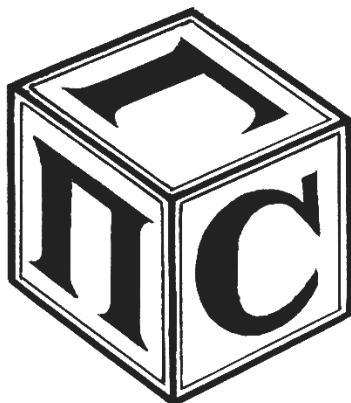


ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Промышленное и гражданское строительство»

ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА В ОСОБЫХ УСЛОВИЯХ

*Методические рекомендации к самостоятельной работе
студентов специальности 1-70 02 01 «Промышленное
и гражданское строительство» заочной формы обучения*



Могилев 2018

УДК 69.05
ББК 38.6
Т 38

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Промышленное и гражданское строительство»
«12» октября 2017 г., протокол № 3

Составители: канд. техн. наук, доц. И. Л. Опанасюк;
ст. преподаватель С. В. Данилов

Рецензент канд. техн. наук, доц. А. М. Кургузиков

В методических рекомендациях представлены содержание изучаемого курса, контрольные вопросы, рекомендации по выполнению аудиторной контрольной работы и самостоятельной подготовке к ней.

Учебно-методическое издание

ТЕХНОЛОГИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА В ОСОБЫХ УСЛОВИЯХ

Ответственный за выпуск	Д. В. Михальков
Технический редактор	С. Н. Красовская
Компьютерная верстка	Н. П. Полевничая

Подписано в печать . Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. . Уч.-изд. л. . Тираж 81 экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение:
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«Белорусско-Российский университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 24.01.2014.

Пр. Мира, 43, 212000, Могилев.

© ГУ ВПО «Белорусско-Российский
университет», 2018



Содержание

Введение.....	4
1 Наименование тем дисциплины	5
1.1 Технология производства работ в сложных гидрогеологических условиях.....	5
1.2 Производство земляных работ в зимних условиях	6
1.3 Производство кирпичной и каменной кладки в зимних условиях	6
1.4 Производство отделочных работ в зимних условиях	7
1.5 Устройство кровли при производстве работ в зимних условиях	7
1.6 Особенности возведения зданий и сооружений из монолитного бетона и железобетона при отрицательных температурах	7
1.7 Особенности технологии производства работ в условиях жаркого климата	9
1.8 Производство работ в условиях реконструкции зданий и сооружений	9
2 Рекомендации по выполнению аудиторной контрольной работы и подготовке к ней	11
2.1 Основные теоретические положения	11
2.2 Определение притока воды к установке	13
2.3 Определение длины коллектора, количества насосов и иглофильтров	14
3 Расчетная часть	16
Список литературы	19
Приложение А	21
Приложение Б	22
Приложение В	22



Введение

Методические рекомендации к самостоятельной работе студентов специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» используются при изучении дисциплины «Технология строительства в особых условиях».

Дисциплина «Технология строительства в особых условиях» является прикладной научной дисциплиной, содержащей совокупность знаний в области техники, организации и экономики производственных процессов, осуществляемых на строительных площадках в особых условиях производства работ. Под особыми условиями понимают сложные гидрогеологические и климатические условия, производство работ в условиях реконструкции и технического перевооружения предприятий.

Целью преподавания дисциплины является получение студентами основополагающих знаний в области технологии строительства с учетом выполнения строительных работ и процессов в сложных условиях производства работ, приобретение навыков организационно-технологического проектирования с учетом дестабилизирующих факторов, характерных для этих условий.

Самостоятельная работа студента – это способ деятельности студента во внеаудиторное время. Исходя из понятия «самостоятельная работа» можно выявить важное и необходимое условие организации самостоятельной работы студентов – это формирование умений самостоятельно приобретать знания, навыки и возможность организации учебной деятельности.

В методических рекомендациях изложена программа курса; представлен перечень вопросов для самоконтроля, аналогичных экзаменационным; даны рекомендации по выполнению аудиторной контрольной работы.

Дисциплина рассчитана на один семестр. Формой контроля является экзамен. Вопросы к экзамену приведены в разд. 1.



1 Наименование тем дисциплины

Введение. Цели и задачи изучаемой дисциплины. Понятие об особых условиях производства строительного-монтажных работ. Их влияние на технико-экономические показатели.

Контрольные вопросы

- 1 Каковы цели и задачи изучаемой дисциплины?
- 2 Что такое особые условия производства строительного-монтажных работ?

1.1 Технология производства работ в сложных гидрогеологических условиях

1.1.1 Водоотлив, водопонижение уровня грунтовых вод. Условия применения водоотлива и водопонижения. Ограждение выемок от грунтовых вод.

