

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ
«НИЖНЕУДИНСКИЙ ТЕХНИКУМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ**

Устройство искусственных сооружений

Профессия:

08.02.10 Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство

Нижеудинск 2023

Методические указания по выполнению практических работ предназначены для организации работы на практических занятиях по МДК «Устройство искусственных сооружений»

В методических указаниях определены цели и задачи выполнения практических работ, описание каждой работы включает в себя задания для практической работы и инструктаж по ее выполнению.

Организация-разработчик:

Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
Иркутской области «Нижнеудинский техникум железнодорожного транспорта».

Автор-составитель:

Харитонов Н.Э., преподаватель специальных дисциплин ГБПОУ НТЖТ

Рекомендовано предметно-цикловой комиссией технического профиля. Протокол № 1 от
30.08 2022г.

Ведение

Методические рекомендации по выполнению практических работ по МДК «Устройство искусственных сооружений» разработаны в помощь студентам для самостоятельного выполнения ими практических работ, предусмотренных рабочей программой. Практические занятия проводятся после изучения соответствующих разделов и тем учебной дисциплины.

Цель данных методических указаний – оказать помощь студентам при выполнении практических работ и закреплении теоретических знаний по основным разделам профессионального модуля

Выполнение практических работ направлено на формирование общих и профессиональных компетенций, закрепление знаний, освоение необходимых умений и формирование первоначального практического опыта, предусмотренных ФГОС СПО по специальности «Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство»

В результате освоения МДК Устройство искусственных сооружений обучающийся должен освоить общие и профессиональные компетенции:

ОК 1. Понимать сущность и социальную значимость своей будущей профессии, проявлять к ней устойчивый интерес.

ОК 2. Организовывать собственную деятельность, выбирать типовые методы и способы выполнения профессиональных задач, оценивать их эффективность и качество.

ОК 3. Принимать решения в стандартных и нестандартных ситуациях и нести за них ответственность.

ОК 4. Осуществлять поиск и использование информации, необходимой для эффективного выполнения профессиональных задач, профессионального и личностного развития.

ОК 5. Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

ОК 6. Работать в коллективе и в команде, эффективно общаться с коллегами, руководством, потребителями.

ОК 7. Брать на себя ответственность за работу членов команды (подчиненных), за результат выполнения заданий.

ОК 8. Самостоятельно определять задачи профессионального и личностного развития, заниматься самообразованием, осознанно планировать повышение квалификации.

ОК 9. Ориентироваться в условиях частой смены технологий в профессиональной деятельности.

ПК 3.1. Обеспечивать выполнение требований к основным элементам и конструкции земляного полотна, переездов, путевых и сигнальных знаков, верхнего строения пути.

ПК 3.2. Обеспечивать требования к искусственным сооружениям на железнодорожном транспорте.

ПК 3.3. Проводить контроль состояния рельсов, элементов пути и сооружений с использованием диагностического оборудования.

Учебным планом на практическую работу обучающихся предусмотрено 52 часа.

Тематический план практических работ

Тема	Вид практической работы	К-во час.
Тема 1.11.	Расчет диаметра трубы для пропуска воды	2

<i>Виды и назначения искусственных сооружений</i>	Расчет малого моста для пропуска воды	2
Тема 1.12. Нагрузки, действующие на мосты. Понятие о расчете мостов	Расчет воздействия подвижного состава на железобетонный мост	2
	Расчет воздействия подвижного состава на металлический	2
Тема 1.13. <i>Водный поток, характер его изменения под искусственными сооружениями</i>	Расчет водопропускной способности малого железобетонного моста	2
	Расчет водопропускной способности двух пролетного металлического моста	2
Тема 1.15. Деревянные мосты	Расчет нагрузки подвижного состава на балочный мост	2
	Расчет нагрузки подвижного состава на опоры деревянного моста	2
Тема 1.16. Металлические мосты	Расчет воздействия подвижного состава на пролетное строение металлического моста	2
	Определение неисправности металлического моста	2
	Расчет укладки мостового бруса на один пролет металлического моста	2
Тема 1.17. Опоры капитальных мостов	Расчет глубины заложения фундамента опор	4
Тема 1.19. Железобетонные мосты	Определение неисправности железобетонных мостов	2
Тема 1.20. Водопропускные трубы	Расчет диаметра колодца дюкера	2
	Расчет высоты лотка	2
Тема 1.21. Транспортные тоннели	Расчет укладки рельс в тоннели длиной 2000 метров	2
	Расчет укладки шпал в тоннели длиной 2000метров	2
Тема 1.23. Организация эксплуатации искусственных сооружений	Расчет количество людей на текущее содержание четырех пролетного металлического моста	2
	Расчет количество людей на текущие содержание тоннели длиной 975 метров	2
Тема 1.26. <i>Техника безопасности при эксплуатации искусственных сооружений</i>	Определение вида подпорной стены, конструктивных особенностей и основных размеров. Оценка технического состояния	2
	Определение вида тоннеля, его конструктивных особенностей и основных размеров. Оценка технического состояния	2
	Определение вида трубы и ее основных размеров. Оценка технического состояния	2
	Определение системы и вида железобетонного моста, его основных размеров и конструктивных особенностей	2
	Определение системы и вида каменного (бетонного) моста, его основных размеров и конструктивных особенностей	2
	Определение вида и типа металлического моста, его конструктивных особенностей и основных размеров	2
	Определение вида искусственного сооружения, его размеров и расхода воды	2
ИТОГО		52

Практическая работа №1

Тема: Расчет диаметра трубы для пропуска воды

Цель: Выполнить расчёт водопропускной способности труб

Назначение и выбор отверстия круглых водопропускных труб.

Расчет труб производится при безнапорном режиме протекания воды через сооружение. На данных водопропускных трубах применяется раструбный оголовок с коническим входным звеном.

Расчет труб на участке строительства.

Дорожная насыпь, имеющая высоту $H_{нас}$, ширину земляного полотна $B=12\text{м}$ и крутизну заложения откосов $m=1.5$, пересекает водоток с переменным расходом, для пропуска которого в теле насыпи укладывается с уклоном i_r круглая железобетонная труба, имеющая обтекаемый оголовок.

Требуется:

1. Подобрать диаметр трубы для пропуска максимального расчетного расхода $Q_{мах}$ в напорном режиме при допустимой скорости движения воды в трубе $U_{доп}=4\text{м/с}$ и минимально допустимом расстоянии от бровки насыпи до подпорного уровня $a_{min}=0.5\text{м}$.
2. Определить фактическую скорость движения воды в трубе U_f при пропуске максимального расхода и глубину H воды перед трубой, соответствующую этому расходу.
3. Рассчитать предельные расходы и соответствующие им глубины перед трубой, при которых труба будет работать в безнапорном и полунапорном режимах.

Таблица 3.

Исходные данные	Номер варианта											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$Q_{мах}$ $\text{м}^3/\text{с}$	4.5	6	8	3.9	14.5	3	12.8	1.7	10	11	11.2	13.5
$H_{нас}$. М	3.9	2.6	3.2	3.6	5.0	2.2	4.1	2.4	5.4	6.4	7.3	8.5
i_r	0,008	0.003	0.020	0.006	0.004	0.01	0.003	0.015	0.012	0.005	0.003	0.008

--	--

Исходные данные	Номер варианта											
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Q _{max} . м ² /с	2.5	6,8	8,9	6.9	12.5	4	11.8	2.7	13	14	12.2	15.5
Н _{нас} . М	3.9	2.6	3.2	3.6	5.0	2.2	4.1	2.4	5.4	6.4	7.3	8.5
ir	0,004	0.002	0.024	0.008	0.009	0.05	0.002	0.019	0.011	0.007	0.005	0.009

Исходные данные	Номер варианта											
	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
Q _{max} . м ² /с	4.5	6	8	3.9	14.5	3	12.8	1.7	10	11	11.2	13.5
Н _{нас} . М	7.9	5.6	2.2	4.6	6.0	3.2	5.1	3.4	2.4	8.4	5.3	3.5
ir	0,002	0.009	0.010	0.016	0.028	0.012	0.033	0.025	0.018	0.023	0.043	0.058

Площадь живого сечения потока, исходя из допустимой скорости движения воды.

$$w = \frac{Q}{U_{\text{доп}}} = \frac{10}{4} = 2.5 \text{ м}^2$$

Диаметр напорной трубы:

$$d = \frac{\sqrt{4w}}{\sqrt{\pi}} = \frac{\sqrt{4 * 2.5}}{\sqrt{3.14}} = 1.59 \text{ м}$$

Принимаем стандартное значение:

$$d_{\text{ст}} = 1,25 \text{ м}$$

тогда площадь:

$$\omega = \frac{\pi * d_{\text{ст}}^2}{4} = \frac{3.14 * 1.25^2}{4} = 0.98 \text{ м}^2$$

Фактическая скорость движения воды:

$$U_{\phi} = \frac{Q}{\omega} = \frac{10}{0.98} = 10.21 \text{ м/с}$$

Длина трубы:

$$L = 2 * H_{\text{нас}} * m + B = 2 * 2.16 * 1.5 + 30 = 6.48 + 30 = 36.48 \text{ м}$$

Коэффициент расхода:

где λ – глубина в сжатом сечении. -0.2

$$\mu = \frac{1}{\sqrt{1 + E_{\text{вх}} + \lambda * \frac{l}{d}}} = \frac{1}{\sqrt{1 + 0.2 + 0.57}} = \frac{1}{\sqrt{1.77}} = \frac{1}{1.330} = 0.751$$

Напор воды перед трубой:

где d – ускорение свободного падения, равное 9,81 м/с²

$$\begin{aligned} H &= \frac{Q^2}{\mu^2 \omega^2 2 * d} + 0.85 * d - i \tau l = \frac{10^2}{0.751^2 * 0.98^2 * 2 * 9.81} + 0.85 * 1.59 - 0.012 * 36.48 \\ &= \frac{100}{0.56 * 0.96 * 19.62} + 1.35 - 0.43 = \frac{100}{10.54} + 0.92 = 9.48 + 0.92 = 10.40 \end{aligned}$$

Гидравлический радиус:

Удоп=X

$$R = \frac{\omega}{x} = \frac{d}{4} = \frac{1.59}{4} = 0.397$$

Коэффициент Шези: $n=0.014$

$$C = \frac{1}{n} * R^{1/6} = \frac{1}{0.014} * 0.397^{1/6} = 67.15$$

Расходная характеристика:

$$K = \omega * C \sqrt{R} = 0.98 * 67.15 * \sqrt{0.397} = 41.45$$

Гидравлический уклон:

$$i = \frac{Q^2}{K^2} = \frac{10^2}{41.45^2} = \frac{100}{1718.10} = 0.0582$$

Верхний предел существования полунапорного режима определяется условием:

$$H=1,4*1,59=2,226$$

Предельный расход:

$$Q = \mu * \omega * \sqrt{2 * d(1,4 * d - (0,708 - 2 * i_T) * d)} = 0,73 * \sqrt{19,62 * 1,426 * 1,59} = 0,73 * \sqrt{44,2} \\ = 0,73 * 6,64 = 4,84$$

Нижний предел существования полунапорного режима определяется условием:

$$H=1,2*1,59=1,908$$

Ему соответствует расход:

ширина потока $vk=0,64$

$$Q = \mu * vk \sqrt{2 * d(1,2 * d)^{\frac{3}{2}}} = 0,751 * 1,03 * \sqrt{2 * 9,81}(1,2 * 1,25)^{\frac{3}{2}} = 0,773 * 4,4 * 29,6 \\ = 2,39 \text{ м}^3/\text{с}$$

