МИНИСТЕРСТВО ЧЁРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ СССР

ВРЕМЕННАЯ ИНСТРУКЦИЯ

ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ОТ ПОДТОПЛЕНИЯ ГРУНТОВЫМИ ВОДАМИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

БЕЛГОРОД 1978

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ СССР

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель Министра черной
металлургии СССР
В.С.ВИНОГРАДОВ

19 мая 1978 г.

ВРЕМЕННАЯ ИНСТРУКЦИЯ

ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ОТ ПОДТОПЛЕНИЯ ГРУНТОВЫМИ ВОДАМИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Белгород 1978

УДК 622.5.001.2:556.3

Настоящая инструкция предназначена для проектирования защитных мероприятий от подтопления грунтовыми водами зданий и сооружений в период строительства и эксплуатации. Вводится в действие с 1 октября 1978 года.

В работе изложены общие положения по проектированию защитных мероприятий и приведены сведения по типам применяемых дренажных устройств, способам и мероприятиям по защите подтапливаемых территорий, гидрогеологическим расчетам для их обоснования, а также требованиям к гидрогеологическим исследованиям на подтопляемых территориях.

Инструкция составлена в лаборатории фильтрационных расчетов отдела осушения института ВИОГЕМ М.А.Забейдой при участии В.Е.Анпилова (разд.7.Б) и Ю.В.Пономаренко (прил.1 и 2).

© Всесоюзный научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт по осушению месторождений полезных ископаемых, специальным горным работам, рудничной геологии и маркшейдерскому делу (ВИОГЕМ), 1978.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Область применения

1.1. Настоящая инструкция предназначена для проектирования защитных мероприятий от подтопления грунтовыми водами зданий, сооружений и инженерных коммуникаций промышленных предприятий, построенных или строящихся на слабопроницаемых грунтах.

Примечание. При строительстве на хорошопроницаемых грунтах защитные мероприятия разрабатываются в соответствии с требованиями СНиП "Основания зданий и сооружений" и Временной инструкцией по проектированию осушения месторождений полезных ископаемых.

1.2. К слабопроницаемым грунтам относятся песчано-глинистые разности горных пород, в том числе и лессовых, характеризующиеся незначительной водоотдачей (до 0,1) и коэффициентом фильтрации меньше 1-2 м/сут.

1.3. Значение фильтрационных параметров некоторых типов слабопроницаемых пород ориентировочно можно принимать по табл. 1.1.

Таблица 1.1

Породы	Коэффициент фильтрации, м/сут	Коэффициент водоотдачи	Коэффициент уровнепроводности, $м^2$/сут
Глины, плотные мергели	0,01	0,01	-
Суглинки	0,10-0,01	0,01-0,05	15-50
Супеси	1,00-0,10	0,05-0,10	50-100
Пески тонкозернистые	0,50-5,00	0,10-0,15	-

1.4. В настоящей инструкции под подтоплением территорий промплощадок понимается подъем уровня грунтовых вод, происходящий под влиянием источников действующих на самой площадке (утечки воды из водонесущих коммуникаций и брызгальных бассейнов, изменение бытовых условий поверхностного и подземного стока, конденсации влаги под покрытиями и т.п.) и приводящий к нарушению нормальных условий строительства и эксплуатации зданий и сооружений, а также жизнедеятельности растений.

1.5. Защита зданий и сооружений от подтопления грунтовыми водами осуществляется следующими способами:

а) выполнением наружной или внутренней гидроизоляции;

б) устройством дренажей различного типа;

в) выполнением различных профилактических (см. п.3.4) и защитных (см.п.4.6) мероприятий.

Примечание. Защита подземных частей зданий и сооружений с помощью гидроизоляции осуществляется в соответствии с требованиями отдельных глав (пунктов) СНиП на проектирование водоснабжения, наружных сетей и сооружений и ГОСТа 539-73.

Задачи проектирования защитных мероприятий

1.6. Проектирование защитных дренажных мероприятий на промплощадках осуществляется с целью

а) поддержания уровня грунтовых вод на заданной отметке;

б) исключения развития коррозионных процессов в бетонных, железобетонных и других элементах сооружений;

в) сохранения несущих свойств грунтов оснований;

г) обеспечения нормальных условий эксплуатации фундаментов, подвалов, подземных частей зданий и сооружений, а также подземных коммуникаций.

Исходные данные для проектирования

1.7. Основными исходными данными для проектирования осушения являются следующие материалы:

а) техническое задание на проектирование дренажа;

б) генеральный план промплощадки;

в) отчеты и заключения по проведенным инженерно-геологическим и гидрогеологическим изысканиям;

г) научные отчеты по выполненным тематическим исследованиям;

д) проектная документация по заложению фундаментов, подвалов и т.п.;

е) проекты постоянных и временных подземных коммуникаций (водопровод, теплопровод, канализация, электросиловые, телефонные и другие кабели);

ж) проект вертикальной планировки промплощадки;

з) проектная документация на строительство дорог;

и) сведения о ближайших песчаных и каменных карьерах с характеристикой получаемого в них материала;

к) отчеты об эксплуатации предприятия, водопотреблении, уровне потерь технологических вод;

л) заключение о прогнозе развития процесса подтопления.

Примечание. В зависимости от стадии проектирования объем исходной информации может быть изменен по согласованию с проектной организацией.

1.8. Задание на разработку проекта осушения составляется генеральной проектной организацией в соответствии с заданием заказчика на проектирование всего объекта (Министерство, комбинат, объединение и т.п.) при непосредственном участии организации, проектирующей осушение. В нем указываются основные характеристики проектируемого или защищаемого объекта; основание для проектирования; основные направления проектирования; главные источники обеспечения предприятия электроэнергией, а также особые требования, предъявляемые заказчиком к осушению.

Примечание. В случае необходимости в за-

дании указываются основные источники обеспечения предприятия водой, теплом и газом.

2. ТИПЫ ДРЕНАЖНЫХ УСТРОЙСТВ И ОБЛАСТЬ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

2.1. Для защиты зданий и сооружений от подтопления грунтовыми водами в период строительства (предварительно) и во время эксплуатации применяются горизонтальные, вертикальные и комбинированные дренажные устройства.

Примечание. Производство дренажных работ осуществляется в соответствии с положениями отдельных разделов (пунктов) РТМ-95.06.19-75. Проектирование дренажей промышленных площадок. Технические указания. М., ГИКП, 1974.

2.2. Горизонтальные дренажи по конструктивным особенностям подразделяются на открытые дрены (канавы, лотки), закрытые, трубчатые, галерейные, пристенные, пластовые и дрены, совмещенные с водостоками.

2.3. Вертикальные дрены по конструкции и особенностям работы подразделяются на водопонижающие, водопоглощающие и восстающие скважины, забивные фильтры и трубчатые колодцы.

2.4. Комбинированные дренажи представляют собой сочетание горизонтальных и вертикальных дренажных устройств. В частности, к комбинированным относятся лучевые дренажи (лучевые скважины).

2.5. Для усиления эффекта осушения слабопроницаемых грунтов (ускорения темпов осушения, улучшения работы фильтров и т.д.) применяются специальные методы водопонижения: вакуумирование и электроосушение.

Примечание. Электроосушение, как метод интенсификации дренажа, следует применять только при строительном водопонижении.

Горизонтальные дренажи

2.6. Открытые канавы проходятся на глубину 1,5 – 2,0 м и представляют собой простейший тип горизонтального дренажа. Применяются они для понижения уровня грунтовых вод, а также для перехвата и организованного отвода поверхностных вод с защищаемой территории.

2.7. Лотки представляют собой открытые канавы, откосы которых закреплены, глубина заложения лотков 2,0–3,0 м. Назначение их то же, что и открытых канав.

2.8. Закрытые дрены выполняются в траншеях, сплошь заполненных фильтрующим материалом (фашины, каменная наброска и т.п.). Применяются они в основном для приема и отвода грунтовых вод.

Примечание. Проектирование дрен, указанных в пп. 2.6–2.8, производится в исключительных случаях, так как они неудобны (открытые канавки и лотки) или малонадежны (закрытые дрены) в эксплуатации.

2.9. Горизонтальные трубчатые дрены в конструктивном отношении представляют собой траншеи, в которых уложены дренажные трубы, а вокруг последних устроена фильтрующая обсыпка. Рекомендуемая глубина заложения трубчатых дрен 5–8 м.

2.10. Горизонтальные трубчатые дренажи могут быть выполнены в виде отдельных линейных дрен, системы дрен (систематический дренаж), кольцевых (контурных) и сопутствующих дрен.

2.11. Отдельные линейные трубчатые дрены следует применять для защиты объектов, имеющих при малой их ширине значительные линейные размеры, как-то: тепловых или водопроводных сетей, подземных галерей и т.п.

2.12. Системы горизонтальных дрен целесообразно применять вместо пластовых дренажей при защите отдельных объектов больших размеров в плане или для поддержания уровня подземных вод на заданной отмет-

ке. Преимущество пластового или систематического дренажа определяется технико-экономическими расчетами.

2.13. Кольцевые дрены закладываются по контуру защищаемого объекта или участка территории и могут применяться как для дренирования подготавливаемой территории, так и для защиты существующих зданий и подземных сооружений.

2.14. Сопутствующие дрены являются разновидностью трубчатых и отличаются от них тем, что укладываются в общей траншее с защищаемыми коммуникациями. Применяются они в основном для защиты от грунтовых вод трубопроводов и других инженерных сетей или для перехвата утечек из них.

2.15. Водоприемная часть трубчатых дренажей выполняется из безнапорных асбестоцементных (ГОСТ 1839-72), водопроводных (ГОСТ 539-73), керамических дренажных (ГОСТ 8411-74), труб и трубофильтров.

Примечание. В агрессивных средах, помимо керамических дренажных, рекомендуется применять трубы из стеклопластика, стеклопластиковые фильтры, гибкие витые дренажные трубы из жесткого поливинилхлорида.

2.16. В случае необходимости перфорация труб производится круглыми или щелевыми отверстиями с боков и в верхней части, нижняя часть (не более 1/3 по высоте) должна быть без отверстий. Минимальный диаметр труб следует назначать не менее 150 мм.

2.17. Для устройства фильтрующих обсыпок рекомендуется применять кварцевые пески, гравий и щебень с содержанием пылеватых и глинистых частиц не более 3-5% по объему.

Состав фильтрующих обсыпок, количество слоев и их толщина зависят от типа дренируемого грунта и определяются расчетом.

2.18. Предельная глубина заложения труб, укладываемых в фильтрующую обсыпку, ориентировочно определяется по табл. 2.1.

Примечание. В случае приложения допол -

Таблица 2.1

Грунты основания	Типы труб	Глубина заложения труб, м, при их внутреннем диаметре, мм							
		100 (100)*	150 (141)	200 (189)	250 (242)	300 (279)	400 (368)	500 (456)	600
Пески гравелистые, крупные и средней крупности, глины и суглинки полутвердые, туго-, мягко- и текучепластичные, супеси пластичные	Бетонные	–	–	4,0	–	3,4	3,3	3,2	–
	Керамические								
	канализационные	–	7,3	5,7	4,7	4,9	3,7	3,6	3,0
	дренажные	4,0	3,5	3,5	3,0	–	–	–	–
	Асбестоцементные водопроводные								
	ВТ-3	9,9	4,9	3,9	3,4	3,2	3,1	3,0	–
	ВТ-6	11,9	9,3	8,4	6,8	6,6	6,7	6,4	–
	ВТ-9	20,8	16,9	14,9	12,3	12,6	12,4	12,6	–
Пески мелкозернистые и пылеватые	Бетонные	–	–	4,1	–	3,6	3,4	3,4	–
	Керамические								
	канализационные	–	7,6	5,9	4,9	5,1	3,9	3,7	3,1
	дренажные	4,1	3,6	3,7	3,1	–	–	–	–
	Асбестоцементные водопроводные								
	ВТ-3	10,3	5,1	4,0	3,6	3,3	3,2	3,1	–
	ВТ-6	12,4	9,6	9,3	7,1	6,8	6,9	6,6	–
	ВТ-9	21,6	17,5	15,5	12,8	13,0	12,9	13,1	–

*В скобках указан диаметр асбестоцементных труб.