Контрольные вопросы

- 1 Как осуществляется водоотлив уровня грунтовых вод?
- 2 Каковы условия применения водоотлива и водопонижения?
- 3 Как выполняется водопонижение уровня грунтовых вод?
- 4 Как выполняется ограждение выемок от грунтовых вод?

1.1.2 Производство работ методом «стена в грунте». «Сухой», «мокрый» способы возведения стен в грунте. Стены из свай, траншейные. Выбор машин, механизмов и материалов, используемых в процессе работ.

Контрольные вопросы

- 1 Что такое «сухой» способ возведения стен в грунте?
- 2 Что такое «мокрый» способ возведения стен в грунте?
- 3 Производство работ методом «стена в грунте». Стены из свай?
- 4 Как производят работы методом «стена в грунте». Стены траншейные?
- 5 Какие машины, механизмы и материалы используют при выполнении работ методом стена в грунте?

1.1.3 Опускной способ возведения сооружений. Технологические особенности опускного способа. Область применения. Зависимость приемов производства работ от гидрогеологических условий. Машины, оборудование и материалы, применяемые при производстве работ.



Контрольные вопросы

- 1 Что такое опускной способ возведения сооружений. Область применения?
- 2 Какая зависимость приёмов производства работ от гидрогеологических условий при опускном способе возведения сооружений?
- 3 Какие машины, механизмы и материалы используют при выполнении работ опускным способом?

1.1.4 Бетонирование конструкций под водой. Особенности подводного бетонирования. Методы подводного бетонирования. Машины, оборудование и материалы, используемые в процессе производства работ.

Контрольные вопросы

- 1 Бетонирование конструкций под водой. Какие особенности подводного бетонирования?
- 2 Методы подводного бетонирования, машины, оборудование и материалы?

1.2 Производство земляных работ в зимних условиях

1.2.1 Подготовка строительной площадки к производству работ. Земляные работы. Предохранение грунтов от промерзания.

Контрольные вопросы

- 1 Как выполняют подготовку строительной площадки к производству работ в зимнее время?
- 2 Как производят предохранение грунта от промерзания?

1.2.2 Разработка мерзлого грунта. Оттаивание мерзлых грунтов. Рыхление мерзлого грунта взрывами, механизмами, механическими приспособлениями и инструментами.

Контрольные вопросы

- 1 Как выполняют оттаивание мёрзлых грунтов?
- 2 Как производят рыхление мёрзлого грунта взрывами, механизмами, механическими приспособлениями и инструментами?

1.3 Производство кирпичной и каменной кладки в зимних условиях

Особенности возведения зданий из штучных камней. Твердение раствора в швах кладки. Кладка способом замораживания. Устройство стен из штучного камня способом замораживания с последующим искусственным оттаиванием. Кладка на растворах с химическими добавками.

Контрольные вопросы

- 1 Каковы особенности возведения зданий из штучных камней в зимних условиях?
- 2 Как происходит твердение раствора в швах кладки в зимних условиях?
- 3 Устройство стен из штучного камня способом замораживания с последующим искусственным оттаиванием.
- 4 Как выполняется кладка на растворах с химическими добавками?

1.4 Производство отделочных работ в зимних условиях

Контрольные вопросы

- 1 Каковы особенности производства отделочных работ в зимнее время?
- 2 Влажность ограждающих конструкций и способы их сушки в зимнее время.

1.5 Устройство кровли при производстве работ в зимних условиях

Контрольные вопросы

- 1 Как выполняется основание кровли в зимних условиях?
- 2 Каковы особенности устройства кровли при производстве работ зимой?

1.6 Особенности возведения зданий и сооружений из монолитного бетона и железобетона при отрицательных температурах

1.6.1 Влияние отрицательной температуры на составляющие бетонной смеси. Изменение прочности бетонной смеси. Понятие о критической прочности. Транспортирование и укладка бетонной смеси. Выбор способа выдерживания бетона.

Контрольные вопросы

- 1 Как влияют отрицательные температуры на составляющие бетона?
- 2 Как изменяется прочность бетонной смеси при производстве работ зимой?
- 3 Что такое понятие о критической прочности бетона?
- 4 Особенности приготовления бетонной смеси в зимнее время. Как выполняются транспортирование и укладка бетонной смеси?
- 5 Как производится выбор способа выдерживания бетона?

1.6.2 Метод термоса. Определение продолжительности остывания бетона и величины, прочности. Подбор конструкции опалубки и ее утеплителя при



заданной продолжительности остывания бетона и прочности бетона к моменту остывания.

Контрольные вопросы

- 1 Каковы особенности выдерживания конструкций методом термоса?
- 2 Метод термоса. Как определяется продолжительность остывания бетона и величины, набранной им за это время прочности?
- 3 Метод термоса. Как подбирается конструкция опалубки и ее утеплителя?

