

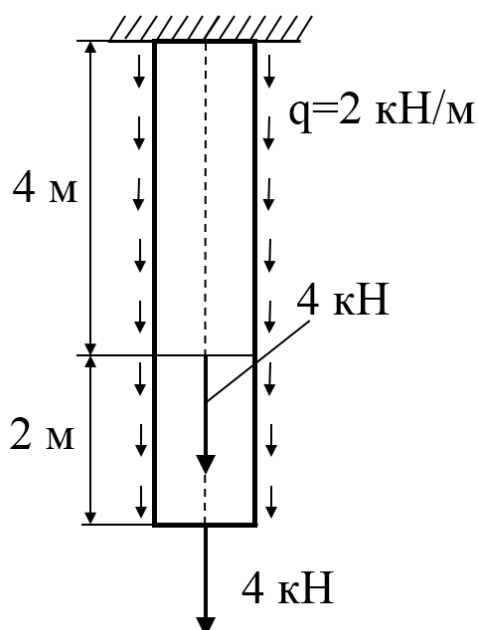
Демонстрационный вариант заданий второго этапа по Профилю «Урбанистика и гражданское строительство»

Тексты заданий, критерии оценки, максимально возможный балл, правильный ответ. В случае задания, предполагающего ручную проверку, приводится вариант правильного решения

Блок 1: Сопротивление материалов

Задание 1 (2 балла)

К стержню с площадью $A_1=2 \text{ см}^2$ вдоль его оси приложены две сосредоточенные силы и распределенная нагрузка. Каково максимальное абсолютное значение (модуль) нормальных напряжений в этом стержне?

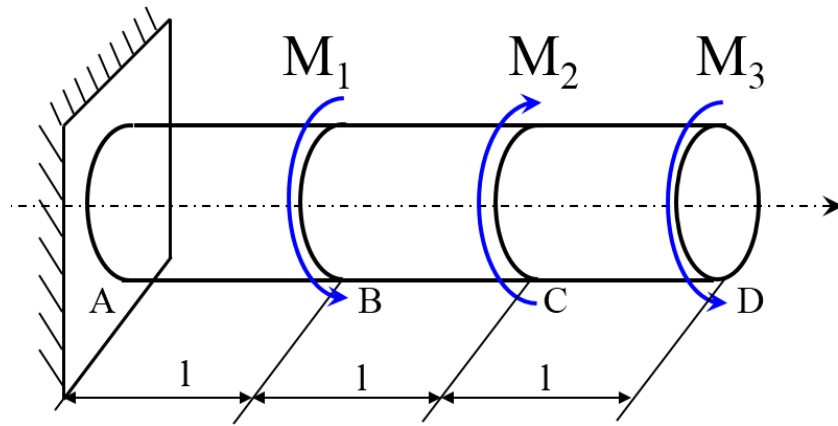


- a. 60 МПа
- b. 80 МПа
- c. 100 МПа
- d. 120 МПа

Ответ: 100 МПа.

Задание 2 (2 балла)

Для цилиндрического стержня круглого поперечного сечения диаметром 110 мм требуется определить максимальные по модулю касательные напряжения в опасном сечении. Внешние моменты равны $M_1=2 \text{ кНм}$, $M_2=4 \text{ кНм}$, $M_3=6 \text{ кНм}$.

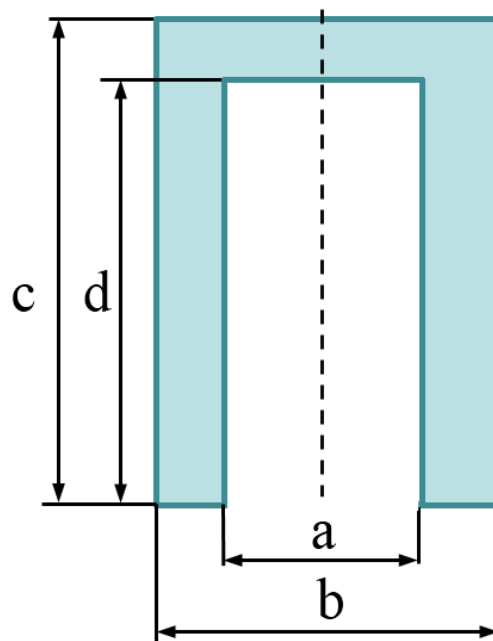


- a. 15 МПа
- b. 23 МПа
- c. 31 МПа
- d. 46 МПа

Ответ: 23 МПа.

Задание 3 (3 балла)

Определите максимальный осевой момент инерции составного сечения? Дано: $a=8$ см, $b=12$ см, $c=20$ см, $d=18$ см.

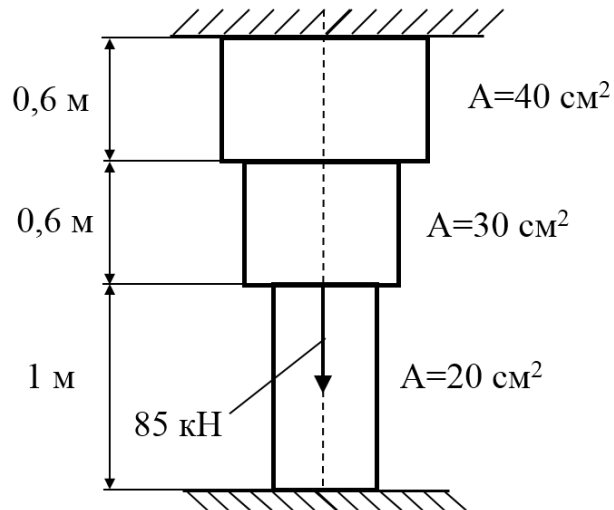


- a. 1624 см⁴
- b. 3752 см⁴
- c. 4588 см⁴
- d. 5682 см⁴

Ответ: 3752 см⁴.

Задание 4 (5 баллов)

Стержень жестко закреплен в опорах и нагружен сосредоточенной силой. Определить наибольшие нормальные напряжения, возникающие в стержне.

