

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ РФ
КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-
СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра железобетонных и каменных конструкций

РАСЧЁТ СПЕЦИАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ

Методические указания
к лабораторным занятиям по дисциплине
“Строительные конструкции и механизация строительства”

Для студентов специальности 270800 «Строительство»
Профиль: «Водоснабжение и водоотведение»

КАЗАНЬ 2014 г.

Составитель: К.А. Фабричная.

УДК 624.012

Расчёт специальных сооружений. Методические указания к лабораторным занятиям по дисциплине “Строительные конструкции и механизация строительства” для студентов специальности 290800 (Водоснабжение и водоотведение)/ Казанский государственный архитектурно-строительный университет; Составитель К.А. Фабричная. Казань, 2014. – 19 с.

Методические указания содержат рекомендации и численные примеры по расчёту подземных труб и цилиндрических резервуаров из ж/б. Методические указания предназначены для выполнения лабораторных занятий по дисциплине “Строительные конструкции и механизация строительства” для студентов специальности 290800 (Водоснабжение и водоотведение), а также могут быть использованы при выполнении дипломных проектов. В приложении в табличной форме приведены необходимые для расчётов справочные данные в соответствии с требованиями норм проектирования.

Рецензент:

Рассмотрена и утверждена на заседании кафедры железобетонных и каменных конструкций КГАСА (протокол № ____ от “__” _____ 2014г.)

Илл. 4; табл. 12.

© Фабричная К.А., 2014.
©Казанский государственный
архитектурно-строительный университет, 2014

Расчёт безнапорной железобетонной трубы

Необходимо произвести расчёт безнапорной железобетонной трубы, уложенной в земле. Исходные данные приведены в конце раздела, табл.2.

При расчёте труб, уложенных в земле, в данном задании учитываются следующие виды нагрузок: давление земли, вес трубы и вес жидкости, заполняющий трубопровод.

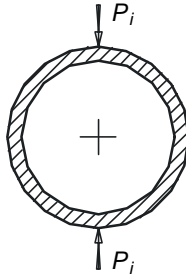


Рис. 1.

Расчётной и нормативной нагрузкой является усилие, состоящее из двух приведённых линейных нагрузок P_i (на 1 пог. м), эквивалентных вышеперечисленным вертикальным нагрузкам (рис. 1).

Величина нагрузки P_i в зависимости от вида нагрузок определяется с помощью графиков, представленных на рис.4, Приложение 1.

Расчёт выполняется по первой и второй группам предельных состояний.

1. Определение нагрузок и усилий, действующих в трубе.

Подсчёт нагрузок на 1 пог. м трубы производим в табличной форме (табл. 1) по следующим формулам:

1.1. Давление грунта зависит от способа укладки труб, вида и свойства грунтов. Приведённая величина нормативной вертикальной линейной нагрузки P_{gp} подсчитывается по формуле:

$$P_{gp} = \frac{b \gamma_{gp} b^2}{\gamma}, \text{ кН/м} \quad (1)$$

где b – ширина траншеи в м на уровне верха трубы, $b = d + 1$ (м);

γ_{gp} – плотность грунта, кН/м³;

β и Ψ – коэффициенты, определяемые по графикам, рис. 4 Приложение 1;

1.2. Приведённую величину нормативной вертикальной нагрузки от собственного веса трубы определяют по формуле:

$$P_c = \frac{p (d + d_{cm} / 2) r_c d_{cm}}{\gamma}, \text{ кН/м} \quad (2)$$

где d_{cm} – толщина стенки трубы, м;

ρ_c – плотность материала трубы, кН/м^3 , для железобетонных труб принимается $\rho_c = 25 \text{ кН/м}^3$;

Ψ – коэффициент, определяемый по графику, рис. 4 Приложение 1;

1.3. Приведённую величину нормативной вертикальной нагрузки от веса жидкости в трубе определяется по формуле:

$$P_g = \frac{\rho_c d^2}{4\gamma} \gamma_g, \text{ кН/м} \quad (3)$$

где ρ_c – плотность жидкости, кН/м^3 .

После нахождения P_{cp} , P_c , P_g определяют значения P_{np} (см. табл. 2).