1.6.3 Паропрогрев бетона. Температура бетона. Нарастание прочности в зависимости от вида вяжущего.

Контрольные вопросы

- 1 Паропрогрев бетона. Какие условия необходимы для тепловлажностной обработки?
- 2 Паропрогрев бетона и нарастание его прочности.

1.6.4 Электротермообработка бетона. Применение предварительного электроразогрева и его влияние на период остывания и набор прочности.

Контрольные вопросы

- 1 Что такое электротермообработка бетона?
- 2 Применение предварительного электроразогрева.

1.6.5 Электродный прогрев бетонной смеси. Виды электродов и способы их применения.

Контрольные вопросы

- 1 Что такое электродный прогрев бетонной смеси?
- 2 Виды электродов и способы их применения при электродном прогреве бетонной смеси. Какие схемы установки электродов существуют?

1.6.6 Индукционный прогрев.

Контрольные вопросы

- 1 Что такое индукционный прогрев бетонной смеси?
- 2 Применение индукционного прогрева при бетонировании конструкций.

1.6.7 Инфракрасный обогрев.

Контрольные вопросы

- 1 Что такое инфракрасный обогрев?
- 2 Условия применения способа при отрицательных температурах.



1.6.8 Контактный электроразогрев. Обогрев греющими опалубками. Применение термоактивных гибких покрытий (ТАГП). Конструкция ТАГП и их виды.

Контрольные вопросы

- 1 Что такое контактный электроразогрев?
- 2 Какова конструкция ТАГП и их виды?

1.6.9 Бетоны с применением противоморозных добавок. Область применения. Классификация добавок, их применение. Количество противоморозных добавок в зависимости от расчетной температуры.

Контрольные вопросы

- 1 Бетоны с применением противоморозных добавок. Область применения.
- 2 От чего зависит количество противоморозных добавок?

1.7 Особенности технологии производства работ в условиях жаркого климата

Влияние жаркого климата на производство бетонных работ. Подготовка к производству бетонных работ. Транспортирование и подача бетонных смесей к месту укладки. Выбор метода бетонирования. Укладка и уплотнение бетонных смесей. Уход за бетоном в конструкциях.

Контрольные вопросы

- 1 Как влияет жаркий климат на производство бетонных работ?
- 2 Подготовка к производству бетонных работ в условиях жаркого климата. Транспортирование и подача бетонных смесей к месту укладки. Выбор метода бетонирования. Укладка и уплотнение бетонных смесей. Уход за бетоном в конструкциях?

1.8 Производство работ в условиях реконструкции зданий и сооружений

1.8.1 Анализ условий и принципы реконструкции объектов. Этапы осуществления реконструкции объекта. Виды реконструкционных работ, их технологические особенности.

Контрольные вопросы

- 1 Анализ условий и принципы реконструкции объектов. Этапы осуществления реконструкции объекта.
- 2 Виды реконструкционных работ, их технологические особенности.



1.8.2 Усиление и укрепление оснований реконструируемых зданий.

Контрольные вопросы

- 1 Причины и факторы, приводящие к усилению и укреплению оснований зданий и сооружений?
- 2 Какие способы усиления и укрепления оснований реконструируемых зданий существуют?

1.8.3 Ремонт и усиление фундаментов.

Контрольные вопросы

- 1 Факторы, приводящие к усилению и ремонту фундаментов зданий.
- 2 Способы ремонта и усиления фундаментов зданий и сооружений.

1.8.4 Восстановление и усиление каменных конструкций. Восстановление несущей способности кладки. Способы усиления каменных конструкций.

Контрольные вопросы

- 1 Как восстанавливается несущая способность кладки?
- 2 Способы усиления каменных конструкций.

1.8.5 Восстановление и усиление железобетонных конструкций способом увеличения поперечного сечения с применением обетонирования.

Контрольные вопросы

- 1 Требования к бетонным работам и к бетону усиливаемой конструкции.
- 2 Требования к арматурным работам при усилении железобетонных колонн.

1.8.6 Восстановление и усиление железобетонных конструкций металлическими элементами.

Контрольные вопросы

- 1 Как производится восстановление и усиление железобетонных конструкций стальной рубашкой?
- 2 Как выполняется усиление железобетонных конструкций стальной обоймой?

1.8.7 Демонтажные и монтажные работы. Разборка, надстройка и передвижка зданий. Методы производства работ и их особенности. Материалы, машины, механизмы и приспособления при выполнении работ по реконструкции.



Контрольные вопросы

- 1 Разборка зданий и сооружений. Методы производства работ и их особенности.
- 2 Надстройка зданий. Методы производства работ и их особенности.
- 3 Надстройка зданий и сооружений. Методы производства работ и их особенности.