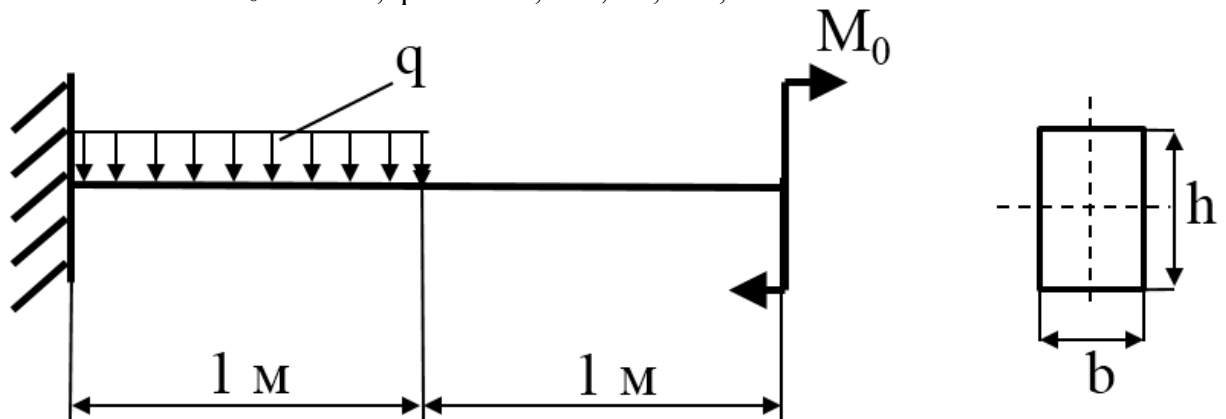


- a. 12,5 МПа
- b. 13,3 МПа
- c. 17,5 МПа
- d. 20,5 МПа

Ответ: 17,5 МПа.

Задание 5 (5 баллов)

Чему равно максимальное значение нормальных напряжений (по модулю) в поперечных сечениях балки? $M_0=20$ кНм, $q=10$ кН/м, $h=0,2$ м, $b=0,1$ м.



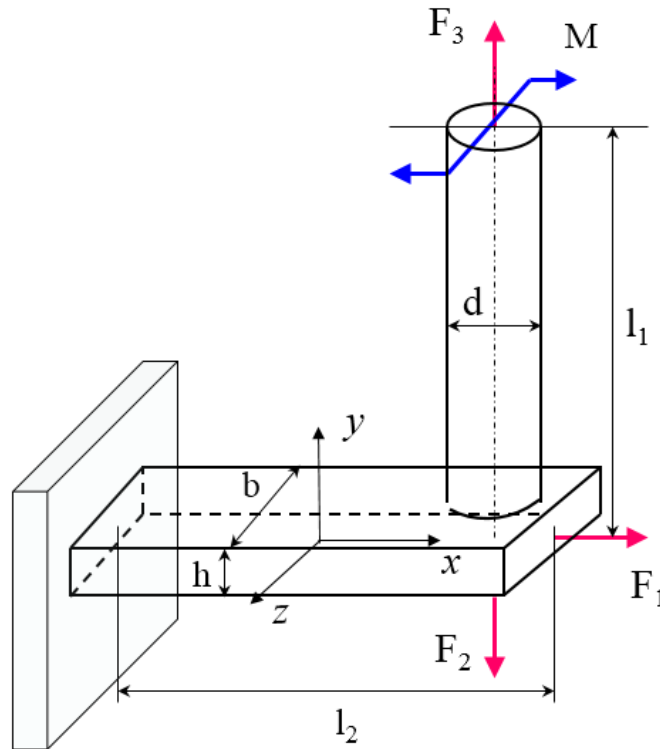
- a. 15,5 МПа
- b. 22,5 МПа
- c. 37,5 МПа
- d. 42,5 МПа

Ответ: 37,5 МПа

Задание 6 (7 баллов)

Коленчатый стержень, состоящий из круглого и прямоугольного сечений, защемлен одним концом и нагружен силами $F_1=150$ кН, $F_2=20$ кН, $F_3=5$ кН, $M=15$ кНм. $d=0,2$ м, $h=0,1$ м, $b=0,3$ м, $l_1=l_2=1$ м. Определить наибольшие нормальные напряжения в заделке.

Будьте внимательны: при оценке этой задачи будет учитываться ход решения задачи, написать просто ответ недостаточно.



Решение:

Внутреннее усилие в прямоугольном стержне равно

$$N_x = F_1 = 150 \text{ кН}$$

Изгибающие моменты в заделке при $x=l=1$ м равны

$$M_y = -M = -15 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_z = -F_2 \cdot l_2 + F_3 \cdot l_1 = -20 \cdot 1 + 5 \cdot 1 = -15 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Площадь поперечного сечения балки равна

$$A = b \cdot h = 0,3 \cdot 0,1 = 0,03 \text{ м}^2$$

Находим осевые моменты инерции прямоугольного сечения относительно осей y и z

$$I_y = \frac{h \cdot b^3}{12} = \frac{0,1 \cdot (0,3)^3}{12} = 225 \cdot 10^{-6} \text{ м}^4$$

$$I_z = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{0,3 \cdot (0,1)^3}{12} = 25 \cdot 10^{-6} \text{ м}^4$$

Нормальные напряжения при растяжении определяем по формуле

$$\sigma = \frac{N_x}{A} = \frac{150 \cdot 10^3 \text{ (Н)}}{0,03 \text{ (м}^2\text{)}} = 5 \text{ МПа}$$

Нормальные напряжения при изгибе в любой точке сечения в заделке определяем по формуле

$$\sigma = \frac{M_y z}{I_y} - \frac{M_z y}{I_z}$$

Максимальные напряжения имеют место в точке с координатами: $y=0,05$ м от оси z и $z=-0,15$ м от оси y . Отсюда получаем,

$$\sigma_{max} = \frac{(-15 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{м})(-0,15 \text{ м})}{225 \cdot 10^{-6} \text{ м}^4} - \frac{(-15 \cdot 10^3 \text{ Н} \cdot \text{м})(0,05 \text{ м})}{25 \cdot 10^{-6} \text{ м}^4} = 10 + 30 = 40 \text{ МПа}$$

Используем принцип суперпозиции. Суммируя напряжения, найденные выше, получаем.

$$\sigma_{max} = 40 + 5 = 45 \text{ МПа}$$

Ответ: 45 МПа

Критерии оценивания:

Правильно определены внутреннее усилие и изгибающие моменты – 3 балла.

