территориях аэродромов бывает различным, что связано с рельефом и геологическим строением местности, характером и направлением движения грунтовых вод.

Самотек грунтовой воды всецело зависит от рельефа местности. Водоносный слой может быть частично прорезан дренажными канавами («висячие» канавы). Вода получает возможность стекать вниз по склонам, что приводит к снижению уровней в пределах депрессионных понижений. Открытый сток воды используют на участках дорог, проходящих по заболоченной местности. Для этого на придорожной территории отрывают несколько дренажных канав. Расстояние между ними устанавливают меньше двух радиусов депрессионных понижений. Вода поступает в канавы, течет по ним самотеком и сбрасывается в какие-либо понижения рельефа. Уровень грунтовых вод между канавами, т. е. под земляным полотном, существенно снижается, что позволяет надежно эксплуатировать дороги.



a – осушение территорий с помощью открытых висячих дренажных канав (2) *б* – откосный дренаж; *в* – подкюветный дренаж; *г* – головной дренаж против подтопления участка дороги; 3-5 – дренажи

Рисунок 1 - Защита автодорог отводом грунтовых вод по горизонтали



а – дорога в плане; б – разрез участка дороги; 1 – буровые скважины;
 2 – первый водоупор; 3 – второй водоупор
 Рисунок 2 - Вертикальный сброс грунтовой воды в глубину

Принудительную откачку воды применяют при проходке глубоких дорожных выемок и котлованов под сооружения. Воду из специально отрытых колодцев (или пробуренных скважин) откачивают насосами. Такую откачку прекращают после устройства дренажных сооружений, которые надежно отводят воду из отрытых выемок. В дорожном строительстве принудительную откачку воды используют не часто.

Такой способ водопонижения возможен, когда под первым водоупором залегает межпластовая безнапорная вода и этот водоносный слой не заполнен полностью водой. Для сброса в глубину используют буровые скважины, прорезающие первый водоупор до второго водоносного слоя. Такие скважины заполняют фильтрующим материалом (гравий, щебень, крупный песок), а устье скважин тампонируют глиной так, чтобы в скважины не попадала вода с глинистыми частицами, которые могут забить фильтр и вывести скважину из строя.

Закрытые дренажные устройства. Устраивать в районе дорог дренажи в виде канав (траншей) с открытым самотеком воды не всегда возможно и целесообразно. На дорогах и особенно на аэродромах наиболее часто уровни грунтовых вод понижают закрытым способом. Типичным для этих целей является *закрытая дренажная траншея*.

3 Расчёта параметров легкой иглофильтровой установки для защиты котлована от грунтовых вод точным методом

Начальное осушение котлованов требуется после ограждения их перемычками. При этом объем воды, подлежащей откачке:

$$W = V + q \cdot t, \quad (1)$$

где V - объем воды в котловане, м^3 ,

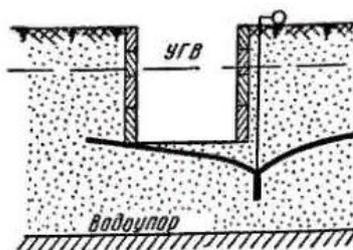
q - приток воды в котлован, $\text{м}^3/\text{ч}$,

t - продолжительность осушения котлована, ч.

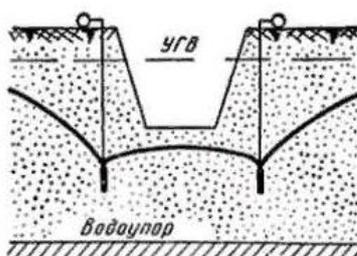
По величине объема начального водоотлива подбирают тип и количество насосных агрегатов. Обычно для откачки воды из неглубоких котлованов, когда глубина воды в них не превышает высоты всасывания, применяют стационарные центробежные насосы, размещаемые на перемычке, а при больших глубинах используют плавучие или передвижные насосные установки.

