

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА	"6
1.1. Объем и состав курсового проекта	"6
1.2. Раздел I: Реновация водопроводных напорных сетей	5
1.3. Раздел II: Реновация водопроводных безнапорных сетей	6
1.4. Типовой пример представлений исходных данных и порядок выполнения курсового проекта	7
1.5. Типовой пример выполнения курсового проекта	22
2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	37
2.1. Общие сведения и тематика проведения практических занятий	37
2.2. Перечень задач, решаемых на практических занятиях, и последовательность их решения	38
2.3. Условия типовых задач	58
2.4. Решение типовых задач	64
2.5. Вопросы (тесты) по усвоению материала, представленного на практических занятиях	74
2.6. Вопросы (тесты) по усвоению материала, изложенного на лекционных занятиях и в период самостоятельной работы	79
Ответы на вопросы (тесты) по усвоению материала, представленного на практических занятиях	87
Ответы на вопросы (тесты) по усвоению материала, изложенного на лекционных занятиях и в период самостоятельной работы	87
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	88

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Целью курсового проекта является привитие навыков гидравлического и прочностного расчета напорных и безнапорных водопроводных сетей, подвергнутых реконструкции с помощью бестраншейных технологий и с использованием современных ремонтных материалов защитных покрытий (труб).

Конкретной *задачей* курсового проекта является определение состояния подлежащих реновации водопроводных сетей, выполнение графической части и расчетов по принятию соответствующих инженерных решений, в частности: по остаточному ресурсу трубопровода, по применению и определению оптимальных параметров реновации ветхих участков трубопроводной сети различными ремонтными материалами (защитными покрытиями), по проверке восстановленной трубопроводной системы на гидравлическую совместимость ее отдельных участков, восстановленных различными материалами.

1.1. ОБЪЕМ И СОСТАВ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Работа должна содержать пояснительно-расчетную записку и графическую часть. Объем пояснительно-расчетной записки определяется достаточностью проработки проектных решений.

Пояснительно-расчетная записка выполняется студентом на бумаге формата А4 с полями, мм: верхнее — 20, нижнее — 25, левое — 30, правое — 10. Текст и графический материал располагают с одной стороны листа, проставляя сквозную нумерацию страниц. Пояснительно-расчетная записка должна быть сброшюрована в мягкий переплет. Отчет по работе должен сопровождаться электронной копией, представляемой на диске.

Содержание пояснительно-расчетной записки излагается в определенной последовательности:

1. Содержание.
2. Введение.
3. Общая часть.
4. Реконструкция трубопроводных систем водоснабжения.
5. Библиографический список.

Чертежи выполняются на 1-2 листах плотной бумаги формата А1 с полями, мм: левое — 20, остальные — по 5. В правом нижнем углу

должна быть стандартная основная надпись. Чертежи и надписи на них выполняют тушью, пастой или другими материалами, обеспечивающими четкость изображений, или в режиме машинной графики.

Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию, стандартный бланк которого содержит всю необходимую информацию об объекте (трубопроводах и ремонтном участке).

Курсовая работа состоит из двух частей:

1) реконструкция напорных трубопроводных сетей систем водоснабжения;

2) реконструкция безнапорных трубопроводных сетей систем водоснабжения.

В каждом разделе в автоматизированном и ручном режимах решается ряд специальных задач, которые позволяют оценить ситуацию на трубопроводной сети, выполняемой из различных материалов (например, сталь, чугун, железобетон, асбестоцемент) и принять решение о целесообразности реновации тем или иным методом и ремонтным материалом (например, нанесением цементно-песчаного покрытия, наложением на внутреннюю поверхность ветхого участка трубопровода полимерного рукава, протягиванием новых полимерных труб внутрь старого трубопровода).

В записке приводятся результаты гидравлических расчетов водопроводных и водоотводящих сетей города, а также прочностных расчетов и рекомендуемых ниже эскизов и текстового материала, поясняющих и обосновывающих принятые технические решения по реновации. Записка должна иметь правильно оформленный титульный лист и содержать список использованной нормативно-технической литературы:

1.2. РАЗДЕЛ I: РЕНОВАЦИЯ ВОДОПРОВОДНЫХ НАПОРНЫХ СЕТЕЙ

Раздел включает два подраздела:

1) реновация стальных трубопроводов (А);

2) реновация асбестоцементных, чугунных и железобетонных трубопроводов (Б).

А. Реновация стальных трубопроводов.