Правильно определены нормальные напряжения при растяжении или изгибе – 5 баллов.

Полностью решенная задача – 7 баллов.

Блок 2: Строительные материалы

Задача 1 (1 балл)

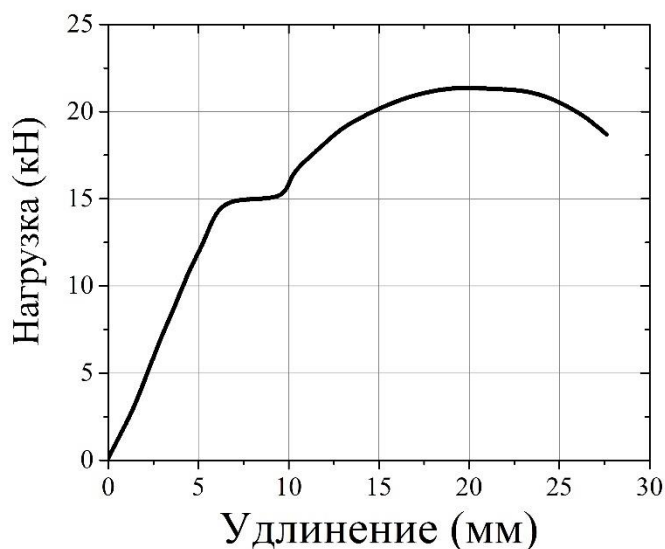
Объем деревянного бруса равен 18000 см^3 . Масса бруса составляет 10 кг, насыщенного водой 12 кг. Определите плотность бруса в сухом состоянии.

- a. $0,505 \text{ г/см}^3$
- b. $0,625 \text{ г/см}^3$
- c. $0,875 \text{ г/см}^3$
- d. 1050 г/см^3

Ответ: $0,625 \text{ г/см}^3$

Задача 2 (1 балл)

На рисунке представлена диаграмма растяжения стального стержня диаметром 8,4 мм. Определите предел текучести материала.



- a. 222,4 МПа
- b. 270,8 МПа
- c. 466,6 МПа
- d. 527,2 МПа

Ответ: 270,8 МПа

Задача 3 (2 балла)

При испытании 10 образцов древесины вдоль волокон получены значения прочности, указанные в таблице. Определите стандартное отклонение.

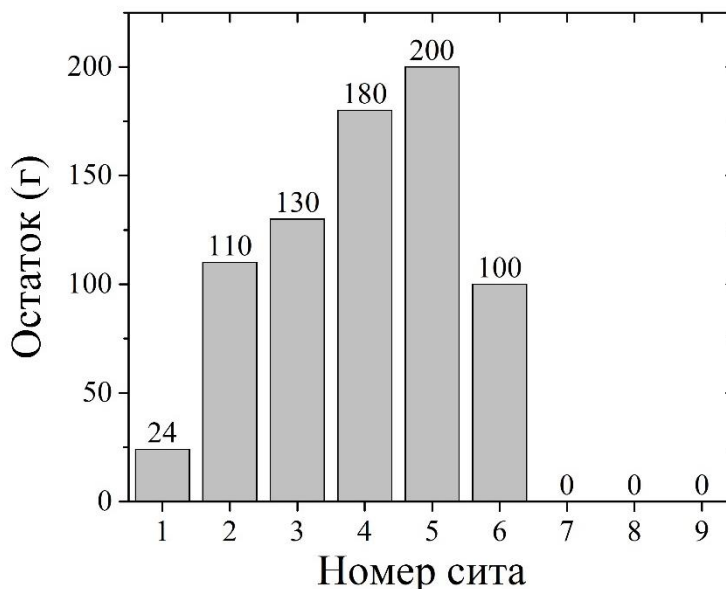
№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Прочность (МПа)	35,1	42,2	40,1	37,3	44	37,2	48	35,1	46,8	34,4

- a. 4,64 МПа
- b. 4,8 МПа
- c. 5,0 МПа
- d. 5,6 МПа

Ответ: 5,0 МПа

Задача 4 (3 балла)

Образец сыпучего материала просеивают для получения кривой просеивания с использованием набора сит. Остаток в каждом сите приведен в таблице. Определить процент прохождения частиц через сито размером 0,5 мм.



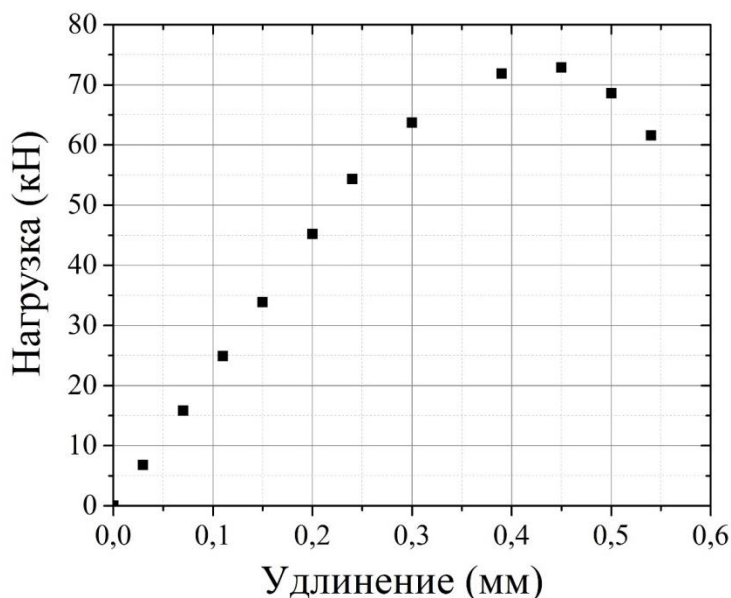
Номер сита	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Размер отверстий сита (μм)	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000

- a. 38,81
- b. 59,68
- c. 71,58
- d. 79,93

Ответ: 59,68

Задача 5 (3 балла)

Испытание на растяжение проводили на образце диаметром 12 мм. Относительное удлинение измеряли на рабочей длине в 100 мм. Результаты испытания представлены на графике. Определите модуль упругости образца.