В процессе осушения котлована необходимо регулировать скорость откачки воды, так как при быстром осушении может произойти повреждение перемычек, откосов и дна котлована. В первые дни откачки интенсивность понижения уровня воды в котлованах из крупнозернистых и скальных грунтов не должна превышать 0,5 ... 0,7 м/сут, из среднезернистых - 0,3 ... 0,4 м/сут и в котлованах из мелкозернистых грунтов 0,15 ... 0,2 м/сут. В дальнейшем откачку можно увеличить до 1 - 1,5 м/сут, но на последних 1,2 ... 2 м глубины откачку воды следует замедлить.

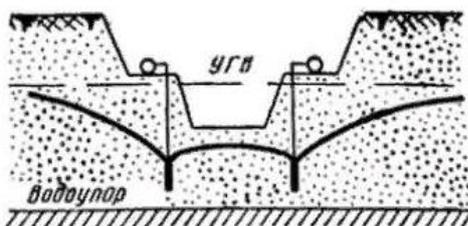
Если необходимо произвести работы на больших глубинах используются метод установки иглофильтров в несколько ярусов либо применяются другие технологии, такие как монтаж эжекторных иглофильтров (глубина до 10 метров), бурение вакуумных скважин (10-30 метров).



Линейная установка, работающая в безнапорных или напорных условиях; иглофильтры расположены с одной стороны траншеи (однорядная установка)



Линейная установка, работающая в безнапорных или напорных условиях; иглофильтры расположены с двух сторон траншеи (двухрядная установка)



Одноярусная кольцевая (контурная) установка, работающая в безнапорных или напорных условиях

Рисунок 3 – Типы установок для понижения уровня грунтовых вод

Задана глубина залегания грунтовых вод от поверхности земли ($h_{\text{угв}} = 1,5$ м) выше отметки низа котлована ($h_{\text{к}} = 3,5$ м). Для защиты котлована от грунтовых вод применяем искусственное глубинное водопонижение, осуществляемое лёгкими иглофильтровыми установками ЛИУ-6 (рис. 3, 4).