В данном подразделе решаются 4 задачи:

1. Расчет остаточного ресурса участка ветхого стального трубопровода по толщине стенки и скорости коррозии.

2. Определение толщины внутреннего полимерного рукава по модулю упругости, обеспечивающей несущую способность восстановленного участка новой трубной конструкции «сталь + полимерный рукав (ПР)».

3. Определение параметров санации ветхого участка трубопровода путем нанесения цементно-песчаного покрытия (ЦПП) и протаскивания полиэтиленовой трубы (ПЭ).

4. Проведение гидравлического расчета новых трубных конструкций «сталь + ПР», «сталь + ЦПП» и «сталь + ПЭ» с построением пьезометрического профиля для оценки гидравлической совместимости нового (восстановленного) участка с действующим трубопроводом.

Б. Реновация асбестоцементных, чугунных и железобетонных трубопроводов.

В данном подразделе решаются 3 задачи:

1. Определение толщины и модуля упругости защитного покрытия (внутреннего полимерного рукава), обеспечивающего несущую способность восстановленного участка новой трубной конструкции «материал трубопровода + полимерный рукав» для двух альтернативных случаев: ненарушения и нарушения несущей способности ветхого трубопровода.

2. Определение параметров санации ветхого участка трубопровода путем нанесения цементно-песчаного покрытия (ЦПП) и протаскивания полиэтиленовой трубы (ПЭ).

3. Проведение гидравлического расчета новых трубных конструкций «материал трубопровода + ПР», «материал трубопровода + ЦПП» и «материал трубопровода + ПЭ» с построением пьезометрического профиля для оценки гидравлической совместимости нового (восстановленного) участка с действующим трубопроводом по величинам потерь напора.

1.3. РАЗДЕЛ II: РЕНОВАЦИЯ ВОДОПРОВОДНЫХ БЕЗНАПОРНЫХ СЕТЕЙ

В данном разделе объектами реновации являются 5 типов безнапорных трубопроводов, а именно: асбестоцементный, железобетонный, чугунный (при необходимости керамический и кирпичный).

В данном разделе решаются 3 задачи:

1. Определение толщины и модуля упругости защитного покрытия (внутреннего полимерного рукава), обеспечивающего несущую способность восстановленного участка новой трубной конструкции «материал трубопровода + полимерный рукав» для случаев ненарушения и нарушения несущей способности участка трубопровода.

2. Определение параметров санации ветхого участка трубопровода путем нанесения цементно-песчаного покрытия (ЦПП) и протаскивания полиэтиленовой трубы (ПЭ).

3. Проведение гидравлического расчета новых трубных конструкций «материал трубопровода + ПР», «материал трубопровода + ЦПП» и «материал трубопровода + ПЭ» с оценкой гидравлической совместимости нового (восстановленного) участка с действующим трубопроводом по величинам абсолютных скоростей течения сточной жидкости на отдельных участках.

1.4. ТИПОВОЙ ПРИМЕР ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ И ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Общие условия и исходные данные для проектирования по разделу I, подразделу А «Реновация стальных трубопроводов»

Задача 1: определение остаточного ресурса стального трубопровода.

Требуется определить остаточный ресурс (в годах) ветхого участка стального трубопровода определенной длины по остаточной толщине стенки и по скорости роста отдельного дефекта соответственно для двух случаев: при воздействии общей коррозии и при язвенной (питтинговой) коррозии при следующих исходных данных (табл. 1).

Таблица 1

Исходные данные для определения остаточного ресурса трубопровода

Внешний диаметр участка трубопровода, м	1,4
Глубина залегания трубопровода (от поверхности земли до лотка), м	6
Высота грунтовых вод над лотком трубы, м	4
Внутреннее давление воды в трубопроводе, м вод. столба или т/м ²	60
Проектная (начальная) толщина стенки трубопровода, мм	10
Остаточная толщина стенки трубопровода (по данным диагностики), мм	5
Продолжительность эксплуатации трубопровода до момента	20
Объемный вес материала трубы, т/м ³	7,85
Объемный вес грунта, т/м ³	1,7
Объемный вес транспортируемой воды, т/м ³	1,0
Глубина дефекта в зоне максимальных повреждений, мм	3,2
Наибольший размер (диаметр) коррозионной язвы по верхней кромке	5,5
Фактическое время с момента появления дефекта (по данным	1,5

Задача 2: определение толщины и модуля упругости полимерного рукава в трубной конструкции «сталь + полимерный рукав (ПР)».

