

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный
технический университет»

Кафедра технологии, организации строительства, экспертизы
и управления недвижимостью

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению практических работ по дисциплине
«Основы строительного дела»
для студентов направления
21.03.03 «Геодезия и дистанционное зондирование»
(профиль «Геодезия»)
всех форм обучения

Воронеж 2018

УДК 69.528 (07)
ББК 38.115 я73

Составители: канд. техн. наук, доц. Арб.А. Арзуманов,
ассистент Т.А. Новокщенова

Методические указания к выполнению практических работ по дисциплине «Основы строительного дела» для студентов направления 21.03.03 «Геодезия и дистанционное зондирование» (профиль «Геодезия») всех форм обучения / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост.: Арб.А. Арзуманов, Т.А. Новокщенова. – Воронеж: ВГТУ, 2018. – 37 с.

Методические указания представляют собой руководство к выполнению практических работ по дисциплине «Основы строительного дела». Каждая работа начинается с задания, общего для любого из имеющихся вариантов. В работах приводится последовательность их выполнения и методика расчета.

Ил. 7. Табл. 11. Библиогр.: 2 назв.

УДК 69.528(07)
ББК 38.115 я73

Рецензент: канд. техн. наук, доц. Л.В. Болотских

*Печатается по решению учебно-методического совета
Воронежского государственного технического университета*

Практическая работа № 1

Расчет состава тяжелого бетона

Цель работы: произвести расчет состава бетона с заранее заданными свойствами из составляющих с определенными исходными данными.

Бетон представляет собой искусственный строительный конгломерат, получаемый в результате рациональной по составу, тщательно перемешанной и уплотненной бетонной смеси из вяжущего вещества, воды и заполнителей. Бетоны относятся к самым распространенным по использованию в строительстве вследствие их высокой прочности, надежности и долговечности при работе в конструкциях зданий и сооружений.

Одной из основных технологических задач является проектирование состава бетонной смеси. Разработан ряд методов проектирования состава, в том числе имеются официальные руководства, облегчающие решение этой задачи.

В данной лабораторной работе расчет состава тяжелого бетона, производят по эмпирическим формулам, графикам и таблицам. В основу расчета заложена формула Боломея-Скрамтаева:

$$R_{28} = A \cdot R_u \left(\frac{Ц}{B} - 0,5 \right), \quad (1)$$

где R_{28} – марка бетона;

R_u – марка цемента;

$Ц/B$ – водоцементное отношение;

A – коэффициент, зависящий от качества материалов: для заполнителей высокого качества – 0,65, рядового – 0,60, пониженного – 0,55.

1. Определение расхода воды

Ориентировочный расход воды в литрах на 1 м^3 бетонной смеси определяется по графику на рис. 1, в зависимости от ее подвижности (осадки конуса) и наибольшей крупности заполнителя.

Так как график составлен для гравия и песка средней крупности, то следует проводить следующую корректировку. При использовании щебня к расходу воды, определенному по этому графику, следует добавить 10 литров. При использовании мелкого песка расход воды

также увеличивается на 10 литров, а если применяется крупный песок, то расход воды уменьшается на 10 литров.

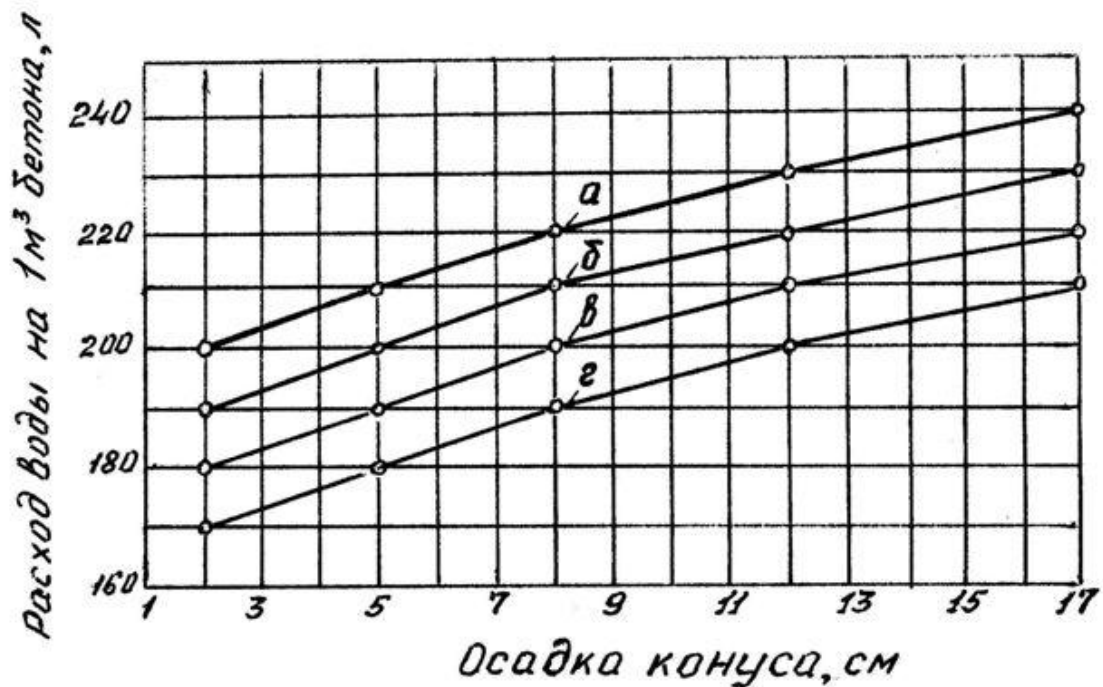


Рис. 1. График водопотребности бетонной смеси при использовании гравия наибольшей крупности
а — 10 мм; б — 20 мм; в — 40 мм; г — 70 мм

2. Определение расхода цемента

Из формулы (1) следует определить водоцементное отношение при $A = 0,55$. После чего, зная расход воды и водоцементное, отношение вычисляется расход цемента.

3. Определение расхода заполнителей

Расход заполнителей определяется из условия полного заполнения песком пустот между гранулами крупного заполнителя. В этом случае соотношение между мелким и крупным заполнителем вычисляется по формуле:

$$\frac{X}{Y} = V_k \frac{\rho_{\text{нп}}}{\rho_{\text{нк}}} \alpha, \quad (2)$$

где $\rho_{\text{нп}}$ и $\rho_{\text{нк}}$ — объемная насыпная масса соответственно песка и крупного заполнителя;

V_k — пустотность крупного заполнителя;

α — коэффициент раздвижки зерен крупного заполнителя.

Таблица 1

Зависимость коэффициента раздвижки зёрен
от расхода цемента

Расход цемента на 1 м ³ бетона, кг	Коэффициент раздвижки зерен,	
	для щебня	для гравия
100	1,16	1,17
150	1,20	1,23
200	1,25	1,30
250	1,30	1,37
300	1,35	1,42
350	1,43	1,50
400	1,48	1,57
450	1,52	1,63
500	1.56	1,70

Пустотность крупного заполнителя:

$$V_k = 1 - \frac{\rho_{нк}}{\rho_k}, \quad (3)$$

где ρ_k – плотность крупного заполнителя.

Плотность смеси заполнителей:

$$\rho_{см} = \frac{\frac{X}{Y} \rho_n + \rho_k}{\frac{X}{Y} + 1}, \quad (4)$$

где ρ_n – плотность песка.

Суммарная масса заполнителей в 1 м³ бетона определяется по формуле:

$$P = (1000 - \frac{Ц}{\rho_ц} - B), \quad (5)$$

где $\rho_ц$ – плотность цемента.