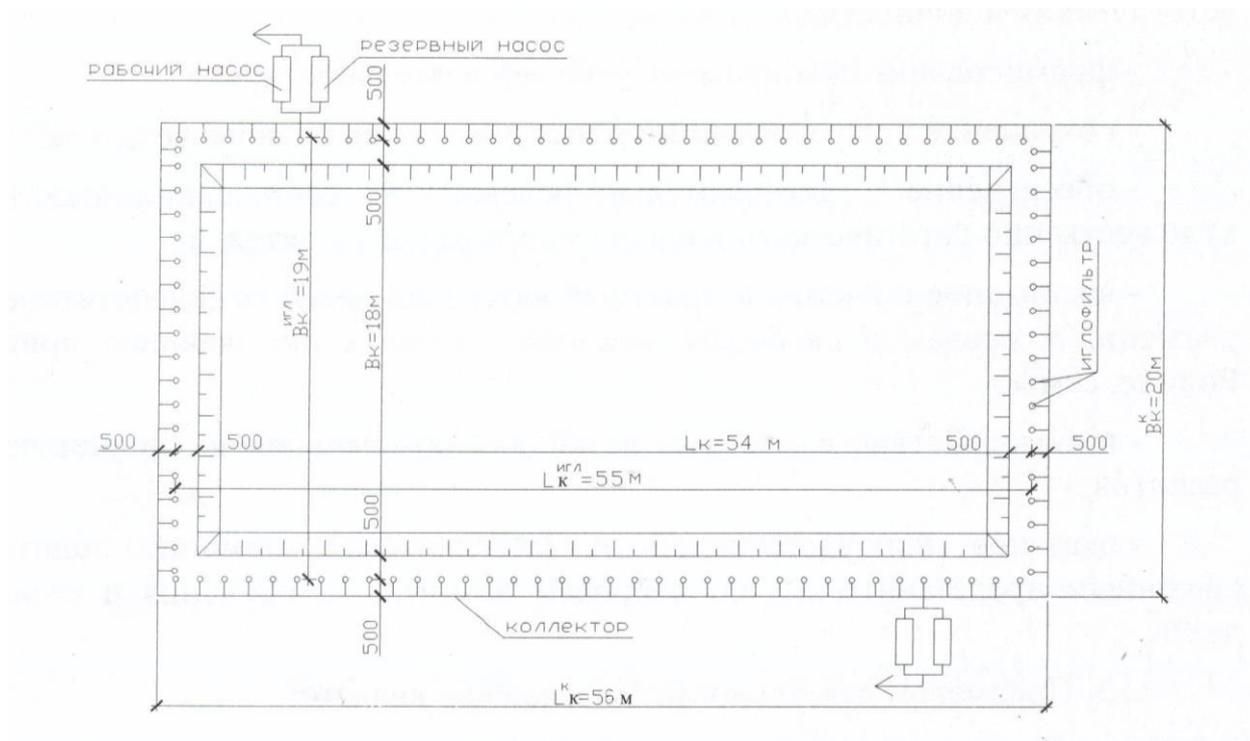


Рисунок 3 – Схема иглофильтровой водопонижительной системы

Иглофильтры подключают к отрицательному (катод), а трубы или стержни - к положительному полюсу источника постоянного тока (анод). Электроды размещают друг относительно друга в шахматном порядке. Шаг, или расстояние анодов и катодов в своем ряду одинаков - около 0,75...1,5 м, аноды и катоды погружают на одну и ту же глубину. В качестве источника электропитания применяют сварочные агрегаты или передвижные преобразователи. Мощность генератора постоянного тока определяют, исходя из того, что на 1 м² площади электроосмотической завесы необходим ток силой 0,5...1 А и напряжением 30...60 В. Под действием электрического тока вода, содержащаяся в порах грунта, освобождается и перемещается в сторону иглофильтров. За счет движения этой воды коэффициент фильтрации грунта увеличивается в 5...25 раз.

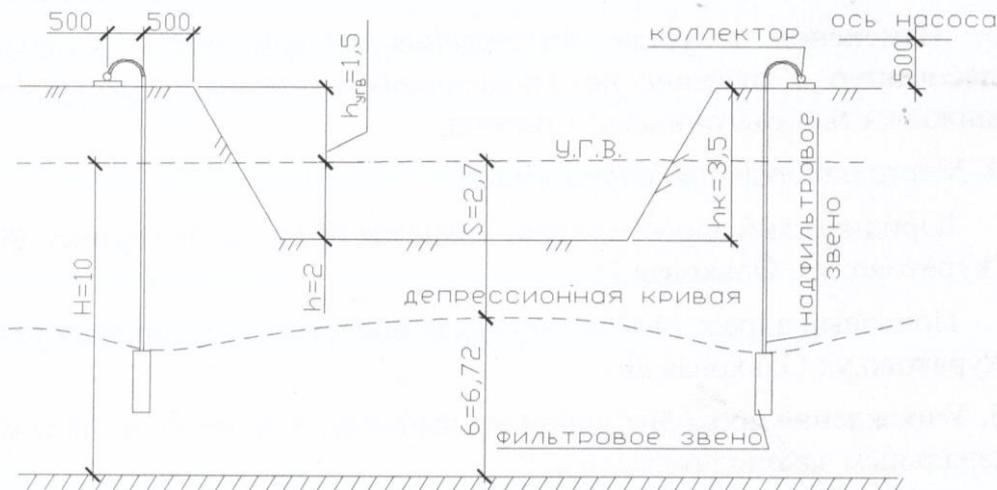


Рисунок 4 – Расчетная схема иглофильтровой установки ЛИУ-6

Для понижения уровня грунтовых вод на глубину 4 м и более применяют открытые (соединяющиеся с атмосферой) водопонизительные скважины. Метод применяют, когда надо осушить большие строительные площадки с сильным притоком вод (коэффициент фильтрации более 2 м/сут).

Таблица 1 – Выбор способов водопонижения

Характеристика грунта	Коэффициент фильтрации k , м/сут	Рекомендуемые способы водопонижения при глубине понижения уровня грунтовых вод, м	
		до 4 ... 5	до 18 ... 20
Глина	-	Электроосушение	
Суглинок	0,005 ... 0,4	Легкие одноярусные ЛИУ и эжекторные иглофильтры	Многоярусные ЛИУ и эжекторные иглофильтры
Супеси	0,2 ... 0,7		Буровые колодцы с артезианскими погружными насосами
Песок			Многоярусные ЛИУ и эжекторные иглофильтры