- a. 68 ГПа
- b. 112 ГПа
- c. 200 ГПа
- d. 240 ГПа

Ответ: 200 ГПа

Задача 6 (6 баллов)

Определите количество бетонной смеси на 1 м³ при средней прочности на сжатие бетона – 48 МПа; крупный заполнитель: 10 мм недробленный (2600 кг/м³); процент мелкого заполнителя – 45; подвижность бетона – 50 мм. Для расчетов используйте графики.

Будьте внимательны: при оценке этой задачи будет учитываться ход решения задачи, написать просто ответ недостаточно.

Рисунок 1.
Связь между прочностью на сжатие и водоцементным отношением.

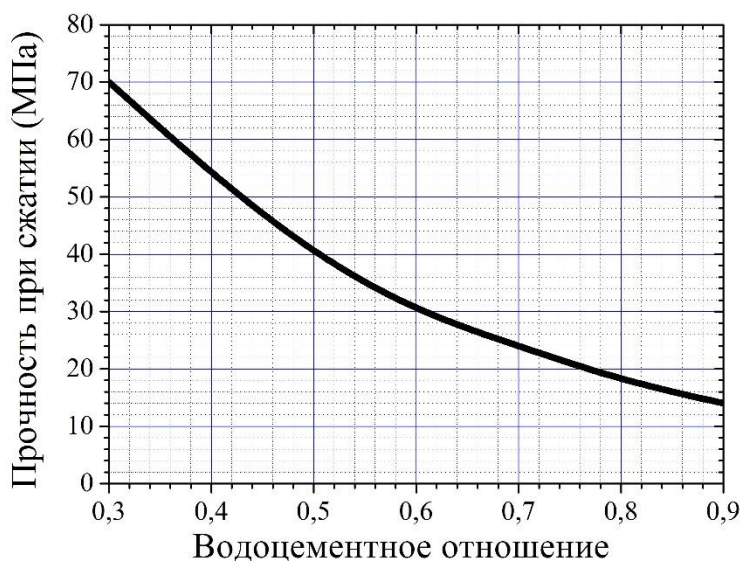


Рисунок 2. Взаимосвязь между содержанием воды и крупностью заполнителя в зависимости от уровня удобоукладываемости бетона.

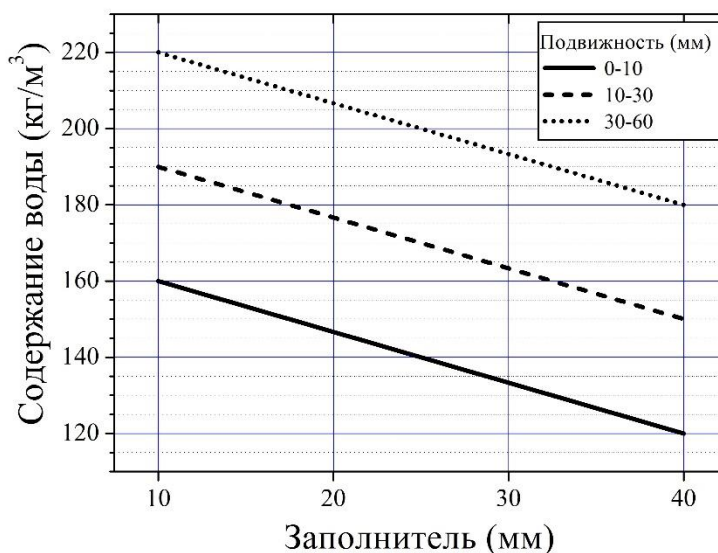
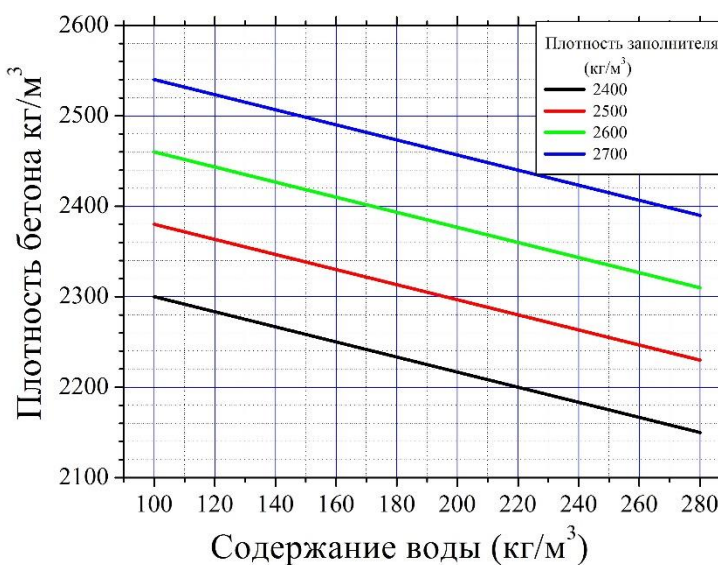
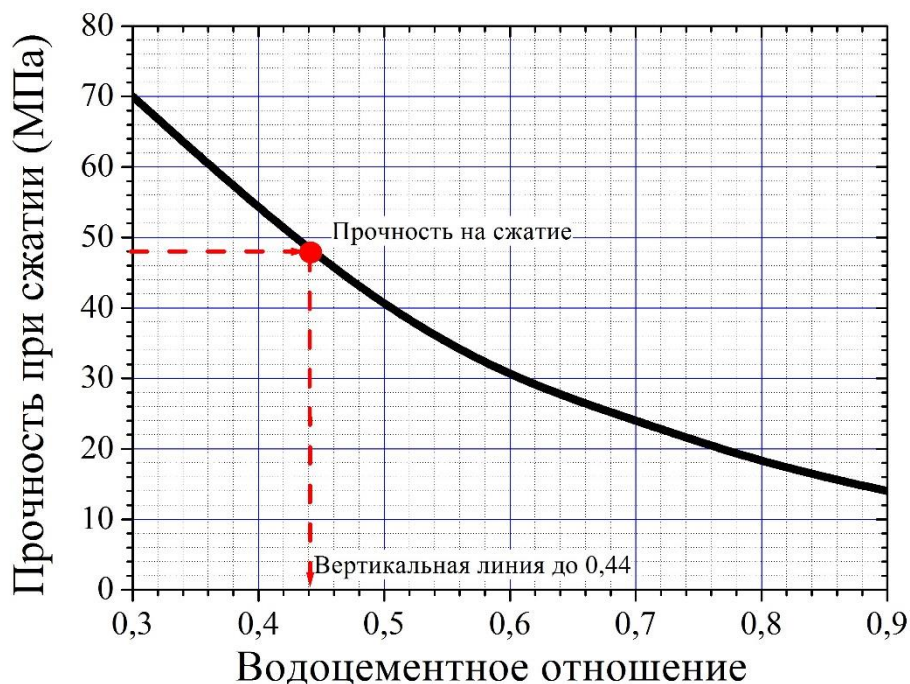