нительной нагрузки на трубы и перфорации их стенок, глубину заложения можно принимать равной 0,7–0,9 предельной глубины заложения труб, указанной в табл.2.1.

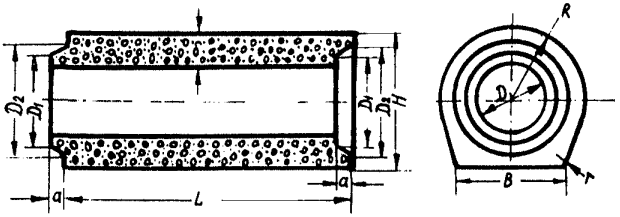


Рис. 1. Схема дренажного трубофильтра.

2.19. Типоразмеры трубофильтров, применяемых в качестве водоприемной части трубчатого дренажа, следует назначать согласно табл.2.2 (рис.1).

Таблица 2.2

D	L	δ	H	B	D_1	D_2	a	R	r
150	825±5	50	250	160	186	214	25	125	30
200	625±5	50	300	200	236	264	25	150	40

2.20. Галерейные дрены представляют собой подземные выработки (штольни, штреки и т.п.) проходного (высота 1,6–1,8 м) или полупроходного сечения (высота 0,9–1,2 м), закрепленные фильтрующей крепью или незакрепленные (в условиях устойчивых пород). Применяются галерейные подземные дрены в ответственных дренажных системах и на участках, где по условиям застройки нельзя осуществить проходку траншеи открытым способом. В случае заложения галерейных дрен в слоистые грунты, в кровлю их закладываются восстающие скважины или забивные фильтры.

2.21. Пристенные дренажи являются разновидностью трубчатых и укладываются непосредственно с наружной стороны защищаемых сооружений. Их рекомендуется

применять для защиты отдельных зданий, подошвы фундаментов которых или подвалы находятся на водоупорных слоях, залегающих на глубине 5–8 м от поверхности.

2.22. Пластовый дренаж представляет собой фильтрующую постель, укладываемую в основании защищаемого сооружения непосредственно на водоносный грунт и гидравлически связанную трубами или фильтрующим материалом с водоотводящей трубчатой дреной, уложенной с наружной стороны фундаментов. Пластовый дренаж устраивается по подошве фундаментов, подвалов или сооружений независимо от глубины их заложения. Боковые поверхности стен защищаются от сырости с помощью гидроизоляции или наслонных дренажей.

Этот тип дренажей следует также применять для защиты подземных сооружений с высоким температурным режимом, как-то: фундаментов коксовых батарей, боровов дымовых труб, мартеновских печей и т.п., в которых оклеечная гидроизоляция не может быть использована из-за высоких температур.

Вертикальные дренажи

2.23. Водопонижающие скважины применяются как для осушения безнапорных водоносных горизонтов, так и для снижения напоров в напорных пластах. Их следует использовать для водопонижения в двухслойных пластах, из которых нижний более водопроницаем. Применение их для дренирования слабопроницаемых грунтов нецелесообразно.

Водопонижающие скважины бурятся с поверхности земли или из подземных горных выработок и оборудуются фильтрами на дренируемый водоносный горизонт.

2.24. Водопоглощающие скважины применяются в том случае, если для приема дренируемых вод имеется поглощающий горизонт, водопроводимость которого, выше дренируемого горизонта. Сброс воды в песчаные коллекторы не рекомендуется.

2.25. Восстающие скважины применяются для осу –

шения водоносных горизонтов, залегающих в кровле дренажной галереи, сооружаются вертикально или близко к вертикальному направлению в галереях (штреках) или в специальных нишах (камерах).

2.26. Забивные фильтры применяются для осушения водоносных горизонтов на расстоянии не более 10 м от горной выработки (галереи и т.п.).

2.27. Водопонижающие колодцы применяются для непосредственного дренажа слабопроницаемых грунтов при заглублении защищаемого объекта до 5–8 м.

2.28. Лучевые дренажи представляют собой комбинированный тип дренажа и состоят из водосборного колодца и водоприемных лучей-фильтров, пробуренных горизонтально или слабонаклонно в направлении защищаемого объекта. Применяются они на действующих предприятиях, где по условиям производства работ другие типы дренажей заложить невозможно.

Вакуумные дренажи

2.29. Вакуумное водопонижение выполняется при помощи вакуум-колодцев, сифонных, горизонтальных дренажей и лучевых дренажей.

2.30. Вакуумные колодцы представляют собой вертикальные выработки (скважины) глубиной 5–8 м, специально подготовленные для оборудования вакуумными насосами. Вакуум-колодцы рекомендуется применять при защите от подтопления подвальных помещений, полы которых выполнены из монолитного бетона или железобетона, т.е. являются герметичными.

2.31. Сифонные дренажи – своеобразный тип комбинированных дренажей (водозабор осуществляется из вертикальных колодцев, а водоотвод – с помощью сифона). Их целесообразно применять при глубине уровня грунтовых вод, не превышающей 10–12 м.

2.32. При вакуумировании горизонтальных и лучевых дренажей дополнительно необходимо предусмотреть специальные устройства, позволяющие создавать вакуум в полости дрен.

3. ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ОТ ПОДТОПЛЕНИЯ ГРУНТОВЫМИ ВОДАМИ

3.1. Под профилактическими способами защиты понимаются мероприятия, направленные на предотвращение подтопления территорий, зданий и сооружений грунтовыми водами или на их профилактическую защиту от вредного влияния вод.

3.2. Профилактические мероприятия выполняются, как правило, на вновь осваиваемых территориях или объектах, находящихся в стадии строительства.

3.3. Профилактические мероприятия разрабатываются в основном с целью сохранения или улучшения условий стока поверхностных и грунтовых вод, сохранения или уменьшения величины инфильтрации поверхностных и производственных вод или с целью предупреждения прогнозируемого подтопления.

3.4. К профилактическим относятся следующие мероприятия:

а) организация стока поверхностных вод;

б) сохранение или улучшение условий естественного дренирования подземных вод;

в) обеспечение тщательного выполнения строительно-монтажных работ на водопотребляющих сооружениях и водопроводно-канализационных сетях и правильной их эксплуатации;

г) устройство дренажей в основании подвалов и других подземных сооружений и коммуникаций.

3.5. Надлежащая организация стока поверхностных вод достигается

а) компоновкой генеральных планов и вертикальной планировкой застраиваемой территории;

б) перехватом поверхностных вод, поступающих на защищаемую территорию с соседних участков;

в) обеспечением свободного стока поверхностных вод непосредственно с защищаемой территории;

г) соблюдением определенного порядка и правил при устройстве котлованов, траншей и других выемок.

3.6. Компоновка генерального плана промышленного предприятия должна исключать возможность поступления воды в грунт из бассейнов, градирен, цехов и т.п.

3.7. Размещение зданий и сооружений на территории промплощадки должно производиться таким образом, чтобы максимально исключить зарегулирование стока атмосферных осадков.

3.8. Заглубление зданий и сооружений необходимо предусматривать с таким расчетом, чтобы по возможности исключить барражирование потока грунтовых вод фундаментами.

3.9. Перехват поверхностных вод, поступающих на защищаемую территорию с верховой стороны, должен производиться с помощью головных дренажей (нагорных канав, "ловчих" дрен и т.п.).

Если с верховой стороны территории движется также и поток неглубоко залегающих подземных вод, то головной дренаж должен проектироваться с расчетом перехвата и подземных вод.

3.10. Перехват поверхностных и подземных вод, поступающих на защищаемую территорию с низовой стороны, производится с помощью береговых систем дренажа, конструкции и тип которых выбираются на основании технико-экономических сравнений в зависимости от геолого-гидрогеологических условий.

3.11. Ускорение стока поверхностных вод непосредственно с защищаемой территории достигается с помощью

а) устройства водоотводящих канав, кюветов, лотков, водовыпусков и т.п.;

б) вертикальной планировки территории, изоляции дневной поверхности и т.п.

3.12. Проектирование водоотводящих канав, кюветов, лотков и т.п. должно проводиться с соблюдением требований отдельных глав (пунктов) СНиП на проектирование промышленного транспорта и автомобильных дорог.

3.13. К планировке территории предъявляются следующие требования:

а) планировка застраиваемой территории должна проектироваться с обеспечением быстрого стока поверхностных вод;

б) все поверхностные воды необходимо отводить с участка как в период строительства, так и в процессе эксплуатации через постоянно действующую ливнесточную сеть или непосредственно по спланированной поверхности;

в) вертикальная планировка территории под одну отметку не допускается и производится по возможности с сохранением почвенно-растительного слоя.

3.14. Земляные работы по отрывке котлованов, выемок и т.п. должны выполняться с соблюдением следующих требований:

а) разработку котлованов и траншей под фундаменты и сооружения необходимо производить непосредственно перед началом возведения последних, а работы нулевого цикла - выполнять ускоренными методами;

б) котлованы и выемки следует ограждать небольшими дамбами с целью исключения возможности затопления их поверхностными водами;

в) непосредственно за возведением фундаментов и укладкой коммуникаций необходимо тщательно заделывать пазухи котлованов и траншей грунтом с устройством отмосток и немедленно отводить от зданий поверхностные воды, предупреждая их застой.

3.15. Сохранение или улучшение условий естественного дренирования подземных вод производится с целью предотвращения подпора подземных вод и достигается

а) правильной организацией отвального хозяйства предприятия;

б) расчисткой берегов естественных водоемов и водотоков, очисткой русел, оврагов и т.п.

3.16. Основные требования, предъявляемые к складированию отвалов, сводятся к следующему:

а) место складирования отвалов должно выбираться с таким расчетом, чтобы они не нарушали сток поверх-

ностных вод и не ухудшали условий естественного дренирования подземных вод;

б) материалы отвалов, укладываемых гидравлическим способом необходимо дренировать, а отработанные воды - отводить;

в) в случае, если отвальное хозяйство может вызвать подпор подземных вод необходимо устройство искусственного дренажа.

3.17. Устройство и эксплуатация водопотребляющих и водозаборных сооружений, водопроводно-канализационных коммуникаций должны производиться в соответствии с требованиями отдельных глав СНиП на производство и приемку работ по водоснабжению, канализации и теплоснабжению, наружным сетям и сооружениям и исключать поступление воды в грунты.

3.18. Профилактическую защиту подземных частей зданий и сооружений от грунтовых вод, а также перехват возможных утечек воды необходимо осуществлять с помощью следующих дренажных устройств: пластовых, пристенных, горизонтальных и вертикальных.

Примечание. В том случае, если по технологическим требованиям на защищаемом объекте недопустимо повышение влажности грунтов, следует предусматривать вентиляционные дренажи, представляющие собой фильтрующие трубы, через которые продувается горячий или подогретый воздух.

4. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ЗАЩИТЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ ОТ ГРУНТОВЫХ ВОД НА ПОДТОПЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

4.1. Мероприятия по защите зданий, сооружений и инженерных коммуникаций от грунтовых вод на подтопленных территориях выполняются с целью

а) стабилизации уровня грунтовых вод, т.е. прекращения его дальнейшего подъема;

б) защиты зданий, сооружений и инженерных коммуникаций от грунтовых вод.

4.2. Проектированию мероприятий по защите должно предшествовать обследование защищаемого объекта, выявление и количественная оценка источников его подтопления.

4.3. Прекращение дальнейшего подъема уровня грунтовых вод, как правило, достигается

а) устранением утечек;

б) организацией стока поверхностных вод;

в) улучшением условий подземного стока;

г) устройством систематического дренажа.

Примечание. Мероприятия пп."б" и "в" выполняются в том случае, если они не были предусмотрены в период строительства или их невыполнение привело к развитию подтопления.

4.4. Устранение утечек из подземных водонесущих коммуникаций достигается надлежащей организацией работ соответствующих служб по эксплуатации водопровода, канализации, теплосети и т.п. При этом а) состояние сетей во время эксплуатации должно соответствовать требованиям СНиП на производство и приемку работ по водоснабжению, канализации и теплоснабжению, наружным сетям и сооружениям; б) эксплуатация водонесущих устройств должна производиться в соответствии с требованиями "Правил технической эксплуатации водопроводов и канализации", М., Стройиздат, 1965 и "Инструкции по борьбе с утечками и потерями воды на городских водопроводах", М., Стройиздат, 1973.