Определяем опалогию:

$$\frac{Q}{vk} = \mu * \sqrt{2 * d} * H^{\frac{3}{2}} = 0,75 * \sqrt{2 * 9,81} * 2,16^{\frac{3}{2}} = 0,75 * 4,42 * 3,24 = 7,16$$

Затем определяем безразмерный параметр:

$$\frac{Q}{vk * d \sqrt{d * d}} = \frac{10}{1,59 \sqrt{9,87 * 1,59}} = \frac{10}{6,2} = 1,6$$

Средняя ширина потока в сечении с критической глубиной:

$$vk=0,64*d=0,64*1,59=1,01 \text{ м.}$$

Ему соответствует расход:

$$Q = \mu * vk \sqrt{2 * d(1,2 * d)^{\frac{3}{2}}} = 0,751 * 1,03 * \sqrt{2 * 9,81}(1,2 * 1,25)^{\frac{3}{2}} = 0,773 * 4,4 * 29,6 \\ = 2,39 \text{ м}^3/\text{с}$$

Определяем опалогию:

$$\frac{Q}{vk} = \mu * \sqrt{2 * d} * H^{\frac{3}{2}} = 0,75 * \sqrt{2 * 9,81} * 2,16^{\frac{3}{2}} = 0,75 * 4,42 * 3,24 = 7,16$$

Затем определяем безразмерный параметр:

$$\frac{Q}{vk * d \sqrt{d * d}} = \frac{10}{1,59 \sqrt{9,87 * 1,59}} = \frac{10}{6,2} = 1,6$$

Средняя ширина потока в сечении с критической глубиной:

$$вк=0,64*d=0.64*1.59=1.01м.$$

Литература

И.В. Прокудин , И.А. Грачев, А.Ф. Колос. Организация строительства железных дорог. Учебное пособие-М.: ФГБОУ «УМЦ»-2013.

И.И. Медведева., Общий курс железных дорог: учебн пособие.-М.: ФГБУ ДПО «Учебный методический центр по образованию на железнодорожном транспорте»,2019.

Практическая работа 2

Тема: Расчет малого моста для пропуска воды

Цель: Выполните расчёт водопропускной способности малого моста

Гидравлический расчет малого моста

Для того, чтобы правильно определить схему протекания воды под мостом, необходимо определить бытовую глубину потока.

Исходные данные:

- расчетный расход $Q_p = 30,24 \text{ м}^3 / \text{с}$;

- уклон лога у сооружения $i_l = i_0 = 0,0037$;

- заложение склонов: правого $m_{np} = 42,18$;

левого $m_l = 40,36$;

- укрепление лога – одерновка плашмя.

1. По приложению 23 [5] устанавливаем коэффициент шероховатости для заданного типа укрепления $n = 0,03$.

2. Так как сечение суходола при заданных уклонах треугольное, то принимаем

$$m = \frac{m_{np} + m_l}{2} = \frac{42,18 + 40,36}{2} = 41,27$$

3. Определяем значение расчетной расходной характеристики

$$K_0 = \frac{Q}{\sqrt{i_0}} = \frac{30,24}{\sqrt{0,0037}} = 497,14$$

Используя способ подбора, произвольно назначаем $h_1 = 1 \text{ м}$ и последовательно подсчитываем:

площадь живого сечения

$$\omega_1 = m \cdot h_1^2 = 41,27 \cdot 1^2 = 41,27 \text{ м}^2$$

гидравлический радиус

$$R_1 = \frac{\omega_1}{\chi_1} = \frac{41,27}{82,56} = 0,50 \text{ м} \quad , (4.4)$$

где χ – длина смоченного периметра,

$$\chi_1 = 2 \cdot h_1 \cdot \sqrt{1 + m^2} = 2 \cdot 1 \cdot \sqrt{1 + 41,27^2} = 82,56 \text{ м} \quad (4.5)$$

Скоростная характеристика

$$W_1 = 19,6 \text{ м/с}$$

расходную характеристику

$$K_1 = \omega_1 \cdot W_1 = 41,27 \cdot 19,6 = 808,89 \text{ м}^3/\text{с} \quad (4.6)$$

что значительно больше требуемого значения $K_0 = 497,14 \text{ м}^3/\text{с}$.

5. Назначаем $h_2 = 0,5 \text{ м}$, и тогда, используя формулы 4.3 – 4.6, получаем:

$$\omega_2 = 41,27 \cdot 0,50^2 = 10,32 \text{ м}^2$$

$$\chi_2 = 2 \cdot 0,50 \cdot \sqrt{1 + 41,27^2} = 41,28 \text{ м}$$

$$R_2 = \frac{10,32}{41,28} = 0,25 \text{ м}$$

$$W_2 = 11,35 \text{ м/с}$$

$$K_2 = 10,32 \cdot 11,35 = 117,13 \text{ м}^3/\text{с}$$

Полученное значение расходной характеристики значительно меньше требуемое значение $K_0 = 497,14 \text{ м}^3/\text{с}$, поэтому расчет следует продолжить.

6. Назначаем $h_3 = 0,8 \text{ м}$, и тогда, используя формулы 4.3 – 4.6, получаем:

$$\omega_3 = 41,27 \cdot 0,80^2 = 26,41 \text{ м}^2$$

$$\chi_3 = 2 \cdot 0,80 \cdot \sqrt{1 + 41,27^2} = 66,05 \text{ м}$$

$$R_3 = \frac{26,41}{66,05} = 0,40 \text{ м}$$

$$W_3 = 16,50 \text{ м/с}$$

$$K_3 = 26,41 \cdot 16,50 = 435,76 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$\frac{K_3 - K_0}{K_0} = \frac{435,76 - 497,14}{497,14} = 12\%$$

Расхождение , т. е. более 5 %, поэтому расчет следует продолжить.

7. Назначаем $h_4 = 0,85 \text{ м}$, и тогда, используя формулы 4.3 – 4.6, получаем:

$$\omega_4 = 41,27 \cdot 0,85^2 = 29,82 \text{ м}^2$$

$$\chi_4 = 2 \cdot 0,85 \cdot \sqrt{1 + 41,27^2} = 70,18 \text{ м}$$

$$R_4 = \frac{29,82}{70,18} = 0,42 \text{ м}$$

$$W_4 = 17,14 \text{ м/с}$$

$$K_4 = 29,82 \cdot 17,14 = 511,11 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$\frac{K_4 - K_0}{K_0} = \frac{511,11 - 497,14}{497,14} = 2,8\%$$

Расхождение , т. е. менее 5 %, поэтому расчет следует прекратить.

8. Скорость потока в логе при $h_0 = 0,85 \text{ м}$ определим по формуле

$$V_0 = W_0 \cdot \sqrt{i_0} = 16,67 \cdot \sqrt{0,0037} = 1,01 \text{ м/с} \quad (4.7)$$

Где

$$h_4 = h_0$$

$$W_0 = \frac{K_0}{\omega_0} = \frac{497,14}{29,82} = 16,67 \text{ м/с} \quad ; (4.8)$$

здесь

$$\omega_0 = m \cdot h_0^2 = 41,27 \cdot 0,85^2 = 29,82 \text{ м}^2 \quad (4.9)$$

В данном случае для расчетной скорости $V_0 = 1,01 \text{ м/с}$ и бытовой глубины $h_0 = 0,85 \text{ м}$ русло будет целесообразно укрепить галькой, 25...40 мм.

Результаты расчета бытовой глубины и укрепления русла приведены в таблице

Таблица 1

Ведомость расчета бытовой глубины потока

ПК положе-ние соору-жения	Расчетный расход $Q_p, \text{ м}^3/\text{с}$	Уклон лога сооружения $i_n, \text{ тыс.}$	Расчетная расходная характеристика $K_0, \text{ м}^3/\text{с}$	Бытовая глубина потока $h_0, \text{ м}$	Скорость потока в логе $V_0, \text{ м/с}$	Тип укрепления русла
09+85,00	30,24	0,0037	497,14	0,85	1,01	Галька 25...40 мм

2 Определение отверстия и высоты моста.

Перед тем, как определять отверстие моста, необходимо вычислить допускаемый напор воды перед мостом, который будет равен:

$$H = \frac{H_{нас} - \Delta}{\sigma_k} = \frac{4,00 - 1,85}{0,80} = 2,69 \text{ м}$$

где $H_{нас}$ – высота существующей насыпи, равная 4,00 м;

σ_k – коэффициент, учитывающий снижение кривой подпора во входном сечении, принимаемый равным:

$$\sigma_k = 0,75 \dots 0,85$$

Δ – величина, учитывающая строительную высоту пролетного строения и технический запас возвышения низа пролетного строения над уровнем воды, определяемая по следующей формуле:

$$\Delta = h_{стр} + \Delta_{мин} = 1,35 + 0,50 = 1,85 \text{ м}, \quad (4.12)$$

где $h_{стр}$ – строительная высота пролетного строения равная 1,35 м;

$\Delta_{мин}$ – технический запас возвышения низа пролетного строения над уровнем воды, принимаемый равным 1 м при наличии корчехода и селевых потоков и, принимаемый равным

$\Delta_{мин} = 0,50$ м во всех остальных случаях.

Первый расчетный случай . Исходные данные для расчета:

- тип устоев – с откосными крыльями;
- расчетный расход $Q = 30,24 \text{ м}^3/\text{с}$ (табл.)
- бытовая глубина воды в логе $h_0 = 0,85$ м;
- напор воды перед мостом $H = 2,69$ м.

Определить: отверстие малого моста и подобрать тип укрепления для подмостового русла.

Порядок расчета:

1. Устоям с откосными крыльями соответствует коэффициент расхода $m = 0,35$, критерий затопления $N = 0,8$.

Проверяем условие затопления. Так как

$$h_0 < N \cdot H (0,85 < 0,8 \cdot 2,69),$$

то подмостовое русло является незатопленным и поэтому коэффициент затопления $s_3 = 1$.

2. Определяем размер отверстия моста

$$b = \frac{Q}{m \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot H^{\frac{3}{2}}} = \frac{30,24}{0,35 \cdot \sqrt{2 \cdot 9,81} \cdot 2,69^{\frac{3}{2}}} = 4,42 \text{ м}$$

Коэффициент $g=9,81$

Принимаем ближайшее стандартное значение $b_1 = 5,00$ м.

3. Новое (уточненное) значение напора перед мостом

$$H_1 = H \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{b}{b_1}\right)^2} = 2,69 \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{4,42}{5,00}\right)^2} = 2,48 \text{ м}$$

4. Условие

$$h_0 < N \cdot H_1 (0,85 < 0,8 \cdot 2,48)$$

не изменилось.

5. По табл. $k_1 = 0,52$, следовательно, глубина в расчетном сечении

$$h_1 = k_1 \cdot H_1 = 0,52 \cdot 2,48 = 1,29 \text{ м}$$

и скорость

$$V_{расч} = \frac{Q}{b_1 \cdot h_1} = \frac{30,24}{5,00 \cdot 1,29} = 4,69 \text{ м/с} \quad (4.18)$$

6. По данным, устанавливаем, что при $V_{расч} = 4,69 \text{ м/с}$ и

$h_{расч} = 1,29 \text{ м}$ подмостовое русло необходимо укрепить мощением и грубым приколом на щебне (слой щебня не менее 10 см) из камня размером 20 см.

Задание 1. Выполните расчёт водопропускной способности малого моста длиной 25 м и высотой 10м.