Расход крупного заполнителя (щебня или гравия) определяется по формуле:

$$K = \frac{P}{1 + \frac{X}{Y}}, \quad (6)$$

а расход песка

$$\Pi = P - K.$$

4. Определение номинального состава бетона

Зная расход на 1 м³ бетона, определяется его номинальный состав. Для этого расход каждого из компонентов делится на расход цемента:

$$\frac{Ц}{Ц} : \frac{П}{Ц} : \frac{К}{Ц} = 1 : \frac{П}{Ц} : \frac{К}{Ц} . \quad (7)$$

5. Определение производственного состава бетона

Так как в производственных условиях используются заполнители с повышенной влажностью, то их состав определяют с учетом естественной влажности W_n и W_k (песка и крупного заполнителя) в процентах:

$$П' = П(1 + 0,01W_n) , \quad (8)$$

$$К' = К(1 + 0,01W_k) \quad (9)$$

Воды для производственного состава бетона необходимо уменьшить на количество, содержащееся в песке и крупном заполнителе:

$$В' = В - (П' - П) - (К' - К) . \quad (10)$$

Производственный состав бетона определяется по аналогичной (7) формуле:

$$1 : \frac{П'}{Ц} : \frac{К'}{Ц} . \quad (11)$$

6. Исходные данные для расчёта

Вариант исходных данных определяется по трем буквам фамилии студента, его инициалам и порядковому номеру в списке групп. По используемым буквам в табл. 2 находят номера соответствующих подвариантов, а по табл. 3 выбирают значения исходных данных, необходимых для расчета состава тяжелого бетона.

Порядковый номер в списке группы используется для определения вида крупного заполнителя. Если порядковый номер нечетный, то крупный заполнитель принимается из щебня, в противном случае из гравия.

Таблица 2

Номера подвариантов

Используемая буква	а, б, в	г, д, е,	ж, з, и, й	к, л, м	н, п, с, о, р, т	у, ф, х, ц, ч, ш, щ, ь, ы, ь, ю, э, я
Номер подварианта	1	2	3	4	5	6

Выбор варианта исходных данных приводится в примере расчета состава тяжелого бетона п. 4.

Исходную марку цемента ($R_{ц}$) следует определить:

$$R_{ц} = R_{28} + \Delta R,$$

где R_{28} – марка бетона;

ΔR – превышение марки цемента над маркой бетона.

Значение марки бетона R_{28} и ΔR берутся из табл. 3 соответственно по 1-ой и 2-ой используемым буквам.

Таблица 3

Исходные данные

№№ подвариантов		Марка бетона R ₂₈	Превышение марки цемента над маркой бетона ΔR	Осадка конуса h см	Плотность цемента ρ _ц	Песок				Крупный заполнитель			
						плотность ρ _п кг/л	насыпная объемная масса кг/л	крупность	естественная влажность W _п	плотность ρ _к кг/л	насыпная объемная масса ρ _{нк} кг/л	крупность мм	естественная влажность W _к
используемая буква													
	по 1-ой букве	По 2-ой букве	по 3-ей букве	по 4-ой букве	по 5-ой букве	по 5-ой букве	по 1-ой букве	по 2-ой букве	по 3-ей букве	по 3-ей букве	по 4-ой букве	по 5-ой букве	
1	100	50	3	2,95	2,50	1,45	круп.п.	3,0	2,90	1,70	10	1,5	

Окончание табл. 3

2	15 0	100	4	3,00	2,55	1,47	ср. кр.	4,0	2,80	1,60	20	2,5
3	20 0	150	5	3,05	2,60	1,50	мел к.	5,0	2,70	1,50	40	3,5
4	25 0	200	6	3,10	2,65	1,53	ср. кр.	5,5	2,65	1,45	70	3,0
5	30 0	100	7	3,15	2,70	1,55	мел к.	4,5	2,75	1,55	40	2,0
6	40 0	150	9	3,12	2,75	1,50	круп. п.	3,5	2,85	1,65	20	1,0

7. Пример расчета состава тяжелого бетона

Студент Иванов П.С., порядковый номер в списке группы 12.

По табл. 2 определяются номера подвариантов соответствующим буквам:

Используемая буква	Номер подварианта
И (первая буква)	3
В (вторая буква)	1
А (третья буква)	1
П (четвертая буква)	5
С (пятая буква)	5

По табл. 3 получаем следующие исходные данные:

- Марка бетона $R_{28} = 200 \text{ кг/см}^2$;
- марка цемента $R_{\text{ц}} = R_{28} + \Delta R = 200 + 50 = 250 \text{ кг/см}^2$;
- осадка конуса $h = 3 \text{ см}$;
- плотность цемента $\rho_{\text{ц}} = 3,15 \text{ кг/л}$.

Песок

- Плотность $\rho_{\text{п}} = 2,70 \text{ кг/л}$;
- насыпная объемная масса $\rho_{\text{нп}} = 1,55 \text{ кг/л}$;
- крупность – мелкий;
- естественная влажность $W_{\text{п}} = 3 \%$.

Так как порядковый номер в списке группы четный, то крупный заполнитель – гравий, если номер нечетный, то крупный заполнитель – щебень.

Гравий

- Плотность $\rho_{\text{г}} = 2,90 \text{ кг/л}$;
- насыпная объемная масса $\rho_{\text{нг}} = 1,70 \text{ кг/л}$;

- крупность до 40 мм;
- естественная влажность $W_k=2\%$.

РАСЧЕТ

1. Расход воды.

По рис. 1 ориентировочный расход воды при осадке $h=3$ см и крупности гравия до 40 мм составляет 173 л. С учетом корректировки на использование мелкого песка воды потребуется (л):

$$B = 173 + 10 = 183.$$

2. Определение водоцементного отношения.

Водоцементное отношение определяется из формулы 1:

$$\frac{B}{Ц} = \frac{0,55 \cdot R_y}{0,5 \times 0,55 R_y + R_{28}} = \frac{0,55 \times 250}{0,5 \times 0,55 \times 250 + 200} = 0,51.$$

3. Расход цемента (кг):

$$Ц = B : \frac{B}{Ц} = 183 : 0,51 = 357,5.$$

4. Определение пустотности гравия по формуле 3:

$$V_k = 1 - \frac{\rho_{нк}}{\rho_k} = 1 - \frac{1,70}{2,90} = 0,41.$$

5. Определение соотношения между песком и гравием по формуле 2:

$$\frac{X}{Y} = V_k \frac{\rho_{пп}}{\rho_{нк}} \alpha = 0,41 \frac{1,55}{1,70} \times 1,51 = 0,57.$$

Здесь $\alpha=1,51$, определен по табл. 1 интерполированием.

6. Плотность смеси заполнителей определяется по формуле 4 (кг/л):

$$\rho_{см} = \frac{\frac{X}{Y} \rho_n + \rho_k}{\frac{X}{Y} + 1} = \frac{0,57 \times 2,70 + 2,90}{0,57 + 1} = 2,83.$$

7. Расход заполнителей на 1 м³ бетонной смеси по формуле 5 (кг):

$$\left(1000 - B - \frac{Ц}{\rho_{ц}}\right) = \left(1000 - 183 - \frac{357,5}{3,15}\right) \times 2,83 = 1991$$

8. Расход абсолютно сухого гравия по формуле 6 (кг):

$$\Gamma = \frac{P}{1 + \frac{X}{Y}} = \frac{1991}{1 + 0,57} = 1268$$

9. Расход абсолютно сухого песка (кг):

$$\Pi = P - \Gamma = 1991 - 1268 = 723$$

10. Номинальный состав бетона по весу:

$$Ц : \Pi : \Gamma = 1 : \frac{723}{357,5} : \frac{1268}{357,5} = 1 : 2,02 : 3,55$$

11. Расход песка с учетом влажности по формуле 8 (кг):

$$\Pi = \Pi(1 + 0,01W_n) = 723(1 + 0,03) = 744$$

12. Расход гравия с учетом влажности по формуле 9 (кг):

$$\Gamma' = \Gamma(1 + 0,01W_k) = 1268(1 + 0,02) = 1293$$

13. Расход воды для производственного состава бетона (л):

$$B = B - (\Pi' - \Pi) - (\Gamma' - \Gamma) = 183 - (744 - 723) - (1293 - 1268) = 137$$

14. Производственный состав бетона:

$$Ц : \Pi' : \Gamma' = 1 : \frac{744}{357,5} : \frac{1293}{357,5} = 1 : 2,08 : 3,62$$

При этом составе бетона водоцементное отношение равно:

$$\frac{B'}{Ц} = \frac{137}{357,5} = 0,38$$

ВЫВОД: Производственный расход материалов на 1 м³ бетона составляет: цемента М250 – 357,5 кг, песка – 744 кг, гравия – 1293 кг, воды – 137 л.