4.5. Защита зданий, сооружений и коммуникаций от подтопления сводится к а) выполнению защитных мероприятий (см. пп.4.6) и б) устройству различных типов дренажей (см. пп.4.7).

Примечание. Проектирование мероприятий (п. 4.5а или 4.5б) обосновывается технико-экономическими расчетами и возможностью их устройства.

4.6. Выполнение защитных мероприятий, как правило, должно проводиться строительными методами и сводиться к

а) устранению повреждений в гидроизоляции;

б) поднятию полов подвалов;

в) упрочнению полов или уменьшению нагрузки на пол;

г) выносу подтопленных сетей на поверхность;

д) устройству за фундаментом водонепроницаемой оболочки;

е) устройству внутренней гидроизоляции.

4.7. Защита сооружений и инженерных коммуникаций путем осушения грунтов должна производиться с помощью горизонтальных трубчатых (линейных, кольцевых, систематических), пристенных, пластовых, галерейных, лучевых дренажей, вакуум-колодцев, водопонижающих и водопоглощающих скважин.

5. РАСЧЕТЫ ДРЕНАЖЕЙ

5.1. Расчеты дренажей состоят из гидрогеологической и гидравлической частей и подбора фильтрующих обсыпок.

А. Гидрогеологические расчеты дренажей

5.2. Гидрогеологические расчеты дренажей заключаются в установлении положения сниженного уровня грунтовых вод на участке их действия и в определении величины притока воды к дренам.

5.3. Гидрогеологические расчеты дренажей выполняются методами гидрогеологической аналогии, водного баланса, аналитическим и моделирования.

5.4. Метод гидрогеологической аналогии применяется для приближенных расчетов и основывается на фактических данных, полученных при осушении объектов, находящихся в аналогичных условиях.

5.5. Метод водного баланса применяется для определения общего притока воды к защищаемой территории (площадке, участку) в районах с фиксированными областями питания и разгрузки подземных вод. Как правило, он используется в сочетании с другими методами.

5.6. Аналитические методы расчета дренажей применяются в гидрогеологических условиях, приводимых к типовым расчетным схемам (неограниченный пласт, полуограниченный пласт, пласт-полоса, пласт-квадрант, пласт-круг и т.п.).

В сложных гидрогеологических условиях при неоднородном строении водоносной толщи применяется моделирование.

5.7. Понижение уровня воды в заданных контрольных точках дренируемой территории назначается из условия

$$S > h_z + h_k + h_c. \qquad (1)$$

(Обозначения, принятые в формулах, см. в прил. 3).

5.8. Учитывая, что в слабопроницаемых грунтах радиусы действия дренажей редко превышают 25–30 м, гидрогеологические расчеты их следует выполнять, как для неограниченных в плане пластов.

При четко выраженных, фиксированных границах расчеты дренажей необходимо производить с использованием принципа суперпозиции.

5.9. Гидрогеологические расчеты дренажных устройств, работающих в слабопроницаемых грунтах, выполняются с использованием решений, полученных интегрированием уравнения, имеющего по данным опытных работ вид

$$\nabla^2 S - \frac{\alpha S}{T} = \frac{1}{a}\frac{\partial S}{\partial t}, \qquad (2)$$

где α – параметр, определяемый по данным полевых опытных работ и обобщенно учитывающий дополнительное поступление воды из капиллярной зоны и за счет сжатия грунтового скелета.

5.10. При отсутствии опытных данных ориентировочные значения параметра α можно принять равными $0{,}0024 \frac{1}{\text{сут}}$ для суглинков, $0{,}0035 \frac{1}{\text{сут}}$ для супесей.

5.11. Для выполнения расчетов реальные контуры кольцевых, пристенных и пластовых дренажей следует приводить к круглым в плане с радиусом r_0, определяемым по формулам,

а) при соотношении сторон от 1:3 до 1:1

$$r_0 = \sqrt{\frac{F}{\pi}}; \qquad (3)$$

б) при соотношении сторон 1:3

$$r_0 = \frac{p}{2\pi} . \qquad (4)$$

Расчеты горизонтальных дренажей

Линейный дренаж

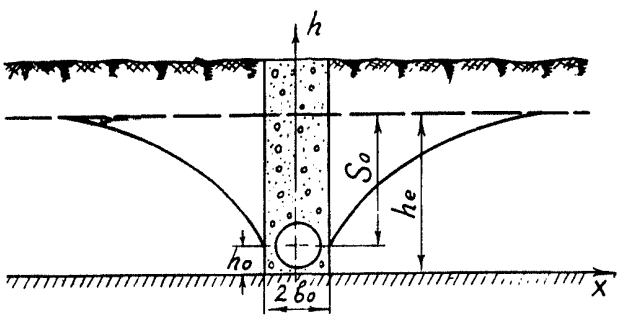


Рис. 2. Схема к расчету однолинейного горизонтального дренажа совершенного типа.

5.12. Понижение уровня грунтовых вод в зоне действия совершенного дренажа (рис.2) и единичный односторонний расход потока, поступающий к нему, определяются по формулам

$$S(x,t) = S_0 F_1(\theta, \bar{x}), \qquad (5)$$

$$q = T S_0 F_2(\theta, \gamma), \qquad (6)$$

$$\Theta = \alpha' t; \quad \gamma = at; \quad \bar{x} = \frac{x}{\sqrt{at}}; \quad \alpha' = \frac{a}{B^2}; \quad B = \sqrt{\frac{T}{\alpha}}.$$

Значения функций $\mathcal{F}_1(\Theta, x)$ и $\mathcal{F}_2(\Theta, \gamma)$ берутся по графикам, представленным на рис. 3 и 4.

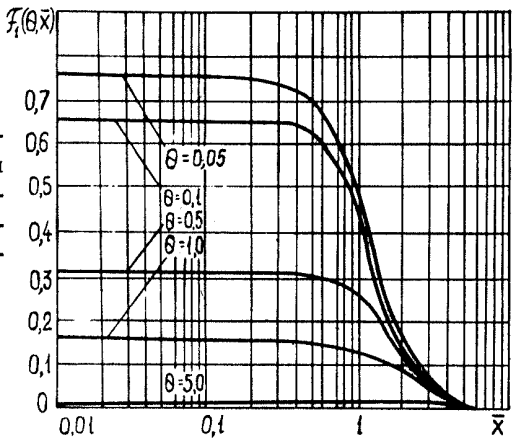


Рис. 3. График функции $\mathcal{F}_1(\Theta, \bar{x})$.

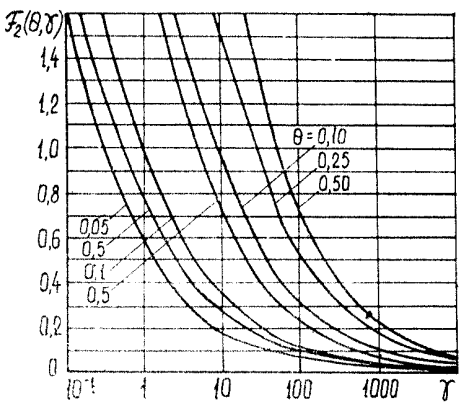


Рис. 4. График функции $\mathcal{F}_2(\Theta, \gamma)$.

5.13. Понижение уровня грунтовых вод в зоне действия несовершенного дренажа (рис. 5) и единичный односторонний расход потока, поступающий к нему, определяются по формулам

$$S(x,t) = \frac{S_0}{1 + \frac{1}{\lambda B}} \mathcal{F}_1(\Theta, \bar{x}); \qquad (7)$$

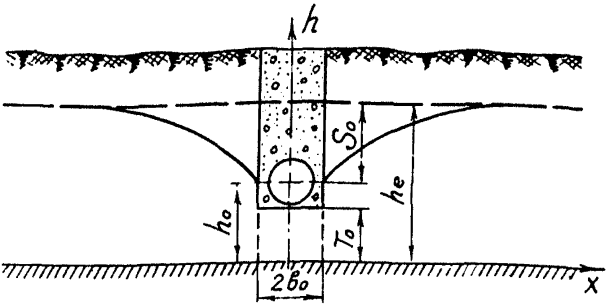
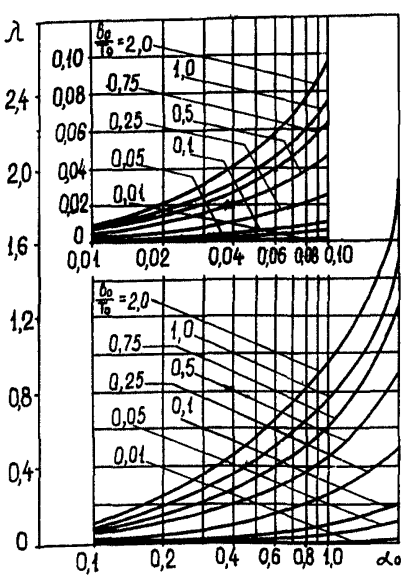


Рис. 5. Схема к расчету однолинейного горизонтального дренажа несовершенного типа.

$$q = S_0 T \lambda \mathcal{J}_2(\Theta, \gamma);$$

$$\lambda = \alpha_0 \operatorname{th} \alpha_0 b_0; \quad B = \sqrt{\frac{T}{\alpha}}; \quad \alpha_0 = \frac{1}{T_0}. \qquad (8)$$



Значения функций $\mathcal{J}_1(\Theta, \bar{X})$ и $\mathcal{J}_2(\Theta, \gamma)$ берутся по графикам, изображенным на рис. 3 и 4, а λ – по графику на рис. 6.

Рис. 6. График для определения величины λ.

Двухлинейный (систематический) дренаж

5.14. Расчет двухлинейного дренажа состоит в определении понижения уровня грунтовых вод в наружной и внутренней зонах и притока к нему из этих зон.

5.15. Понижение уровня грунтовых вод в наружной зоне совершенного двухлинейного дренажа (рис.7) определяется по формуле (5), а единичный приток к дренажу - по формуле (6).

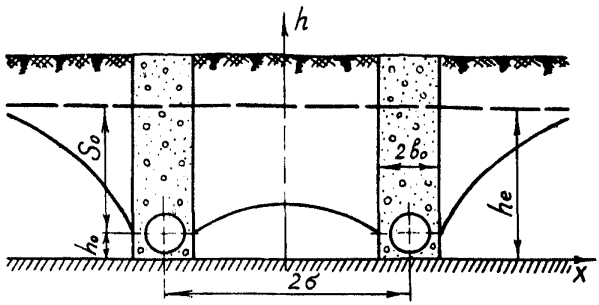


Рис.7. Схема к расчету двухлинейного горизонтального дренажа совершенного типа.

5.16. Понижение уровня грунтовых вод во внутренней зоне совершенного двухлинейного дренажа определяется по зависимости

$$S(\sigma,t) = S_0 \mathcal{J}_3(\theta, f_\sigma, \bar{\ell}), \qquad (9)$$

$$\theta = \alpha t; \quad f_\sigma = \frac{\alpha t}{\sigma^2}; \quad \bar{\ell} = \frac{\sigma}{b_0}.$$

Значения функции $\mathcal{J}_3(\theta, f_\sigma, \bar{\ell})$ берутся по графику, данному на рис.8.

5.17. Единичный расход потока, поступающий к дренам из внутренней зоны совершенного двухлинейного дренажа,

$$q = T S_0 \frac{\sigma - b_0}{\sigma} \mathcal{J}_4(\theta, f_\sigma), \qquad (10)$$

$$\theta = \alpha t; \quad f_\beta = \frac{at}{\beta}; \quad \beta = \sigma b_0 .$$

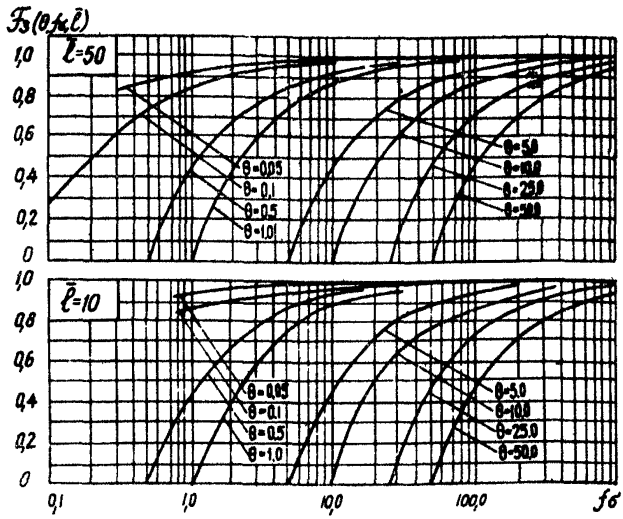


Рис.8. График функции $\mathcal{F}_3(\theta, f_\sigma, \bar{\ell})$.