Рисунок 3. Зависимость плотности бетона от содержания воды в зависимости от плотности заполнителя.

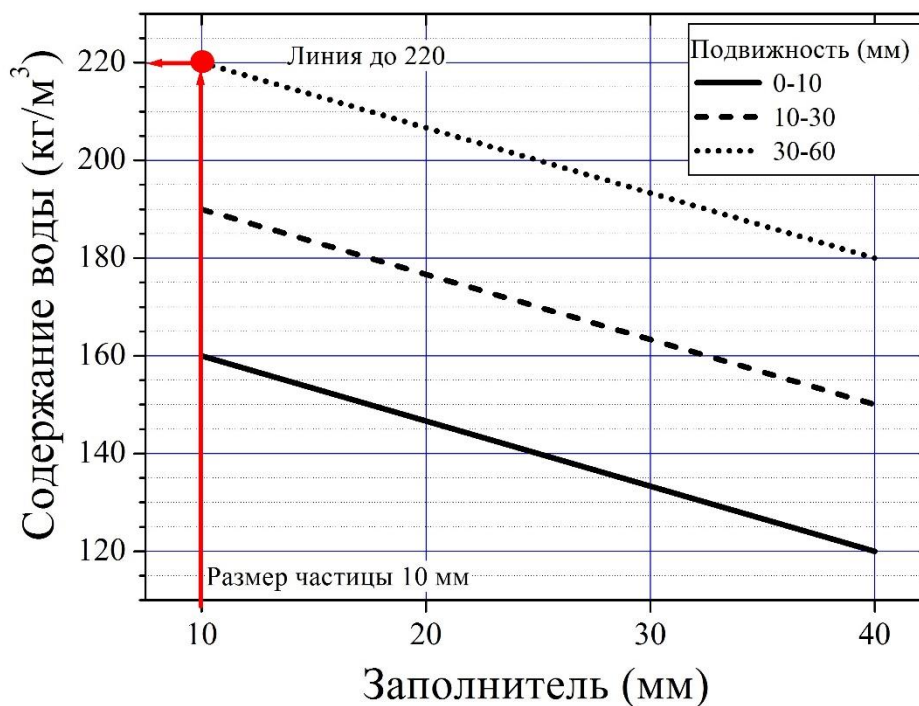


Решение

Этап 1. Сначала определяем водоцементное отношение в бетонной смеси (используя рис. 1). См. рисунок ниже. Прочность бетона на сжатие составляет 48 МПа. Начальная точка 48 МПа. Затем опускаем линию вниз до оси *x*. Таким образом, водоцементное отношение составляет 0,44.