Практическая работа № 2

Расчет состава и площадей бытовых помещений

Цель работы: произвести расчет состава и площадей бытовых помещений с определенными исходными данными.

На всех промышленных предприятиях предусматривают вспомогательные помещения, к которым относят бытовые, конторские и административные.

При расчете бытовых помещений в первую очередь по таблице 4 необходимо определить группу производственного процесса / СНиП П – 92 – 76/.

Таблица 4

Группы производственного процесса

Наименование помещений	Санитарная характеристика производственных процессов	Специальные санитарно-бытовые помещения и устройства	Группа производственного процесса
Гараж	Загрязнение рук, специальной одежды, а в отдельных случаях и тела	Душевые, ножные ванны	1б
Склад	Малое загрязнение	Ножные ванны	1а
Мебельный цех	Загрязнение рук, специальной одежды.	Душевые, ножные ванны	1б
Ремонтная мастерская	Загрязнение рук, специальной одежды и тела	Душевые, ножные ванны	1в

Окончание табл. 4

Деревообрабатывающая мастерская	Загрязнение рук, специальной одежды и тела	Душевые, ножные ванны	1в
Котельная	Значительное выделение тепла и загрязнение одежды и тела	Душевые, ножные ванны	2а

Бытовые помещения должны быть раздельными для мужчин и женщин.

Гардеробные назначаются для хранения уличной, домашней и специальной одежды. Для этого предусматриваются шкафы с отделениями, имеющими размеры: глубина – 50 см, высота – 165 см, ширина – 25 см или 33 см.

Количество отделений в шкафах должно приниматься равным списочному количеству работающих (1 человек – 1 шкаф).

При гардеробных должны располагаться кладовые, отдельные для чистой и грязной одежды, площадью не менее 3 м² каждая. Гардеробные оборудуются скамьями шириной 25 см. Расстояние между рядами шкафов со скамьями – 2,0 м, без скамьи – 1,0 м. Для расчета потребной площади помещений следует пользоваться таблицами 5 и 6.

Таблица 5

Ориентировочная площадь, приходящаяся
на единицу оборудования

Наименование оборудования	Площадь, м ²
Отделение в шкафу	1,0 – 1,2
Душевая сетка	6,0
Кран в умывальной	1,5
Напольная чаша или унитаз	3,5 – 5,5

Таблица 6

**Нормативные данные для расчета оборудования
бытовых помещений**

Группа производственного процесса	Расчетное количество человек		
	на одну душевую сетку		на один кран
	мужчин	женщин	
1а	—	—	7
1б	15	12	10
1в	7	6	10
2а	7	6	20

Душевые следует размещать смежно с гардеробными. В душевых устанавливаются открытые кабины, имеющие размеры в плане 0,9х0,9 м. Ширина прохода между рядами кабин должна быть: 2 м – при количестве кабин в ряду более 6, 1,5 м – при количестве кабин в ряду 6 и менее. Размещение душевых сеток у наружных стен не допускается.

Умывальные размещаются смежно с гардеробными. Расстояние между рядами умывальников должно быть: 2 м – при 5 и более умывальников в ряду; 1,8 м – при меньшем количестве.

Расстояние между рядом умывальников и противоположной стеной: 1,5 – при 3 и более в ряду; 1,35 м – при меньшем количестве. Допускается размещать умывальники в гардеробных, причем расстояние от умывальников до шкафов 2 м.

Ножные ванны следует размещать в преддушевых или умывальных. Ширина прохода между ножными ваннами и стеной – 1,2 м. Количество ножных ванн определяется по расчетному количеству человек, работающих в наиболее многочисленной смене, из расчета 50 мужчин или 40 женщин на 1 ножную ванну.

Уборные должны быть оборудованы напольными чашами или унитазами, которые размещаются в отдельных кабинах с дверьми, открываемыми наружу и имеющими размеры в плане 1,2х0,8 м. В мужских уборных следует предусматривать также писсуары. Расстояние между рядами кабин, писсуаров или кабин и писсуаров должно приниматься равным: 2 м – при количестве кабин или писсуаров в ряду 6 и более; 1,5 м – при меньшем количестве. Расстояние между рядами кабин и писсуаров и стеной ~1,3 м

Количество напольных чаш или унитазов и писсуаров назначается в зависимости от количества человек, пользующихся этой уборной в наиболее многочисленной смене, из расчета 15 человек на 1 санитарный прибор.

Вход в уборную должен устраиваться через тамбур. В тамбурах при уборных предусматриваются умывальники из расчета 1 умывальник на каждые 4 санитарных прибора, но не менее 1 умывальника на всю уборную.

Помещение для личной гигиены женщин следует предусматривать по количеству женщин, работающих в многочисленной смене – не менее 15. В этих помещениях, располагаемых смежно с уборной, предусмотрены места для переодевания, а также индивидуальные кабины из расчета 1 кабина на каждые 100 женщин, работающих в наиболее многочисленной смене. Размеры кабин в плане 1,8х1,2 м или до 5 м².

Курительные размещают с уборными. Площадь курительной определяется из расчета: 0,03 м² на одного мужчину и 0,01 м² на одну женщину, работающих в наиболее многочисленной смене, но не менее 9 м².

Помещения для сушки и обеспыливания рабочей одежды должны располагаться смежно с гардеробными. Площадь этих помещений должна быть не менее 12 м².

Расчет бытовых помещений ведётся по форме, приведенной в таблице 5.

После расчета необходимо выполнить планировку административно-бытовых помещений, причем следует помнить, что санитарно-техническое оборудование на наружные стены не навешивается. Пример планировки бытовых помещений приведен в /1 с. 87/. На свободных площадях следует разместить следующие помещения: красный уголок, кабинет начальника цеха, комната психологической разгрузки, столовая, спортивный зал, кладовые и т.д. Площади этих помещений принимаются по усмотрению студента.

Группа производственного процесса.

Общее число работающих на предприятии:

- 1) мужчин;
- 2) женщин.

Количество работающих в наибольшей смене:

- 1) мужчин;
- 2) женщин.

Таблица 7

Таблица расчета бытовых помещений

№ пп	Наимено- вание по- мещений	Расчетное количество работающих, чел	Расчетное ко- личество че- ловек на еди- ницу обору- дования, чел	Требуется	
				Оборудование, шт.	Площадь, м ²
Мужские и женские бытовые помещения отдельно					

Практическая работа № 3

Теплотехнический расчет

Цель работы: произвести теплотехнический расчет наружной стены здания с определенными исходными данными.

В работе выполняется теплотехнический расчет наружной стены здания. Этот расчет сводится к определению толщины стены. Кроме того, в курсовой работе производится подбор толщины теплоизоляционного слоя покрытия.

Для создания внутри помещения требуемых санитарно-гигиенических условий ограждения должны удовлетворять следующим основным требованиям:

- Оказывать достаточное сопротивление охлаждению помещений;
- обеспечивать определенную температуру внутренней поверхности стены и других ограждений во избежание конденсации на них паров внутреннего воздуха;
- быть достаточно сухими.

Расчет сводится к определению двух основных величин:

- требуемого сопротивления стены теплопередаче R_0^{mp} ;
- толщины стены δ из основания определенного R_0^{mp} .