Значения функции $\mathcal{F}_4(\theta, f_\sigma)$ приведены на графике (рис.9).

5.18. Понижение уровня грунтовых вод в наружной зоне действия несовершенного двухлинейного дренажа (рис.10) определяется по формуле (7), а единичный приток к дренажу из этой зоны - по формуле (8).

5.19. Понижение уровня грунтовых вод во внутренней зоне несовершенного двухлинейного дренажа определяется из выражения

$$S(\sigma, t) = S_0 \mathcal{F}_3(\theta, f_\sigma, \bar{\ell}),$$

$$\theta = \alpha t; \; f_\sigma = \frac{at}{\sigma^2}; \; \bar{\ell} = \frac{\sigma^2}{\beta}; \; \beta = \frac{\sigma - b_0}{\lambda} - \sigma b_0. \qquad (11)$$

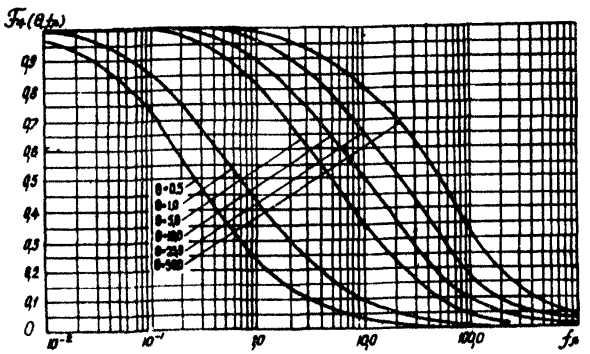


Рис.9. График функции $\mathcal{F}_4(\theta, f_\beta)$.

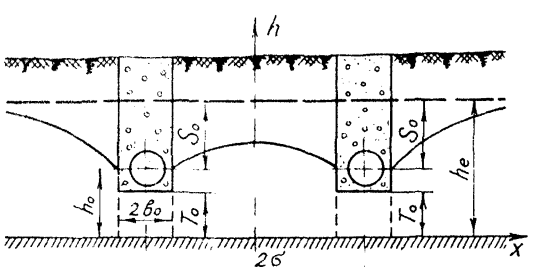


Рис.10. Схема к расчету двухлинейного горизонтального дренажа несовершенного типа.

Значения функций $\mathcal{F}_3(\theta, f_\beta, \bar{l})$ и λ принимаются соответственно по графикам, представленным на рис. 8 и 6.

5.20. Единичный расход потока, поступающего к дренам из внутренней зоны несовершенного двухлинейного дренажа,

$$q = T S_0 \frac{\sigma - b_0}{\beta} \mathcal{F}_4(\theta, f_\beta),$$

$$f_\beta = \frac{at}{\beta}; \quad \beta = \frac{\sigma - b}{\lambda} - \sigma b_0. \qquad (12)$$

Значения функции $\mathcal{F}_4(\theta, f_\beta)$ принимаются по графику, данному на рис. 9.

Кольцевой дренаж

5.21. Расчет кольцевого дренажа состоит в определении понижения уровня грунтовых вод в наружной и внутренней зонах и притока воды к нему из этих зон.

5.22. Понижение уровня грунтовых вод в центре внутренней зоны совершенного кольцевого дренажа (рис. 11) определяется по зависимости

$$S(0,t) = S_0\left[\frac{1}{\mathcal{F}_0\sqrt{\frac{\theta}{f_0}}} - \mathcal{F}_5(\theta, f_0)\right], \qquad (13)$$

$$\theta = \alpha' t; \quad f_0 = \frac{at}{R_0^2}.$$

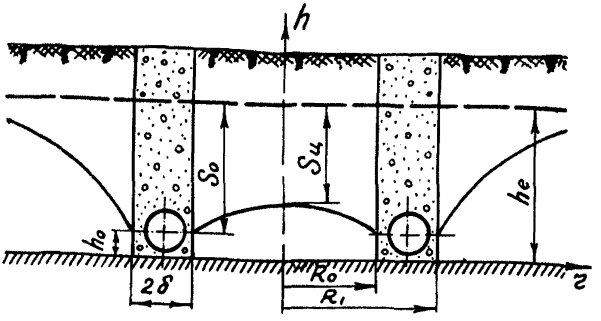


Рис. 11. Схема к расчету кольцевого горизонтального дренажа совершенного типа.

Значения функции $\mathcal{F}_5(\theta, f_o)$ принимаются по графику, представленному на рис.12.

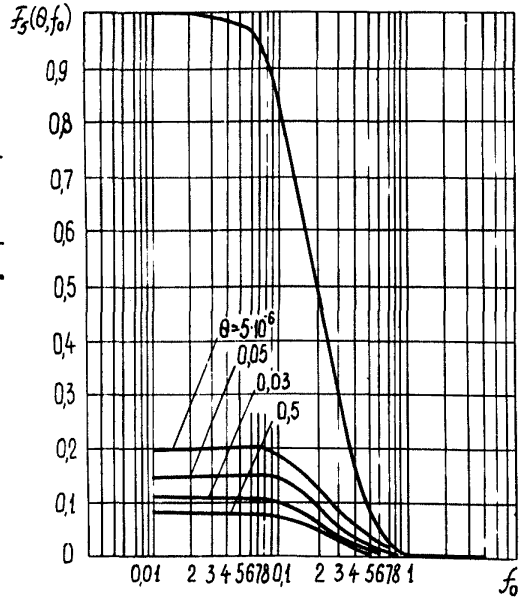


Рис. 12. График функции $\mathcal{F}_5(\theta, f_o)$.

5.23. Расход, поступающий к кольцевой совершенной дрене с внутренней зоны,

$$Q = 2\pi T S_o \frac{\sqrt{\frac{\theta'}{f_o}}\, I_1\sqrt{\frac{\theta'}{f_o}}}{J_o\sqrt{\frac{\theta'}{f_o}}} - \mathcal{F}_6(\theta, f_o) \quad . \qquad (14)$$

Значения функции $\mathcal{F}_6(\theta, f_o)$ принимаются по графику, данному на рис.13.

5.24. Понижение уровня грунтовых вод в наружной зоне действия совершенного кольцевого дренажа определяется по формуле

$$S(r,t) = \frac{S_o\, W(u, r/B)}{2K_o(R_1/B)} \quad . \qquad (15)$$

Значения функций $K_o(x)$ и $W(u, r/B)$ принимаются соответственно по графикам, изображенным на рис. 14 и 15.

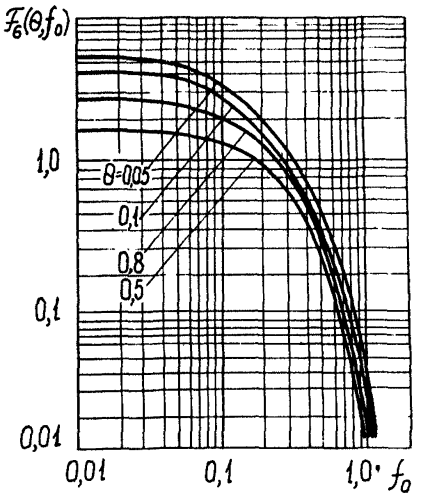


Рис. 13. График функции $\mathcal{F}_6(\theta, f_0)$.

5.25. Расход, поступающий к кольцевой совершенной дрене с наружной зоны,

$$Q = \frac{4\pi T S_0}{W(u_0, r/B)}, \quad (16)$$

$$u_0 = R_1^2/4at.$$

Значения функции $W(u_0, r/B)$ принимаются по графику (см.рис.15), положив $u = u_0$.

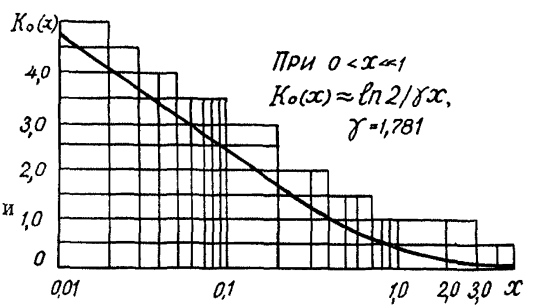


Рис. 14. График функции $K_0(x)$.

Формулы (15) и (16) справедливы при условии $t \geq 5B^2/a$.

5.26 Понижение уровня грунтовых вод при работе кольцевого несовершенного дренажа (рис. 16) определяется по формулам

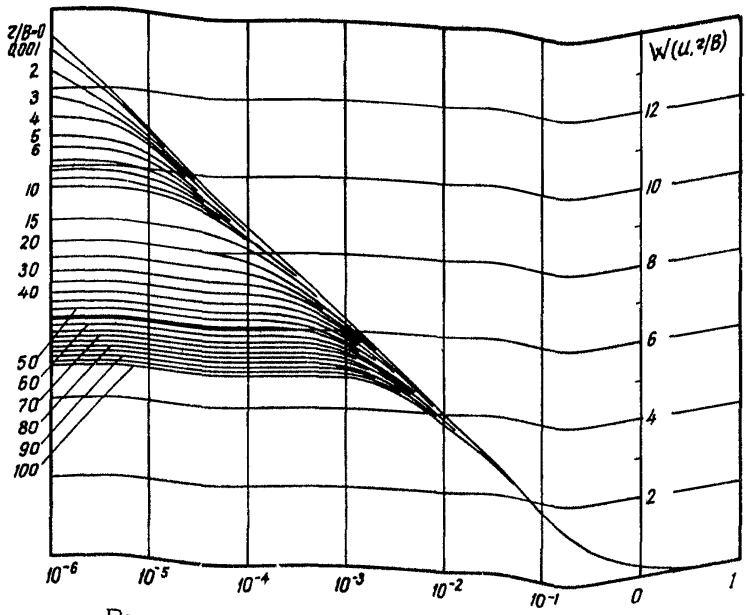


Рис. 15. График функции $W(u, r/B)$.

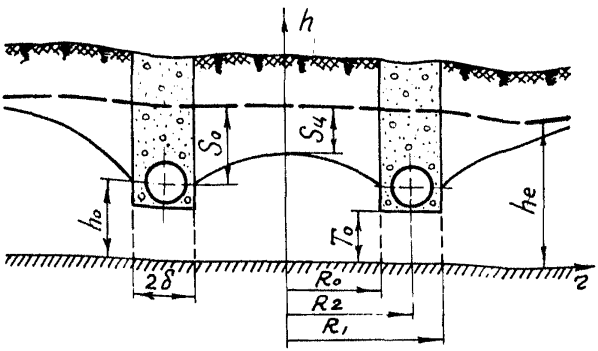


Рис. 16. Схема к расчету кольцевого горизонтального дренажа несовершенного типа.