Таблица 1 Сбор нагрузок на трубу, P_{np} кН/м

№№ п/п	Наименование нагрузок	Нормативная нагрузка	Коэффициент надёжности по нагрузке	Расчётная нагрузка
1	2	3		4
1	Давление грунта		1,2	
2	Собственный вес трубы		1,1	
3	Вес жидкости в трубе		1,1	
	Итого			

Затем находят величины изгибающих моментов от нормативных и расчётных нагрузок по формулам:

$$M^n = 0,318 P_{np}^n \frac{d + d_{cm}}{2}, \quad (4)$$

$$M^p = 0,318 P_{np}^p \frac{d + d_{cm}}{2}, \quad (5)$$

2. Расчёт по первой группе предельных состояний.

Расчёт по первой группе предельных состояний производится как для элементов прямоугольного профиля. Вычисляется значение a_m при $b = 100 \text{ см}$ и $h = 0,55 \times d_{cm}$ по формуле:

$$a_m = \frac{M^p}{R_b \cdot (100) \times b \times (0,55 \cdot d_{cm})^2}, \quad (6)$$

где R_b – расчётное сопротивление бетона на сжатие, определяется по таблице 1.1 приложения;

(100) – числовой коэффициент перевода единицы измерения МПа в Н/см^2 , при этом должно быть соблюдено условие:

$a_m \leq a_R$, где a_R принимают по табл.6 Приложение 2.

Определим относительную высоту сжатой зоны сечения:

$$x = \left(1 - \sqrt{1 - 2a_m}\right) \quad (7)$$

Необходимую площадь одиночной кольцевой арматуры вычисляется из выражения

$$A_s = R_b b(0,55d_{cm})x / R_s, \quad (8)$$

где R_s – расчётное сопротивление арматуры на растяжение, определяется по таблице 3 Приложения 2;

По сортаменту арматуры (табл. 1 Приложения 3) находят шаг и диаметр стержней с вычислением фактической площади $A_s^{факт}$.

Для армирования трубы рекомендуется арматура класса В500.

3. Расчёт по второй группе предельных состояний.

Расчёт по образованию трещин (при $\mu < 0,01$) производится по формуле

$$M^H \leq \frac{b \times d_{cm}}{3,5} R_{bt,ser}, \quad (9)$$

где $R_{bt,ser}$ – расчётное сопротивление бетона на растяжение для расчёта по второй группе предельных состояний, определяется по таблице 5 Приложения 2.

Если условие (8) не выполняется, то необходимо выполнить расчёт по ширине раскрытия трещин.

Ширину раскрытия трещин a_{crc} следует определять по формуле

$$a_{crc} = 1,2 \frac{S_s}{E_s} 20 \cdot (3,5 - 100 \cdot m) \sqrt[3]{d} \leq 0,2 \text{ мм}, \quad (10)$$

где E_s – модуль упругости арматуры (см. табл. II.2 приложения);
 μ – коэффициент армирования

$$m = \frac{A_s^{факт}}{b \times 0,55 \cdot d_{cm}} \leq 0,02, \quad (11)$$

σ_s – напряжение в арматуре

$$S_s = \frac{M^H \times A_s}{M^P A_s^{факт}} R_s, \quad (12)$$

d – диаметр кольцевой арматуры в мм.

Если условие (8) не выполняется, то необходимо увеличить площадь арматуры.

Таблица 2 Исходные данные для расчёта
железобетонной трубы

№№ вариантов задач	Внутрен- ний диа- метр трубы D , мм	Толщина стенки трубы $\delta_{ст}$, мм	Плот- ность грунта $\gamma_{гр}$, кН/м ³	Глубина заложе- ния тру- бы H , м	Класс бетона
1	2	3	4	5	6
1	500	60	15	3	B 20
2	600	65	16	4	B 20
3	700	70	17	7	B 30
4	800	75	15	5	B 30
5	900	80	18	6	B 40
6	500	85	19	7	B 40
7	600	90	15	3	B 35
8	700	60	16	4	B 25
9	800	65	17	3	B 25
10	900	70	18	5	B 35
11	500	75	19	6	B 20
12	600	80	15	7	B 20
13	700	85	16	3	B 40
14	800	90	17	4	B 40
15	900	60	18	5	B 30
16	500	65	14	6	B 30
17	600	70	19	5	B 25
18	700	75	15	7	B 25
19	800	80	16	3	B 20
20	900	85	17	4	B 40

Расчёт рабочей кольцевой предварительно-напряжённой арматуры стенки цилиндрического резервуара

Определить диаметр и шаг рабочей кольцевой арматуры при следующих данных:

а) стенка цилиндрического резервуара выполнена из сборных железобетонных панелей, соединённых с дном путём установки их в паз на битумной мастике (рис. 2);

б) бетон тяжёлый классов по прочности на сжатие В15 ... В30, марок по водонепроницаемости W4 ... W10 и по морозостойкости F100 ... F150;

в) остальные данные для расчёта – в таблице 3 в соответствии с заданным вариантом задачи.