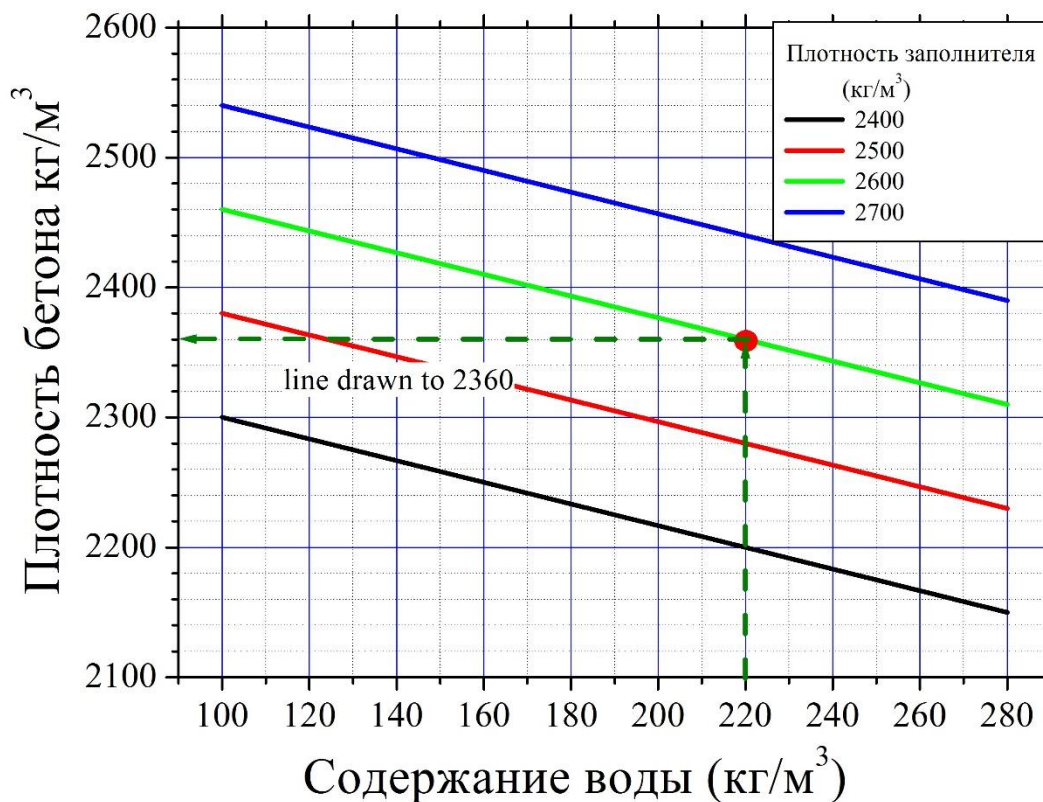


Шаг 2. Используя рисунок 2, мы определяем содержание воды. См. рисунок ниже. Начальная точка — 10 мм по оси x . Затем проводим линии: до кривой подвижности бетона в 50 мм (короткая пунктирная линия), до оси y . Таким образом, содержание воды составляет 220 кг/м^3 .



Шаг 3. Содержание цемента $= 220 / 0,44 = 500 \text{ кг/м}^3$.

Шаг 4. Используя рисунок 3 определяем плотность бетона. См. рисунок ниже. Начальная точка – 220 кг/м^3 по оси x . Затем линию проводят до кривой соответствующей плотности заполнителя (зеленая линия). Таким образом, плотность бетона составляет 2360 кг/м^3 .



Шаг 5. Содержание заполнителя= $2360-220-500=1640$ кг/м³
 Содержание мелкого заполнителя= $1640 \cdot 0,45=738$ кг/м³
 Содержание крупного заполнителя= $1640-738=902$ кг/м³

Ответ: Количество в 1 м³ бетона

Вода	Цемент	Мелкий заполнитель	Крупный заполнитель
220	500	738	902

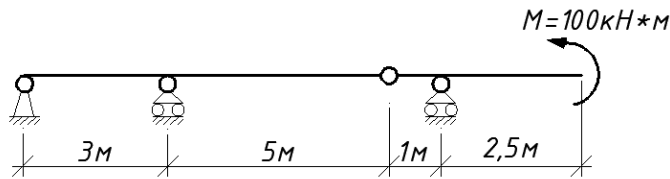
Критерии оценивания:

- Правильно определено водоцементное соотношение – 2 балла.
- Правильно определены содержание воды и цемента – 3 балла.
- Правильно определена плотность бетона – 4 балла.
- Полностью решенная задача – 6 баллов.

Блок 3: Строительная механика

Вопрос 1 (3 балла)

Определите максимальное по модулю нормальное напряжение в балке симметричного сечения высотой 200мм, изображенной на рисунке. Момент инерции сечения равен 15880 см^4

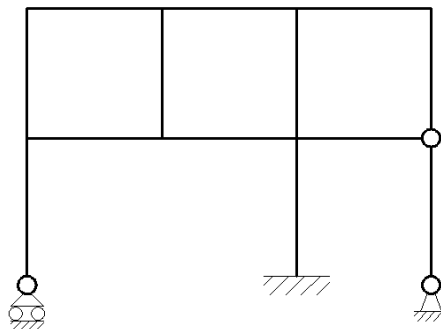


- a. 245,7 МПа
- b. 314,9 МПа
- c. 53,16 МПа
- d. 31,5 МПа

Ответ: 314,9 МПа

Вопрос 2 (2 балла)

Каким из методов предпочтительнее рассчитывать стержневую систему с точки зрения степени статической/кинематической неопределенности? Загружение – произвольное; деформации растяжения-сжатия не учитываются.

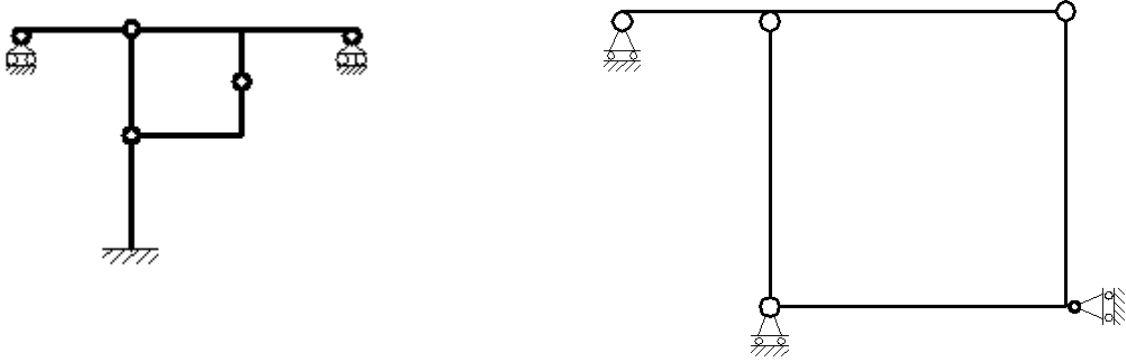


- a. методом сил
- b. методом перемещений
- c. оба метода дают одинаковое количество уравнений
- d. ни один из методов не применим к данной задаче (система геометрически изменяемая и т.д.)

Ответ: методом сил

Вопрос 3 (2 балла)

К каким типам стержневых систем относятся данные рамы?

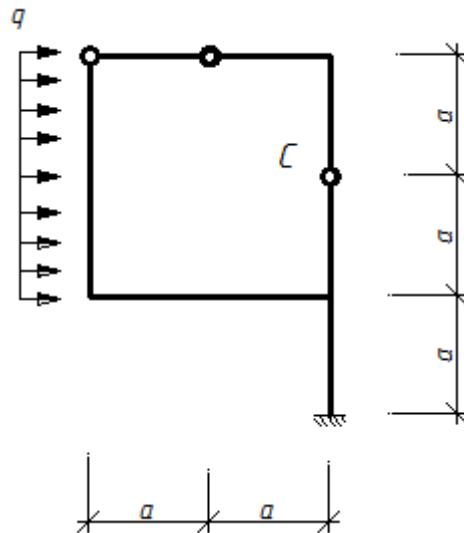


- a. обе статически определимые
- b. обе статически неопределимые
- c. обе геометрически изменяемые
- d. одна – статически определимая, другая – статически неопределимая
- e. одна – статически определимая, другая – геометрически изменяемая
- f. одна – статически неопределимая, другая – геометрически изменяемая

Ответ: обе статически определимые

Вопрос 4 (3 балла)

Определите по модулю величину полного усилия в шарнире С при нагрузке $q=15\text{кН/м}$; $a=3\text{м}$.