а) в центре кольцевого дренажа

$$S(o,t) = S_o \left[\frac{1}{I_o(R_o/B) - \frac{1}{\lambda B} I_1(R_o/B)} - \mathcal{F}_1(V, f_o, B_i) \right]; \quad (17)$$

б) с наружной стороны кольцевого дренажа

$$S(r,t) = S_o \frac{W(u, r/B)}{2 K_o(R_1/B) + \frac{1}{\lambda B_i}}, \quad (18)$$

$$V = R_o/B; \; f_o = \frac{at}{R_o^2}; \; B_i = \lambda R_o; \; \lambda = \alpha_o \frac{I_1(\alpha_o, b_o)}{I_o(\alpha_o, b_o)}.$$

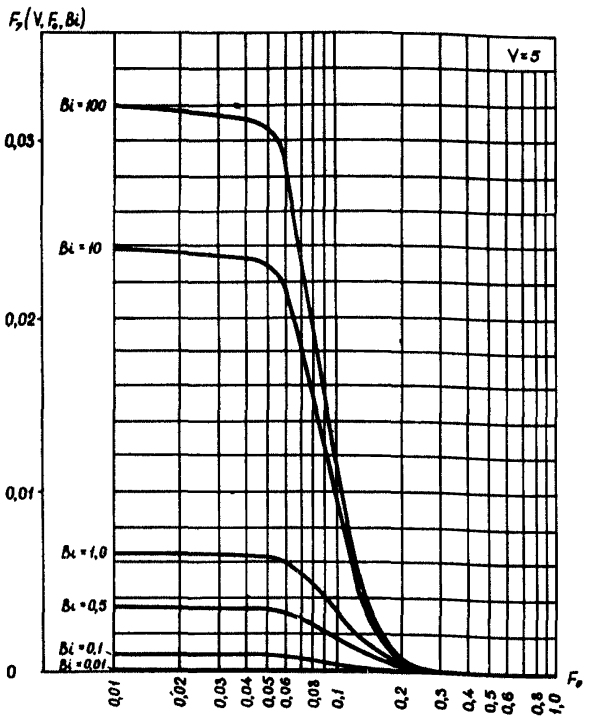


Рис. 17. График функции $\mathcal{F}_1(V, f_o, B_i)$.

Значения функций $\mathcal{F}_1(V, f_o, B_i)$, $W(u, r/B)$ и $K_o(R_1/B)$ принимаются соответственно по графикам, изображенным на рис. 17, 15 и 14.

5.27. Приток, поступающий к кольцевому дренажу из внутренней зоны, определяется по зависимости

$$Q = 2\pi TS_0 \left[V\vartheta_1(R_0/B) - \mathcal{F}_g(V, f_0, B_i) \right]. \qquad (19)$$

функция $\mathcal{F}_g(V, f_0, B_i)$ принимается по графику, представленному на рис. 18.

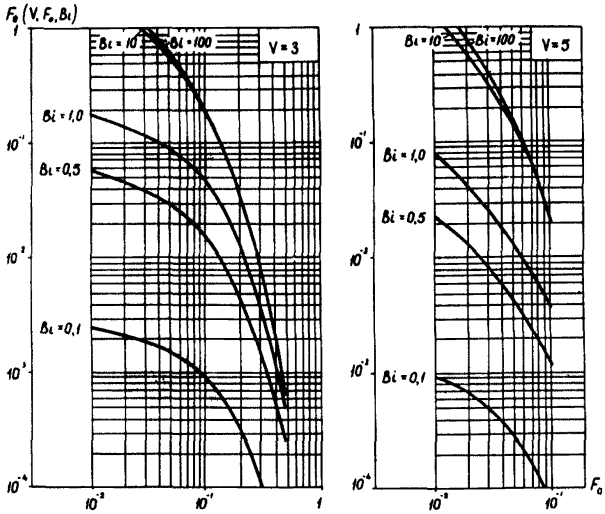


Рис.18. График функции $\mathcal{F}_g(V, f_0, B_i)$.

5.28. Приток, поступающий к кольцевому несовершенному дренажу с наружной зоны,

$$Q = \frac{2\pi TS_0 K_1(R_1/B)}{\sqrt{\pi f_0}\, K_0(R_1/B) + \frac{1}{\lambda B}} \left[e^{-\vartheta} + \sqrt{\vartheta}\, \operatorname{erf}\sqrt{\vartheta} \right], \quad f_0 = \frac{at}{R_1^2} \cdot \qquad (20)$$

Значения интеграла вероятности $\operatorname{erf}\lambda$ определяются по графику, изображенному на рис. 19.

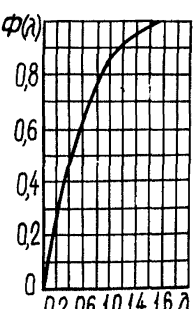


Рис. 19. График для определения интеграла вероятности.

5.29. Гидрогеологические расчеты пристенных дренажей выполняются по формулам для совершенных горизонтальных дрен.

Пластовый дренаж

5.30. Пластовые дренажи в плане по форме выполнения постели подразделяются на одноленточные, двухленточные и площадные.

5.31. К площадным относятся пластовые дренажи, ширина которых соизмерима с их длиной.

5.32. В гидродинамическом отношении одноленточный пластовый дренаж аналогичен линейному несовершенному горизонтальному дренажу и рассчитывается по формулам (7) и (8).

5.33. Дебит двухленточного пластового дренажа и понижение уровня грунтовых вод в зонах его действия определяются по формулам расчета несовершенного двухлинейного горизонтального дренажа (7), (8), (11) и (12).

5.34. Расчет площадного пластового дренажа производится следующим образом:

а) по формуле (18) определяется понижение уровня грунтовых вод в зоне действия дренажа;

б) дебит площадного пластового дренажа складывается из дебита, поступающего к внешнему контуру дренажа и определяемого по формуле (20), и дебита, поступающего через дно дренажа. Определение последнего производится по формуле

$$Q = \kappa F \mathcal{J}. \qquad (21)$$

Расчеты лучевых дренажей

5.35. Лучевые дренажи подразделяются на одиночные и систему лучевых дренажей. При проектировании их рекомендуется следующий порядок расчета.

Одиночный лучевой дренаж

5.36. Система из лучевых горизонтальных скважин приводится к "большому колодцу", радиус которого приближенно определяется по формуле Сзилаги

$$R_к = l_г/\sqrt[n]{4} \qquad (22)$$

или

$$R_к = \sqrt{f/\pi} \; . \qquad (23)$$

5.37. Приток к лучевому гидродинамически совершенному дренажу определяется по формуле "большого колодца"

$$Q_б = \frac{2\pi T S_0}{\ln R/R_к} \; , \qquad (24)$$

$$R = R_к + R_б \; , \qquad R_б = B = \sqrt{T/\alpha} \; .$$

При этом понижение уровня в стволе лучевого дренажа принимается равным глубине заложения горизонтальных скважин под уровень грунтовых вод.

5.38. Каждая горизонтальная скважина разбивается на несколько (n) участков, соответствующих по длине первоначальной мощности дренируемого горизонта. Реальные отрезки горизонтальных скважин заменяются воображаемыми вертикальными скважинами, располагаемыми в серединах указанных отрезков.

5.39. Дебит каждой воображаемой скважины длиной l_i определяется с учетом неравномерной нагрузки по длине лучевой скважины из соотношения

$$Q_i = \delta \frac{Q}{\sum_{i=1}^{n} l_i} \Delta l_i \; , \qquad (25)$$

где δ – коэффициент, учитывающий неравномерность распределения притока по длине лучевой скважины (для случая n = 10, прил. 1).

5.40. Понижение уровня подземных вод в произвольной точке пласта определяется методом суперпозиции

$$S=\frac{1}{4\pi T}\sum_{i=1}^{n} Q_i\, W(u,\rho/B), \qquad (26)$$

$$u=\rho^2/4at; \qquad a=T/\mu .$$

Система лучевых дренажей

5.41. По формуле (24) определяется дебит каждого лучевого дренажа без учета их взаимодействия.

5.42. Расход всей системы дренажей подсчитывается по формуле (24), но приведенный радиус вычисляется с учетом расположения их на защищаемом участке по зависимости (23).

5.43. Определяется коэффициент уменьшения расхода кустов горизонтальных скважин за счет их взаимодействия по формуле

$$\varphi=\frac{Q_э}{Q_1+Q_2+\ldots+Q_K}=\frac{Q_э}{\sum_{j=1}^{K} Q_j}, \qquad (27)$$

где Q_j - расход каждого лучевого дренажа без учета их взаимодействия.

5.44. Дебит каждого взаимодействующего дренажа

$$Q_i'=\varphi\, Q_j . \qquad (28)$$

5.45. Дальнейший расчет системы лучевых дренажей производится в соответствии с рекомендациями, изложенными в пп. 5.38–5.40.

5.46. В целях ускорения и повышения точности расчеты следует производить с использованием ЭЦВМ. Алгоритм на языке "Алгол-60" и программа для ЭЦВМ-БЭСМ-4М приведены в прил. 1.

Расчеты вертикальных дренажей

5.47. Понижение уровня грунтовых вод при работе скважины с постоянным дебитом определяется по формуле

$$S = \frac{Q}{4\pi T} W(u, r/B), \qquad (29)$$

$$B = \sqrt{T/\alpha}\ ; \quad u = r^2/4at\ ; \quad a = \frac{T}{\mu_0^*}\ ;$$

$$\mu_0^* = \mu + \frac{a_v \gamma h_e}{\varepsilon(1+\varepsilon)}\ .$$

При $t \to \infty$, $W(u, r/B) = 2K_0(r/B)$.

5.48. При работе скважины с постоянным понижением, что характерно для поглощающих скважин, понижение уровня грунтовых вод в любой точке пласта

$$S(r,t) = S_0 \frac{W(u, r/B)}{2K_0(r_0/B)}\ . \qquad (30)$$

Дебит поглощающей скважины

$$Q = \frac{4\pi T S_0}{W(u_0, r/B)}\ . \qquad (31)$$

В формулах (30) и (31) $u = r^2/4at$; $u_0 = r_0^2/4at$, r_0 – радиус скважины. Эти формулы справедливы при $t \geq 5B^2/a$.

5.49. При установившемся режиме фильтрации понижение уровня и дебит поглощаемой скважины определяются по соотношениям

$$S = S_0 \frac{K_0(r/B)}{K_0(r_0/B)}\ , \qquad (32)$$

$$Q = \frac{2\pi T S_0}{K_0(r_0/B)} \simeq \frac{2\pi T S_0}{\ln \frac{1{,}12B}{r_0}}. \qquad (33)$$

5.50. Расчет взаимодействующих водопонижающих скважин, работающих с постоянным дебитом (рис.20), определяется по формуле (29) с использованием метода суперпозиции.

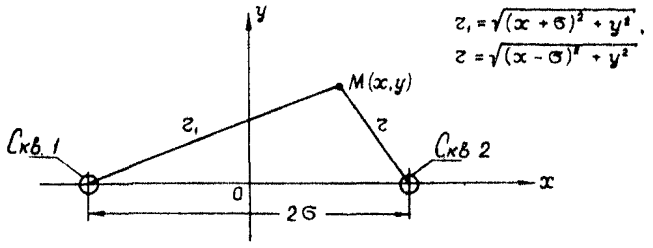


Рис.20. Схема к расчету двух взаимодействующих скважин, работающих в режиме постоянного понижения.

5.51. Расчет взаимодействующих скважин, работающих в режиме постоянного понижения, выполняется по следующим формулам:

а) при $t > 0{,}1\,B^2/a$

$$S(r,t) = S_0 \frac{W(u, r/B) + W(u, r_1/B)}{2\left[K_0(r_0/B) + K_0(2\sigma/B)\right]}; \qquad (34)$$

б) установившееся, т.е. максимальное понижение уровня грунтовых вод в заданной точке

$$S_{max}(x,y) = S_0 \frac{K_0(r/B) + K_0(r_1/B)}{K_0(r_0/B) + K_0(2\sigma/B)}; \qquad (35)$$

в) установившееся снижение уровня между скважинами

$$S_{max}(\sigma,0) = S_0 \frac{K_0(\sigma/B) + K_0(\sigma/B)}{K_0(r_0/B) + K_0(2\sigma/B)}. \qquad (36)$$

Примечание. Формулы (34)-(36) получены для двух взаимодействующих скважин, но поскольку взаимовлияние в слабопроницаемых пластах незначительно, то их можно применять при расчете любого числа поглощающих скважин.

Б. Гидравлические расчеты дренажей

5.52. Гидравлические расчеты горизонтальных дренажей включают

а) подбор диаметра дренажных труб и коллекторов и степень их наполнения;

б) проверку скоростей течения;

в) определение водоотводящей способности фильтрующих обсыпок и постелей.

5.53. Подбор диаметра дренажных труб и коллекторов и определение степени их наполнения следует производить, исходя из максимально возможного дебита дренажа, характерного для начального этапа эксплуатации.

5.54. Проверку максимальных и минимальных скоростей течения воды в трубах необходимо выполнять, исходя соответственно из максимальных и минимальных притоков воды к дренажам.