Исходные данные

№ вариант	Расчетный расход $Q_p, \text{ м}^3/\text{с}$	Уклон лога у сооружения $i_n, \text{ тыс}$	заложение склонов: правого $m_{пр}$	заложение склонов: правого $m_{л}$	$h_1, \text{ м}$	ско-рост-ную характеристику (W_1)	$h_2, \text{ м}$	$H_3, \text{ м}$	Бытовая глубина потока $h_0, \text{ м}$
1	30.22	0,0031	41.41	40.22	1.2	19.3	0.5	0.7	0.85
2	30.13	0,0035	41.10	39.67		19.04			
3	29.29	0,0027	40.41	38.22		18.99			
4	26.17	0,0029	40.99	39.03		17.99			
5	26.90	0,0031	40.77	39.06		18.75			
6	31.12	0,0039	39.77	39.45		18.99			
7	30.87	0,0038	42.12	39.05					
8	31.49	0,0037	42.10	38.99					
9	32.08	0,0032	41.10	39.67		19.3			
10	32.04	0,0033	41.04	39.03		18.75			
11	30.06	0,0023	42.01	39.45		19.3			
12	30.44	0,0029	41.09	39.67		17.99			
13	30.86	0,0030	41.23	39.03		18.99			
14	28.79	0,0037	40.55	38.75		18.66			
15	27.90	0,0031	40.63	38.22		19.45			
16	27.08	0,0032	41.54	39.45		18.75			
17	28.09	0,0033	41.24	39.67		19.3			
18	28.76	0,0035	41.32	39.03		17.99			
19	28.45	0,0025	40.89	40.77		18.99			
20	28.01	0,0031	40.67	40.35		19.34			
21	29.01	0,0030	39.45	38.22		19.01			
22	30.01	0,0021	39.80	39.03		19.3			
23	30.55	0,0022	39.34	39.45		18.75			
24	30.88	0,0025	41.06	40.55		17.99			

25	31.23	0,0028	41.89	38.22		18.99			
26	31.97	0,0029	41.54	40.09		19.88			
27	30.83	0,0031	40.76	39.03		19.3			
28	30.77	0,0036	40.98	39.45		18.75			
29	29.99	0,0032	40.03	38.22		17.99			
30	29.08	0,0038	41.02	40.13		17.66			

№ вар-иант	$H_{нас}$ – высота существующей насыпи	s_k – коэффициент, принимаемый равным: $\sigma_k = 0,75...0,85$	$h_{стр}$ – строительная высота пролетного строения	D_{min} – технический запас возвышения низа пролетного строения над уровнем воды Δ_{in}
1	4.0	0.78	1.60м	0.50
2	4.1			
3	4.4			
4	3.9			
5	4.8			
6	4.5			
7	3.9			
8	3.7			
9	4.9			
10	5.0			
11	4.0			
12	4.4			
13	3.9			
14	5.1			
15	3.2			
16	4.0			
17	4.4			
18	3.9			
19	3.3			
20	4.0			
21	4.4			

22	5.0			
23	4.02			
24	3.9			
25	4.0			
26	4.4			
27	4.05			
28	3.9			
29	4.0			
30	4.4			

Литература

И.В. Прокудин , И.А. Грачев, А.Ф. Колос. Организация строительства железных дорог. Учебное пособие-М.: ФГБОУ «УМЦ»-2013.

И.И. Медведева., Общий курс железных дорог: учебн пособие.-М.: ФГБУ ДПО «Учебный методический центр по образованию на железнодорожном транспорте»,2019.

Практическая работа 3

Тема: Расчет воздействия подвижного состава на железобетонный мост

Цель работы: Выполнить расчет нагрузки подвижного состава на железобетонный мост

Нормативную вертикальную нагрузку от собственного веса конструкций, а также постоянных смотровых приспособлений, опор и проводов линий электрификации и связи, трубопроводов и т.д. следует определять по проектным объемам.

Для балочных пролетных строений нагрузку от собственного веса допускается принимать равномерно распределенной по длине пролета, если величина ее на отдельных участках отклоняется от средней величины не более чем на 10%.

Нормативную нагрузку от веса мостового полотна одного железнодорожного пути следует принимать равной:

при деревянных поперечинах и отсутствии тротуаров - 6,9 кН/м пути;

то же, при двух тротуарах с металлическими консолями и железобетонными плитами настила - 12,7 кН/м пути;

при железобетонных безбалластных плитах без тротуаров - 16,7 кН/м пути;

то же, с двумя тротуарами - 22,6 кН/м пути.

Вес бетонных конструкций, принимать в процентах к общему весу бетона по таблице 6.3.

Таблица 6.3

Железобетонная конструкция	бетонные швы, %	Выступающие части высокопрочных металлических прутьев, %
Бетонные плиты	0,5	2,0
Бетонные соединения	1,0	-

Нормативное воздействие предварительного напряжения (в том числе регулирования усилий) в конструкции следует устанавливать по предусмотренному (контролируемому) усилию с учетом нормативных величин потерь, соответствующих рассматриваемой стадии работы.

В железобетонных и сталежелезобетонных конструкциях кроме потерь, связанных с технологией выполнения работ по напряжению и регулированию усилий, следует учитывать также потери, вызываемые усадкой и ползучестью бетона.

Нормативное давление грунта от веса насыпи на опоры мостов и звенья труб следует определять по формулам, кПа:

а) вертикальное давление:

для опор мостов

$$P_v = \gamma_n h \quad ; (6.1)$$

б) горизонтальное (боковое) давление

$$P_n = \gamma_n h_x \tau_n \quad , (6.3)$$

P_v – вертикальное давление

γ_n

- Нормативную нагрузку от веса мостового полотна=36.7кН/м пути;

h

- высота строения 17.6кН/м пути;

где C_{γ} - высота засыпки, м, определяемая для устоев мостов по приложению Е-15.4, для звеньев труб - приложению Ж;-9.6м

γ_n - нормативный удельный вес грунта, кН/м³ 34.97 кН/м³

Нормативное воздействие усадки и ползучести бетона следует принимать в виде относительных деформаций и учитывать при определении перемещений и усилий в конструкциях. Ползучесть бетона определяется только от действия постоянных нагрузок.

Коэффициенты надежности по нагрузке для постоянных нагрузок и воздействий, указанных в 6.4-6.9, следует принимать по таблице 6.4. При этом на всех загружаемых нагрузкой участках значения для каждой из нагрузок следует принимать одинаковыми во всех случаях.

Таблица 6.4

Нагрузки и воздействия	Коэффициенты надежности по нагрузке
Все нагрузки и воздействия, кроме указанных ниже в данной таблице	1,1 (0,9)
Вес мостового полотна с ездой на балласте под железную дорогу, а также пути метрополитена и трамвая	1,3 (0,9)
Вес балластного мостового полотна под трамвайные пути на бетонных и железобетонных плитах	1,2 (0,9)
Вес выравнивающего, изоляционного и защитного слоев автодорожных и городских мостов	1,3 (0,9)
Вес покрытия ездового полотна и тротуаров автодорожных и городских мостов, покрытия проходной части пешеходных мостов	1,5 (0,9)
Вес деревянных конструкций в мостах	1,2 (0,9)
Горизонтальное давление грунта от веса насыпи:	
на опоры мостов (включая устои)	1,4 (0,7)
на звенья труб	1,3 (0,8)
Воздействия предварительного напряжения (регулирования усилий) при контроле только по деформациям	1,2 (0,8)
Воздействие усадки и ползучести бетона и предварительного напряжения (регулирования усилий)	1,1 (0,9)
Воздействие осадки грунта	1,5 (0,5)

Контрольные вопросы

1. Как осуществляется подготовка для искусственных сооружений — ледоход и пропуск весенних, а также ливневых вод?

2. Чему должно быть уделено главное внимание при содержании железобетонных пролетных строений?

Литература

И.В. Прокудин, И.А. Грачев, А.Ф. Колос. Организация строительства железных дорог. Учебное пособие-М.: ФГБОУ «УМЦ»-2013.

И.И. Медведева., Общий курс железных дорог: учебн пособие.-М.: ФГБУ ДПО «Учебный методический центр по образованию на железнодорожном транспорте»,2019.

Практическая работа 4

Тема: Расчет воздействия подвижного состава на железобетонный мост

Цель работы: Выполнить расчет нагрузки подвижного состава на металлический мост

Нормативную вертикальную нагрузку от собственного веса конструкций, а также постоянных смотровых приспособлений, опор и проводов линий электрификации и связи, трубопроводов и т.д. следует определять по проектным объемам.

Для балочных пролетных строений нагрузку от собственного веса допускается принимать равномерно распределенной по длине пролета, если величина ее на отдельных участках отклоняется от средней величины не более чем на 10%.

Нормативную нагрузку от веса мостового полотна одного железнодорожного пути следует принимать равной:

при деревянных поперечинах и отсутствии тротуаров - 6,9 кН/м пути;

то же, при двух тротуарах с металлическими консолями и железобетонными плитами настила - 12,7 кН/м пути;

при железобетонных безбалластных плитах без тротуаров - 16,7 кН/м пути;

то же, с двумя тротуарами - 22,6 кН/м пути.

Вес сварных швов, а также выступающих частей высокопрочных болтов с гайками и двумя шайбами допускается принимать в процентах к общему весу металла по таблице 6.3.

Таблица 6.3

Металлическая конструкция	Сварные швы, %	Выступающие части высокопрочных болтов, гайки и две шайбы, %
Болтосварная	1,0	4,0
Сварная	2,0	-

Нормативное воздействие предварительного напряжения (в том числе регулирования усилий) в конструкции следует устанавливать по предусмотренному (контролируемому) усилию с учетом нормативных величин потерь, соответствующих рассматриваемой стадии работы.

Нормативное давление грунта от веса насыпи на опоры мостов и звенья труб следует определять по формулам, кПа:

а) вертикальное давление:

для опор мостов

$$P_v = \gamma_n h \quad ; (6.1)$$

б) горизонтальное (боковое) давление

$$P_n = \gamma_n h_x \tau_n \quad , (6.3)$$

P_v – вертикальное давление

γ_n

- Нормативную нагрузку от веса мостового полотна=36.7кН/м пути;

h

- высота строения 17.6кН/м пути;

C_γ

где , C_γ - высота засыпки, м, определяемая для устоев мостов по приложению Е-15.4, для звеньев труб - приложению Ж;-9.6м

τ_n

- нормативный удельный вес грунта, кН/м 34.97 кН/м

Коэффициенты надежности по нагрузке для постоянных нагрузок и воздействий, указанных в 6.4-6.9, следует принимать по таблице 6.4. При этом на всех загружаемых нагрузкой участках значения для каждой из нагрузок следует принимать одинаковыми во всех случаях.

Таблица 6.4

Нагрузки и воздействия	Коэффициенты надежности по нагрузке
Все нагрузки и воздействия, кроме указанных ниже в данной таблице	1,1 (0,9)
Вес мостового полотна с ездой на балласте под железную дорогу, а также пути метрополитена и трамвая	1,3 (0,9)
Вес балластного мостового полотна под трамвайные пути на бетонных и железобетонных плитах	1,2 (0,9)
Вес выравнивающего, изоляционного и защитного слоев автодорожных и городских мостов	1,3 (0,9)
Вес покрытия ездового полотна и тротуаров автодорожных и городских мостов, покрытия проходной части пешеходных мостов	1,5 (0,9)
Вес деревянных конструкций в мостах	1,2 (0,9)
Горизонтальное давление грунта от веса насыпи:	
на опоры мостов (включая устои)	1,4 (0,7)
на звенья труб	1,3 (0,8)
Воздействия предварительного напряжения (регулирования усилий) при контроле только по деформациям	1,2 (0,8)
Воздействие усадки и ползучести бетона и предварительного напряжения (регулирования усилий)	1,1 (0,9)
Воздействие осадки грунта	1,5 (0,5)

Контрольные вопросы

1. Как осуществляется заделка трещин, вызванных коррозией арматуры на металлических мостах?
2. Чему должно быть уделено главное внимание при содержании металлических пролетных строений?