С целью обеспечения трещиностойкости и непроницаемости предварительно-напряжённую кольцевую арматуру подбирают из условия создания в бетоне установившихся (после проявления всех потерь) сжимающих напряжений не менее 0,5 МПа в нижней зоне стенки и не менее 0,8 МПа на 1/3 высоты при гидростатическом давлении слоя воды, равного полной высоте стены ёмкости. Резервуар заполнен водой, но не обсыпан грунтом.

1. Порядок расчёта

1. Вычертить конструкцию и расчётную схему стенки резервуара с указанием необходимых размеров по условию задачи (рис. 2 и табл.3).

2. По заданным классам бетона и арматуры определить необходимые характеристики материалов: R_b , R_s , E_b , E_s , $R_{sn} = R_{s,ser}$ по Приложению 2.

3. Стенку резервуара разбить по высоте (начиная с дна) на зоны, равные 1,0 м.

4. Определить площадь и шаг кольцевой предварительно-напряжённой арматуры для каждой зоны.

5. Проверить трещиностойкость самого нагруженного сечения с учетом принятой площади кольцевой предварительно-напряжённой арматуры.

Определение требуемой площади рабочей кольцевой предварительно-напряжённой арматуры

Определяем кольцевые растягивающие силы от гидравлического давления воды для каждой зоны (п.3 и рис. 2) по формуле, кН/м:

$$N_0 = \gamma_f \cdot \rho_w \cdot y \cdot R, \quad (13)$$

где N_0 – расчётная кольцевая сила в заданной зоне; γ_f – коэффициент надёжности по нагрузке, равный 1,1; ρ_w – удельный вес воды, равный 9,81 кН/м³; y – Глубина до рассматриваемого сечения, принимаемая

равной расстоянию от верха стенки до нижней точки зоны; R – радиус резервуара.

Назначаем величину предварительного напряжения арматуры, согласно п. 2.25 [2] равную, МПа:

$$s_{sp,0} = 0,8 \times R_{s,ser} \quad (14)$$

где $R_{s,ser}$ – расчетное сопротивление арматуры для предельных состояний второй группы, определяемое по табл. 4 Приложения 2, с учетом условия не превышения нулевых напряжений в бетоне :

$$\sigma_{sp} + p < R_{s,ser} \quad (15)$$

При механическом способе натяжения $p = 0,05 \sigma_{sp}$.

Начальное контролируемое напряжение кольцевой арматуры при натяжении на бетон с учётом всех потерь и коэффициента точности натяжения арматуры $\gamma_{sp} = 0,9$, принимается приблизительно равным

$$\sigma_{con,2} = 0,7 \cdot \sigma_{sp} \quad (16)$$

Минимальную величину сжимающих напряжений, необходимую для обеспечения плотности стыка σ_{02} примем равной 0,8 МПа.

Расчёт кольцевой арматуры для каждой зоны стенки резервуара, выполним по формуле:

$$A_{Si} = \frac{N_{0i} + s_{02} db}{s_{con,2}} \quad (16)$$

где N_{0i} – по формуле (13), σ_{02} – 0,8 МПа, δ – толщина стенки резервуара; b – расчётная высота сечения (зоны), принимаемая равной 1000 мм.

По полученным величинам A_{Si} (п.4) и табл. 3 Приложения 3 определяем необходимое количество (n) и шаг (s) кольцевой предварительно-напряжённой арматуры по зонам.

Так как подбор арматуры производился из условия (15), то прочность стенки на растяжение в кольцевом направлении будет обеспечена во всех зонах. Вертикальная арматура сеток принимается из расчёта на изгиб панели стенки от монтажных нагрузок, а горизонтальная – конструктивно.

Проверка трещиностойкости

Проверку трещиностойкости стенки резервуара производим для зоны с максимальным кольцевым усилием N_{0max} (14)

Определим потери предварительного напряжения, п. 2.26 – 2.36 [5]).