1. R_0^{mp} определяется по формуле:

$$R_0^{mp} = \frac{n(t_e - t_n)}{\Delta t^n \cdot \alpha_e}, \quad (12)$$

n – коэффициент, зависящий от положения наружной поверхности ограждения по отношению к наружному воздуху:

t_g – расчетная температура внутреннего воздуха, для производственных помещений $t_g = 16-18^\circ\text{C}$;

t_n – расчетная зимняя температура наружного воздуха с учетом следующих указаний:

- а) для «массивных» ограждающих конструкций – графа 6;
- б) для «легких» – графа 7;
- в) для конструкций «средней массивности» – средняя из указанных в графах 6 и 7.

$\Delta t''$ – нормируемый температурный перепад $\Delta t'' = 8^\circ\text{C}$; α_g – коэффициент теплопередачи внутренней поверхности стены ($\alpha_g = 7,5 \cdot 1,163 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$).

После расчета R_0^{mp} по формуле (12), полученное значение следует умножить на коэффициент «K», равный:

- Для панелей керамзитобетона $K=1,1$;
- для панелей из ячеистого бетона $K=1,3$.

2. Определение толщины стены δ .

Толщина стены определяется по формуле:

$$\delta = [R_0^{mp} - (\frac{1}{\alpha_g} + \frac{1}{\alpha_n})] \cdot \lambda, \quad (13)$$

где α_n – коэффициент теплопередачи наружной поверхности стены ($\alpha_n = 20 \cdot 1,163 \text{ Вт/м}^2 \cdot ^\circ\text{C}$);

λ – коэффициент теплопроводности материала, принимается по табл. 8.

Таблица 8

Величины теплотехнических характеристик некоторых строительных материалов

№ п/п	Наименование материала	Объемный вес, кг/м ³ V_0	Коэффициенты	
			Теплопроводности λ , Вт/м $\times$ $^\circ\text{C}$	Теплоусвоения S , Вт/м ² $\times$ $^\circ\text{C}$
1.	Керамзитобетон	1000	0,33	4,97
2.	То же	500	0,17	2,57
3.	Газобетон	1000	0,41	6,08
4.	Пенобетон	600	0,22	3,35

6.	Кирпич обыкновенный	1800	0,7	9,14
7.	Кирпич пустотелый	1400	0,58	7,87
8.	Кирпич силикатный	1800	0,76	9,73

Полученное значение толщины стены δ округляется до стандартного значения в большую сторону: толщина кирпичных стен – 380, 510, 640 мм; стены из керамзитобетонных панелей – 200, 240, 300, 400 мм; стены из ячеистых бетонов – 160, 200, 240, 300, 400 мм.

После того, как окончательно определена толщина стены, проверяют правильно ли принята массивность стены. Степень массивности стен следует устанавливать по характеристике их тепловой инерции « D » которую определяют по формуле:

$$D = R \cdot S \quad (14)$$

где S – коэффициент теплоусвоения материала (табл. 8);

R – термическое сопротивление материала стены, определяемое по формуле:

$$R = \frac{\delta}{\lambda} \quad (15)$$

Ограждающие конструкции следует считать легкими при $D \leq 4$, средней массивности – при $4 < D \leq 7$, массивными – при $D > 7$.

В том случае, если при проверке степень массивности стены оказалась такой, как была принята в начале расчета при определении t_n , то теплотехнический расчет стены выполнен правильно. В противном случае расчет проводится снова с учетом измененной степени массивности и значения температуры.

Практическая работа № 4 **Светотехнический расчёт**

При проектировании естественного освещения необходимо определить количество и размеры окон в здании, выбрать по ГОСТу типы и размеры оконных блоков и установить размеры оконных проемов. Существует два метода проектирования естественного освещения: светотехнический и геометрический. Светотехнический метод применяют при проектировании естественного освещения производ-

ственных и вспомогательных промышленных предприятий, а также жилых и общественных зданий. Менее точный геометрический метод можно применять в курсовой работе при проектировании естественной освещенности административно-бытовых помещений.

Расчет освещения ведется по СНиП П-А.8-72. В промышленных зданиях с нормальным тепло-влажностным режимом оконные блоки применяют деревянные, причем для производственных помещений используют блоки, изготавливаемые по ГОСТу 12506-67, для административно-бытовых по ГОСТу 11214-65 «Оконные блоки для жилых и общественных зданий».

При естественном освещении необходимая площадь окон может быть определена из формулы:

$$\frac{S_0}{S_n} \cdot 100 = \frac{l_n \eta_0 \kappa}{\tau_0 \cdot r}, \quad (16)$$

где S_0 и S_n – площади окон и пола помещения, для которого рассчитывается освещение;

l_n – нормируемое значение коэффициента естественной освещенности (/2/, с.51);

η_0 – световая характеристика окна ($\eta_0=10$);

κ – коэффициент, учитывающий затемнение, создаваемое противостоящими зданиями (для отдельно стоящего здания $\kappa=1$);

τ_0 – общий коэффициент светопропускания окна (при одинарных переплетах $\tau_0 = 0,5$, при двойных $\tau_0 = 0,35$);

r – коэффициент, учитывающий отраженный свет от внутренних поверхностей помещения (при боковом освещении $r = 1,3$; при двустороннем освещении $r = 1$).

Зная площадь окон S_0 и определив характер освещения (боковое или двустороннее), устанавливается количество окон.

1. Расчёт проёмного остекления

Задаемся количеством окон, исходя из объемно-планировочного решения. Обычно на участке стены, равном шагу колонн 6 метров, устраивается соответственно одно или два окна. На торцевых стенах при большем значении S_0 возможно расположение дополнительного остекления.

Установив количество окон в помещении, определяют площадь одного окна f_0 :

$$f_0 = \frac{S_0}{n}. \quad (17)$$

Далее по принятой высоте окна h_0 определяют его ширину:

$$b = \frac{f_0}{h_0}. \quad (18)$$

Имея ширину и высоту окна, устанавливают стандартные размеры оконных проемов. Наряду с вышеизложенным проемным остеклением, возможно ленточное боковое или двухстороннее освещение. В этом случае после определения площади окон S_a подбираются соответствующие ленточные проемы.

При установлении высоты окна следует иметь в виду, что оконные проемы производственных зданий имеют высоту, кратную 0,6 м при минимальной высоте 1,2 м. Подоконник чаще всего располагается от пола на высоте 1,2 м, реже 1,8 м. При панельных стенах верх, как правило, должен быть расположен на 600 мм ниже, чем верх колонн.

2. Расчёт ленточного остекления

1. Определение площади остекления S_0 по формуле (16), где S_{Π} – площадь пола:

$$S_{\Pi} = (L_1 + L_2 + L_3) * (D - 6), \quad (19)$$

где

L_1, L_2, L_3 – пролеты здания;

D – длина здания.

2. Определения площади одной ленты.

Так как остекление двустороннее, то площадь одной ленты остекления $S_{\text{л}}$ определяется:

$$S_{\text{л}} = S_0 / 2.$$

3. Определение максимальных размеров ленты остекления.

Максимально возможная длина и высота ленты остекления ограничивается геометрическими размерами проектируемого здания.

Максимальная длина ленты $l_{\text{ок}}^{\text{max}}$ определяется:

$$l_{\text{ок}}^{\text{max}} = D - 6,$$

где D – длина здания по заданию.

Максимальная высота ленты $h_{\text{ок}}^{\text{max}}$ определяется:

$$h_{\text{ок}}^{\text{max}} = H_{\text{зд}} - 1,2,$$

где $H_{\text{зд}}$ – высота здания по заданию (рис. 3).

Принимаем длину ленты остекления равной максимальному значению, т.е. $l_{ок} = l_{ок}^{max}$, тогда можно определить приблизительную высоту ленты остекления $h_{ок}$ по формуле:

$$h_{ок} = S_{л} / l_{ок}.$$

В случае, если $h_{ок} \geq h_{ок}^{max}$, принимаем $h_{ок} = h_{ок}^{max}$.