2 Рекомендации по выполнению аудиторной контрольной работы и подготовке к ней

Для студентов заочной формы обучения по дисциплине предусмотрено выполнение аудиторной контрольной работы. Контрольная работа выполняется во время сессии в учебной аудитории на бланках заочного деканата согласно расписанию. Время, отведенное на аудиторную контрольную работу, – 2 часа.

Объем работы составляет 2–3 страницы рукописного текста. Первый лист – бланк заочного факультета, содержащий фамилию, имя, отчество студента, наименование дисциплины и другие данные. Последующие второй и третий листы – листы белой бумаги формата А4.

Задание для контрольной работы выбирается для каждого студента индивидуально, согласно таблице А.1 данных методических указаний.

Результаты изучения технологических особенностей выбора комплекта механизмов для водопонижения уровня грунтовых вод оформляются в отчете для контрольной работы. По результатам проверки контрольной работы преподаватель проставляет отметку «зачтено» или «незачтено».

Задачей данной работы является определение параметров понижения уровня грунтовых вод и выбор комплекта оборудования водопонижительной установки при устройстве выемок, расположенных ниже уровня грунтовых вод.

Учитывая сложные гидрологические условия производства земляных работ при устройстве выемки, следует: определить приток воды к выемке; определить длину коллектора; определить количество насосов и иглофильтров; разработать схему расположения насосов и иглофильтров.

Получив задание (см. таблицу А.1), студент должен определить приток воды к выемке, длину коллектора, количество насосов и иглофильтров и разработать схему расположения насосов и иглофильтров.

2.1 Основные теоретические положения

При устройстве выемок, расположенных ниже уровня грунтовых вод, необходимо осушать водонасыщенный грунт и обеспечивать его разработку в нормальных условиях, а также предотвращать попадание грунтовой воды в котлованы, ямы, траншеи в период производства работ.

В практике работ водопонижения применяются открытый водоотлив, легкие



иглофильтровые установки, энжекторные иглофильтры, водопонижающие скважины, вакуумные установки, электроосмотическое водопонижение.

Открытый водоотлив – это самый простой и экономичный способ. Он применяется в различных грунтах, в частности в песках, галечнике, гравии. Открытый водоотлив часто применяют в сочетании с грунтовым водопонижением. При этом открытый водоотлив используют для удаления из котлована вод поверхностного стока, а установки глубинного водопонижения – для понижения уровня грунтовых вод (УГВ).

В систему открытого водоотлива входят водосборная канава, приямок, насосы (рабочий и резервный), сбросной трубопровод. Несмотря на простоту и доступность способа, открытый водоотлив имеет ограниченное применение в связи с тем, что в выемке почти всегда присутствует вода, а это усложняет производство работ.

При значительном притоке грунтовых вод рекомендуется использовать *метод искусственного понижения*. В практике искусственного водопонижения используется понижение уровня грунтовых вод *легкими иглофильтровыми установками (ЛИУ), энжекторными иглофильтровыми установками (ЭИУ), с использованием водопонижающих скважин, вакуумный и электроосмотический способы.*

Способ водопонижения и тип применяемого оборудования выбирают в зависимости от глубины разработки котлована (траншеи), инженерно-геологических и гидрогеологических условий площадки, сроков строительства, конструкции сооружения и технико-экономических показателей. Для такого выбора можно воспользоваться рекомендациями, приведенными в таблице 1.

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	св. 20
Глина	–	Электроосушение		
Суглинок	0,005...0,4	Легкие одноярусные ЛИУ и энжекторные иглофильтры	Многоярусные ЛИУ и энжекторные иглофильтры	Буровые колодцы с артезианскими погружными насосами
Супеси	0,2...0,7			
Песок:		Одноярусные ЛИУ	Многоярусные ЛИУ и энжекторные иглофильтры	
мелкозернистый	1,2...2,0			
мелкий	2,0...10,0			
средний	10,5...25,0	Буровые скважины с центробежными насосами		
крупный	25,0...75,0			
гравелистый	50...100			
Гравий:		Поверхностный водоотлив		Буровые скважины с погружными насосами
с песком	75...150			
чистый	100...200			



Водопонижение осуществляется по различным схемам расположения водопонижительных установок. Наиболее широкое применение получили контурная схема установки и легкие иглофильтровые установки.

Легкие иглофильтровые установки отличаются мобильностью установки и перестановки, быстротой погружения в грунт, надежностью в эксплуатации. Комплект ЛИУ состоит из иглофильтров, водосборного коллектора, рабочего и резервного насосов.

2.2 Определение притока воды к установке

Для легкой иглофильтровой установки при определении требуемого уровня понижения грунтовых вод S должно соблюдаться условие

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

где h – заглубление котлована ниже уровня грунтовых вод, м;

l – высота капиллярного поднятия грунтовых вод, м:

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

где K_ϕ – коэффициент фильтрации грунта водоносного слоя, м/сут.