Литература

И.В. Прокудин, И.А. Грачев, А.Ф. Колос. Организация строительства железных дорог. Учебное пособие.-М.: ФГБОУ «УМЦ»-2013.

И.И. Медведева., Общий курс железных дорог: учебн пособие.-М.: ФГБУ ДПО «Учебный методический центр по образованию на железнодорожном транспорте»,2019.

Практическая работа 6

Тема:Расчет водопропускной способности двух пролетного металлического моста

Цель : Выполнить расчет водопропускной способности двух пролётного моста.

Геометрическими характеристиками водосбора являются:

- площадь F , км² ; -
- длина главного русла L , км;

- уклон главного русла $L \text{ Н Н I и } - z_c =$,

где $H_{и}$ и $H_{зс}$ – отметки земли соответственно в истоке и замыкающем створе (месте расположения водопропускного сооружения).

Для определения размеров водопропускного сооружения необходимо знать количество воды, которое оно должно пропустить.

Расчет стока Стоком называется перемещение воды по земной поверхности под действием силы тяжести. Различают два вида стока: - паводок – сток от дождя; - половодье – сток от снеготаяния. Сток дождевых паводков. В основу расчета стока положено допущение о постоянстве интенсивности и одновременности начала и окончания дождя во всех точках водосбора. При этом допущении высота слоя выпавших осадков (H , мм) на территории водосбора будет одинаковой. Часть выпавших осадков не будет участвовать в стоке. Она будет потеряна в результате впитывания в почву ($i h$), смачивания растительности ($r h$) и заполнения впадин микрорельефа ($h_{мр}$). По окончании этих процессов начнется водоотдача – образование слоя воды на водосборе, который и будет участвовать в стоке. Высота слоя водоотдачи h , мм составит $() h = H - h_i + h_r + h_{мр}$.

Количество воды, образовавшееся на водосборе за время водоотдачи – объем стока W , м³ $W = 1000 \times h \times F$. Расход стока Q , м³/с – количество воды, протекающее через замыкающий створ в единицу времени $F \text{ т h } Q = 16,67 \times \times$, где 16,67 – коэффициент, увязывающий размерности входящих в формулу величин; t – время водоотдачи, мин.

Обозначим $t \text{ h } a =$ – интенсивность водоотдачи. Это величина случайная. Она зависит от климатических характеристик района проектирования и может быть установлена с определенной вероятностью превышения $p\%$ на основе обработки данных многолетних измерений, производимых на метеорологических станциях. С соответствующей вероятностью превышения будет определяться и расход стока $Q_p\%$. Вероятность превышения расхода стока устанавливается в зависимости от категории железной дороги. Отверстие водопропускного сооружения определяется исходя из расчетного расхода $Q_{расч}$ (для линий I – III категорий $p_{расч}=1\%$, для линий IV категории $p_{расч}=2\%$). Положение бровки земляного полотна в месте размещения водопропускного сооружения устанавливается по наивысшему уровню воды, соответствующему наибольшему расходу $Q_{наиб}$ при наименьшей вероятности превышения $p_{наим}$ (для линий I – III категорий $p_{наим}=0,33\%$, для линий IV категории $p_{наим}=1\%$). Начало стока в замыкающем створе во времени совпадает с началом водоотдачи. Время, за которое капля воды, выпавшая в самой удаленной точке водосбора, добежит до замыкающего створа, называется временем добега $t_{доб}$. От времени начала водоотдачи до момента $t_{доб}$ расход стока в замыкающем створе увеличивается, достигает своего максимума $Q_{пс}$ – полного стока и остается постоянным до момента окончания дождя. После окончания дождя сток продолжается за счет скопившейся на склонах водосбора воды. График зависимости изменения расхода воды в замыкающем створе от времени называется гидрографом стока. Гидрограф стока Если дождь закончился раньше момента $t_{доб}$, полный сток не наступает и расход не достигает максимума. Расход неполного стока $Q_{нп}$. Коэффициент полноты стока $\phi = Q_{нп} / Q_{пс}$. Для приближения расчета стока к реальным условиям при больших площадях водосборов учитывают неравномерность выпадения осадков по площади водосбора с помощью коэффициента γ , и потери части стока в болотах и озе-

рах с помощью коэффициента δ бо. Окончательно формула расхода стока примет вид $Q_p \text{ ар } F \delta \text{ бо } \% = 16,67 \times \% \times \times \times \times \times$.

Контрольные вопросы.

1. Что необходимо знать для определения размеров водопропускного сооружения?
2. Дайте характеристику видам стока.
3. Что такое водоотдача от чего она зависит?

Литература

И.В. Прокудин , И.А. Грачев, А.Ф. Колос. Организация строительства железных дорог. Учебное пособие-М.: ФГБОУ «УМЦ»-2013.

И.И. Медведева., Общий курс железных дорог: учебн пособие.-М.: ФГБУ ДПО «Учебный методический центр по образованию на железнодорожном транспорте»,2019.

Практическая работа № 8

ТЕМА: Расчёт нагрузки подвижного состава на опоры деревянного моста.

Цель: Выполнить расчёт нагрузки подвижного состава на опоры деревянного моста

Оборудование : Нормы содержания железнодорожного пути , рабочая тетрадь, калькулятор.

Теоритическая часть: По уровню горизонта высоких вод (ГВВ) намечаются примерные границы моста. Длина моста складывается из отверстия моста (L_0), суммарной толщины промежуточных опор ($\sum b_i$) и длины заложения конусов насыпей подходов на уровне ГВВ (в том случае, если береговые опоры без заборных стенок). $h_n \cdot 2 + b_i \sum + L_0 = L_m$ 1,5, где L_m – длина моста; h_n – высота от ГВВ до проезжей части, зависящая от возвышения низа пролетного строения над ГВВ и строительной высоты. размеры возвышений низа пролетного строения над ГВВ должны быть не менее 0,5 м. Строительная высота пролетного строения определяется высотой прогонов и конструкции проезжей части. Если мост имеет береговые опоры с заборными стенками, то длина моста складывается из отверстия моста (L_0) и суммарной толщины промежуточных и береговых опор ($\sum b_i$). $b_i \sum + L_0 = L_m$. Уменьшение отверстия моста и соответственно его длины приведет к увеличению общего и местного размывов и повышению стоимости опор

№ авр	L_m – длина моста	h_n – высота от ГВВ до проезжей части	отверстия моста (L_0)	толщины промежуточных опор b_i	числа прогонов (n)	расстояний между прогонами (d)			
1		1.1	25	1.3	5	0.6			
2		1.3	30	1.56	6	0.7			
3		0.9	31	1.77	3	0.8			
4		0.8	36	1.88	4	0.9			
5		1.2	43	1.92	7	1.0			
6		0.75	32	1.34	8	0.7			
7		0.65	24.5	1.12	5	0.90.7			
8		1.1	25.6	1.43	6	0.6			
9		1.3	24.8	1.46	3	0.7			
10		0.75	30.3	1.77	4	0.8			
11		0.8	33.2	1.43	8	0.9			
12		1.3	23.8	1.12	5	0.8			

13		0.65	30.8	1.34	6	0.6			
14		1.25	21.9	1.77	3	0.7			
15		1.3	43.6	1.43	4	0.8			
16		0.8	42.6	1.12	7	0.9			
17		1.1	41.9	1.77	8	1.0			
18		1.3	41.6	1.43	5	0.7			
19		0.75	24.8	1.12	6	0.6			
20		0.65	25.6	1.34	3	0.7			
21		0.8	25.6	1.77	4	0.8			
22		0.75	24.8	1.12	7	0.9			
23		1.1	25.6	1.77	8	1.0			
24		0.75	33.2	1.43	2	0.7			
25		0.8	24.8	1.34	4	0.8			

. Уменьшение отверстия моста и соответственно его длины приведет к увеличению общего и местного размывов и повышению стоимости опор. При разбивке на пролеты следует иметь в виду, что наиболее рациональной по стоимости является такая схема моста, в которой большие пролеты располагаются в самых глубоких местах реки, а пойменные участки перекрываются меньшими пролетами. Это связано с тем, что стоимость опор в русле выше стоимости опор на поймах. Поэтому наименьшая стоимость балочного моста достигается при равенстве стоимостей пролетного строения (без проезжей части) и опоры. Не следует располагать опоры моста в самом глубоком месте реки (фарватере), т. к. такая опора будет подвергаться наиболее сильному ледоходу и возможен значительный местный размыв дна, что приведет к увеличению стоимости опоры. При проектировании схемы моста следует избегать разнотипности пролетных строений. Это сказывается на архитектурных и производственных достоинствах сооружения. Конструирование пролетного строения заключается в назначении числа прогонов (n) и расстояний между ними (d). Количество прогонов определяют, исходя из ширины моста. Количество прогонов вычисляют по формуле $d \cdot n = K - 0,4 + T \cdot 2 + \Gamma$, (d = 0,6–1,0 м – расстояние между осями разбросных прогонов; K = 0,6–0,9 м – тротуарная консоль;

Γ – бм - ширина габарита проезжей части; T- 1.2м– ширина тротуара.

Учитывая упругое распределение нагрузки досками верхнего настила, усилие на одну доску приближенно можно принимать равным половине усилия от давления колеса тележки нагрузки А11 или НК-80, т. е. $\frac{1}{2} P_{А11} = P_{А11} / 2$ где $P_{А11} = 54 \text{ кН}$ (5,5 т) – усилие от давления колеса тележки на грузки А11; $\frac{1}{2} P_{НК} = P_{НК} / 2$ где $P_{НК} = 98 \text{ кН}$ (10 т) – усилие от давления колеса тележки на грузки НК-80.

Ход работы

1. Выполнить расчет согласно варианта
2. Вывод

Литература

И.В. Прокудин, И.А. Грачев, А.Ф. Колос. Организация строительства железных дорог. Учебное пособие.-М.: ФГБОУ «УМЦ»-2013.

И.И. Медведева., Общий курс железных дорог: учебн пособие.-М.: ФГБУ ДПО «Учебный методический центр по образованию на железнодорожном транспорте»,2019.

Практическая работа № 9

ТЕМА: Расчет воздействия подвижного состава на пролетное строение металлического моста

Цель: Выполнить расчет укладки мостового бруса на один пролет металлического моста

Оборудование: Нормы содержания железнодорожного пути, рабочая тетрадь, калькулятор.

Теоритическая часть: В зоне промежуточных опор неразрезных балочных пролетных строений, имеющих незамкнутое поперечное сечение, нижние пояса главных балок испытывают сжатие. В силу того, что пояса закреплены лишь в отдельных точках (на расстояниях l_{cf} равных панели ферм нижних продольных связей), возникает опасность потери устойчивости нижнего пояса по изгибно-крутильной форме.