Если $h_{ок} < h_{ок}^{max}$, то высоту $h_{ок}$ принимают равной стандартным значениям, округляя $h_{ок}$ в большую сторону.

Стандартная высота ленты остекления: 1200; 2400; 3600; 4800; 5400; 6000; 6600; 7200 мм.

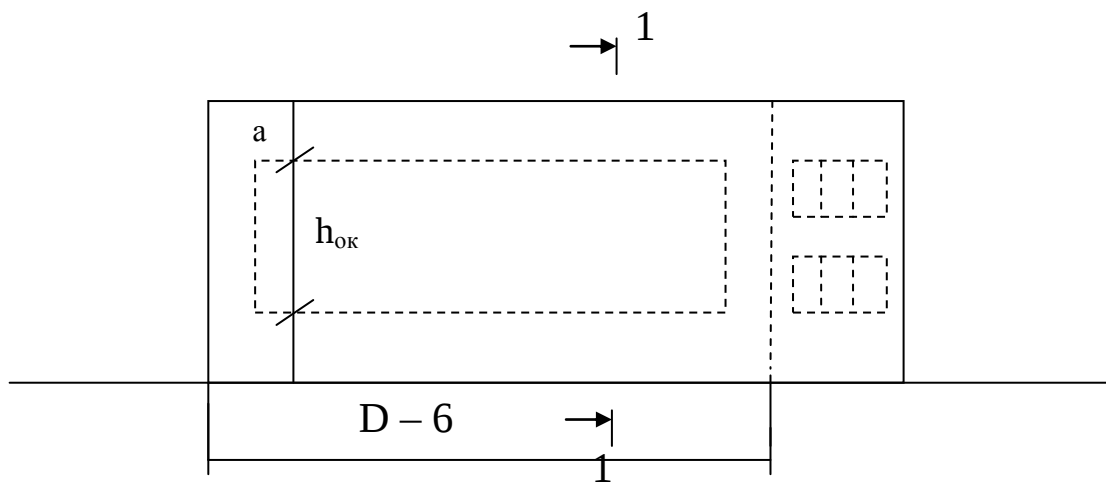


Рис. 2. Схема ленточного остекления

Схема ленточного остекления:

$h_{ок}$ – высота остекления;

D – длина здания по заданию;

a – высота участка стены над лентой остекления.

Принимаем длину ленты остекления равной максимальному значению, т.е. $l_{ок} = l_{ок}^{max}$, тогда можно определить приблизительную высоту ленты остекления $h_{ок}$ по формуле:

$$h_{ок} = S_{л} / l_{ок}.$$

В случае, если $h_{ок} \geq h_{ок}^{max}$, тогда принимаем $h_{ок} = h_{ок}^{max}$.

Если $h_{ок} < h_{ок}^{max}$, то высоту $h_{ок}$ принимают равной стандартным значениям, округляя $h_{ок}$ в большую сторону.

h_K – высота фермы или балки в коньке;

$h_{пл}$ – высота плиты покрытия (если плита $l=6$ м $\rightarrow h_{пл}=300$ мм;
 $l=12$ м $\rightarrow h_{пл}=450$ мм).

Приблизительное значение « a' » определяется:

$$a' = H_K - 1,2 - h_{OK}.$$

Если *стены кирпичные*, то полученные значения округляем до целого в большую сторону.

Если *стены панельные* (пенобетон, газобетон, керамзитобетон), то на высоту стены « a' » подбирают высоту стеновых панелей так, чтобы их суммарная высота была не меньше, чем « a' ».

Стандартная высота стеновой панели: 900; 1200; 1500; 1800 мм.

Определив значения « a », остается определить отметку верха стены $H_{СТ}$:

$$H_{СТ} = 1,2 + h_{OK} + a.$$

В результате расчета двустороннего естественного освещения получили длину l_{OK} , высоту h_{OK} ленты освещения. Так же известны отметки $H_{СТ}$, H_K , и длина отрезка « a ».

Практическая работа № 5

Расчет ширины подошвы и выбор фундамента

1. Сбор нагрузок.

Сумму нагрузок, действующих на фундамент, следует определять по формуле:

$$P = qF + \frac{G}{2} + Q_{ст} + Q_{оп} + Q_{ф.л.} + P_{сн} + P_{кр}, \quad (20)$$

где q – вес 1 м покрытия;

F – расчетная грузовая площадь;

G – вес несущей конструкции покрытия;

$Q_{ст}$ – вес стены, приходящейся на расчетный фундамент;

$Q_{оп}$ – вес опоры покрытия;

$Q_{ф.б.}$ – вес фундаментной балки;

$P_{сн}$ – нормативная нагрузка от снега;

$P_{кр}$ – нормативная нагрузка от крана (см. задание).

Расчет фундамента необходимо производить после теплотехнического расчета стены, выбора несущих ж/б конструкций (балки, фермы, колонны), состава кровли, светотехнического расчета.

Вес 1 м² покрытия следует определять по конструктивным элементам покрытия: ж/б плита, пароизоляция, утеплитель, стяжка и

гидроизоляционный ковер. Вес каждого слоя покрытия на одном квадратном метре определяется по формуле:

$$q_n = I \cdot \delta \cdot V_n, \quad (21)$$

где δ – толщина слоя;

V_n – вес материала;

I – площадь участка.

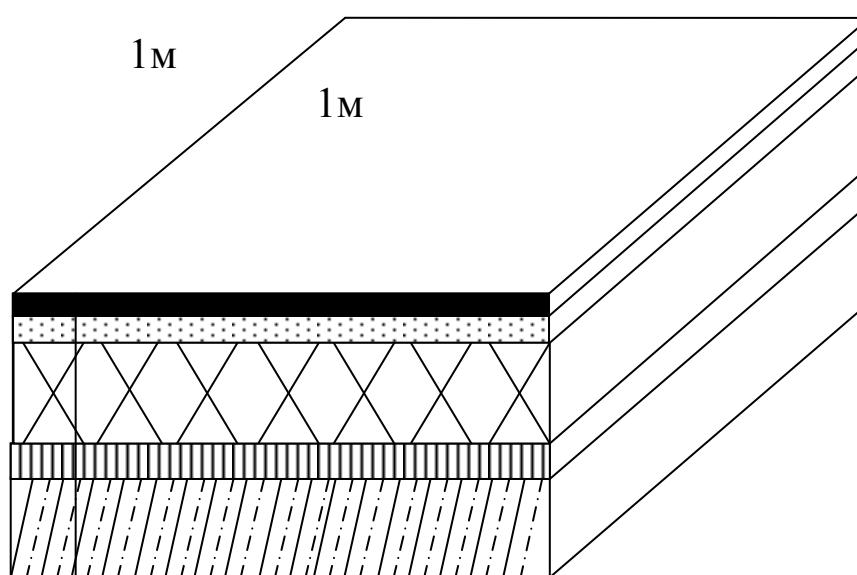
Например, вес 1 м² утеплителя из пенобетона определяется следующим образом (толщина 100 мм):

$$q_{ур} = 1 \cdot 0,1 \cdot 500 = 50 \text{ кг},$$

где $\delta = 0,1$ м, а $V_{ур} = 500 \text{ кг/м}^3$.

В 1 м² пергамина = 0,5 кг; рубероида = 1 кг; битумной мастики = 3 кг. Пользуясь формулой 9, определяется вес 1 м материала послойно, а затем значения складываются и получаем «q» – вес 1м покрытия:

$$q = q_{плиты} + q_{пароиз} + q_{утепл} + q_{гидроиз} + q_{стяжки}. \quad (22)$$



гидроизоляционный ковер
выравнивающие стяжки
утеплитель
пароизоляция
ж/б плита 6*3 (300) или 12*3 (450)

Рис. 4. Принципиальная схема кровли

Грузовая площадь $F = \frac{e \cdot L}{2}$,

где e – шаг колонн (пилястр), L – наибольший пролет.