Потери от релаксации напряжений арматуры при механическом способе натяжения определяем по формуле:

$$\Delta S_{sp1} = (0,22 \frac{S_{sp}}{R_{s,ser}} - 0,1) S_{sp} , \quad (17)$$

Потери от температурного перепада принимаем равными:

$$\Delta S_{sp2} = 1,25 \Delta t , \quad (18)$$

где $\Delta t = 65^{\circ}C$.

$$\Delta S_{sp2} = 1,25 \cdot 65 = 81,25 \text{ МПа} .$$

При естественном твердении бетона $\Delta S_{sp2} = 0$.

Потери от деформации стальной формы принимаем равными $\Delta S_{sp3} = 30 \text{ МПа}$ т.к. отсутствуют данные о конструкции формы и технологии изготовления. При электротермическом способе натяжения $\Delta S_{sp3} = 0$.

Потери от деформации анкеров, расположенных у натяжных устройств, вычисляем по формуле:

$$\Delta S_{sp4} = \frac{\Delta l}{l} E_s , \quad (19)$$

где Δl - смещение стержня в зажимах анкеров или деформация анкеров, при отсутствии данных принимаем $\Delta l = 2 \text{ мм}$;

l - расстояние между наружными гранями упоров, ширина стеновой панели со швом (мм), принимается кратно числу π в пределах $2,0 \div 3,0 \text{ м}$.

При электротермическом способе натяжения $\Delta S_{sp4} = 0$.

Сумма первых потерь будет равна:

$$\Delta S_{sp(1)} = \Delta S_{sp1} + \Delta S_{sp2} + \Delta S_{sp3} + \Delta S_{sp4} , \quad (20)$$

Потери от усадки бетона определяем по формуле:

$$\Delta S_{sp5} = e_{b,sh} E_s , \quad (21)$$

где $e_{b,sh} = 0,0002$ - для бетона классов В35 и ниже.

Потери напряжений в напрягаемой арматуре от ползучести бетона (вычисляются в уровне центра тяжести напрягаемой арматуры и в уровне крайнего сжатого волокна бетона) принимаем равными:

$$\Delta S_{sp6} = \frac{150 S_{bp}}{R_{bp}} \quad (22)$$

где s_{bp} - напряжения в бетоне в уровне центра тяжести рассматриваемой напрягаемой арматуры (или в уровне крайнего сжатого бетонного волокна), определяемые по формуле:

$$s_{bp} = \frac{P_{(1)}}{A_{red} + a A_s} \leq R_{bp}, \quad (23)$$

$P_{(1)} = A_{sp}(s_{sp} - \Delta s_{sp(1)})$ - усилие предварительного обжатия с учетом первых потерь,

$A_{red} = \delta \times b$ - приведённая площадь поперечного сечения,

$a = \frac{E_s}{E_b}$, - коэффициент приведения арматуры к бетону;

$R_{bp} = 0,5 \times B$ (МПа) - передаточная прочность бетона, здесь B значение класса бетона, т.е. для В25 $R_{bp} = 12,5$ МПа.

Потери напряжений в напрягаемой арматуре от ползучести бетона в уровне крайнего сжатого волокна бетона равны 0 т.к. $s'_{bp} = 0$.

Вторые потери для напрягаемой арматуры будут равны:

$$\Delta s_{sp(2)} = \Delta s_{sp5} + \Delta s_{sp6}, \quad (24)$$

Суммарная величина потерь составит:

$$\Delta s_{sp(1)} + \Delta s_{sp(2)} > 100 \text{ МПа}. \quad (25)$$

Напряжение в арматуре с учетом всех потерь равно:

$$s_{sp(2)} = s_{sp} - (\Delta s_{sp(1)} + \Delta s_{sp(2)}). \quad (26)$$

Усилие предварительного обжатия бетона с учетом полных потерь напряжений составит:

$$P = A_{sp} s_{sp(2)}, \quad (27)$$

Определим напряжение в бетоне от давления воды, обжатия предварительно-напряжённой арматурой и от нагрузки

$$s_{bp,2} = \frac{\gamma_{sp} P - N_{0max}}{A_{red}}, \quad (28)$$

где $\gamma_{sp} = 0,9$ – коэффициент точности натяжения арматуры.

При $\sigma_{sp,2} > 0,8$ МПа трещиностойкость нижней зоны стенки обеспечена, стенка сжата с достаточным напряжением.

Выполнить конструирование панели согласно рис. 3.