Приведенный радиус водопонижительной системы определяется по формуле

$$A = \sqrt{\frac{F}{\pi}}, \quad (3)$$

где F – площадь, ограниченная водопонижительными устройствами, м².

Радиус влияния (депрессии) системы вычисляется по формуле

$$R = A + 2S\sqrt{K_\phi H}, \quad (4)$$

где H – мощность водоносного слоя, м.

При этом напор в расчетной точке находится из условия

$$y = H - S. \quad (5)$$

Ожидаемый приток воды к системе Q_c , м³/сут, находится по формуле

$$Q_c = \frac{2\pi m K_\phi (H - y)}{\ln \frac{R}{A}}, \quad (6)$$



где m – толщина водоносного слоя при напорной фильтрации или средняя толщина потока при безнапорной, м;

$$m = \frac{H + y}{2}, \quad (7)$$

Ожидаемый приток воды к системе Q'_c , м³/ч, рассчитывается по формуле

$$Q'_c = \frac{Q_c}{24}. \quad (8)$$

2.3 Определение длины коллектора, количества насосов и иглофильтров

Для легкой иглофильтровой установки в первом приближении длина коллектора, количество насосов и иглофильтров рассчитывается следующим образом. Для определения требуемого числа установок и длины коллектора на одну установку определяют проектируемую длину коллектора на одну установку:

$$l_k = \frac{P_k}{N}, \quad (9)$$

где P_k – общая длина коллектора системы, м;

N – количество установок в системе, шт.;

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

где L_k – предельная длина коллектора на одну установку, м.

Предельная длина коллектора на одну установку определяется по справочной литературе. Для ЛИУ-6 она может быть найдена из графика на рисунке 1.

Число иглофильтров n при различном их шаге определяется по формуле

$$n = \frac{l_k}{2\sigma}, \quad (11)$$

где 2σ – шаг иглофильтров, кратный 0,75 м.

Предельно допустимый дебит одного иглофильтра в зависимости от коэффициента фильтрации грунта водоносного слоя определяется по справочной литературе или из графика на рисунке 2.



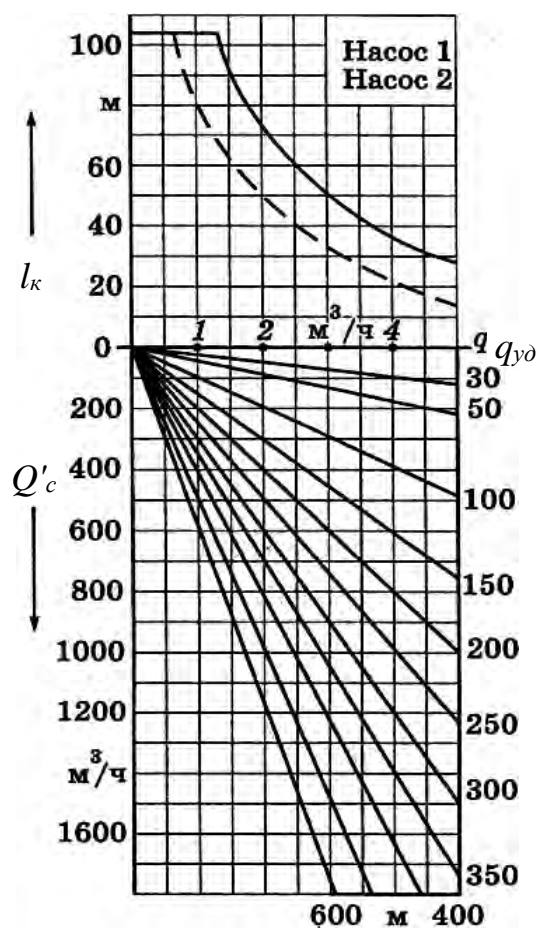


Рисунок 1 – График предельной длины всасывающего коллектора на один насосный агрегат ЛИУ-6

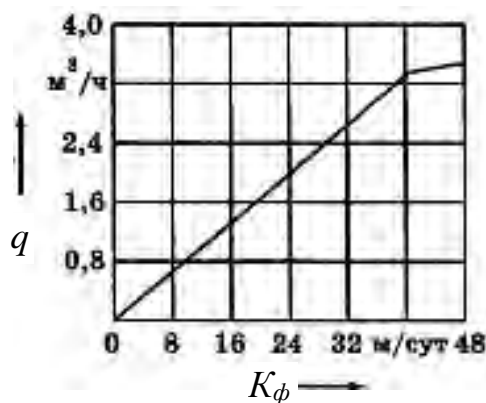


Рисунок 2 – Предельно допустимый дебит одного иглофильтра в зависимости от коэффициента фильтрации водоносного слоя

Приток воды q , $\text{м}^3/\text{ч}$, к каждому иглофильтру при различном их шаге определяется по формуле

$$q = \frac{Q'_y}{n}, \quad (12)$$

где n – число иглофильтров в установке, шт.;