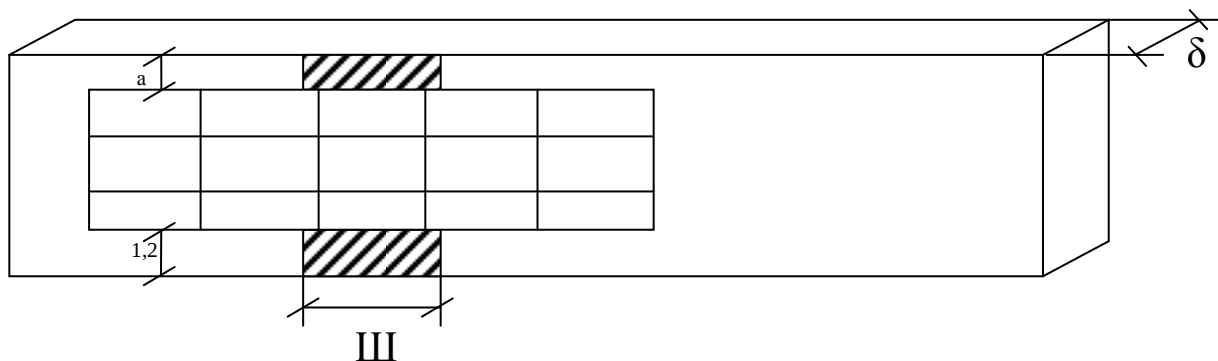


Рис. 5. Фасадная стена

Нормативная нагрузка от веса стены определяется по формуле

$$Q_{cm} = F_{cm} \cdot \delta \cdot V_0, \quad (23)$$

где F_{cm} – площадь стены (без учета площади окон);

δ – толщина стены;

V_0 – объемный вес материала стены.

При расчете столбчатых ж/б фундаментов выделяется участок стены длиной в 6 или 12 м, в зависимости от шага колонн. Тогда:

$$F_{cm} = 6 \cdot m \cdot H_{стены} \quad (\text{без учета окон}).$$

При расчете ленточных фундаментов выделяется участок стены длиной 1 м.

Нагрузка на фундамент от веса опоры определяется (для пилястр):

$$Q_{cm} = f \cdot H \cdot V, \quad (24)$$

где f – площадь поперечного сечения опоры;

H – высота пилястры;

V – объемный вес материала пилястры.

Вес колонны определяется по справочнику. Нагрузку от снега следует определять по формуле:

$$P_{сн} = p \cdot F, \quad (25)$$

где p – вес снегового покрова на 1 м^2 горизонтальной поверхности земли;

F – грузовая площадь.

Вес снегового покрова на 1 м^2 зависит от района строительства. Вся территория СНГ разделена на шесть районов: 1 – 50 кг/м^2 ; 2 – 70 кг/м^2 ; 3 – 100 кг/м^2 ; 4 – 150 кг/м^2 ; 5 – 200 кг/м^2 ; 6 – 250 кг/м^2 .

Номер района строительства определяется по карте распределения снежного покрова.

Вес фундаментной балки определяем по справочнику.

2. Определение глубины заложения фундамента.

Глубина заложения – это расстояние от подошвы фундамента до нулевой отметки:

$$H_{\phi} = H'' * m_t, \quad (26)$$

где H – нормативная глубина промерзания фунта (см. задание);

m_t – коэффициент влияния теплового режима на промерзание грунта у наружных стен (с полами на грунте $m_t = 0,7$).

Глубина заложения столбчатого монолитного и ленточного фундаментов принимается равной H_{ϕ} , а заложение столбчатого сборного фундамента не может быть менее 1,3 м.

3. Определение размеров фундамента.

Расчет столбчатого фундамента, имеющего подошву в виде квадрата, производят по формуле:

$$\alpha = \sqrt{\frac{P}{R'' - H_{\phi} \cdot m \cdot V_o^{\phi}}}, \quad (27)$$

где α – размер стороны квадрата подошвы фундамента;

R'' – нормативное давление на основание;

m – коэффициент формы фундамента (столбчатый – 0,85, ленточный – 1,0);

V_o^{ϕ} – объемный вес материала фундамента (2,5 т/м³).

Расчет ленточного фундамента производится по формуле:

$$b = \frac{P}{R'' - H_{\phi} \cdot m \cdot V_o^{\phi}}, \quad (28)$$

где b – ширина подошвы фундаментной плиты.

Зная глубину заложения, ширину подошвы фундаментной ленточного фундамента и размер стороны столбчатого фундамента выбираете стандартные марки фундамента, округляя значение «а» и «б» в большую сторону. Для столбчатых монолитных фундаментов значение «а» принимается равным расчетному.

В заключение расчета необходимо определить марку, тип и количество фундаментов. На эскизе построить основные размеры.

Практическая работа № 6

Расчёт внецентренно-сжатого элемента деревянных конструкций

Расчет на прочность внецентренно-сжатых элементов (стойки рам, верхние пояса ферм и арок) производят по формуле:

$$\frac{N}{F_{расч}} + \frac{M_{\partial}}{W_{расч}} \leq R_c, \quad (29)$$

где N – расчетная сжимающая продольная сила;

M_{∂} – изгибающий момент от действия продольных и поперечных нагрузок;

$W_{расч}$ – момент сопротивления поперечного сечения;

$F_{расч}$ – площадь поперечного сечения с учетом ослабления;

R_c – расчетное сопротивление древесины сжатию вдоль волокон.

Для шарнирно-опертых элементов при симметричных опорах и изгибающих моментах синусоидального, параболического, полигонального и близких к ним очертаний, а также для консольных элементов:

$$M_{\partial} = \frac{M}{\xi}, \text{ а } \xi = 1 - \frac{N}{\varphi R_c F_{бр}},$$

где φ – коэффициент продольного изгиба;

$F_{бр}$ – площадь поперечного сечения брутто.

Проверка на устойчивость внецентренно-сжатых деревянных элементов проводится по формуле:

$$\frac{N}{\varphi F_{расч}} \leq R_c, \quad (30)$$

Коэффициент φ для древесины определяют:

при гибкости элемента $\lambda \leq 70$ $\varphi = 1 - 0,8 \left(\frac{\lambda}{100} \right)^2$,

при гибкости элемента $\lambda > 70$ $\varphi = \frac{3000}{\lambda^2}$.

Гибкость элементов цельного сечения определяется по формуле:

$$\lambda = \frac{l_o}{r},$$

где l_o – расчетная длина элемента:

- при шарнирно закрепленных концах $l_o = l$;
- при одном шарнирно закрепленном и другом защемленном

конце $l_o=0,8l$;

- при одном защемленном и другом свободном конце $l_o=2,2l$;
- при обоих защемленных концах $l_o=0,65l$;

l – длина элемента.

Для прямоугольного сечения высотой « h » и шириной « b » радиус инерции сечения относительно оси « x »:

$$r_x=0,29h,$$

относительно оси « y »:

$$r_y=0,29b.$$

1. Исходные данные

Вариант исходных данных определяется по трем буквам фамилии и инициалам студента. По табл. 9 определяются номера подвариантов, а по табл. 10 выбирают значения исходных данных, необходимых для расчета.

Таблица 9

Используемая буква	а, б	в, г	д, е	ж, з, и	к, л	м, н	о, п	р, с	т, у, ф, х, ц, ч	ш, щ, ы, э, ю, я
Номер подварианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Используя номера подвариантов каждой буквы от первой до пятой, студент выписывает исходные данные из табл. 10. Исходные данные оформляются в виде таблицы.

2. Задача

Проверить прочность и устойчивость внецентренно-сжатого стрелы исходя из данных табл. 10 и рис. 6.

Выбор подварианта

Студент Петров И.А.