№вар	M (Мпа)	l_{cf} (м)	W_c (Мпа)	A_{t, y_v} (m^2)	π	t_v	N	D	El_y	U
1	77×10^2	15	104×10^{-6}	0.5	2	0.5	2	0,44	77×10^2	25
2	24×10^3	22	106×10^{-3}	0.3	4	0.3	2	0.88	24×10^3	15
3	55×10^4	24	120×10^{-2}	0.55	5	0.55	3	0.66	55×10^4	22
4	34×10^2	35	145×10^{-2}	0.45	7	0.45	4	0.36	34×10^2	15
5	44×10^6	41	206×10^{-6}	0.66	1	0.66	4	0.55	44×10^6	16
6	22×10^3	16	104×10^{-6}	0.67	3	0.67	2	0.46	22×10^3	18
7	86×10^2	24	106×10^{-3}	0.77	8	0.77	2	0.48	86×10^2	22
8	58×10^4	31	120×10^{-2}	0.53	2	0.53	3	0.68	58×10^4	12
9	25×10^6	27	145×10^{-2}	0.42	6	0.42	4	0.78	25×10^6	25
10	12×10^6	18	206×10^{-6}	0.40	9	0.40	2	0.66	12×10^6	15
11	66×10^2	22	104×10^{-6}	0.5	2	0.5	2	0,44	66×10^2	22
12	78×10^3	23	106×10^{-3}	0.3	4	0.3	3	0.88	78×10^3	15
13	11×10^6	21	120×10^{-2}	0.55	5	0.55	4	0.66	11×10^6	16
14	15×10^3	11	145×10^{-2}	0.45	7	0.45	4	0.36	15×10^3	18
15	10×10^6	18	206×10^{-6}	0.66	1	0.66	2	0.55	10×10^6	22
16	18×10^2	19	104×10^{-6}	0.67	3	0.67	2	0.46	18×10^2	12
17	15×10^6	21	106×10^{-3}	0.77	8	0.77	3	0.48	15×10^6	34
18	19×10^2	25	120×10^{-2}	0.53	2	0.53	4	0.68	19×10^2	35
19	46×10^2	33	145×10^{-2}	0.42	6	0.42	4	0.78	46×10^2	28
20	44×10^2	23	206×10^{-6}	0.40	9	0.40	5	0.66	44×10^2	30
21	68×10^2	21	330×10^{-6}	0.36	1	0.36	4	0.74	68×10^2	32

где M - наибольший расчетный изгибающий момент в пределах расчетной длины

l_{cf} - сжатого пояса балки (расстояние между узлами связей);

W_c - момент сопротивления редуцированного сечения балки для крайнего волокна сжатого пояса

ε - коэффициент, -1.25:

при $\lambda_y < 85$ $\varepsilon = 1 + (\alpha - 1)(1 - \lambda_y / 85)$;

при $\lambda_y \geq 85$ $\varepsilon = 1,0$;

α расчетное -22.5 ;

φ_b - коэффициент продольного изгиба,

N -число пролетов

D -диаметр стержней

Критическое значение изгибающего момента M_{cr} при изгибе в одной плоскости можно найти по формуле

U -скорость течения

EI_y -величина изгиба

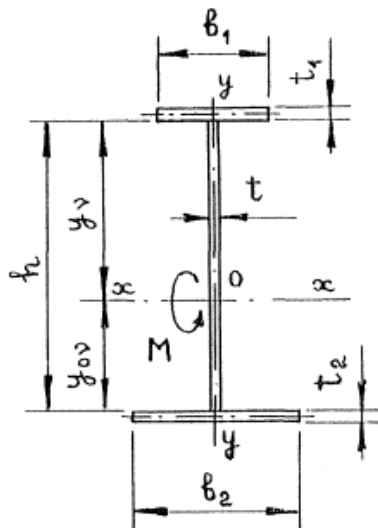


Схема двутаврового сечения изгибаемой балки с одной осью симметрии.

Таблица 1

№ вариант	Гибкость λ, λ_0	Коэффициент φ, φ_b для стали марок		
		16Д	15ХСНД	10ХСНД, 14Г2АФД, 15Г2АФД
1	0	0,63	0,93	0,63
2	10	0,62	0,62	0,92
3	20	0,60	0,90	0,90
4	30	0,88	0,88	0,88
5	40	0,85	0,85	0,84
6	50	0,82	0,80	0,79
7	60	0,78	0,74	0,75
8	70	0,74	0,67	0,65
9	80	0,66	0,58	0,53
10	90	0,63	0,48	0,45
11	100	0,56	0,40	0,55
12	110	0,49	0,35	0,50
13	120	0,43	0,30	0,26
14	150	0,58	0,27	0,23

15	140	0,34	0,24	0,21
16	150	0,31	0,22	0,19
17	160	0,28	0,20	0,17
18	170	0,25	0,18	0,15
19	180	0,23	0,16	0,13
20	190	0,21	0,15	0,12
21	200	0,19	0,1,3	0,1 1

$$M_{cr} = N(B^2 + D \pm B)$$

где

$$N = \pi^2 EI_y / l$$

$$B = U / (2I_x) - a$$

(знак «-» перед B в формуле (35) принимается, когда сжатый пояс балки имеет площадь меньшую, нежели растянутый);

$$U = \sum_{i=1}^m A_i y_i^3 + 0,25 \sum_{v=1}^n t_v (y_v^4 - y_{0v}^4) S_v + a l y_v$$

Где A_i , y_i - площадь и ордината центра тяжести сечения i -го элемента (исключая стенку и продольные ребра жесткости);

n - число прямоугольных элементов стенки по обе стороны от оси x ;

t_v - толщина v -го прямоугольного элемента стенки;

y_v , y_0 - ординаты соответственно наиболее и наименее удаленной от оси x фибр v -го элемента стенки; $S_v = 1$, если $y_v > 0$; $S_v = -1$, если $y_v < 0$;

a - ордината центра изгиба

$$a = \sum_{i=1}^m I_{xi} a_i / I_y$$

$$D = (I_\omega + 0,039 t_{\text{ср}}^2 I_t) / I_y$$

где I_ω , I_t - секторальный момент инерции и момент инерции свободного кручения, рассчитываемые по формулам:

$$I_\omega = \sum_{j=1}^r I_{xj} a_j - a^2 I_y$$

$$I_i = 0,4 \sum_{j=1}^r b_j t_j^3$$

где индексы j относятся к отдельным элементам сечения, общее число которых r .

Ход работы

1. Выполните расчет согласно варианта
2. Вывод

Литература

И.В. Прокудин , И.А. Грачев, А.Ф. Колос. Организация строительства железных до-
рог. Учебное пособие-М.: ФГБОУ «УМЦ»-2013.

И.И. Медведева., Общий курс железных дорог: учебн пособие.-М.: ФГБУ ДПО «Учебный ме-
тодический центр по образованию на железнодорожном транспорте»,2019.

Практическая работа № 10

Тема: Описание неисправностей металлического моста

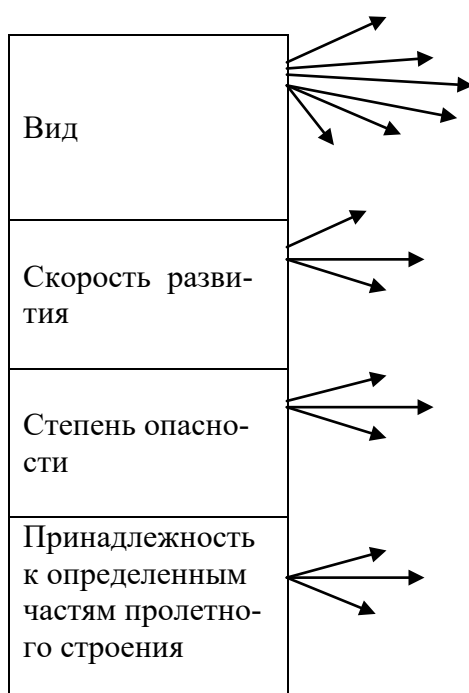
Цель: Выполнить описание неисправностей металлического моста.

Оборудование и принадлежности: Нормы содержания железнодорожного пути , рабочая тетрадь,
калькулятор.

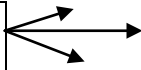
Краткие сведения из теории:

ЗАДАНИЕ

1. Заполнить таблицу «Повреждений металлических мостов»



Частота появления массивность



2. Запишите следствие причин вызывающие повреждение металлических пролетных строений
3. Опишите краткую характеристику следующих повреждений металлических мостов:
 - А. Расстройство заклепочных соединений
 - Б. Усталостные повреждения
 - В. Коррозионные повреждения.
 - Г. Механические повреждения и хрупкие разрушения

Литература

И.В. Прокудин , И.А. Грачев, А.Ф. Колос. Организация строительства железных дорог. Учебное пособие-М.: ФГБОУ «УМЦ»-2013.

И.И. Медведева., Общий курс железных дорог: учебн пособие.-М.: ФГБУ ДПО «Учебный методический центр по образованию на железнодорожном транспорте»,2019.

Практическая работа № 11

Тема:Расчет укладки мостового бруса на один пролет металлического моста.

Цель: Выполнить расчет укладки мостового бруса на один пролет металлического моста.

Оборудование и принадлежности: Нормы содержания железнодорожного пути , рабочая тетрадь, калькулятор.

Краткие сведения из теории: Заданным параметром сечения является ширина ортотропной плиты поверху, вычисляемая по формуле

$$B = \Gamma + 2T + 2t \quad (1)$$

где Γ - заданный габарит проезжей части;

T - ширина тротуара; t - ширина ограждения проезда ($t = 0,4 - 0,6$ м). В эту ширину B и нужно вписать коробчатое сечение, параметры которого связаны следующими зависимостями :

для однокоробчатого сечения: $B = 2a + b$ для двухкоробчатого сечения:

$B = 2a + 2b + c$ и т.д. Поэтому надо сразу же определить тип коробки: будет ли она составная

либо полной заводской готовности . В первом случае при ширине плиты B до 20 м возможно однокоробчатое сечение с расстоянием между стенками b до 8 - 10 м. Но при этом могут получиться длинные консоли ортотропной плиты a . Их придется устраивать из нескольких блоков, а также появится необходимость подкосов . Из цельноперевозимых коробчатых блоков компонуют сечение с 2 - 4 коробками. При габарите проезда более 20 м рекомендуется устраивать отдельные пролетные строения для каждого направления движения. Считается целесообразным в пределах сечения коробки располагать 1 - 2 блока ортотропной плиты, между балками - не более 4 блоков, а в пределах консолей плиты - 1 - 3 блока (лучше всего один). Нужно стремиться к применению блоков единой унифицированной ширины b_0 . Тогда компоновочные параметры ортотропной плиты при определенном числе и типе главных балок можно подобрать, исходя из зависимости $B = 2\sum a_1 + n_1 b_n + n_2 b_0$ (2)

где n_1, n_2 - соответственно число блоков главных балок и плиты. Ширина коробчатых блоков **b_n**

и блоков ортотропной плиты b_0

ограничивается условиями их перевозки конструкцией железнодорожным транспортом .

Обычно ширина блоков назначается в пределах 2,2 - 2,5 м и не более 2,7 м. Еще один вопрос, который необходимо решить - устройство нижней ребристой плиты. В коробчатых блоках

полной заводской готовности плита обязательна при пролетах неразрезных балок длиной 105 м и более. В составных коробках при длине пролета менее 126 м плиту, как правило, не делают. При пролетах длиной 126 м целесообразно чередовать по длине блоки коробчатых балок замкнутой и незамкнутой формы. При больших длинах пролетов, а также при переменной высоте балок обычно назначают замкнутое коробчатое сечение по всей длине пролетного строения. Выбор высоты конструкции h определяется рядом факторов, главными из которых являются: необходимость уложиться в заданную строительную высоту; минимизация расхода стали; обеспечение выполнения нормативных требований к вертикальной жесткости пролетного строения; условия перевозки конструкций с завода и др. Оптимальную высоту изгибаемой коробчатой конструкции, исходя из условия минимума ее веса при полном использовании прочности материала, можно определить по формуле

$$h_1^* = \sqrt[3]{\frac{M_1}{1,3Rn\alpha(\psi_c/\psi_n - 1/3)} \sqrt{\frac{Ek}{R(1-\mu^2)}}},$$

где M_1 - полный расчетный изгибающий момент, воспринимаемый сечением; R - расчетное сопротивление стали; n - число стенок; α - коэффициент, учитывающий количество горизонтальных ребер жесткости ($\alpha = 1/(n_p + 1)$, где n_p - число ребер жесткости); ψ_c, ψ_n значения соответствующих строительных коэффициентов веса для стенок и поясов коробки; E - модуль упругости стали; k - коэффициент, учитывающий характер закрепления стенки по контуру и соотношение ее размеров; μ - коэффициент Пуассона.