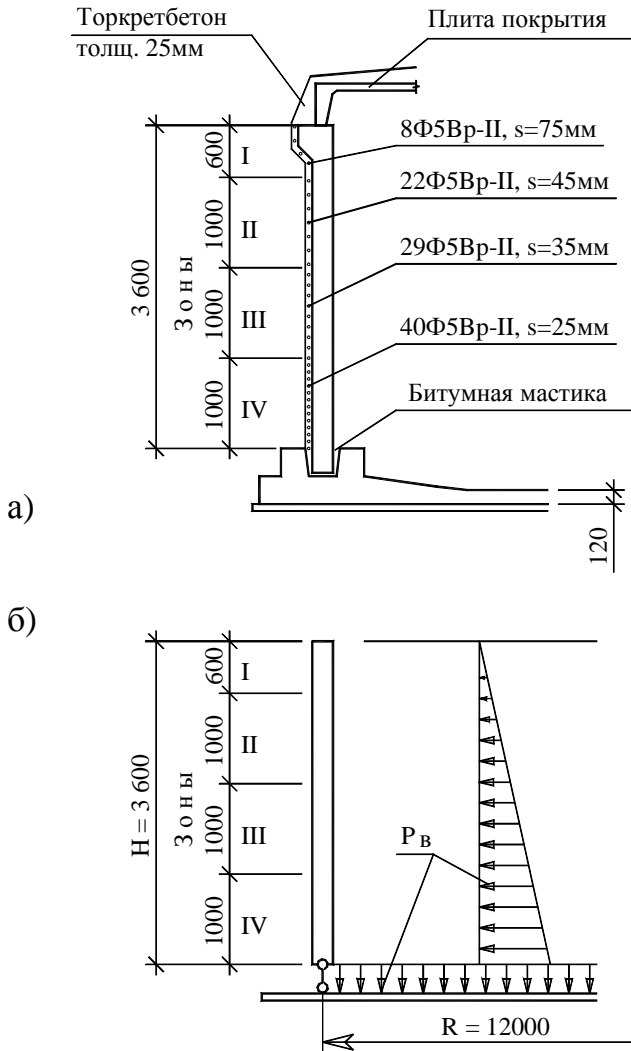


Рис. 2. Конструкция стенки цилиндрического резервуара:
 а - разрез; б - расчётная схема.

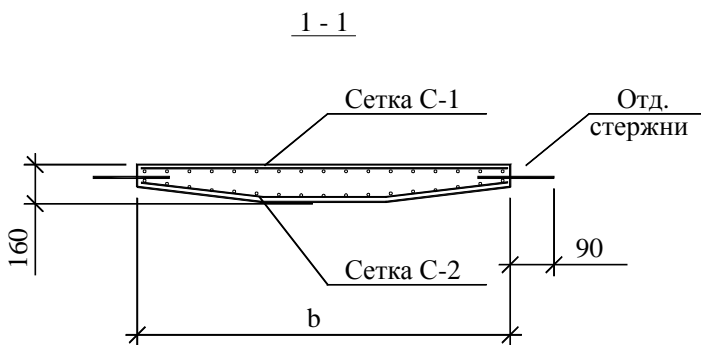
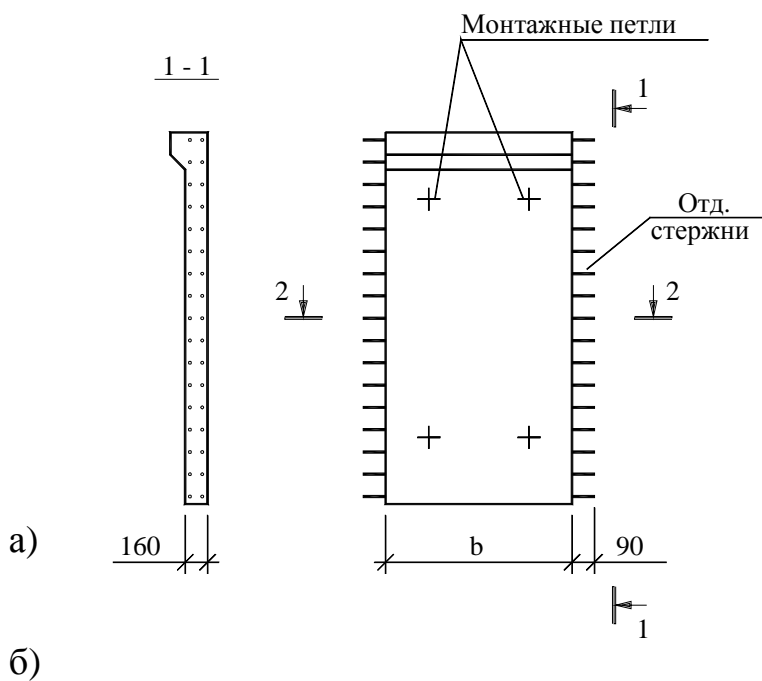