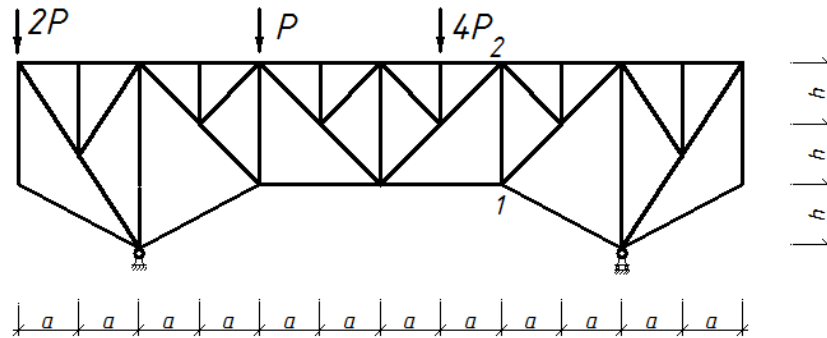


- a. 0 кН
- b. 2 кН
- c. 5 кН
- d. 8 кН

Ответ: 0 кН

Вопрос 5 (5 баллов)

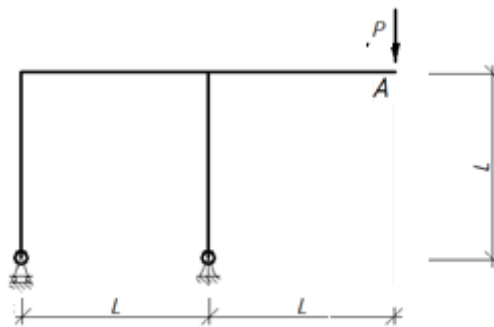
Определите (с учетом знака) значение продольного усилия в стержне 1-2 фермы, если известно, что $a=3\text{м}$, $h=4\text{м}$, $P=4\text{кН}$. Ответ укажите в кН



Ответ: -9 кН

Вопрос 6 (5 баллов)

Чему равно значение вертикального перемещения (в мм) в точке А стержневой системы, если известно, что $P=100\text{кН}$, $L=3\text{м}$, жесткость на изгиб $EI=360\,000\text{кН}\cdot\text{м}^2$?



Ответ: 5мм

Блок 4: Строительные конструкции

Вопрос 1 (2 балла)

Как изменяется величина критической силы для внецентренно сжатой железобетонной колонны при увеличении содержания стальной арматуры и сохранении всех остальных параметров?

- a. Уменьшается
- b. Не изменяется
- c. Увеличивается
- d. Вопрос не имеет смысла

Ответ: Увеличивается

Вопрос 2 (3 балла)

Опоры неразрезной железобетонной балки, имеющей пять пролетов, обозначены А, В, С, D, Е, F (слева направо). Какое расположение равномерно распределенной нагрузки приводит к наибольшему количеству продольной растянутой арматуры вблизи второй опоры (опоры В)?

- a. Загружены только первый и третий пролеты
- b. Загружены только первый, второй и четвертый пролеты
- c. Загружены только второй, третий и пятый пролеты
- d. Загружены только первый, третий и пятый пролеты

Ответ: Загружены только первый, второй и четвертый пролеты

Вопрос 3 (2 балла)

Какова приблизительная величина напряжений в стальной растянутой арматуре перед образованием трещин, если предельная деформация окружающего бетона при растяжении составляет 0,0002? Сцепление бетона с арматурой не нарушено.

- a. 40 МПа
- b. 60 МПа
- c. 15 МПа
- d. 80 МПа
- e. 400 МПа

Ответ: 40 МПа

Вопрос 4 (3 балла)

Сплошной стальной стержень круглого поперечного сечения диаметром 120 мм испытывает внецентренное растяжение. Эксцентриситет растягивающей силы составляет 30 мм. Расчетное сопротивление стали составляет 600 МПа. При каком максимальном значении растягивающей силы прочность стержня обеспечена? Расчет следует выполнять по линейно - упругой стадии работы. Не следует вводить каких – либо дополнительных коэффициентов.

- a. 300 кН
- b. 2000 кН
- c. 4500 кН
- d. 1200 кН

Ответ: 2000 кН

Вопрос 5 (6 баллов)

Изгибающий момент в сечении железобетонной прямоугольной балки равен $200 \text{ кН}\cdot\text{м}$, ширина сечения $b = 250 \text{ мм}$, расчетная (полезная) высота $h_0 = 450 \text{ мм}$, расстояние от центра сжатой арматуры до кромки бетона $a' = 50 \text{ мм}$; расчетная прочность (сопротивление) бетона на сжатие $11,9 \text{ Н/мм}^2$, площадь сжатой арматуры составляет $4,53 \text{ см}^2$ (расчетное сопротивление растяжению и сжатию $360,0 \text{ Н/мм}^2$). Учтеь, что форма блока сжимающих напряжений прямоугольная. Не следует вводить каких – либо дополнительных коэффициентов к расчетным сопротивлениям или форме блока сжимающих напряжений. Выбрать из предложенных вариантов все значения площади растянутой арматуры, при которых удовлетворяется условие прочности:

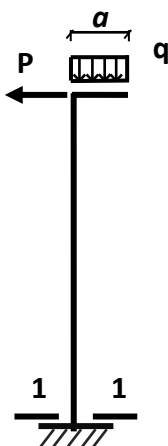
- a. $24,5 \text{ см}^2$
- b. $14,8 \text{ см}^2$
- c. $8,3 \text{ см}^2$
- d. $9,9 \text{ см}^2$
- e. $18,7 \text{ см}^2$