5.55. Скорость течения воды определяется по следующим зависимостям:

а) в дренажных канавах и лотках

$$v = c\sqrt{R_r J}\ ; \qquad (37)$$

б) в трубах при полном их наполнении

$$v = \frac{c}{2}\sqrt{dJ}\ . \qquad (38)$$

Гидравлический радиус R_r определяется следующим образом:

а) для труб с полным наполнением

$$R_r = d_т/4\ ; \qquad (39)$$

б) для канав и лотков

$$R_r = \chi/P_c\ . \qquad (40)$$

Коэффициент c, зависящий от шероховатости внутренней поверхности водоотводящих устройств, определяется по формуле

$$c = \frac{1}{n} R_r^y \quad , \qquad (41)$$

$$y = 2{,}5\sqrt{n} - 0{,}13 - 0{,}75\sqrt{R_r}(\sqrt{n} - 0{,}1). \qquad (42)$$

5.56. Пропускная способность водоотводящих устройств

для труб $$Q = 0{,}39\, c d_r^{\frac{5}{2}} J^{\frac{1}{2}}; \qquad (43)$$

для лотков и канав $$Q = \chi v. \qquad (44)$$

5.57. Глубину наполнения следует принимать в трубах-собирателях и пристенных дренах не менее 5–10%, в коллекторных трубах – не менее 40–50%.

5.58. Водоотводящая способность фильтрующих обсыпок и постелей определяется соотношениями

а) при ламинарном режиме фильтрации

$$Q = v\mathcal{F} = \kappa J \mathcal{F}, \qquad (45)$$

где $\mathcal{F}$ – площадь поперечного сечения водоотводяще-го слоя;

б) в условиях турбулентного режима фильтрации

при размерах окатанных частиц водоотводяще-го слоя от 1 до 6 см

$$Q = v\mathcal{F} = (20 - \frac{14}{\alpha_{10}})\, m \sqrt{\alpha_{10} J}\ \mathcal{F}\ ; \qquad (46)$$

при размерах частиц водоотводящего слоя от 1 до 5 см, представленного щебнем,

$$Q = v\mathcal{F} = (20 - \frac{5}{\alpha_{10}})\, m \sqrt{\alpha_{10} J}\ \mathcal{F}\ . \qquad (47)$$

В. Подбор фильтрующих обсыпок

5.59. Подбор фильтрующих обсыпок в горизонтальных дренажах и в фильтрах вертикальных дрен производят так, чтобы частицы дренируемого грунта не вымывa-

лись, не кольматировали обсыпки, а трубы и фильтры не засорялись.

5.60. В суглинках и глинах (число пластичности $W_n \geq 7$) крупность первого слоя обсыпки следует подбирать по графику, изображенному на рис. 21, а, а в супесчаных грунтах (число пластичности $W_n = 3 \div 6$) - по графику, приведенному на рис. 21, б.

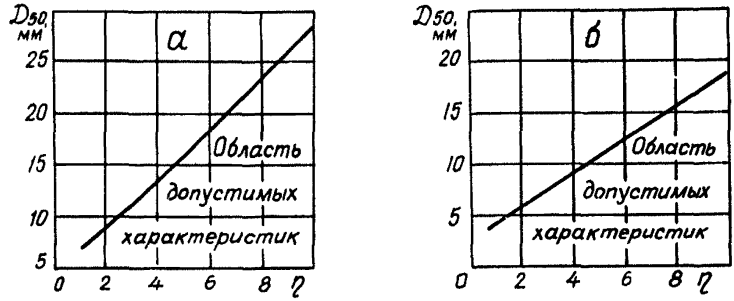


Рис.21. График для подбора первого слоя обсыпки:

а) в глинистых грунтах (число пластичности $W_n \geq 7$);

б) в супесях (число пластичности $W_n = 3 \div 6$).

5.61. При подборе грансостава коэффициент неоднородности материала обсыпки $\eta = \frac{d_{60}}{d_{10}}$ не должен превышать 10.

5.62. Минимальная толщина каждого слоя обсыпки в горизонтальном дренаже по условиям производства работ не должна приниматься менее 0,15 м.

5.63. Подбор второго и третьего слоев обсыпок производится аналогичным образом, принимая первый слой обсыпки за дренируемый грунт.

Примечание. Введение второго слоя не является обязательным, если градиент фильтрационного потока при выходе воды из первого слоя меньше допустимого или скорость потока на контакте слоев меньше размывающей.

5.64. Подбор обсыпок вертикальных дрен следует производить так, как указано в п. 5.60, используя для обсыпок суффозионно-устойчивые грунты с коэффициентом неоднородности не более 3-5.

6. ПРОГНОЗ ПОДТОПЛЕНИЯ

6.1. Подтопление зданий, сооружений и инженерных коммуникаций определяется в основном двумя факторами:

а) геологическим строением промплощадки;

б) величиной потерь вод, участвующих в технологическом процессе.

Скорость повышения уровня грунтовых вод, кроме того, зависит от климатических условий рассматриваемой территории предприятия.

6.2. При прогнозировании изменения уровня грунтовых вод следует учитывать наибольшую вероятность

а) значительного повышения уровней там, где возводятся здания и сооружения с мокрым технологическим процессом, если в районе застройки или вблизи него устраиваются водоподпорные сооружения, и когда строительная площадка сложена слабопроницаемыми глинистыми грунтами, а также пылеватыми песками вне зависимости от глубины залегания водоупора;

б) понижения уровней там, где на застраиваемой или соседней территории выполняются мелиоративные осушительные мероприятия или проходятся подземные выработки (тоннели, метро, горные подработки и др.).

6.3. Расчетное положение уровня грунтовых вод и возможность изменения влажности грунтов в процессе строительства и эксплуатации построенных зданий и сооружений следует принимать по результатам инженерно-геологических изысканий и специально выполненных прогнозов.

6.4. Величина изменившейся инфильтрации и скорость подъема уровней грунтовых вод по натурным данным для некоторых отраслей промышленности ориентировочно может быть принята по табл. 6.1.

Таблица 6.1.

Отрасль промышленности	Система водоснабжения	Расход воды на 1 га территории, $м^3$	Величина инфильтрации, м/сут	Скорость подъема уровней, м/год
Металлургическая (горно-обогатительные комбинаты), энергетическая, целлюлозно-бумажная	Оборотная, комбинированная	15000-80000	$0,7-2,6 \times 10^{-4}$ 1.10^{-2}	0,5-1,0 -
Металлургическая, химическая, нефтехимическая	То же	5000-15000	1.10^{-4}	-

6.5. При прогнозе подтопления следует учитывать, что подъем уровня грунтовых вод выше дневной поверхности происходит в исключительных случаях. В естественных условиях предельная глубина его залегания зависит от среднегодовой температуры воздуха и ориентировочно определяется по формуле В.А.Ковды

$$h_{кр} = 170 + 8t^{\circ}, \text{ см.} \qquad (47)$$

Предельная глубина залегания уровня грунтовых вод на застроенных территориях в основном определяется глубиной заложения подземных коммуникаций, горизонтальных дренажей и т.п.

6.6. Прогноз повышения уровня грунтовых вод выполняется методами математического моделирования, балансовым, аналогии и аналитическими расчетами.

6.7 Метод моделирования для прогноза подтопления следует применять в сложных гидрогеологических ус-

ловиях при наличии систематических и многолетних данных по режимным наблюдениям.

6.8. Прогноз повышения уровня грунтовых вод на действующем предприятии осуществляется по данным наблюдений за начавшимся подъемом уровня грунтовых вод.

6.9. Возможное повышение уровня грунтовых вод на вновь проектируемом предприятии прогнозируется методом аналогии.

Аналитические методы прогноза

6.10. Повышение уровня грунтовых вод под линейным в плане источником инфильтрации (водовод, траншея и т.п.) определяется по зависимости

$$H^{\frac{1}{2}} + h_0 H^2 = \frac{4q^2 t}{\pi \mu k} \quad . \qquad (48)$$

Примечание. При инфильтрации в сухой грунт $h_0 = 0$, а при незначительном повышении уровня по сравнению с первоначальным (1-5%) первым членом зависимости (48) можно пренебречь.

6.11. Повышение уровня грунтовых вод в середине полосы усиленной инфильтрации следует определять по формуле Н.Н.Веригина

$$\Delta H^2 = \frac{\omega}{k} b^2 \left[\mathcal{F}(\lambda) - 1 \right] \quad ; \qquad (49)$$

$$\lambda = \frac{b}{2\sqrt{at}} \quad .$$

Значение функции $\mathcal{F}(\lambda)$ определяется по кривой, изображенной на рис. 22.

Повышение уровня грунтовых вод на границе полосы усиленной инфильтрации определяется по формуле (49), в которой следует положить $\omega = 2\omega$ и $\lambda = 2\lambda$.

6.12. Повышение уровня грунтовых вод при небольших размерах площади инфильтрации (градирня, брызгальный бассейн и т.п.), имеющей форму круга или приводимую к нему, определяется по зависимости

$$\Delta h^2 = \frac{\omega}{2\pi K} \ln \frac{2{,}25at}{r_0^2} . \qquad (50)$$

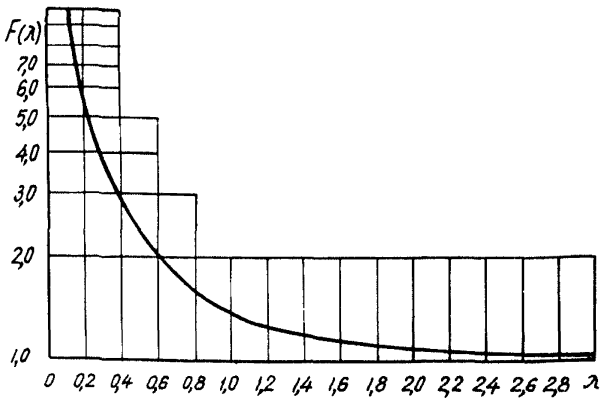


Рис.22. График зависимости $F(\lambda)$ от λ.

6.13. Если участок инфильтрации имеет форму круга и значительные размеры, то повышение уровня на контуре круга, в пределах которого происходит инфильтрация, определяется по соотношению

$$h_2^{*2} = h_1^{*2} - h_1^2 + h_2^2 . \qquad (51)$$

Положение уровня грунтовых вод на любой момент времени на контуре круга, в пределах которого происходит инфильтрация, определяется по формуле

$$h_1^{*2} = h_1^2 + \frac{\omega}{2K} r^2 . \qquad (52)$$

6.14. Если поблизости участка усиленной инфильтрации имеется дрена (рис.23), то предельная мощность потока

$$h^2_{max} = h^2_0 - \frac{\omega}{K} x^2 + x\left[\frac{h^2_e - h^2_0}{x_1} + \frac{\omega_0 x_1}{K} + 2\,\frac{\omega - \omega_0}{K} l_2\right] - \frac{\omega - \omega_0}{K} l_1^2 . \qquad (53)$$

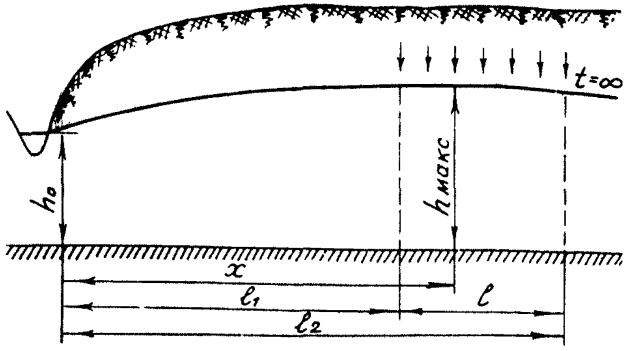


Рис. 23. Схема к расчету повышения уровня грунтовых вод во времени при усиленной инфильтрации на полосе, вытянутой вдоль дрены.