Рис. 3. Стеновая панель цилиндрического резервуара.
а – общий вид; б – армирование.

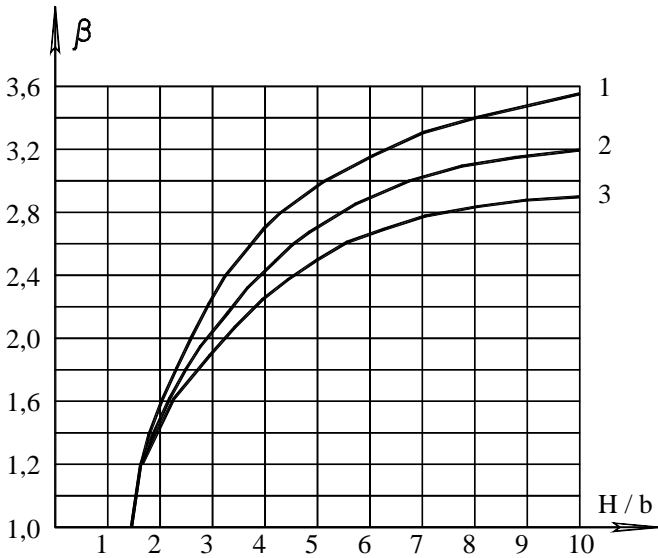
*Таблица 3 Исходные данные для расчёта
стенки цилиндрического железобетонного резервуара*

№№ вариантов задач	Диаметр резервуара, м	Высота резервуара, м	Класс бетона	Класс арматуры
1	2	3	4	5
1	6,5	4,8	В 15	В-П
2	7,0	4,6	В 20	В-П
3	7,5	4,2	В 20	В-П
4	8,0	3,8	В 20	В-П
5	8,5	3,4	В 15	Вр-П
6	10,0	3,8	В 15	Вр-П
7	12,0	4,2	В 15	Вр-П
8	6,5	5,2	В 25	Вр-П
9	8,5	5,6	В 25	В-П
10	10,5	5,8	В 25	В-П
11	12,5	3,0	В 20	В-П
12	9,0	4,2	В 20	В-П
13	9,5	4,4	В 20	Вр-П
14	10,0	4,6	В 30	Вр-П
15	10,5	4,8	В 30	Вр-П
16	12,0	5,2	В 30	Вр-П
17	12,5	5,4	В 30	Вр-П
18	14,0	5,6	В 30	К-7
19	14,5	5,4	В 20	К-19
20	13,0	3,2	В 15	К-19

Список литературы

1. СП 52-101-2003. Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры. – М.: ГУП НИИЖБ Госстроя России, 2003
2. СП 52-102-2004. Предварительно напряженные железобетонные конструкции. «НИИЖБ» Госстроя России. 2005. – 68с.
3. СП 20.13330.2011 (СНиП 2.01.07-85*) Нагрузки и воздействия. Госстрой России.- М.: ФГУП ЦПП, 2005. – 44 с.
4. Проектирование железобетонных резервуаров/ В.А. Яров, О.П. Медведева: Учебник для вузов - М.: Изд-во АСВ, 1997. – 160 с.
5. Пособие по проектированию бетонных и железобетонных конструкций из тяжелого бетона без предварительного напряжения арматуры (к СП 52-101-2003). ЦНИИПромзданий, НИИЖБ.- М.: ОАО «ЦНИИ-Промзданий, 2005. – 214 с.
6. Пособие по проектированию предварительно напряженных железобетонных конструкций из тяжелого бетона (к СП 52-102-2004). – М.: ГУП НИИЖБ Госстроя России, 2004. – 184с.
7. Железобетонные и каменные конструкции /В. М Бондаренко, Р.О. Бакиров и др.– 2-е изд.– М.: Высш. шк., 2008. – 436 с.
8. Соколов Б.С. Никитин Г.П. Седов А.Н. Примеры расчета и проектирования железобетонных конструкций по СП 52-101-2003. Учебное пособие. – Казань: КГАСУ, 2009г. – 96с.