Ответ:

- a. $24,5 \text{ см}^2$
- b. $14,8 \text{ см}^2$
- c. $8,3 \text{ см}^2$

Вопрос 6 (4 балла)

При каких значениях равномерно распределенной нагрузки q в сечении 1-1 бетонной (без армирования) колонны образуются нормальные трещины? В качестве критерия образования трещин принять превышение максимальной величины растягивающих напряжений от нагрузок P и q над прочностью (сопротивлением) бетона при растяжении, равным $1,95 \text{ Н/мм}^2$ (вторая группа предельных состояний). Влияние прогиба на момент от внешних нагрузок, собственный вес бетона и пластические деформации не учитывать. Высота колонны составляет 5 м , нижний торец зашцеьлен, верхний – свободен, размеры поперечного сечения: высота 50 см (размер в плоскости изгиба), ширина 20 см , $P = 5 \text{ кН}$, $a = 60 \text{ см}$



- a. 410 кН/м
- b. 330 кН/м
- c. 300 кН/м
- d. 380 кН/м

е. 210 кН/м

Ответ:

- а. 410 кН/м
- б. 330 кН/м
- д. 380 кН/м

Блок 5: Урбанистика

Задача 1 (1 балл)

Какая из современных урбанистических концепций подразумевает обеспечение безопасности и благоприятных условий жизнедеятельности человека, ограничение негативного воздействия на окружающую среду, и обеспечение охраны природных ресурсов в интересах настоящего и будущего поколений?

- a. Новый урбанизм
- b. Устойчивое развитие
- c. Ландшафтный урбанизм
- d. Кластеризация

Ответ: Устойчивое развитие

Задача 2 (1 балл)

Укажите составляющие концепции устойчивого развития территорий

- a. Экономическая, экологическая и социальная
- b. Экономическая и территориальная
- c. Социальная и культурная
- d. Экологическая, культурная и социальная

Ответ: Экономическая, экологическая и социальная

Задание 3 (1 балл)

Какой тип жилой застройки представлен на фото?



- a. Таунхаусы (Townhouse)
- b. Индивидуальная жилая застройка
- c. Секционная жилая застройка
- d. Смешанная жилая застройка

Ответ: Индивидуальная жилая застройка

Задача 4 (4 балла)

Из приведенных ниже принципов выделите те, которые относятся к концепции Нового урбанизма, возникшей в начале 1980-х годов в США

- a. Пешеходная доступность
- b. Развитие автомобильного транспорта
- c. Смешанное использование (многофункциональность)
- d. Функциональное разделение территорий

Ответ:

- a. пешеходная доступность
- c. смешанное использование (многофункциональность)

Задача 5 (4 балла)

Установите соответствие между вопросами (1-4) и изображениями (рис. А-Ф). В ответах могут быть использованы не все рисунки.

- 1. Укажите изображение, содержащее точечный тип застройки.
- 2. Укажите изображение, содержащее периметральный тип застройки.
- 3. Укажите изображение, содержащее строчный тип застройки.
- 4. Укажите изображение, содержащее террасированный тип застройки.

Пример написания ответа: 1А-2С-3D-4В, где 1А означает вопрос - 1, ответ – рис. А и т.д.





Ответ: 1В-2С-3А-4F

Задача 6 (9 баллов)

Дайте характеристику концепции «Умный город» («Smart City»)?

Необходимо ввести краткое описание в поле для ответа

Ответ: Умный город – концепция города нового поколения, которая предусматривает эффективное управление и обеспечение высокого уровня жизни населения за счет применения **инновационных технологий**. Основные технологические, экономические и экологические изменения стали причиной появления интереса к «умным городам».

Основной идеей умного города является совместное использование **инфокоммуникационных технологий** и **Интернета вещей**. Использование **датчиков** и сенсорных сетей позволяет осуществлять **мониторинг в реальном времени**. Информация поступает от самих граждан или общественных устройств, затем обрабатываются и анализируются.

Мировые мегаполисы с каждым годом прилагают все больше усилий для создания «**умной среды**» для жизни населения, в их числе **Сингапур, Лондон, Сан-Франциско, Нью-Йорк, Амстердам, Стокгольм, Цюрих, Копенгаген, Москва**. Так, например, благодаря использованию умного транспорта в Сингапуре редко возникают автомобильные пробки, хотя город отличается высокой плотностью населения. На сегодняшний день Сингапур является примером использования наибольшего количества «**smart-систем**». Большинство городов, следующих концепции умного города, пока применяют меньшее число инновационных технологий.

Критерии оценивания

1. Соответствие теме вопроса (максимум 4 балла)

- Отвечающий корректно и последовательно раскрывает тему вопроса, рассуждает на предложенную тему и приводит **примеры (4 балла)**
- Отвечающий рассуждает на предложенную тему, но ответ неполный (не полностью раскрывает тему) (**2-3 балла**)
- Отвечающий рассуждает на тему, близкую к предложенной (**1 балла**)
- Ответ не соответствует теме вопроса (**0 баллов**)

2. Владение ключевыми терминами и понятиями (максимум 5 баллов)

Ключевые термины: «умный город» («smart city»), информационные технологии, инновационные технологии, инфокоммуникационные технологии (ИКТ), «интернет вещей» (IoT решения), датчики, мониторинг в реальном времени, умная среда, «smart-системы», интерактивность, Большие данные («big data»), smart-система.

- Владеет понятийным аппаратом, корректно раскрывает и использует ключевые термины и определения (3 и более терминов/определений) (**5 баллов**)
- Владеет понятийным аппаратом, использует в тексте 2-3 термина/определения, но допускает незначительные неточности (**3-4 балла**)
- Частично владеет понятийным аппаратом, использует в тексте 1-2 термина/определения, но допускает неточности либо ошибки (**1-2 балла**)
- Не владеет понятийным аппаратом, не использует терминологию (**0 баллов**)