Требуется определить толщину ремонтного покрытия — внутреннего полимерного рукава, обеспечивающего на ремонтном участке стального трубопровода несущую способность трубной конструкции при заданном модуле упругости ремонтного покрытия и заданной остаточной толщине стенки при следующих параметрах (табл. 2).

Таблица 2

**Исходные данные для определения толщины
и модуля упругости полимерного рукава**

Внешний диаметр участка трубопровода, м	1,4
Глубина залегания трубопровода (от поверхности земли до лотка), м	6,0
Высота грунтовых вод над лотком трубы, м	4,0
Внутреннее давление воды в трубопроводе, м вод. столба или t/m^2	60
Проектная (начальная) толщина стенки трубопровода, мм	10
Остаточная толщина стенки трубопровода (по данным диагностики), мм	5
Проектная толщина полимерного рукава, мм	12
Объемный вес материала трубы, t/m^3	7,85
Объемный вес грунта, t/m^3	1,7
Объемный вес транспортируемой воды, t/m^3	1,0
Усредненный объемный вес полимерного рукава, t/m^3	1,75

Значение модуля упругости полимерного рукава 100 000...500 000 t/m^2 , а диапазон толщины полимерного рукава 0,001...0,05 м.

В рассматриваемом примере модуль упругости принят равным 250 000 t/m^2 (остальная справочная информация изменению не подлежит). В каждом конкретном задании величина модуля упругости задается в исходных данных (табл. 3).

Таблица 3

Исходные данные по модулю упругости

Модуль упругости полимерного рукава, t/m^2	250 000
--	---------

Задача 3: определение параметров санации ветхого участка трубопровода путем нанесения цементно-песчаного покрытия (ЦПП) и протаскивания полиэтиленовой трубы (ПЭ).

Требуется в зависимости от исходного диаметра трубопровода и результатов ранее выполненного прочностного расчета принять решение об альтернативных «полимерному рукаву» методах реновации и потенциальном ремонтном материале, например, подобрав толщину защитного

цементно-песчаного покрытия (ЦПП) и диаметр полиэтиленовой трубы, протаскиваемой внутрь ветхого ремонтного участка трубопровода (по рекомендациям ГОСТ и других нормативно-технических документов).

При нулевом ресурсе ремонтного участка трубопровода нанесение слоя ЦПП неприемлемо, так как прочностные параметры трубопровода нарушены. В остальных случаях нанесение ЦПП целесообразно для продления срока службы трубопровода. В этих случаях толщина слоя ЦПП принимается в зависимости от диаметра (табл. 4):

Таблица 4

Исходные данные для определения параметров санации трубопровода

Диаметр трубопровода, м	Толщина слоя ЦПП, м
до 0,15	0,004
от 0,15 до 0,3	0,005
от 0,35 до 0,4	0,006
от 0,4 до 0,7	0,007
0,8	0,009
0,9	0,01
1,0	0,011
от 1,2 до 1,4	0,012
1,6 и более	0,014

Стандартные наружные диаметры, толщина стенок и внутренние диаметры полиэтиленовых труб низкого давления ПНД (высокой плотности) представлены ниже (табл. 5).

Таблица 5

Исходные и расчетные данные по диаметрам и толщинам стенок трубопровода

Наружный диаметр, м	Толщина стенки, м	Внутренний диаметр, м
0,125	0,0049	$0,125 - 0,0049 \times 2 = 0,1152$
0,14	0,0054	$0,14 - 0,0054 \times 2 = 0,1292$
0,16	0,0062	$0,16 - 0,0062 \times 2 = 0,1476$
0,18	0,007	$0,18 - 0,007 \times 2 = 0,166$
0,2	0,0077	$0,2 - 0,0077 \times 2 = 0,1846$
0,225	0,0087	$0,225 - 0,0087 \times 2 = 0,2076$
0,25	0,0097	$0,25 - 0,0097 \times 2 = 0,2306$
0,28	0,0108	$0,28 - 0,0108 \times 2 = 0,2584$
0,315	0,0122	$0,315 - 0,0122 \times 2 = 0,2906$
0,355	0,0137	$0,355 - 0,0137 \times 2 = 0,3276$