Q'_y – приток воды к установке, м³/ч;

$$Q'_y = \frac{Q'_c}{N}. \quad (13)$$

3 Расчетная часть

Задача. Рассчитать водопонижительную систему из легких иглофильтровых установок при следующих исходных данных:

- размеры котлована по контуру иглофильтров – 20×104 м;
- размеры по контуру всасывающего коллектора – 21×105 м;
- глубина залегания грунтовых вод от поверхности земли $h_2 = 1$ м;
- мощность водоносного слоя $H = 12$ м;
- заглубление котлована ниже уровня грунтовых вод $h = 2,3$ м;
- коэффициент фильтрации грунта $K_\phi = 32$ м/сут;
- иглофильтры без обсыпки;
- высота оси насоса от поверхности земли $h_n = 0,5$ м.

Схема разреза котлована приведена на рисунке 3.

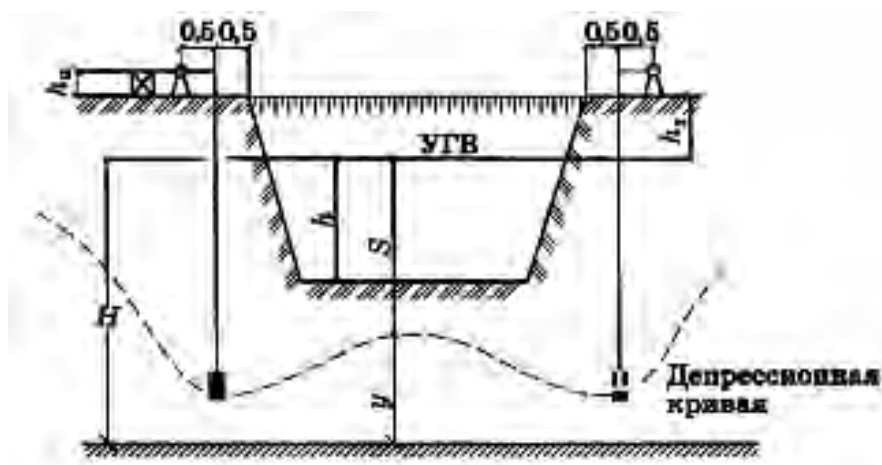


Рисунок 3 – Схема разреза котлована с установленными иглофильтрами

Решение

1 Требуемый уровень понижения грунтовых вод S находим из условия (1).
Высоту поднятия грунтовых вод определяем по формуле (2)

$$l = \frac{1}{\sqrt{32}} = 0,2 \text{ м.}$$

Тогда требуемый уровень понижения грунтовых вод по формуле (1) составит

$$S = 2,3 + 0,2 + 0,5 = 3 \text{ м.}$$

2 Приведенный радиус водопонижительной системы определяем по формуле (3) с учетом, что площадь, ограниченная водопонижительными устройствами, $F = 20 \cdot 104 = 2080 \text{ м}^2$:

$$l = \sqrt{\frac{20 \cdot 104}{3,14}} = 25,7 \text{ м.}$$

3 Радиус влияния (депрессии) системы вычисляем по формуле (4)

$$R = 25,7 + 2 \cdot 3 \sqrt{32 \cdot 12} = 143,3 \text{ м.}$$

При этом напор в расчетной точке по формуле (5) составит

$$y = 12 - 3 = 9 \text{ м.}$$

Средняя толщина потока при безнапорной фильтрации по формуле (7) равна

$$m = \frac{12 + 9}{2} = 10,5 \text{ м.}$$

4 Ожидаемый приток воды к системе в сутки составит по формуле (6)

$$Q_c = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 10,5 \cdot 32(12 - 9)}{\ln \frac{143,3}{25,7}} = 3680 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

5 Ожидаемый приток воды к системе в час будет равен по формуле (8)

$$Q'_c = \frac{3680}{24} = 153,3 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

6 При общей длине коллектора $P_k = 2 \cdot 21 + 2 \cdot 105 = 252 \text{ м}$ и притоке воды $153,3 \text{ м}^3/\text{ч}$ по графику (см. рисунок 1) определяем, что предельная длина коллектора на один насос ЛИУ-6 (№ 1 и 2) составляет 105 м . Технические характеристики ЛИУ-6 можно найти в таблице В.1.

7 Требуемое число установок, длину коллектора на одну установку и приток воды к установке определяем по формулам (9)–(11).