С другой стороны, оптимальная высота коробчатой балки может быть получена из условия минимума веса при предельно допустимом относительном прогибе $[f/l]$.

$$h_2^* = \sqrt[3]{\left[\frac{1,6M_2}{\eta_f n E \alpha (\psi_c / \psi_n - 1/3)}\right]^2},$$

M_2 , - изгибающий момент от нормативной временной нагрузки; η - обобщенная мера жесткости, связывающая жесткость конструкции с ее прочностью, $\eta_f = AE [f/l]/(2l)$; A - коэффициент, зависящий от характера нагрузки и расчетной схемы балочной конструкции (для неразрезных балок $A = 9,6$, для неразрезных $A = 48$ при равномерном распределении нагрузки); l пролет

балки; c - коэффициент, равный $1,3\sqrt{\eta_f(1-\mu^2)/Ek}$.

Из двух значений оптимальной высоты балки h^* , полученных по формулам (3) и (4), выбирают значение не меньше h_2^* .

Для создания поперечного сточного уклона (2 %) в составных коробках внутреннюю стенку делают большей высоты, чем наружную. В цельноперевозимых коробках верхний пояс выполняют горизонтальным, а поперечный уклон проезжей части обеспечивается за счет переменной толщины покрытия над коробкой.

Ход работы

1. Выполните расчет подставляя значение из текста.
2. Вывод

Литература

И.В. Прокудин, И.А. Грачев, А.Ф. Колос. Организация строительства железных дорог. Учебное пособие.-М.: ФГБОУ «УМЦ»-2013.

И.И. Медведева., Общий курс железных дорог: учебн пособие.-М.: ФГБУ ДПО «Учебный методический центр по образованию на железнодорожном транспорте»,2019.

Практическая работа 12

Тема: Расчет глубины заложения фундамента опор

Цель работы: Выполнить расчет заложения фундамента опор

Фундамент – это подземная или подводная конструкция, предназначенная для передачи нагрузки от искусственного сооружения на грунт.

Грунт, непосредственно воспринимающий нагрузки от фундамента – *основание*.

В расчетной работе необходимо рассчитать и запроектировать фундамент под промежуточную опору железнодорожного моста.

Нагрузки

В задании к расчетной работе приведены нормативные нагрузки, действующие на опору моста.

№ Вар-та	Q _о – вес опоры тс	Q _{пр} – вес пролета тс	N _{вр} – временная вертикальная нагрузка с одного прилегающего пролета	п-коэф-фициент перегрузки, принимаем равным	T- тор-мо-зная сила одного пролета тс	H- выс-ота опоры м	W ₁ - продольный ветер на опору	P ₂ - продольный ветер на одно пролетное строение	N _у - нагрузка от ударов	P ₁ - поперечный ветер на одно пролетное строение	W ₂ - поперечный ветер на опору	N _л - ледовая нагрузка кНм
1	613	134	563	1.1	59	6.7	15	22	4.3	55	34	54
2	564	126	479		36	7.5	17	11	3.5	34	44	55
3	345	176	897		66	8.2	19	13	4.1	35	37	65
4	768	143	576		54	4.5	22	15	4.7	46	54	66
5	465	112	859		57	6.8	34	17	3.9	19	55	67
6	578	173	749		59	5.9	25	22	3.7	44	33	58
7	590	142	834		59	4.5	23	18	4.6	56	44	59
8	567	163	945		66	7.7	32	24	4.8	47	38	49
9	860	113	658		63	5.1	11	19	4.9	50	39	50
10	578	115	576	1.1	54	6.0	15	15	4.5	44	54	51

11	590	153	945		65	4.5	25	26	4.9	51	44	56
12	345	133	897		77	4.5	43	33	4.7	56	47	61
13	578	126	945		59	5.9	22	22	3.9	47	38	69
14	768	122	945		59	6.0	16	11	4.1	53	63	59
15	590	111	576		56	6.8	27	14	3.5	65	54	51
16	345	176	897		59	5.1	31	15	4.7	44	61	60
17	768	126	777		45	4.5	17	22	4.9	68	44	64
18	555	164	576		38	5.0	19	11	3.9	47	66	71
19	345	115	776	1.1	54	6.8	20	16	4.7	56	54	67
20	590	115	667		64	5.5	23	17	3.5	69	38	69
21	578	138	897		59	6.6	35	22	4.9	47	65	59
22	768	126	558		45	5.1	11	11	4.1	44	44	51
23	613	112	775		65	4.5	32	15	4.1	61	63	63
24	578	157	662		47	6.0	22	18	3.9	69	38	58
25	634	126	576		59	6.3	15	19	3.5	56	61	71
26	345	115	551	1.1	49	6.8	19	34	4.2	44	54	59
27	613	143	668		58	6.6	20	42	3.9	47	44	61
28	590	109	576		59	4.5	21	34	4.7	53	68	73
29	627	117	548		50	6.2	32	32	4.9	61	38	79
30	563	129	876		53	7.2	23	31	4.1	56	69	62

Рассчитываем сумму вертикальных нормативных(N_{II}) и расчетных(N_I) нагрузок.

Вертикальные силы: Q_0 – вес опоры 620 тс,

$Q_{пр}$ – вес пролета 150 тс,

$N_{вр}$ – временная вертикальная нагрузка с одного прилегающего пролета 590 тс.

п-коэффициент перегрузки, принимаем равным 1,10.

Расчетная вертикальная нагрузка на обреза фундамента

$$N_{II} = Q_o + Q_{пр} + N_{вр} = 620 + 120 + 590 = 1330 \text{ (тс)} = 13300 \text{ (кН)}$$

Нормативная вертикальная нагрузка на обреза фундамента

$$N_I = (Q_o + Q_{пр} + N_{вр}) * n$$

$$N_I = 1330 * 1,1 = 1463 \text{ (тс)} = 14630 \text{ (кН)}$$

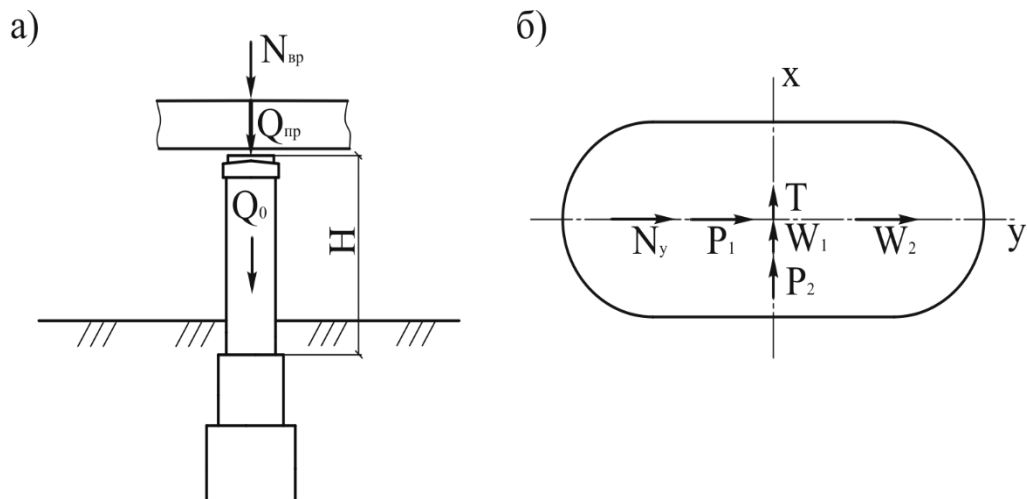


Схема распределения нагрузок: а – вертикальные, б – горизонтальные

Определяем моменты от горизонтальных нагрузок относительно обреза фундамента:

Моменты от нагрузок, действующих вдоль оси моста (ось X).

Момент от тормозной нагрузки

$$M_m = T * H * n$$

$$M_T = 59 * 6,5 * 1,1 = 421,8 \text{ (тс*м)} = 4218 \text{ (кН*м)}$$

$$n = 1,1$$

T- тормозная сила одного пролета 59 тс,

H- высота опоры 6,5 м;

Момент от ветровой нагрузки на опору

$$M_{w1}=(W_1*H/2)*n$$

$$M_{w1}=5*6,5/2*1.2=19,5(\text{тсм})=195(\text{кН*м}),\text{где}$$

W_1 - продольный ветер на опору;

$n=1.2$ – коэффициент перегрузки

Момент от ветровой нагрузки на пролетное строение

$$M_{p2}=P_2*H*n$$

$$M_{p2}=22*6,5*1.2=171,6(\text{тсм})=1716(\text{кН*м})$$

P_2 - продольный ветер на одно пролетное строение;

$$\sum M_x=421,8+19,5+171,6=612,9(\text{тсм})=6129(\text{кН*м})$$

Момент от нагрузок , действующих поперек оси моста (оси Y).

$$M_{Ny}=N_y*H*1.1$$

$$M_{Ny}=4,6*6,5*1.1=328,9(\text{тсм})=3289(\text{кН*м}),\text{где}$$

N_y - нагрузка от ударов – 4,6;

$$M_{p1}=P_1*H*n$$

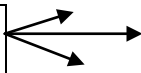
$$M_{p1}=50*6,5*1.2=390,0(\text{тсм})=3900(\text{кН*м}),\text{где}$$

P_1 - поперечный ветер на одно пролетное строение;

$$M_{w1}=(W_2*H/2)*n$$

$$M_{w2}=(15*6,5/2)*1.2=58,5(\text{тсм})=585(\text{кН*м}), \text{ где}$$

Частота появления массивность



2. Запишите следствие причин вызывающие повреждение железобетонных пролетных строений

3. Опишите краткую характеристику следующих повреждений железобетонных мостов:

А. Температурно-усадочные трещины

Б. Снижение коррозиестойкости и усталостной прочности конструкции
В. Горизонтальные сквозные трещины

Литература

И.В. Прокудин, И.А. Грачев, А.Ф. Колос. Организация строительства железных дорог. Учебное пособие.-М.: ФГБОУ «УМЦ»-2013.

И.И. Медведева., Общий курс железных дорог: учебн пособие.-М.: ФГБУ ДПО «Учебный методический центр по образованию на железнодорожном транспорте»,2019.

Практическая работа № 14

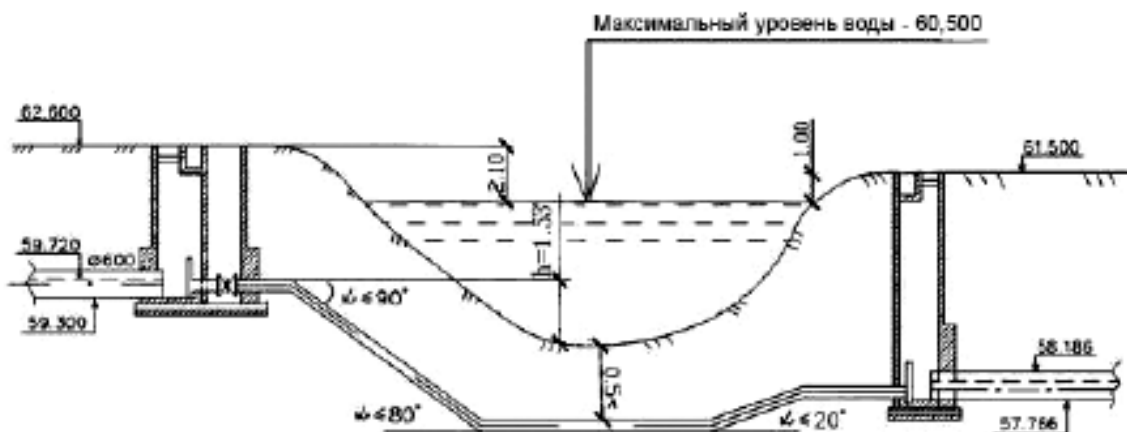
Тема: Расчет диаметра колодца дюкера

Цель: Выполнить расчет количество людей на текущее содержание четырех пролетного металлического моста

Оборудование и принадлежности: Нормы содержания железнодорожного пути, рабочая тетрадь, калькулятор.