Наружный диаметр, м	Толщина стенки, м	Внутренний диаметр, м
0,4	0,0154	$0,4 - 0,0154 \times 2 = 0,37$
0,45	0,0174	$0,45 - 0,0174 \times 2 = 0,4152$
0,5	0,0193	$0,5 - 0,0193 \times 2 = 0,4614$
0,56	0,0216	$0,56 - 0,0216 \times 2 = 0,5168$
0,63	0,0243	$0,63 - 0,0243 \times 2 = 0,5814$
0,71	0,0274	$0,71 - 0,0274 \times 2 = 0,6552$
0,8	0,0308	$0,8 - 0,0308 \times 2 = 0,7384$
0,9	0,0347	$0,9 - 0,0347 \times 2 = 0,8306$
1,0	0,0385	$1,0 - 0,0385 \times 2 = 0,923$
1,2	0,0462	$1,2 - 0,0462 \times 2 = 1,1076$

Задача 4: построение пьезометрического профиля трубопровода с восстановленным участком.

Требуется построить пьезометрический профиль для трех вариантов реновации ремонтного участка («сталь + ПР», «сталь + ЦПП» и «сталь + ПЭ») и произвести оценку гидравлической совместимости восстановленного участка с ветхим трубопроводом общей протяженностью L (м).

Условия задачи предусматривают расположение ремонтного участка в начале трубопровода, а его протяженность принимается в долях от общей протяженности трубопровода, т. е. $0,25L$, $0,5L$ или $0,75L$ (табл. 6).

Таблица 6

Гидравлические и геометрические характеристики объекта восстановления

Длина трубопровода L , м	2000
Давление в начале трубопровода, м вод. столба	60
Расход воды q , м ³ /с	2,8
Протяженность ремонтного участка трубопровода, м	$0,25L$

Для определения потерь напора на участках стального трубопровода различного диаметра используются формулы, полученные из Таблиц для гидравлического расчета водопроводных труб Шевелева Ф.А., в частности (1):

$$A_{CT} = 0,0017d^{-5,1716}. \quad (1)$$

Для ремонтных материалов (труб) используются следующие расчетные гидравлические зависимости по определению коэффициента удельного сопротивления A для широкой гаммы внутренних диаметров трубопровода d :

$$A_{\text{ПР}} = 0,0007d^{-5,2791}; \quad A_{\text{ПЭ}} = 0,001d^{-5,316}; \quad A_{\text{ЦПП}} = 0,0009d^{-5,2279}.$$

Для построения пьезометрического профиля потери напора Δh , м, определяются по формуле (2):

$$\Delta h = ALq^2. \quad (2)$$

Общие условия и исходные данные для проектирования по разделу I, подразделу Б «Реновация асбестоцементных, чугунных и железобетонных водопроводных трубопроводов»

Задача 1: определение параметров санации полимерным рукавом.

Требуется с определить толщину защитного покрытия из полимерного рукава по модулю упругости, обеспечивающую несущую способность участка новой трубной конструкции «материал трубопровода + полимерный рукав» для случаев ненарушения и нарушения несущей способности ветхого трубопровода.

В качестве исходных материалов трубопроводов рассматриваются: асбестоцемент, железобетон и чугун.

Исходная информация представлена в табл. 7-15.

Для случая использования асбестоцементного трубопровода (табл. 7):

- для случая использования трубы (ВТ 6, ВТ 9 или ВТ 12, когда несущая способность не нарушена (табл. 8);
- для случая использования трубы (ВТ 6, ВТ 9 или ВТ 12), когда несущая способность нарушена (табл. 9).

Таблица 7

Асбестоцементный трубопровод

Общая протяженность действующего трубопровода L , м	500
Расход воды q , м ³ /с	0,15
Протяженность ремонтного участка трубопровода, м	0,5L
Режимы эксплуатации	несущая способность не нарушена; несущая способность нарушена

Несущая способность не нарушена

Труба ВТ 6	
Внутренний диаметр трубопровода, D , м	0,4
Глубина залегания трубопровода, H , м	5,0
Высота грунтовых вод над лотком трубы, $H_{гв}$, м	1,0
Модуль упругости полимерного рукава, E_n , т/м ²	400 000
Предварительная проектная толщина стенки полимерного рукава, d_n , м	0,001
Внутреннее давление, P , т/м ² или м вод. столба	30

Таблица 9

Несущая способность нарушена

Труба ВТ 6	
Внутренний диаметр трубопровода, D , м	0,4
Глубина залегания трубопровода, H , м	5,0
Высота грунтовых вод над лотком трубы, $H_{гв}$, м	1,0
Модуль упругости полимерного рукава, E_n , т/м ²	400 000
Предварительная проектная толщина стенки полимерного рукава, d_n , м	0,001
Внутреннее давление, P , т/м ² или м вод. столба	30
Коэффициент снижения первоначальной толщины стенки трубы, K_1	0,9
Коэффициент снижения степени деформации трубы, K_2	0,8
Коэффициент снижения прочности трубы, K_3	0,9

Для случая использования железобетонного трубопровода (табл. 10):

- для случая, когда несущая способность не нарушена (табл. 11);
- для случая, когда несущая способность нарушена (табл. 12).