мелкозернистый	1,2 ... 2,0	Одноярусные ЛИУ
мелкий	2,0 ... 10,0	
средний	10,5 ... 25,0	
крупный	25,0 ... 75,0	Буровые скважины с центробежными насосами
гравелистый	50 ... 100	Буровые скважины с погружными насосами
Гравий:		
с песком чистый	75 ... 150 100 ... 200	Поверхностный водоотлив

Определяем требуемый уровень понижения грунтовых вод из условия:

$$h + l + 0,5 \leq S \leq 1,5 \cdot h, \quad (1)$$

где $h = h_k - h_{\text{УГВ}}$ – расстояние от УГВ до низа котлована, м (рис. 4);

S – требуемое понижение грунтовых вод, м (рис. 4);

L – высота капиллярного поднятия грунтовых вод, м: определяемая по формуле:

$$l = \frac{1}{\sqrt{K_{\phi}}}, \quad (2)$$

где $K_{\phi} = 24$ м/сут – коэффициент фильтрации по заданию.

Принимаем $S = \underline{\hspace{2cm}}$ м.

Определяем размеры котлована по контуру иглофильтров, м:

$$B_{\text{к}}^{\text{игл}} = B_{\text{к}} + 1 \quad \text{и} \quad L_{\text{к}}^{\text{игл}} = L_{\text{к}} + 1, \quad (3)$$

где $B_{\text{к}}$ и $L_{\text{к}}$ – размеры котлована по верху, м (рис. 3).

Размеры котлована по контуру всасывающего коллектора, м:

$$B_{\text{к}}^{\text{к}} = B_{\text{к}}^{\text{игл}} + 1 \quad \text{и} \quad L_{\text{к}}^{\text{к}} = L_{\text{к}}^{\text{игл}} + 1, \quad (4)$$

Приведенный радиус водопонижительной системы определяем по формуле, м:

$$A = \sqrt{\frac{B_{\text{к}}^{\text{игл}} \cdot L_{\text{к}}^{\text{игл}}}{\pi}}, \quad (5)$$

Радиус влияния (депрессии) системы (м) вычисляем по формуле:

$$R = A + 2 \cdot S \cdot \sqrt{K_{\phi} \cdot H}, \quad (6)$$

где S – требуемое понижение грунтовых вод, м;

H – расстояние от оси линейной системы до расчетной точки, м (рис. 4);

A – приведенный радиус водопонижительной системы, м.

Определяем ожидаемый приток воды к системе, (м³/сут.):

$$Q_c = \frac{2 \cdot \pi \cdot z \cdot K_{\phi} \cdot (H - Y)}{\ln \frac{R}{A}}, \quad (7)$$

где $Y = H - S$ – напор в расчетной точке, м;

$z = (H + Y) / 2$ – толщина водоносного слоя при напорной фильтрации, м.

Полученные данные формулы (7) перевести в м³/час определим Q'_c - ожидаемый приток воды в системе, м³/час .

Определяем общую длину котлована:

$$P_{\text{к}} = 2 \cdot B_{\text{к}}^{\text{к}} + 2 \cdot L_{\text{к}}^{\text{к}}, \quad (8)$$

Зная, что предельная длина коллектора на один насос составляет $L_{\text{к}} = 105$ м, находим требуемое число установок по формуле:

$$N = \frac{P_{\text{к}}}{L_{\text{к}}}, \quad (9)$$

где $P_{\text{к}}$ – общая длина коллектора системы, м;

$L_{\text{к}}$ – предельная длина коллектора на одну установку, м.

Принимаем $N = \underline{\hspace{2cm}}$ шт.

Тогда проектируемая длина коллектора на одну установку составит:

$$l_k = \frac{P_k}{N}, \quad (10)$$

Принимаем длину коллектора на одну установку кратно длине звена – 5,25 м, тогда количество звеньев составит:

$$n = \frac{l_k}{5,25}, \quad (11)$$

Принимаем количество звеньев $n = \underline{\hspace{2cm}}$ шт., окончательно получим

$$l_k = 5,25 \cdot n, \text{ м.}$$

Определим приток воды к установке по формуле ($\text{м}^3/\text{сут.}$) и ($\text{м}^3/\text{час}$):

$$Q_y = \frac{Q_c}{N}, \quad Q'_y = \frac{Q'_c}{N} \quad (12)$$

где Q_c – ожидаемый приток воды к системе, $\text{м}^3/\text{сут.}$;

Q'_c - ожидаемый приток воды к системе, $\text{м}^3/\text{час}$.