Используемая буква

П (первая буква)

Номер подварианта

7

Е (вторая буква)	3
Т (третья буква)	9
И (четвертая буква)	4
А (пятая буква)	1

Таблица 10

	b , мм	h , мм	l , м	N , кН	P' , кН/м	R_c , мПа	Схема за-крепления элемента
Используе-мая буква/№ подвариан-тов	по 2-й бук-ве	по 1-ой бук-ве	По 5-ой бук-ве	по 4-ой бук-ве	по 3-й бук-ве	по 1-й бук-ве	по 5-й букве
1	150	220	4,0	80	1,8	16,0	Б
2	130	210	5,0	90	2,0	14,0	Б
3	140	215	6,0	110	1,6	15,0	А
4	155	225	6,5	130	1,7	14,5	В
5	170	240	4,5	135	2,4	15,0	А
6	145	235	5,5	100	2,3	16,5	В
7	155	230	6,0	75	2,2	14,5	Б
8	160	225	4,5	115	1,3	14,0	Б
9	165	220	7,0	95	1,9	15,5	В
10	110	205	3,5	85	1,4	15,0	А

Выбор схемы закрепления элемента производится по рис. 6.

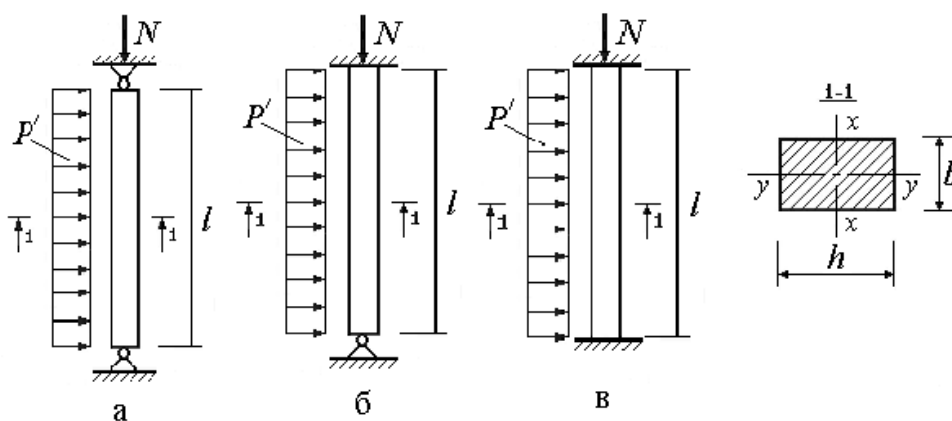


Рис. 6 Схемы закрепления элемента

3. Пример расчета

Задание: проверить прочность и устойчивость внецентренно-сжатого стержня, шарнирно опертого по концам. Размеры сечения $b \cdot h = 150 \times 200$ мм. Длина стержня $l = 5$ м. Расчетная сжимающая сила $N' = 100$ кН, расчетная распределенная поперечная нагрузка $P' = 1,6$ кН/м. Расчетное сопротивление древесины на сжатие $R_c = 15$ МПа.

I Проверка прочности стержня в плоскости изгиба

а) Определение максимального изгибающего момента от поперечной нагрузки:

$$M = \frac{pl^2}{8} = \frac{1,6 \cdot 5^2}{8} = 5 \text{ кН м.}$$

б) Определение момента сопротивления сечения:

$$W_x = \frac{bh^2}{6} = \frac{15 \cdot 20^2}{6} = 1000 \text{ см}^3.$$

в) Определение гибкости стержня:

$$\lambda_x = \frac{l_0}{r_x},$$
$$\lambda_x = \frac{500}{0,29h} = \frac{500}{0,29 \cdot 20} = 86.$$

г) Определение коэффициента продольного изгиба, так как $\lambda_x > 70$, то φ определяется по формуле (см. с. 33):

$$\varphi = \frac{3000}{\lambda^2} = \frac{3000}{86^2} = 0,4.$$

д) Определение изгибающего момента от действия продольных и поперечных сил:

$$\xi = 1 - \frac{N}{\varphi R_c F_{\sigma p}} = 1 - \frac{100}{0,4 \cdot 15 \cdot 300} = 0,44,$$

$$M_{\partial} = \frac{M}{\xi} = \frac{5}{0,44} = 11,4 \text{ кН м} = 1140 \text{ кН см.}$$

е) Проверка прочности элемента по формуле (29):

$$\frac{N}{F_{нт}} + \frac{M_{\partial}}{W_x} = \frac{100}{300} + \frac{1140}{1000} = 1,47 \text{ кН/см}^2 = 14,7 \text{ МПа} < R_c = 15 \text{ МПа.}$$

II Проверка устойчивости в плоскости, перпендикулярной изгибу

а) Радиус инерции сечения относительно оси «У»:

$$r_y = 0,29b = 0,29 \cdot 15 = 4,3 \text{ см.}$$

б) Гибкость стержня относительно оси «У»:

$$\lambda_y = \frac{l_o}{r_y} = \frac{500}{4,3} = 116.$$

в) Коэффициент продольного изгиба:

$$\varphi = \frac{3000}{116^2} = 0,22.$$

г) Проверка устойчивости по формуле (30):

$$\frac{N}{\varphi F} = \frac{100}{0,22 \cdot 300} = 1,5 \text{ кН/см}^2 = 15 \text{ МПа} = R_c = 15 \text{ МПа}.$$

ВЫВОД: прочность и устойчивость элемента обеспечена.

В случае если выражения (29) и (30) не выполняются, необходимо изменить поперечное сечение элемента и произвести перерасчет.

Практическая работа № 7

Расчёт трёхшарнирной деревянной арки

Арки применяют в качестве несущих конструкций покрытий промышленных зданий, складов и павильонов при пролетах от 15 до 80 м. Арочные конструкции выполняют обычно криволинейного очертания (кругового и стрельчатого) они состоят из склеенного многослойного пакета гнутых плашмя досок. Поперечное сечение арок принимают прямоугольным и постоянным по всей длине с отношением высоты сечения к пролету, равным $\frac{1}{30} - \frac{1}{50}$. Ширина сечения принимается примерно $\frac{1}{5}$ высоты сечения. Толщина слоев для изготовления арок должна быть при радиусе кривизны до 15 м не более 4 см, а при большем радиусе – не более 5 см. Из условия удобства транспортирования наибольшее распространение получили трехшарнирные арки, состоящие из двух изогнутых по окружности полуарок. Отношение стрелы подъема « f » к пролету « l » – для круговых арок принимают $\frac{f}{l} = \frac{1}{4} - \frac{1}{5}$, а для стрельчатых арок $\frac{f}{l} = \frac{1}{2} - \frac{1}{3}$. Радиус кривизны оси арки кругового очертания вычисляют по формуле:

$$r_k = \frac{l^2 + 4f^2}{8f}, \quad (31)$$

а длину дуги по формуле:

$$S = \sqrt{l^2 + \frac{16}{3} f^2}. \quad (32)$$

Распор арок воспринимается фундаментами или стальными затяжками.

Расчетным сечением арки является сечение с наибольшим изгибающим моментом, для которого также определяется продольная сила. По моменту и продольной силе расчет сечения производят на внецентренное сжатие. При определении гибкости расчетную длину элементов принимают: для двухшарнирных арок при симметричной нагрузке $l_0=0,35S$, а для трехшарнирных арок при симметричной и несимметричной нагрузке, а также для двухшарнирных арок при несимметричной нагрузке $l_0=0,58S$, где S – полная длина дуги арки.

1. Исходные данные

Варианты исходных данных к заданию выбирают по табл. 9 и 11.

Таблица 11

	Пролет l , м	Нагрузка q' , кН/м	γ_n	Диаметр затяжки, мм	R_c , МПа	n количество досок шт.	e , мм
Используемая буква/ № подварианта	по 1-й букве	по 5-й букве	По 3-й букве	по 2-й букве	по 1-й букве	По 4-й букве	по 3-й букве
1	18,0	20,5	0,85	40	13,5	22	170
2	20,0	15,0	0,90	45	14,0	21	180
3	24,0	18,0	0,95	30	15,0	18	200
4	28,0	31,0	1,0	35	14,5	19	160
5	32,0	32,5	0,90	45	16,5	24	200
6	31,0	28,5	0,95	55	17,0	23	180
7	26,0	21,5	1,0	60	14,5	25	160
8	23,0	18,5	0,85	50	16,0	27	190

9	34,0	19,5	0,95	40	13,0	20	160
10	36,0	22,0	1,0	65	12,5	22	220

2. Задача

Проверить прочность трехшарнирной арки покрытия производственного здания, изображенной на рис. 7.