Приложение 1



1 - $\rho_{gp} = 15 \text{ кН/м}^2$, 2 - $\rho_{gp} = 17 \text{ кН/м}^2$, 3 - $\rho_{gp} = 19 \text{ кН/м}^2$,

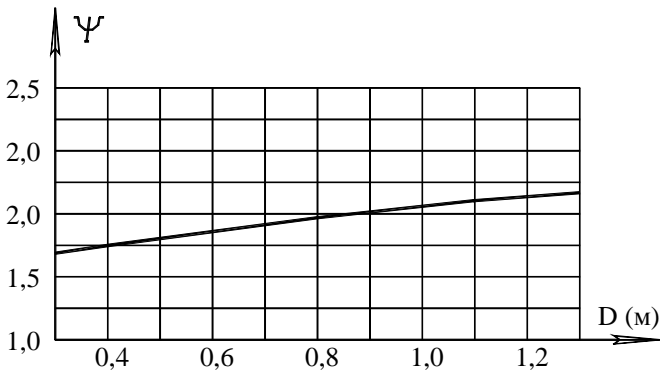


Рис. 4. Графики для определения коэффициентов β и ψ .

Приложение 2Таблица 1

Минимальные классы бетона, в котором может быть расположена напрягаемая арматура без анкеров

Характеристика напрягаемой арматуры	Класс бетона не ниже
Арматура классов: A540-A800	B20
A1000	B30
Арматура классов: Bp1400	B20
K1500	B30

Таблица 2

Расчетные сопротивления бетона для предельных состояний первой группы.

Вид сопротивления	Расчетные сопротивления бетона для предельных состояний первой группы R_b и R_{bt} , МПа (кгс/см ²) при классе бетона по прочности на сжатие							
	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50
Сжатие осевое, R_b	8,5 (86,6)	11,5 (117)	14,5 (148)	17,0 (173)	19,5 (199)	22,0 (224)	25,0 (255)	27,5 (280)
Растяжение осевое, R_{bt}	0,75 (7,6)	0,90 (9,2)	1,05 (10,7)	1,15 (11,7)	1,30 (13,3)	1,40 (14,3)	1,50 (15,3)	1,60 (16,3)

Таблица 3

Расчетные значения сопротивления ненапрягаемой арматуры для предельных состояний первой группы

Арматура классов	Расчетные значения сопротивления арматуры для предельных состояний первой группы, МПа (кгс/см ²)		
	растяжению		сжатию, R_{sc}
	продольной, R_s	поперечной (хомутов и отогнутых стержней), R_{sw}	
A240	215 (2190)	170 (1730)	215 (2190)
A300	270 (2750)	215 (2190)	270 (2750)
A400	355 (3620)	285 (2900)	355 (3620)
A500	435 (4430)	300 (3060)	400 (4080)
B500	415 (4230)	300 (3060)	360 (3670)

Таблица 4

Расчетные значения сопротивления напрягаемой арматуры
растяжению для предельных состояний

Арматура классов	Номинальный диаметр, мм	Предельные состояния первой группы, МПа (кгс/см ²)	Предельные состояния второй группы, МПа (кгс/см ²)
A540	10-40	450 (4600)*	540 (-)
A600		520 (5300)	600(6100)
A800		695 (7050)	800 (8150)
A1000		830 (8450)	1000(10200)
Vp1400	4; 5; 6	1170 (11900)	1400(14300)
K1500	6; 9; 12, 14	1250 (12750)	1500(15300)

Таблица 5

Расчетные сопротивления бетона для предельных состояний второй группы.