Так как приток воды к одной установке меньше производительности любого насосного агрегата ЛИУ-6, то каждую установку обслуживает 2 насоса (рабочий и резервный). Для всей системы требуется 4 насосных агрегатов ЛИУ-6 (2 комплекта).

Предельный дебит одного иглофильтра составляет 2,2 $\text{м}^3/\text{ч}$. Определяем число иглофильтров и приток воды к каждому иглофильтру при различном шаге иглофильтров по формулам:

$$n = \frac{l_k}{2\sigma}, \quad q = \frac{Q'_y}{n}, \quad (13)$$

где n – число иглофильтров в установке, шт.;

2σ – шаг иглофильтров кратно 0,75 м;

q – приток воды к иглофильтру (дебит), $\text{м}^3/\text{час}$.

Шаг иглофильтров увеличиваем до значения, при котором приток воды не превышает предельно допустимого дебита иглофильтра.

По формулам (13) рассчитать q , если $2\sigma = 0,75\text{ м}; 1,5\text{ м}; 2,25\text{ м}$ и 3 м .

Определяем высоту от водоупора до сниженного УГВ (м) по формуле:

$$y'_r = y_n - h_b + \xi \cdot \frac{Q_y}{K \cdot n} + 1,34 \cdot 10^{-7} \cdot \xi_1 \cdot Q_y^2, \quad (14)$$

где $y_n = 12\text{ м}$ – высота расположения оси насоса над водоупором;

h_b – расчетная вакуумметрическая высота всасывания насоса (для ЛИУ-6 принимается 6 м);

ξ – величина, зависящая от срока службы установки на данном объекте (принимаем $0,4$ для срока службы $1 - 6$ месяцев), м^{-1} ;

$K = 24\text{ м/сут}$ – коэффициент фильтрации в прифильтровой зоне;

$\xi_1 = -$ коэффициент потерь напора по всасывающей системе, $\text{сут}^2/\text{м}^5$.

Расчет формулы (14) производим для $2\sigma = 0,75\text{ м}; 1,5\text{ м}; 2,25\text{ м}$ и 3 м и соответственно $\xi_1 = 3,3\text{ сут}^2/\text{м}^5; 3,5\text{ сут}^2/\text{м}^5; 3,8\text{ сут}^2/\text{м}^5; 3,9\text{ сут}^2/\text{м}^5$.

Эту же величину (м) определяем по формуле:

$$y_r = H - S \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot \pi \cdot \Phi \cdot z'}{N \cdot n \cdot \ln \frac{R}{A}} \right), \quad (15)$$

где Φ – коэффициент фильтрационного сопротивления, м^{-1} (равный $1; 0,8; 0,7; 0,65\text{ м}^{-1}$ при шаге иглофильтров соответственно $2\sigma = 0,75\text{ м}; 1,5\text{ м}; 2,25\text{ м}$ и 3 м);

z' – толщина потока на линии иглофильтров, м (при напорном потоке $z' = z$).

Рассчитать форму (8.15) для $2\sigma = 0,75\text{ м}; 1,5\text{ м}; 2,25\text{ м}$ и 3 м .

Построить график зависимостей y_r и y'_r от 2σ .

Из построений видно, что кривые пересеклись при шаге иглофильтров _____ м. Принимаем шаг иглофильтров $2\sigma =$ _____ м и соответствующую ему высоту $y_r =$ _____ м.

Глубина погружения иглофильтров в грунт от оси насоса, м составляет:

$$l_{\text{и}} = Y_{\text{н}} - Y_{\text{г}} + l_{\text{ф}} + 0,5 \quad , \quad (16)$$

где $l_{\text{и}}$ - глубина погружения иглофильтров в грунт от оси насоса, м;

$l_{\text{ф}} = 1; 1,2$ м – длина фильтрового звена с наконечником.