6.15. Изменение уровня грунтовых вод во времени в случае, указанном в п.6.13, определяется по соотношению

$$h^2 = h^2_{max} - 2\,\frac{\omega}{K}\,at\,S , \qquad (54)$$

где S – сумма функций q

$$S = -q(\lambda_1) + q(\lambda_2) + q(\lambda_3) - q(\lambda_4) .$$

Причем

$$\lambda_1 = \frac{x - l_1}{2\sqrt{at}} ; \quad \lambda_2 = \frac{x - l_2}{2\sqrt{at}} ; \quad \lambda_3 = \frac{x + l_2}{2\sqrt{at}} ; \quad \lambda_4 = \frac{x + l_1}{2\sqrt{at}} .$$

В середине полосы $x = \frac{l_1 + l_2}{2}$.

6.16. Если инфильтрация происходит на всей территории, ограниченной с двух сторон дренами или на междуречном массиве, то максимальное превышение уровня грунтовых вод над водоупором определяется по формуле Кене

$$h^2_{max} = h^2_0 + \frac{\omega}{K} l^2 . \qquad (55)$$

7. ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА ПОДТОПЛЯЕМЫХ И ПОДТОПЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

7.1. Гидрогеологические исследования на подтопляемых и подтопленных территориях производятся с целью

а) изучения гидрогеологических параметров водоносных горизонтов;

б) изучения режима и баланса грунтовых вод;

в) выявления качественной и количественной оценки источников подтопления.

7.2. Гидрогеологические исследования на подтопляемых территориях следует производить с учетом положений СНиП "Инженерные изыскания для строительства. Основные положения".

А. Изучение гидрогеологических параметров водоносных горизонтов

7.3. Изучение гидрогеологических параметров водоносных горизонтов, как правило, должно производиться с помощью одиночных или кустовых откачек.

При отсутствии водоносного горизонта фильтрационные свойства пород должны определяться наливами (зона аэрации, в пределах которой будет происходить подъем грунтовых вод) и лабораторными методами (водоупорные слои).

7.4. Откачки из одиночных скважин следует предусматривать только для ориентировочных определений коэффициента фильтрации или водопроводимости пород.

Основные гидрогеологические параметры получают по результатам откачек из опытных кустов. Как правило, одиночные откачки должны выполняться во всех скважинах, используемых в будущем для режимных наблюдений, но не менее 4–6 опытов на каждый водоносный горизонт.

7.5. Опытные кусты закладываются для опробования всех водоносных горизонтов, обводняющих территорию промплощадки, в количестве не менее двух на каждый водоносный горизонт.

7.6. Опытный куст состоит из центральной и нескольких (не менее двух наблюдательных скважин).

Первую наблюдательную скважину закладывают на расстоянии 2–3 м, а вторую – 8–10 м от центральной. Размещение наблюдательных скважин далее 15 м от центральной не рекомендуется.

7.7. Конструкция центральной скважины куста выбирается с таким расчетом, чтобы конечный диаметр фильтровой колонны труб был не менее 110 мм с однослойной обсыпкой толщиной не менее 50 мм. Минимальная длина фильтра в центральной скважине 4–5 м, но не менее 1/2 мощности водоносного горизонта, а для наблюдательных скважин 1–2 м. Длина отстойника в наблюдательных скважинах принимается равной 1,5–2 м.

7.8. Откачки из опытного куста производятся для определения закономерности изменения понижения уровня грунтовых вод во времени, коэффициентов фильтрации и уровнепроводности исследуемого водоносного горизонта, параметра α или β и радиуса влияния откачки.

7.9. Откачку из центральной скважины опытного куста следует производить на одно максимальное понижение. После откачки во всех скважинах ведутся наблюдения за восстановлением уровня воды до статического положения.

7.10. Величину понижения уровня воды в центральной скважине следует принимать равной примерно 30% от столба воды в центральной скважине.

7.11. Продолжительность опытной откачки устанав-

ливается не менее 10–15 сут и контролируется путем построения графика зависимости понижения уровня воды в наблюдательных скважинах от логарифма времени.

7.12. После окончания откачек часть наблюдательных скважин оставляется для проведения режимных наблюдений.

Б. Изучение режима и баланса грунтовых вод на подтапливаемых территориях

7.13. Цель изучения режима и баланса грунтовых вод на подтапливаемой промплощадке – выявление и количественная оценка источников подтопления зданий и сооружений для прогноза изменения режима грунтовых вод и разработки мероприятий по предупреждению и защите объектов от подтопления.

Размещение и оборудование наблюдательной сети

7.14. Для изучения режима и баланса грунтовых вод на подтапливаемой промплощадке сооружается режимная наблюдательная сеть. Размещение наблюдательных скважин осуществляется с учетом геологического строения, гидрогеологических условий промплощадки и расположения на ней зданий и сооружений, с учетом положения источников питания грунтовых вод.

7.15. Наблюдательные скважины следует располагать по поперечникам вдоль потока грунтовых вод на расстоянии 100–400 м друг от друга. На участке размещения водонесущих сооружений (градирни, водоемы и т.д.) расстояние между наблюдательными скважинами сокращают до 20–50 м.

7.16. Количество наблюдательных скважин режимной сети устанавливается в зависимости от размеров промплощадки, ее геолого-гидрогеологических условий, характера и плотности застройки.

7.17. Конструкция наблюдательной скважины долж-

на обеспечивать использование измерительных приборов (уровнемера, термометра, пробоотборника), надежную изоляцию водоносного горизонта от попадания в него воды по затрубному пространству и предусматривать оборудование скважины крышкой с замком. Минимальный диаметр фильтра должен быть не менее 89 мм.

7.18. Выбор типа фильтров наблюдательных скважин, подбор номера сетки для них в зависимости от литологии исследуемых пород необходимо производить с учетом "Рекомендации по изучению режима и баланса грунтовых вод на подтапливаемых промышленных площадках". М., ВОДГЕО, 1973.

Виды режимных наблюдений и их обработка

7.19. Режимные наблюдения на подтапливаемой территории должны включать изучение колебаний уровня, температуры и химического состава грунтовых вод, водных и тепловых характеристик пород зоны аэрации.

7.20. Наблюдения за уровнем грунтовых вод позволяют изучить изменения условий питания и разгрузки водоносного горизонта на промплощадке при строительстве и эксплуатации предприятий, определить гидрогеологические параметры водоносных пород и элементы баланса грунтовых вод, дать количественную оценку источникам подтопления зданий и сооружений.

Частота наблюдений за уровнем грунтовых вод должна быть в период снеготаяния, паводков, ливневых дождей 1-2 раза в пятидневку, а в остальное время - раз в 10 дней.

7.21. Наблюдения за температурой грунтовых вод производятся во всех наблюдательных скважинах. Они позволяют выявить места утечек горячих вод и определить их интенсивность.

7.22. Замеры температуры воды производятся заленивленными термометрами одновременно с замера-

ми уровня с частотой один раз в 10 дней, а в местах утечек воды с высокой температурой и при больших амплитудах колебания - один раз в 5 дней. Размер интервалов измерения температуры по глубине при мощности водоносного горизонта 10 м, а при бо́льшей мощности - 2-3 м.

7.23. Наблюдения за химическим составом грунтовых вод дают возможность изучить места утечек промстоков и масштабы их распространения на промплощадке по площади и глубине, агрессивность грунтовых вод и их влияние на подземные конструкции сооружений, а также способность выщелачивать или засолять грунты.

7.24. Для изучения химического состава грунтовых вод вначале отбираются пробы из всех наблюдательных скважин для сокращенного химического анализа. На основании его результатов устанавливают места для изучения полного химического состава грунтовых вод.

7.25. Пробы воды для анализа следует отбирать в наблюдательных скважинах после удаления из них загрязненной или застоявшейся воды не реже четырех раз в год. Объем пробы 2,0 литра.

7.26. Отобранная проба воды должна иметь этикетку, на которой указывается номер наблюдательной скважины, глубина взятия пробы, уровень грунтовых вод, дата отбора и подпись наблюдателя.

7.27. Связь элементов водного баланса грунтовых вод с факторами подтопления устанавливается путем организации на промплощадке водно-балансовых участков и проведения на них режимных наблюдений.

На водно-балансовых участках устраиваются

а) наблюдательные скважины в количестве 3 штук (в створе по потоку) при одномерном в плане движении грунтовых вод или 5 штук в виде конверта при двухмерном потоке;

б) пункты для наблюдений за температурным и влажностным режимами грунтов;

в) метеорологический пост по наблюдению за осадками, испарением и давлением воздуха (при отсутствии стационарной государственной сети).

7.28. Результаты режимных наблюдений на балансовом участке являются основой для определения или прогноза величины инфильтрационного питания грунтовых вод.

7.29. При обработке материалов наблюдений, проводимых на промплощадке за режимом уровня и температуры грунтовых вод, динамикой влажности, солевым и температурным режимами грунтов зоны аэрации, руководствуются методами, изложенными в "Рекомендациях по изучению режима и баланса грунтовых вод на подтапливаемых промышленных площадках". М., ВОДГЕО, 1973.

Приложение 1

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТА ЛУЧЕВЫХ ДРЕНАЖЕЙ НА ЭЦВМ-БЭСМ-4М

Расчет систем гидродинамически совершенных лучевых дренажей на ЭЦВМ производится в соответствии с пунктами 5.36–5.45 настоящей инструкции. Применительно к индексации, принятой при составлении программы он сводится к последовательному выполнению следующих операций:

1. Определение общего дебита каждого лучевого дренажа производится по формулам

$$Q_i = \frac{2\pi T_i S_i}{\ln \frac{R_i + r_i}{r_i}} \quad (i = 1, 2, 3, \ldots, K); \qquad (1)$$

$$r_i = \sqrt{F_i / \pi}\ ; \qquad (2)$$

$$R_i = \sqrt{T_i / \alpha}\ , \qquad (3)$$

в которых Q_i – расход каждого лучевого дренажа без учета их взаимодействия, м^3/сут; S_i – снижение уровня грунтовых вод, принимаемое до отметки заложения лучевых скважин, м; T_i – проводимость водоносного горизонта, м^2/сут; F_i – площадь, ограниченная положением в плане крайних лучевых скважин и линиями, соединяющими их забои, м^2; r_i – приведенный радиус лучевого дренажа, м^2; R_i – радиус контура питания, м; K – коэффициент фильтрации водоносных грунтов, определяемый по данным опытных откачек, м/сут; h_e – средняя мощность (или глубина грунтового потока) до начала дренирования водоносного горизонта, м; α – обобщенный параметр, комплексно учитывающий условия питания водоносных горизонтов, приуроченных к слабопроницаемым грунтам на застроенных территориях. При отсутствии опытных данных значения параметра α

принимаются для суглинков равными 0,0024 $\frac{1}{\text{сут}}$; для супесей – 0,0035 $\frac{1}{\text{сут}}$; K – число лучевых дренажей.

2. Вычисление дебита всей системы взаимодействующих дренажей также производится по формулам (1)–(3), при этом входящие в них параметры соответственно определяются для всей системы лучевых дренажей.

3. Коэффициент уменьшения дебита при взаимодействии дренажей определяется по формуле

$$\sigma = \frac{Q_{с.с.}}{Q_1 + Q_2 + \ldots + Q_K} = \frac{Q_{с.с.}}{\sum_{i=1}^{K} Q_i}, \qquad (4)$$

где $Q_{с.с.}$ – дебит всей системы лучевых дренажей (по пункту 2).

4. Дебит каждого лучевого дренажа с учетом взаимодействия рассчитывается по соотношению

$$Q_i = Q_i \sigma \quad (i = 1, 2, \ldots, K). \qquad (5)$$

5. Приток для каждого дренажа, приходящийся на 1 пог.м горизонтальной скважины, определяется по формуле

$$q_i = \frac{Q_j}{\sum_{i=1}^{n_j} \ell_i} \quad (j = 1, 2, \ldots, K), \qquad (6)$$

в которой $\sum \ell_i$ – суммарная длина лучевых скважин в одном дренаже, м; j – номер лучевого дренажа; n_j – число лучевых скважин в каждом j-ом дренаже.

6. Разбивка горизонтальной скважины на 10 равных отрезков длиной $\Delta \ell_i$ с заменой каждого из них вертикальной эквивалентной скважиной, расположенной в его середине.

При назначении дебита эквивалентной вертикальной скважины учитывалось, что приток на 1 пог.м с удалением от устья скважины увеличивается по зависимости, которая была аппроксимирована линейной функцией, на устье он принимался равным нулю, а на забое – $2q$.