Таблица 10

Железобетонный трубопровод

Общая протяженность действующего трубопровода L , м	700
Расход воды q , м ³ /с	0,35
Протяженность ремонтного участка трубопровода, м	0,5 L
Режимы эксплуатации	несущая способность не нарушена; несущая способность нарушена

Несущая способность не нарушена

Внутренний диаметр трубопровода, D , м	0,6
Глубина залегания трубопровода, H , м	5,0
Высота грунтовых вод над лотком трубы, $H_{гв}$, м	2,0
Модуль упругости полимерного рукава, E_n , т/м ²	100 000
Предварительная проектная толщина стенки полимерного рукава, d_n , м	0,001
Внутреннее давление, P , т/м ² или м вод. столба	37

Таблица 12

Несущая способность нарушена

Внутренний диаметр трубопровода, D , м	0,6
Глубина залегания трубопровода, H , м	5,0
Высота грунтовых вод над лотком трубы, $H_{гв}$, м	2,0
Модуль упругости полимерного рукава, E_n , т/м ²	500 000
Предварительная проектная толщина стенки полимерного рукава, d_n , м	0,001
Внутреннее давление, P , т/м ² или м вод. столба	37
Коэффициент снижения первоначальной толщины стенки трубы, K_1	0,95
Коэффициент снижения степени деформации трубы, K_2	0,95
Коэффициент снижения прочности трубы, K_3	0,95

Для случая использования чугунного трубопровода (табл. 13):

- для случая, когда несущая способность не нарушена (табл. 14);
- для случая, когда несущая способность нарушена (табл. 15).

Таблица 13

Чугунный трубопровод

Общая протяженность действующего трубопровода L , м	720
Расход воды q , м ³ /с	0,4
Протяженность ремонтного участка трубопровода, м	0,5L
Режимы эксплуатации	несущая способность не нарушена; несущая способность нарушена

Несущая способность не нарушена

Внутренний диаметр трубопровода, D , м	0,6
Глубина залегания трубопровода, H , м	10,0
Высота грунтовых вод над лотком трубы, $H_{гв}$, м	10,0
Модуль упругости полимерного рукава, E_n , т/м ²	100 000
Предварительная проектная толщина стенки полимерного рукава, d_n , м	0,001
Внутреннее давление, P , т/м ² или м вод. столба	100

Таблица 15

Несущая способность нарушена

Внутренний диаметр трубопровода, D , м	0,6
Глубина залегания трубопровода, H , м	10,0
Высота грунтовых вод над лотком трубы, $H_{гв}$, м	10,0
Модуль упругости полимерного рукава, E_n , т/м ²	100 000
Предварительная проектная толщина стенки полимерного рукава, d_n , м	0,001
Внутреннее давление, P , т/м ² или м вод. столба	100
Коэффициент снижения первоначальной толщины стенки трубы, K_1	0,75
Коэффициент снижения степени деформации трубы, K_2	0,75
Внутренний диаметр трубопровода, D , м	0,6

Задача 2: определение параметров санации ветхого участка трубопровода путем нанесения цементно-песчаного покрытия (ЦПП) и протаскивания полиэтиленовой трубы (ПЭ).

Требуется в зависимости от исходного диаметра трубопровода и исходных данных принять решение об альтернативных «полимерному рукаву» методах реновации чугунного, железобетонного и асбестоцементного трубопроводов, потенциальном ремонтном материале, например, подобрав толщину защитного цементно-песчаного покрытия (ЦПП) и диаметр полиэтиленовой трубы, протаскиваемой внутрь ветхого ремонтного участка трубопровода (по рекомендациям ГОСТ и других нормативно-технических документов).

Санация ЦПП железобетонных и асбестоцементных трубопроводов не производится.

При нарушении несущей способности участка чугунного трубопровода нанесение слоя ЦПП неприемлемо. В остальных случаях нанесение ЦПП целесообразно для продления срока службы чугунного трубопровода.

Конец ознакомительного фрагмента.
Приобрести книгу можно
в интернет-магазине
«Электронный универс»
e-Univers.ru