Тогда оптимальная длина иглофильтров:

$$l_{\text{и}}^{\text{опт}} = l_{\text{и}} - 0,8 \cdot h_{\text{н}} \quad , \quad (17)$$

где $h_{\text{н}} = 0,5$ м – превышение оси насоса над уровнем земли.

Для нашей установки из типовых звеньев можно собрать иглофильтры длиной 7,2 м из одного звена 1,2 м и двух звеньев по 3 м.

На 1 установку необходимо 53 иглофильтра. На всю систему потребуется $53 \times 2 = 106$ иглофильтров.

Вывод по работе:

Таблица 2 - Операционная карта на понижение уровня грунтовых вод

Наименование операции	Средства технологического обеспечения (технологическая оснастка, инструмент, инвентарь, приспособления), машины, механизмы, оборудование	Исполнитель	Описание операции
Погружение иглофильтров	Буровая установка, автомобильный кран КС-4361А	Машинист 6 разряда, слесарь 5 разряда	Иглофильтры погружают в предварительно пробуренные скважины. Иглофильтры располагают в один ряд с одной стороны траншеи.
Установка коллектора	автомобильный кран КС-4361А	Машинист крана 6 разряда, слесарь 5 разряда	Иглофильтр подсоединяют к всасывающему коллектору гибким гофрированным шлангом. При работе насосного агрегата во всасывающем коллекторе поддерживается вакуум.
Демонтаж коллектора	автомобильный кран КС-4361А	Машинист крана 6 разряда, слесарь 5 разряда	Иглофильтр отсоединяют от всасывающего коллектора. Коллектор извлекается.
Извлечение иглофильтров	автомобильный кран КС-4361А	Машинист крана 6 разряда, слесарь 5 разряда	Иглофильтр извлекается из скважины

Список литературы

1. ЕНиР. Сборник Е2. Земляные работы. Вып. 1. Механизированные и ручные земляные работы / Госстрой СССР. М.: Стройиздат, 1989.
2. СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Ч. 1. Общие требования. М.: Госстрой России, 1999.
3. СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Ч. 2. Строительное производство. М.: Госстрой России, 2002.
4. СНиП 3.02.01-87. Земляные сооружения, основания и фундаменты / Госстрой СССР. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989.
5. Руководство по конструкциям опалубок и производству опалубочных работ. М.: Стройиздат, 1983.
6. СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции / Госстрой СССР. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1988.
7. ЕНиР. Сборник Е4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций. Вып. 1. Здания и промышленные сооружения / Госстрой СССР. М.: Стройиздат, 1987.
8. Земляные работы: справочник строителя / Л.В. Гриншпун, А.В. Карпов, М.С. Чиченков и др.; под ред. Л.В. Гриншпуна. М.: Стройиздат, 1992.
9. Расчет организационно-технологических параметров различных строительных процессов: метод. указания к выполнению лабораторных работ / А.Н. Ткаченко, В.П. Радионенко, А.Н. Василенко и др. Воронеж, 2015. 38 с.
10. Технология строительных процессов: учебник для вузов / А.А. Афанасьев, Н.Н. Данилов, В.Д. Копылов и др.; под ред. Н.Н. Данилова, О.М. Терентьева. М.: Высш. школа, 2000.
11. Бозылев В.В., Сафончик Д.И. Технология строительного производства: учеб.-метод. комплекс. В 5 ч. Ч. 2. Новополюцк: ПГУ, 2008. 284 с.

Учебное издание

Орехова Галина Владимировна

ПОНИЖЕНИЕ УРОВНЯ ГРУНТОВЫХ ВОД ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ

Методическое указание

для выполнения практической работы по дисциплине
«Организация и технология работ по природообустройству»
по направлению 23.03.02 – Наземные транспортно-технологические комплексы,
профиль «Машины и оборудование природообустройства
и дорожного строительства»

Редактор Осипова Е.Н.

Подписано к печати 01.06.2021 г. Формат 60x84¹/₁₆.
Бумага офсетная. Усл. п. л. 1,22. Тираж 25 экз. Изд. № 6958.

Издательство Брянского государственного аграрного университета
243365 Брянская обл., Выгоничский район, с. Кокино, Брянский ГАУ