Количество установок в системе рассчитываем по формуле (10)

$$N = \frac{252}{105} = 2,4 \text{ шт.}$$

Принимаем $N = 3 \text{ шт.}$

Проектируемая длина коллектора на одну установку l_k по формуле (9) составит



$$l_k = \frac{252}{3} = 84 \text{ м.}$$

Приток воды к установке определим по формуле (13):

– в сутки

$$Q_y = \frac{3680}{3} = 1226,7 \text{ м}^3/\text{сут};$$

– в час

$$Q'_y = \frac{153,3}{3} = 51,1 \text{ м}^3/\text{ч.}$$

Приток воды к одной установке меньше производительности любого насосного агрегата ЛИУ-6 (см. таблицу В.1), каждую установку может обслуживать два насосных агрегата ЛИУ-6 (рабочий и резервный) в любом сочетании. Следовательно, для всей системы требуется шесть насосных агрегатов ЛИУ-6 (три комплекта).

8 По заданию по коэффициенту фильтрации грунта K_f находится предельный дебит одного иглофильтра, равный $2,8 \text{ м}^3/\text{ч}$ (см. рисунок 2).

Определим число иглофильтров n и приток воды q к каждому из них при различном шаге иглофильтров 2σ по формулам (11) и (12).

Шаг иглофильтров увеличивается до значения, при котором приток воды не превышает предельно допустимого дебита иглофильтров (таблица 2).

Таблица 2 – Результаты расчетов

2σ , м	n , шт.	q , $\text{м}^3/\text{ч}$
0,75	112	0,46
1,5	56	0,91
2,25	37	1,38
3,0	28	1,83
3,75	23	2,22
4,5	19	2,68
5,25	16	3,19

Таким образом, на одну установку необходимо 19 иглофильтров, коллектор длиной 84 м, два насоса (рабочий и резервный). На всю систему из трех установок потребуется 57 иглофильтров, коллектор длиной 252 м, шесть насосов.

Список литературы

- 1 **ТКП 45–1.01–159–2009.** Строительство. Технологическая документация при производстве строительного-монтажных работ. Состав, порядок разработки, согласования и утверждения технологических карт. – Минск: М-во архитектуры и стр-ва РБ, 2009. – 14 с.
- 2 **ТКП 45–1.03–40–2006.** Безопасность труда в строительстве. Строительное производство. – Минск : М-во архитектуры и стр-ва РБ, 2007. – 45 с.
- 3 **ТКП 45–1.03–44–2006.** Безопасность труда в строительстве. Строительное производство. – Минск : М-во архитектуры и стр-ва РБ, 2007. – 33 с.
- 4 **ТКП 45–1.04–208–2010.** Здания и сооружения. Техническое состояние и обслуживание строительных конструкций и инженерных систем и оценка их пригодности к эксплуатации. Основные требования. – Минск : М-во архитектуры и стр-ва РБ, 2011. – 27 с.
- 5 **ТКП 45–2.01–111–2008.** Защита строительных конструкций от коррозии. Строительные нормы проектирования. – Минск: М-во архитектуры и стр-ва РБ, 2006. – 81 с.
- 6 **ТКП 45–1.03–165–2009.** Консервация строящихся объектов. Правила проведения. – Минск : М-во архитектуры и стр-ва РБ, 2010. – 15 с.
- 7 **ТКП 45–5.03–23–2006.** Опалубочные системы. Правила устройства. – Минск : М-во архитектуры и стр-ва РБ, 2006 – 65 с.
- 8 **ТКП 45–5.03–21–2006.** Бетонные работы при отрицательных температурах. Правила производства. – Минск : М-во архитектуры и стр-ва РБ, 2006. – 107 с.
- 9 **ТКП 45–5.04–121–2009.** Стальные строительные конструкции. Правила изготовления. – Минск : М-во архитектуры и стр-ва РБ, 2009. – 39 с.
- 10 **ТКП 45–5.04–121–2009.** Стальные конструкции. Правила монтажа. – Минск : М-во архитектуры и стр-ва РБ, 2007. – 35 с.
- 11 **ТКП 45–1.03–236–2011.** Строительно-монтажные работы. Сварочные работы. Правила производства. – Минск : М-во архитектуры и стр-ва РБ, 2011. – 58 с.
- 12 **ТКП 45–5.03–20–2006.** Монолитные каркасные здания. Правила возведения. – Минск : М-во архитектуры и стр-ва РБ, 2006. – 58 с.
- 13 **ТКП 45–5.03–130–2009.** Сборные бетонные и железобетонные конструкции. Правила монтажа. – Минск : М-во архитектуры и стр-ва РБ, 2009. – 25 с.
- 14 **ТКП 45–5.08–277–2013.** Кровли. Строительные нормы проектирования и правила устройства. – Минск: М-во архитектуры и стр-ва РБ, 2013. – 27 с.
- 15 **ТКП 45–5.02–82–2010.** Каменные и армокаменные конструкции. Правила возведения. – Минск : М-во архитектуры и стр-ва РБ, 2010. – 12 с.
- 16 **ТКП 45–1.03–63–2007.** Монтаж зданий. Правила механизации. – Минск : М-во архитектуры и стр-ва РБ, 2007. – 88 с.
- 17 **Кузнецов, Ю. П.** Проектирование железобетонных работ / Ю. П. Кузнецов. – Киев : Вища школа, 1986. – 279 с.