Краткие сведения из теории: Дюкеры должны располагаться в местах с устойчивым неразмываемым руслом, на участках с минимальной шириной реки. Трубопроводы дюкера прокладываются перпендикулярно руслу реки. В зависимости от движения воды в подводящем трубопроводе и глубины его заложения перед дюкером (ВКД) возможны два варианта режима работы дюкера: самотечно-напорный и напорный. Дюкер состоит из следующих основных элементов: напорных трубопроводов, верхней (ВКД) и нижней (НКД) камер дюкера

Расчет дюкера производят последовательно: 1. Вычерчивают схему дюкера (см. рис. 1).



2. Принимают количество рабочих линий (обычно две).

3. Определяют расход q_1 , л/с, по одной линии дюкера: $q_1 = q_{р} / n$ (1.1) где $q_{р}$ – расчетный расход сточных вод, проходящих через дюкер, л/с; n – число рабочих линий.

4. Производят подбор диаметров труб дюкера. Диаметр труб d_u , мм, дюкера определяют исходя из условия обеспечения самоочищающих скоростей. Расчетную скорость движения сточных вод в дюкере необходимо принимать не менее 1 м/с, при этом в местах подхода сточных вод к дюкеру скорость v , м/с, должна быть не более скорости в дюкере. При пропуске расхода q_1 , л/с, со скоростью v , м/с, подбирают диаметр d_u , мм, гидравлический уклон i и скорость v_1 , м/с. Определяют потери напора на трение по длине $h_{тр}$, м: $h_{тр} = i \cdot l$ (1.2) где i – гидравлический уклон; l – длина трубопроводов дюкера между ВКД и НКД (принимают по генплану), м. б. Уточняют по схеме (см. рис. 1) количество местных сопротивлений

Скорость v_1 , м/с	Потери напора на входе при сопротивлениях		Скорость v_1 , м/с	Потери напора на входе при сопротивлениях	
	$\xi_1 = 0,2$	$\xi_1 = 0,5$		$\xi_1 = 0,2$	$\xi_1 = 0,5$
1,0	0,0104	0,0255	1,6	0,0262	0,0655
1,1	0,0134	0,0335	1,7	0,0294	0,0735
1,2	0,0158	0,0395	1,8	0,033	0,0825
1,3	0,0173	0,0431	1,9	0,0368	0,092
1,4	0,020	0,050	2,0	0,0408	0,102
1,5	0,023	0,0575	2,5	0,078	0,195

Потери на выходе из дюкера h_2 , м, определяют по формуле:

$$h_2 = \frac{(v_1 - v)^2}{2g} = \left(1 - \frac{v}{v_1}\right) \frac{v_1^2}{2g} = \xi_2 \frac{v_1^2}{2g},$$

где ξ_2 – коэффициент сопротивления на выходе из трубы;
 v – скорость движения воды в отводящем коллекторе, м/с;

v_1 – скорость движения сточных вод в дюкере, м/с.

Значения потерь напора на выходе h_2 , м, в зависимости от разности скоростей $(v_1 - v)$ даны в табл. 3.

Таблица 3

Потери напора на выходе из дюкера

Разность скоростей в дюкере и трубе за дюкером $(v_1 - v)$, м/с	0,15	0,20	0,25	0,30	0,35	0,40
Потери на выходе h_2 , м	0,0012	0,002	0,032	0,046	0,0063	0,0082
Разность скоростей в дюкере и трубе за дюкером $(v_1 - v)$, м/с	0,45	0,50	0,55	0,60	0,65	0,70
Потери на выходе h_2 , м	0,0103	0,0128	0,0154	0,0184	0,0215	0,025
Разность скоростей в дюкере и трубе за дюкером $(v_1 - v)$, м/с	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,0
Потери на выходе h_2 , м	0,0287	0,0327	0,0368	0,0413	0,046	0,051

Потери на повороте трубы h_3 , м, определяют по формуле:

$$h_3 = \xi_{90} \sin \alpha \frac{v_1^2}{2g} = \xi_3 \frac{v_1^2}{2g}, \quad (1.5)$$

где ξ_{90} – сопротивление на повороте трубы на $\alpha=90^\circ$ ($\xi_{90}=0,23$) [10];

α – угол поворота;

ξ_3 – сопротивление на повороте трубы на $\alpha=30^\circ$.

Сопротивление на повороте трубы на $\alpha=30^\circ$:

$$\xi_{30} = 0,23 \sin 30^\circ = 0,23 \cdot 0,5 = 0,115.$$

Сопротивление на повороте трубы на $\alpha=20^\circ$:

$$\xi_{20} = 0,23 \sin 20^\circ = 0,23 \cdot 0,34 = 0,078.$$

Тогда потери напора в углах поворота нисходящей линии h'_3 , м (2 поворота на $\alpha = 30^\circ$) составят:

$$h'_3 = \xi_{30} \frac{v_1^2}{2g}. \quad (1.6)$$

Потери напора в углах поворота восходящей линии h_3^* , м (2 поворота на $\alpha=20^\circ$) составят:

$$h_3^* = \xi_{20} \frac{v_1^2}{2g}. \quad (1.7)$$

Значения потерь напора h_2' , h_3^* , м, на поворотах в зависимости от скорости в дюкере v_1 и угла поворота α даны в табл. 4.

Таблица 4

Потери на поворотах дюкера

Скорость v_1 , м/с	Потери напора в углах поворота, м		Скорость v_1 , м/с	Потери напора в углах поворота, м	
	$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 20^\circ$		$\alpha = 30^\circ$	$\alpha = 20^\circ$
1,0	0,0059	0,0040	1,6	0,015	0,0102
1,1	0,0071	0,0048	1,7	0,0169	0,0115
1,2	0,0084	0,0057	1,8	0,019	0,0129
1,3	0,0099	0,0067	1,9	0,0212	0,0144
1,4	0,0115	0,0078	2,0	0,0235	0,016
1,5	0,0132	0,0090	2,5	0,0367	0,0249

Сумма местных потерь напора h_m , в дюкере:

$$h_m = h_1 + h_2 + 2h_2' + 2h_3^*. \quad (1.8)$$

7. Вычисляют общие потери напора h , м:

$$h = h_{np} + h_m. \quad (1.9)$$

8. Находят отметку воды $Z_a^{НКД}$, м, в НКД:

$$Z_a^{НКД} = Z_a^{ВКД} - h, \quad (1.10)$$

где $Z_a^{ВКД}$ – отметка воды в верхней камере дюкера (ВКД), м.

9. Определяют отметку лотка $Z_x^{НКД}$, м, в НКД:

$$Z_x^{НКД} = Z_a^{НКД} - h_{\omega}, \quad (1.11)$$

где h_{ω} – слой воды в трубе на отводящем участке от дюкера, м.

10. Проверяют дюкер в режиме аварии, то есть когда одна линия полностью отключена, а другая – пропускает весь расчетный расход. В этом случае увеличивается скорость и возрастают потери напора. В ВКД возникает подтопление (подпор) Δh , м:

$$\Delta h = h_{ab} - h, \quad (1.12)$$

Вывод

Литература

И.В. Прокудин, И.А. Грачев, А.Ф. Колос. Организация строительства железных дорог. Учебное пособие-М.: ФГБОУ «УМЦ»-2013.

И.И. Медведева., Общий курс железных дорог: учебн пособие.-М.: ФГБУ ДПО «Учебный методический центр по образованию на железнодорожном транспорте»,2019.

Практическая работа № 15

Тема:Расчет высоты лотка

Цель: Выполнить расчет водоотводного лотка.

Оборудование и принадлежности: Нормы содержания железнодорожного пути , рабочая тетрадь, калькулятор.

Краткие сведения из теории: Поперечное сечение кюветов и лотков необходимо проверять расчетом на пропуск расчетного расхода воды, а при необходимости увеличивать сечение за счет углубления кюветов при сохранении минимальной ширины по дну.

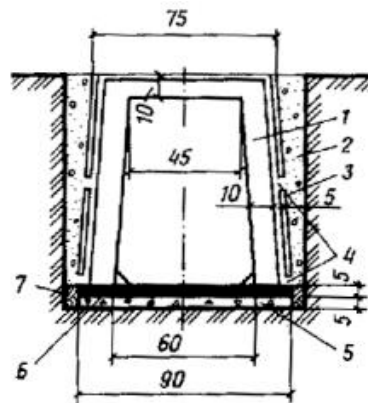


Рис. 53. Железобетонный рамный лоток глубиной 1 м

1 - железобетонная рама; 2 - засыпка из песка крупного, средней крупности, гравелистого или гравия; 3 - закладная железобетонная плита; 4 - дренажные щели; 5 - щебеночная подготовка; 6 - асфальт; 7 - забивка пазух мятой глиной

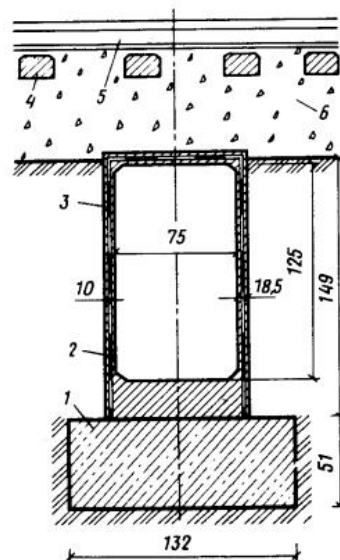


Рис. 54. Железобетонный лоток под железнодорожными путями

1 - фундаментный блок; 2 - гидроизоляция; 3 - блок железобетонного лотка замкнутого сечения; 4 - шпала; 5 - рельс; 6 - балластный слой

Полевые откосы кюветов следует проектировать крутизной, равной крутизне откоса выемки, а откосы кюветов со стороны полотна - не превышающими величин, приведенных в табл. 20.

Продольный уклон кюветов следует принимать равным уклону земляного полотна. В пределах выемок с продольным уклоном менее 2 ‰ кюветы назначают с продольным уклоном 2 ‰. В точках водораздела глубину кюветов разрешается уменьшать до 0,2 м при сохранении ширины по дну.

Лотки применяются в стесненных условиях, где затруднено устройство открытых нагорных канав, а также при неустойчивых откосах. Лотки устраивают в глубоких выемках, в пределах путевого развития раздельных пунктов и междупутий для пропуска воды с одной стороны пути на другую, перехвата уровня грунтовых вод и отвода их за пределы осушаемой территории.

Нецелесообразно применение лотков в случаях образования в них наледей и на пучинистых грунтах.