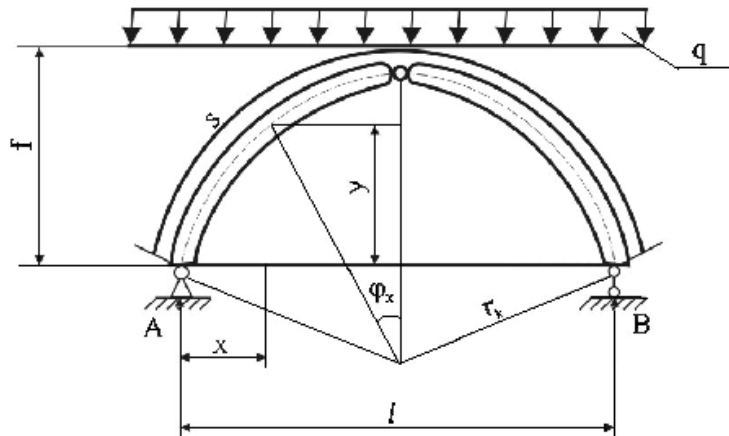


Рис. 7. Трёхшарнирная деревянная арка

3. Пример расчета

1. Базовые вычисления

1.1. Расчетная нагрузка с учетом коэффициента надежности по назначению $n=0,95$:

$$q = q'_{н} \cdot 0,95 = 20 \text{ кН.}$$

1.2. Длина дуги арки:

$$S = \sqrt{l^2 + \frac{16}{3} f^2} = \sqrt{24^2 + \frac{16}{3} \cdot 6^2} = 27,7 \text{ м,}$$

где $f = \frac{l}{4} = \frac{24}{4} = 6 \text{ м.}$

1.3. Опорные реакции:

$$A=B=\frac{ql}{2} = \frac{20 \cdot 24}{2} = 240 \text{ кН.}$$

1.4. Усилие в затяжке:

$$H = \frac{ql^2}{8f} = \frac{20 \cdot 24^2}{8 \cdot 6} = 240 \text{ кН.}$$

1.5. Максимальный изгибающий момент:

$$M=0,0061 \text{ ql}^2=0,0061 \cdot 20 \cdot 24^2=70 \text{ кНм.}$$

1.6. Продольная сила:

$$N=0,572ql=0,572 \cdot 20 \cdot 24=274 \text{ кН.}$$

1.7. Радиус кривизны:

$$r_k = \frac{l^2 + 4f^2}{8f} = \frac{24^2 + 4 \cdot 6^2}{8 \cdot 6} = 15 \text{ м.}$$

Так как $r_k = 15 \text{ м}$, то криволинейные блоки полуарок склеиваются из досок толщиной 4 см. После острожки с двух сторон по пластам склейки толщина досок (см. с. 5) будет равна 3,5 см (при толщине 5 см соответственно 4,5 см). Заданное сечение верхнего пояса имеет высоту $h=700 \text{ мм}$ (20 досок).

2. Проверка прочности верхнего пояса арки

2.1. Геометрические характеристики сечения:

$$F_{\bar{o}p} = F_{расч} = h \cdot b = 70 \cdot 18 = 1260 \text{ см}^2,$$

$$W_{расч} = \frac{bh^2}{6} = \frac{18 \cdot 70^2}{6} = 14700 \text{ см}^3.$$

2.2. Радиус инерции:

$$r = 0,29h = 0,29 \cdot 70 = 20,3 \text{ см.}$$

2.3. Расчетная длина пояса:

$$l_o = 0,58 \cdot S = 0,58 \cdot 27,7 = 16 \text{ м.}$$

2.4. Гибкость:

$$\lambda = \frac{l_o}{r} = \frac{1600}{20,3} = 78,8 > 70,$$

следовательно,

$$\varphi = \frac{3000}{\lambda^2} = \frac{3000}{78,8^2} = 0,48.$$

2.5. Проверяем прочность принятого сечения арки на внецентренное сжатие от совместного действия максимального изгибающего момента и продольной силы:

$$\xi = 1 - \frac{N}{\varphi R_c F_{\bar{o}p}} = 1 - \frac{274}{0,48 \cdot 13 \cdot 1260} = 0,65;$$

$$M_{\partial} = \frac{M}{\xi} = \frac{70}{0,65} = 108 \text{ кН} \cdot \text{м} = 10800 \text{ кН} \cdot \text{см};$$

$$\frac{N}{F_{расч}} + \frac{M_{\partial}}{W_{расч}} = \frac{274}{1260} + \frac{10800}{14700} = 0,94 \text{ кН/см}^2 = 9,4 \text{ МПа} \leq R_c = 13 \text{ МПа.}$$

Устойчивость из плоскости арки не проверяем, так как она обеспечивается частым расположением прогонов кровли.

3. Проверка прочности затяжки

Расчетное сопротивление стали затяжки арки (сталь - марки ВСтсп 5):

$$R_y = 235 \text{ МПа} = 23,5 \text{ кН/см}^2.$$

3.1. Площадь сечения затяжки диаметром 40 мм:

$$A_3 = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 4^2}{4} = 12,56 \text{ см}^2.$$

3.2. Проверим прочность затяжки на действующее в ней усилие:

$$N = H = 240 \text{ кН},$$

$$\frac{N}{A_3} = \frac{240}{12,56} = 19,1 \text{ кН / см}^2 \leq R_y \gamma_c = 23,5 \cdot 0,95 = 22,3 \text{ кН / см}^2 = 223 \text{ МПа}.$$

ВЫВОД: прочность арки обеспечена.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

К практической работе №1

1. Порядок расчета состава тяжелого бетона.
2. Что такое номинальный и производственный состав тяжелого бетона?
3. Что называется бетоном?
4. Чем отличается бетон от строительного раствора?
5. Область применения бетона в строительстве.
6. Сущность железобетона.

К практической работе №7

1. Порядок расчёта ПР № 6 и ПР № 7 (по пунктам).
2. Формулы 1 – 4 (наизусть).
3. От чего зависит расчётная длина деревянного стержня?
4. Как определить высоту поперечного сечения арки?
5. Область применения деревянных строительных конструкций.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Запруднов, В.И. Основы строительного дела [Текст] : / В.И. Запруднов, В.В. Стриженко; Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования «Моск. гос. ун-т леса». – М. : МГУЛ, 2007. – 260 с.

2. Доркин, В.В. Сборник задач по строительным конструкциям [Текст] : / В.В. Доркин, А.Н. Добромыслов. – М.: Стройиздат, 1986. – 272 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Практическая работа № 1	3
2. Практическая работа № 2	11
3. Практическая работа № 3	15
4. Практическая работа № 4	17
5. Практическая работа № 5	22
6. Практическая работа № 6	26
7. Практическая работа № 7	30
8. Контрольные вопросы	34
Библиографический список	35

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению практических работ по дисциплине
«Основы строительного дела»
для студентов направления
21.03.03 «Геодезия и дистанционное зондирование»
(профиль «Геодезия»)
всех форм обучения

Составители:
Арзуманов Арбен Андреевич
Новокщенова Татьяна Александровна

Редактор Кулакова Н.В.

Подписано в печать 13.07.2018.
Формат 60×84/16. Бумага для множительных аппаратов.
Усл. печ. л. 2,3. Тираж 56 экз.
Зак. № 120.

ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический
университет»
394026 Воронеж, Московский просп., 14

Участок оперативной полиграфии издательства ВГТУ
394026 Воронеж, Московский просп., 14