18 **Соколов, Г. К.** Технология и организация строительства : учебник / Г. К. Соколов. – 2-е изд., стер. – Москва : Академия, 2004. – 528 с.

19 **Стаценко, А. С.** Технология бетонных работ : учебное пособие / А. С. Стаценко. – Минск : Вышэйшая школа, 2005. – 207 с.

20 Технология строительного производства и охрана труда : учебное пособие для вузов / Г. Н. Фомина [и др.] ; под общ. ред. Г. Н. Фоминой. – Москва : Архитектура-С, 2007. – 376 с.

21 **Кремнева, Е. Г.** Производство земляных работ и устройство фундаментов. Практикум : учебное пособие / Е. Г. Кремнева. – Минск : Новое знание, 2008. – 172 с.

22 **Кудрявцев, Е. М.** Комплексная механизация строительства : учебное пособие для вузов / Е. М. Кудрявцев. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : АСВ, 2010. – 464 с.

23 Технология строительства в особых условиях: методические указания для практических занятий по дисциплине для студентов специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» / Сост. С. В. Данилов, И. Л. Опанасюк. – Могилев : Беларус.-Рос. ун-т, 2013. – 26 с.

24 Технология строительства в особых условиях: методические указания для практических занятий по дисциплине для студентов специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» / Сост. С. В. Данилов, И. Л. Опанасюк. – Могилев : Беларус.-Рос. ун-т, 2014. – 32 с.

25 Технология строительного производства. Организация строительного производства: методические указания по выбору средств механизации для производства строительного-монтажных работ для студентов специальности 1-70 02 01 ПГС / Сост. И. Л. Опанасюк, С. В. Данилов, О. В. Голушкова. – Могилев : Беларус.-Рос. ун-т, 2012. – 18 с.



Приложение А (рекомендуемое)

Таблица А.1 – Варианты заданий для выполнения контрольной работы

Номер варианта	Размер выемки поверху, м ²	Глубина котлована h_1 , м	Глубина залегания грунтовых вод h_2 , м	Мощность водоносного слоя H , м	Коэффициент фильтрации K_f , м/сут
1	18 × 72	3,5	1,5	10	24
2	36 × 80	2,8	1,3	12	30
3	3 × 100	3,0	1,5	11	32
4	12 × 60	2,4	1,6	9	28
5	24 × 64	2,6	1,7	10	27
6	36 × 48	2,7	1,6	9	25
7	5 × 200	3,0	1,8	12	32
8	48 × 144	3,2	1,2	10	40
9	48 × 100	4,2	2,0	10	36
10	4 × 80	3,4	2,5	9	30
11	18 × 72	4,0	1,4	12	28
12	5 × 120	2,7	2,0	11	26
13	18 × 54	3,6	1,8	10	32
14	36 × 72	3,5	1,5	10	24
15	18 × 80	2,8	1,3	12	30
16	6 × 100	3,0	1,5	11	32
17	18 × 60	2,4	1,6	9	28
18	12 × 64	2,6	1,7	10	27
19	48 × 48	2,7	1,6	9	25
20	6 × 200	2,8	1,4	10	32
21	24 × 144	3,2	1,2	10	40
22	18 × 100	4,2	2,0	10	36
23	6 × 80	3,4	2,5	9	30
24	24 × 72	6,0	1,6	9	28
25	12 × 120	2,7	2,0	11	26
26	24 × 54	3,6	1,8	10	32
27	4 × 80	3,4	2,5	9	30
28	18 × 72	4,0	1,4	12	28
29	5 × 120	2,7	2,0	11	26
30	18 × 54	3,6	1,8	10	32



Приложение Б (справочное)

Таблица Б.1 – Технические характеристики насосов

Марка насоса	Производительность, м ³ /ч	Наибольшая высота всасывания, м
С-205А	12	6
С-203	24	9
С-374	24	6
С-247	35	6

Приложение В (справочное)

Таблица В.1 – Технические характеристики легких иглофильтровых установок (ЛИУ)

Показатель	Марка насоса			
	ЛИУ-2	ЛИУ-3	ЛИУ-5	ЛИУ-6
Глубина погружения, м	5	5	5	5
Паспортная производительность, м ³ /ч	30	60	120	140
Число звеньев коллектора, шт.	12	18	18	2 × 18
Длина звена, м	2,5	5,25	5,25	5,25
Расстояние между штуцерами для присоединения иглофильтров, м	0,75	0,75	0,75	0,75
Диаметр фильтрового звена, м	0,05	0,05	0,05	0,05