Вид сопротивления	Нормативные сопротивления бетона R_{bn} и $R_{bt,n}$ и расчетные значения сопротивления бетона для предельных состояний второй группы $R_{b,ser}$ и $R_{bt,ser}$ МПа (кгс/см ²) при классе бетона по прочности на сжатие							
	B10	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45
Сжатие осевое R_{bn} $R_{b,ser}$	7,5 (76,5)	11,0 (112)	15,0 (153)	18,5 (188)	22,0 (224)	25,5 (260)	29,0 (296)	32,0 (326)
Растяжение $R_{bt,n}$ $R_{bt,ser}$	0,85 (8,7)	1,10 (11,2)	1,35 (13,8)	1,55 (15,8)	1,75 (17,8)	1,95 (19,9)	2,10 (21,4)	2,25 (22,9)

Таблица 6

Значения начального модуля упругости бетона при сжатии и растяжении

Значения начального модуля упругости бетона при сжатии и растяжении $E_b \cdot 10^{-3}$, МПа (кгс/см ²), при классе бетона по прочности на сжатие										
B10	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60
19,0 (194)	24,0 (245)	27,5 (280)	30,0 (306)	32,5 (331)	34,5 (352)	36,0 (367)	37,0 (377)	38,0 (387)	39,0 (398)	39,5 (403)

Значение модуля упругости арматуры всех видов, кроме канатной, принимается равным $E_s = 200000$ МПа (2000000 кгс/см²), а для канатной арматуры класса K1500 - $E_s = 180000$ МПа (1800000 кгс/см²).

Таблица 7

Значения коэффициентов ζ_R и α_R в зависимости от класса продольной арматуры

Класс арматуры	A240	A300	A400	A500	B500
Значение ζ_R	0,612	0,577	0,531	0,493	0,502
Значение α_R	0,425	0,411	0,390	0,372	0,376

Приложение 3

Таблица 1

Сортамент арматуры

Номинальный диаметр стержня, мм	Расчетная площадь поперечного стержня, мм ² , при числе стержней									Теор. масса 1м длины армат., кг	Диаметр арматуры классов		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		A240, A400, A500	A300	B500
3	7,1	14,1	21,2	28,3	35,3	42,4	49,5	56,5	63,6	0,052	-	-	+
4	12,6	25,1	37,7	50,2	62,8	75,4	87,9	100,5	113	0,092	-	-	+
5	19,6	39,3	58,9	78,5	98,2	117,8	137,5	157,1	176,7	0,144	-	-	+
6	28,3	57	85	113	141	170	198	226	254	0,222	+	-	+
8	50,3	101	151	201	251	302	352	402	453	0,395	+	-	+
10	78,5	157	236	314	393	471	550	628	707	0,617	+	+	+
12	113,1	226	339	452	565	679	792	905	1018	0,888	+	+	+
14	153,9	308	462	616	769	923	1077	1231	1385	1,208	+	+	-
16	201,1	402	603	804	1005	1206	1407	1608	1810	1,578	+	+	-
18	254,5	509	763	1018	1272	1527	1781	2036	2290	1,998	+	+	-
20	314,2	628	942	1256	1571	1885	2199	2513	2828	2,466	+	+	-
22	380,1	760	1140	1520	1900	2281	2661	3041	3421	2,984	+	+	-
25	490,9	982	1473	1963	2454	2945	3436	3927	4418	3,84	+	+	-
28	615,8	1232	1847	2463	3079	3685	4310	4926	5542	4,83	+	+	-
32	804,3	1609	2413	3217	4021	4826	5630	6434	7238	6,31	+	+	-
36	1017,9	2036	3054	4072	5089	6107	7125	8143	9161	7,99	+	+	-
40	1256,6	2513	3770	5027	6283	7540	8796	10053	11310	9,865	+	+	-

Примечания:

1. Знак "+" означает наличие диаметра в сортаменте для арматуры данного класса.

Таблица 2

Сортамент канатной арматуры

Номинальный диаметр стержня, мм	Теоретическая масса 1 м, кг	Расчетная площадь поперечного стержня, мм ² , при числе канатов								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	0,173	22,7	45,4	68,1	90,8	113,5	136,2	158,9	181,6	204,3
9	0,402	51	102	153	204	255	306	357	408	459
12	0,714	90,6	181,2	271,8	362,4	453	543,6	634,2	724,8	815,4
14	1,014	128,7	257,4	386,1	514,8	643,5	849,6	991,2	1132,8	1274,4

РАСЧЁТ СПЕЦИАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ.

Методические указания к лабораторным занятиям по дисциплине
“Строительные конструкции и механизация строительства” для сту-
дентов специальности 290800 (Водоснабжение и водоотведение)

Составитель: Фабричная К.А.
Редактор _____

Редакционно-издательский отдел
Казанского государственного архитектурно-строительного университета
Лицензия _____

Подписано к печати « » 2014 г.
Объем п.л.

Формат 60x84/16
Заказ №_____

Печать RISO
Тираж 100 экз.