В этом случае, считая от устья лучевой скважины, дебит эквивалентных вертикальных скважин соответственно принимают равным

$$
\begin{aligned}
Q_1' &= 0{,}1\, q_j \Delta \ell_i , \\
Q_2' &= 0{,}3\, q_j \Delta \ell_i , \\
Q_3' &= 0{,}5\, q_j \Delta \ell_i , \\
Q_4' &= 0{,}7\, q_j \Delta \ell_i , \qquad (j = 1, 2, 3, \ldots, K) \\
Q_5' &= 0{,}9\, q_j \Delta \ell_i , \qquad (i = 1, 2, 3, \ldots, K) \\
Q_6' &= 1{,}1\, q_j \Delta \ell_i , \\
Q_7' &= 1{,}3\, q_j \Delta \ell_i , \\
Q_8' &= 1{,}5\, q_j \Delta \ell_i , \\
Q_9' &= 1{,}7\, q_j \Delta \ell_i , \\
Q_{10}' &= 1{,}9\, q_j \Delta \ell_i .
\end{aligned}
\qquad (7)
$$

7. Вычисление понижения уровня грунтовых вод в произвольной точке пласта при работе „к" лучевых дренажей выполняется по формуле

$$
S = \frac{1}{4\pi T_{c.o.}} \sum_{j=1}^{K} \sum_{i=1}^{n} \sum_{\lambda=1}^{10} Q_{j,i,\lambda}\, W(u_{j,i,\lambda}, \rho_{j,i,\lambda}/B_j) , \qquad (8)
$$

в которой

$$
u_{j,i,\lambda} = \frac{\rho_{j,i,\lambda}}{4at} , \qquad (9)
$$

$$
a = \frac{T_{c.o.}}{\mu} , \qquad (10)
$$

где a – уровнепроводность дренируемого горизонта, м^2/сут; μ – водоотдача водоносных пород; t_i – время работы каждого лучевого дренажа, сут; Q_λ – дебит эквивалентных воображаемых скважин, м^3/сут; $\rho_{j,i,\lambda}$ – расстояние от каждой воображаемой скважины до точки, в которой определяется понижение уровня, м; $W(u_{j,i,\lambda}; \rho_{j,i,\lambda}/B_j)$ – табулированная функция, графики которой приведены на рис.15.

Вычисления выполняются методом последовательных приближений для нескольких контрольных наиболее характерных точек осушаемой территории. Необходимый дренажный эффект достигается путем увеличения числа лучевых скважин. При достижении требуемого снижения уровней вод в заданных точках промплощадки расчеты завершаются.

ПРОГРАММА ДЛЯ РАСЧЕТА СИСТЕМ ЛУЧЕВЫХ ДРЕНАЖЕЙ НА ЭЦВМ

```
'BEGIN'
   'INTEGER'K,N1,NO;
     P0042(K,N,NO); P1041(K,N1,NO);
    'BEGIN'.
   'INTEGER'I,J,Л, Я;
     'INTEGER'I,J;
    'REAL'R,F1,Q1,L,L1,L2,A,S1,S2,S3,S4,S5;
'REAL'TC,SC;
   'REAL' ЧИСЛО;
   'REAL'C,C1,C2,C3,H1,H2, Ф,U,Z,W,И;
'INTEGER' 'ARRAУ'N[0:K];
    'ARRAУ'Q,F,X1,У1,T1[1:K];
  'ARRAУ'Q2,P[1:K];
'ARRAУ'T,S[1:K];
     'ARRAУ'M,X2,У2[1:N1];
      'ARRAУ'X, У[1:NO];
    'ARRAУ'X3,У3,D[1:10];
'ARRAУ'IN[1:4];
      P0042(N,F,M,X1, У1,X2, У2,X, У,T1);
  P0042(T,S,L,L2);
P0042(F1);
P0042(TC,SC);
   P1024(2,N,F,M,X1,X1,X2, У2,X, У,T1);
P1024(2,T,S,L,L2,F1,TC,SC);
 S1:=0; 'FOR'I:=1'STEP'1'UNTIL'K'DO'
'BEGIN'
   C:=2x3.1415926xT[I]x S[I];
   R:=SQRT T[I]/L);
     C1:=SQRT(F[I]/3.1415926);
   C2:=LN((R+C1)/C1);
    Q[I]:= C/C2
     S1:=S1+Q[I]
     'END';C3:=SQRT(F1/3.1415926);
     C:=2x3.1415926xTCxSC;
R:=SQRT(TC/L.);
 Q1:=C/LN((R+C3)/C3);
 L1:=Q1/S1;
     'FOR'J:=1'STEP'1'UNTIL'K'DO'
  Q2[J]:=Q[J]x L1;
```

```
40    P1041(Q2);
41          'FOR'Я:=1'STEP'1'UNTIL'NO'DO'
42        'BEGIN'
43      S3:=0;P1041(Я);
44    'FOR'J:=1'STEP'1'UNTIL'K'DO'
45   'BEGIN'
46      A:=T[J]/L2;
47        R:=SQRT(T[J]/L);
48         S2:=0; 'FOR'I:=N[J-1]+1'STEP'1'UNTIL'N[J]'DO'
49     S2:=S2+M[I];P[J]:=Q2[J]/S2;
50    'FOR'I:=N[J-1] + 1'STEP'1'UNTIL'N[J]'DO'
51     'BEGIN'
52      C2:=M[I]/10
53      ЧИСЛО:=0.05
54       'FOR'IJ:=1'STEP'1'UNTIL'10'DO'
55       'BEGIN'
56      D[IJ]:=ЧИСЛОx2xP[J] xC2;
57       ЧИСЛО:=ЧИСЛО+0.1;
58        'END'
59       H1:=(X1[J]-X2[I])/20;
60       H2:=(У1[J] -У2[I] )/20;
61    X3 1 :=X2[I]+ H1;
62          У3[1]:=У2[I]+H2;
63          'FOR'Л:=1'STEP'1'UNTIL'9'DO'
64          'BEGIN'
65      X3[Л+1]:=X3[Л] +2xH1;
66     У3 [Л+1]:= У3[Л]+2xH2
67      'END';'FOR'Л:= 1'STEP'1'UNTIL'10'DO
68        'BEGIN'
69      Ф:=SQRT((X3 [Л] -X [Я] )↑2+(У3[Л]- У [Я])↑2);
70    U:= Ф↑2/(4xAxT1[J]);
71      S4:= Ф↑2/(4xR↑2);
72   IN[1]:=U; IN[2]:=50; IN[3]:=0.1; IN[4]:=0.000001;
73   Н:=P0655(Z,W,IN[1], Э1, Э2); 'GO TO'Э3;
74      Э1:W:=(1/Z) x EXP (-Z-S4/Z); Э2:;
75        Э3:
76    S3:=S3-D[11 - Л]x Н;
77        'END'; 'END'; 'END'; S5:=S3/(4x3.1415926xTC);
78       P1041(S5)
79    'END'
80    'END'; 'END';
```

Обозначения, принятые в формулах

a, a^* – коэффициент уровнепроводности, $м^2$/сут;
a_y – коэффициент уплотнения, $см^2$/кгс;
B – ширина полосы инфильтрации, м;
$d_т$ – диаметр труб, м;
d_{10} – действующий диаметр частиц, меньше которых в грунте имеется 10% по массе, мм;
d_{60} – диаметр частиц, меньше которых в грунте имеется 60% по массе, мм;
$erf x$ – интеграл вероятности;
ε – коэффициент пористости;
$\mathcal{F}$ – площадь дренажа, $м^2$;
f – площадь, ограниченная ломаной линией, проходящей через концы горизонтальных скважин, $м^2$;
H – повышение уровня грунтовых вод за время t от начала процесса, м;
h_o – мощность водоносного пласта перед началом инфильтрации, м;
$h_д$ – мощность грунтового потока на урезе реки (дрены), м;
h_e – глубина потока до усиления инфильтрации на расстоянии x от берега реки, м;
h_1 и h_2 – превышение над водоупором уровня воды на контуре круга в момент времени t_1 и t_2, м;
h_1^* и h_2^* – то же, в центре круга, м;
h_c – амплитуда сезонного колебания уровня грунтовых вод, м;
$h_к$ – высота капиллярного поднятия воды в грунтах, м;
$h_з$ – величина заглубления защищаемого объекта под уровень грунтовых вод, м;
I_o – модифицированная функция Бесселя первого рода нулевого порядка;
I_1 – модифицированная функция Бесселя первого рода, первого порядка;

J – уклон потока грунтовых вод, гидравлический уклон;

J_0 – функция Бесселя первого рода, нулевого порядка;

K – коэффициент фильтрации, м/сут;

K_0 – модифицированная функция Бесселя второго рода нулевого порядка;

K_1 – модифицированная функция Бесселя второго рода, первого порядка;

ξ – коэффициент шероховатости;

l – половина расстояния между дренами, м;

l_1 и l_2 – расстояния от дрены (реки) до контуров полосы инфильтрации, м;

$l_г$ – длина горизонтальных скважин, м;

m – пористость;

μ_0^* – упругая водоотдача;

μ – водоотдача;

n – количество горизонтальных скважин;

∇ – оператор Лапласа;

P – периметр, м;

P_c – смоченный периметр, м;

q – единичный односторонний расход потока, $м^2$/сут;

$R_в$ – радиус влияния, м;

$R_г$ – гидравлический радиус, м;

$R_к$ – радиус большого кольца, м;

r – радиус круга, м;

r_0 – радиус участка, на котором происходит инфильтрация, м;

ρ – расстояние от воображаемой скважины до расчетной точки, м;

S – понижение уровня грунтовых вод, м;

S_0 – понижение уровня грунтовых вод в дрене, м;

T – водопроводимость пласта, $м^2$/сут;

t – время, сут;

$W(u,\rho/B)$ – функция скважины с учетом перетекания;

ω – инфильтрация на единицу поверхности грунтовых вод в единицу времени;

ω_0 – инфильтрация в бытовых условиях;

χ – площадь живого сечения, $м^2$.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения 3
Область применения 3
Задачи проектирования защитных мероприятий . . 4
Исходные данные для проектирования 5

2. Типы дренажных устройств и область их применения 6
Горизонтальные дренажи 7
Вертикальные дренажи 11
Вакуумные дренажи 12

3. Профилактические способы защиты зданий и сооружений от подтопления грунтовыми водами . 13

4. Мероприятия по защите зданий и сооружений от грунтовых вод на подтопленных территориях . . . 16

5. Расчеты дренажей 18
А. Гидрогеологические расчеты дренажей. 18
Расчеты горизонтальных дренажей. 20
Расчеты лучевых дренажей. 32
Расчеты вертикальных дренажей. 34
Б. Гидравлические расчеты дренажей 37
В. Подбор фильтрующих обсыпок. 38

6. Прогноз подтопления 40
Аналитические методы прогноза. 42

7. Гидрогеологические исследования на подтопляемых и подтопленных территориях 45
А. Изучение гидрогеологических параметров водоносных горизонтов 45
Б. Изучение режима и баланса грунтовых вод на подтапливаемых территориях 47

Размещение и оборудование наблюдательной сети 47

Виды режимных наблюдений и их обработка 48

Приложения

1. Порядок выполнения расчета лучевых дренажей на ЭЦВМ-БЭСМ-4М 51

2. Программа для расчета систем лучевых дре - нажей на ЭЦВМ 55

3. Обозначения, принятые в формулах 57

ВРЕМЕННАЯ ИНСТРУКЦИЯ

ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ЗАЩИТНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ОТ ПОДТОПЛЕНИЯ ГРУНТОВЫМИ ВОДАМИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Научный редактор канд.техн.наук Ю.В.Пономаренко

Литературный редактор Л.А.Порубай
Технический редактор А.Г.Воронцова
Корректор Л.Н.Склярова. Художник В.А.Выродов.

Подписано к печати 31 августа 1978 г.
Объем 2,8 уч.-изл.л. Тираж 500 экз. Заказ № 432.
Ротапринт ВИОГЕМ, г.Белгород, ул.Б.Хмельницкого, 86.
Цена 40 коп.

gost.e-ecolog.ru