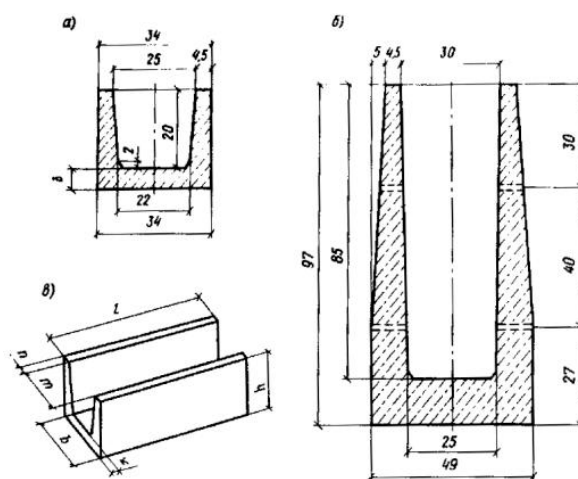


Рис.1. Безраспорные секционные лотки

а - глубиной 0,2 м с глухими стенками; б - то же, глубиной 0,85 м с дренажными отверстиями в стенках; в - блок безраспорного лотка

Рамные лотки собираются из готовых рам, закладных плит и покрытий, а также безраспорных секций, изготавливаемых из железобетона .

Железобетонные рамные лотки рекомендуется применять: при затруднительном устройстве открытой канавы или кювета; при необходимости понижения уровня грунтовых вод или перехвата и отвода их в водоприемник; при углублении кюветов в существующих глубоких выемках; при нецелесообразности подрезки откосов выемки. Минимальный продольный уклон дна лотка 0,002.

Междупутные лотки рассчитываются без учета влияния временной нагрузки от подвижного состава. При устройстве лотков большей глубины или расположении их в зоне нагрузок от

поезда, а также на крутых косогорах конструкцию лотков следует проектировать индивидуально.

Лотки безраспорные, секционные (междушпальные) следует проектировать для отвода воды поперек пути и в случае продольного стока воды вблизи зданий и сооружений, платформ и открытых погрузочных площадок (рис. 1). Типы лотков «Сборные железобетонные междушпальные лотки на железнодорожных путях промышленных предприятий». Лотки под путями устраиваются в случаях, когда расходы воды превышают возможные для безраспорных лотков. Наибольшее применение получили железобетонные лотки сечением 0,75 ´ 1,25 м устраиваемые на блочных железобетонных фундаментах, а при хороших инженерно-геологических условиях - на щебеночной подготовке. Лотки могут сооружаться под одним или несколькими путями.

Контрольные вопросы.

1. Какие лотки получили наибольшее распространение?
2. Когда и где устраиваются междушпальные лотки?
3. Какие лотки называются рамными?
4. Как принимается продольный уклон лотков?
5. Где применяются лотки?

Литература

И.В. Прокудин, И.А. Грачев, А.Ф. Колос. Организация строительства железных дорог. Учебное пособие.-М.: ФГБОУ «УМЦ»-2013.

И.И. Медведева., Общий курс железных дорог: учебн пособие.-М.: ФГБУ ДПО «Учебный методический центр по образованию на железнодорожном транспорте»,2019.

Практическая работа № 16-17

Тема: Расчет укладки рельс и шпал в тоннели длиной 200метров

Цель: Выполнить расчет укладки рельс и шпал в тоннели.

Оборудование и принадлежности: Нормы содержания железнодорожного пути, рабочая тетрадь, калькулятор.

Краткие сведения из теории: Конструкциям ВСП в тоннелях предъявляют повышенные требования в отношении устойчивости, прочности и продолжительности срока службы. Как правило, в тоннеле укладывают рельсы на один тип выше, чем на открытых участках дороги. В настоящее время в железнодорожных тоннелях России уложены термоупрочненные рельсы Р65 и Р75, сталь которых характеризуется высоким содержанием углерода, придающим им достаточные прочность, твердость и износостойчивость, обеспечивающие при надлежащем уходе продолжительный срок службы. В тоннелях разрешается укладывать рельсы только первого сорта, имеющие соответствующую заводскую маркировку. Поврежденные рельсы подлежат замене в кратчайший срок. Остродефектные рельсы (имеющие любые трещины, выколы шейки, подошвы и головок, признаки расслоения металла в головке) должны заменяться немедленно. По таким рельсам до их замены можно пропускать отдельные поезда со скоростью не более 15 км/ч в зависимости от степени опасности дефекта. Не допускается укладка в тоннелях и на подходах к ним рельсов разных типов и рельсовых рубок, а также эксплуатация

поврежденных рельсов. Предпочтительной является укладка в тоннелях бесстыковой пути. Число шпал, укладываемых в тоннелях, на один разряд эпюры выше, чем на открытых участках (2000 шт./км на дорогах I категории, не менее 1840 шт./км — на остальных).

В тоннелях применяют промежуточные скрепления трех типов: нераздельные, полураздельные и раздельные. Как показали наблюдения за работой промежуточных скреплении, наиболее эффективными являются промежуточные скрепления раздельного типа с применением упругих прокладок между подошвой рельса и подкладкой, а также между подкладкой в верхней постелью шпалы. Упругие прокладки в пути на деревянных шпалах ранее изготавливали из прессованной и пропитанной осины или тополя. Однако из-за ограниченного срока службы древесины и применения железобетонных шпал в настоящее время перешли на прокладки из резиновых смесей или полихлорвинилового пластика.

В балластной конструкции пути применяют щебень из твердых торных пород (граниты, базальты и стекловидные известняки) с пределом прочности на сжатие не ниже 8000 Н/см², как исключение — сортированный гравий. В тоннелях, где имеют место наледообразование и промерзание балласта, допускается применение щебня только из морозостойких пород. Щебень должен иметь крупность от 25 до 70 мм, загрязненность не более 1 %. Для защиты балластной призмы от быстрого загрязнения рекомендуется в ее верхней части, до половины толщины шпалы, применять щебень мелких фракций от 15 до 25 мм. Толщина щебеночного балласта под шпалой в тоннелях и на подходах к ним (не менее 100 м) должна соответствовать классу пути и быть не менее 35 см. В тех случаях, когда габарит тоннеля не позволяет соблюсти указанную толщину балластного слоя, допускается толщина не менее 20 см. а в исключительных случаях, по согласованию с ОАО «РЖД», не менее 15 см. Во избежание утечки токов с рельсов необходимо, чтобы верх балластной призмы был на 3 см ниже верхней постели шпал.

Однако в тоннелях условия производства работ по устройству, ремонту и текущему содержанию пути на балласте значительно сложнее, чем на наземных участках. Выше также финансовые и трудовые затраты из-за сложности механизации ремонтных работ. Балластная призма в замкнутом пространстве тоннеля интенсивно засоряется сыпучими грузами с открытого подвижного состава, пылью истирающихся тормозных колодок и посыпочною песка из локомотивных песочниц (для улучшения сцепления колес с рельсами), а также из-за истирания щебня между шпалами и твердым основанием.

Наиболее трудоемки работы по ремонту рельсового скрепления пути на бетоном основании. Они связаны с заменой закладных болтов — основного элемента крепления металлических подкладок под рельсы. В процессе эксплуатации происходит изменение натяжного усилия болтов за счет температурного фактора, нагрузки от подвижного состава, хрупкости металла и других факторов, что приводит к разрыву болта вблизи головки. Изломанный болт выпадает, а гнездо его установки с оставшейся головкой забивается шламом. Для того чтобы установить новый болт, гнездо закладного болта очищают и продувают сжатым воздухом, после чего специальным устройством поворачивают головку внутри гнезда параллельно входному отверстию в шпале и в подкладке и извлекают. Пустое гнездо закладного болта до установки нового заглушают деревянной пробкой.

Закрепление положения пути. Правильное положение и геометрические параметры пути в тоннелях имеют исключительное значение для обеспечения безопасности движения поездов и работающих в тоннелях людей. Ширина колеи и уровень пути в тоннелях должны удовлетворять тем же требованиям, что и на перегоне, а отклонения оси рельсовой решетки в плане и профиле от проектного положения не должны вызывать нарушения габарита или увеличения негабаритности сооружения. Для контроля положения пути в стенах обделки тоннелей через

20 м на прямых и через 10 м на кривых участках пути устанавливают постоянные реперы и путевые сигнальные знаки, а на каждом портале железнодорожных и автодорожных тоннелей закладывают репер для нивелирования III класса. На прямых участках реперы устанавливают на правой стене по ходу километража, в кривых со стороны наружного рельса, в двухпутных тоннелях — с обеих сторон. Существует несколько конструкций путевых реперов. Наиболее простой из них является конструкция репера в виде «завершенного» штыря, заделываемого в обделку тоннеля на уровне головки рельса.

Контрольные вопросы

1. Как осуществляется вырезка загрязненного балласта в тоннели?
2. Какое влияние на ВПС оказывает сернистая кислота?
3. Какие работы в тоннели выполняются по очистке пути?
4. Как осуществляется закрепление положения пути в тоннели?
5. Как осуществляется оценка состояния пути в тоннели?

Литература

И.В. Прокудин, И.А. Грачев, А.Ф. Колос. Организация строительства железных дорог. Учебное пособие.-М.: ФГБОУ «УМЦ»-2013.

И.И. Медведева., Общий курс железных дорог: учебн пособие.-М.: ФГБУ ДПО «Учебный методический центр по образованию на железнодорожном транспорте»,2019.

Практическая работа № 18

Тема:Расчет количество людей на текущее содержание четырех пролетного металлического моста

Цель: Выполнить расчет количество людей на текущее содержание четырех пролетного металлического моста

Оборудование и принадлежности: Нормы содержания железнодорожного пути, рабочая тетрадь, калькулятор.

Краткие сведения из теории:Количество звеньев определяется объемом трудозатрат на ремонт и содержание сооружений. Общее выражение для определения численности рабочих под работы имеет вид:

$$N = \frac{T_{kj} + T_{gi}}{250}$$

где:

- N- численность рабочих в структурном подразделении;
- T_{kj}, T_{gi} - суммарные годовые трудозатраты на виды работ для выделенной группы искусственных сооружений (соответственно для капитальных мостов, деревянных мостов)
- j- виды работ; j=1,2,3,4.....-надзор, уход, профилактика, ППР, ремонт и реконструкция (усиление и уширение);
- 250- расчетное число рабочих дней в году.

Общие трудозатраты, необходимые для расчета численности структуры службы определяются для капитальных мостов по нижеуказанной формуле, как сумма трудозатрат по всем сооружениям выделенной группы на все виды работ (без реконструкции).

$$T_{kj} = L_{mi} \times K_{ii} \times K_{2i} \times (0,24 + 1,2K_{3i}) + 10K_{3i} \times K_{4i} + 20K_{3i} \times K_{5i} \times K_{6i}$$

Сумма в круглых скобках отражает численность рабочих для выполнения всего комплекса работ по содержанию сооружения, остальные слагаемые - численность соответственно при планово-предупредительном ремонте (ППР) и ремонте моста (путепровода).

Где:

$L_{\text{жи}i}$ - фактическая длина i -го. Моста

n - число мостов в выделенной группе

K_{1i} - коэффициент, учитывающий ширину моста и принимаемый как отношение фактической (B) ширины моста (суммарная величина габарита И ширина двух тротуаров с учетом разделительной полосы) к базовой ширине 10 м, т.е.

$$K_{1i} = B_i / 10$$

K_{2i} - коэффициент условия расположения сооружения

1,1 - на федеральных дорогах

1,2 - в населенных пунктах

1,0 - в прочих случаях

K_{3i} - коэффициент трудоемкости работ, равный:

2,6 - для мостов с металлическими и сталежелезобетонными пролетными строениями

1,0 - для железобетонных мостов

1,5 - для железобетонных путепроводов через железную или автомобильную дорогу

2,0 - для железобетонных путепроводов через электрифицированную железную дорогу

0,93 - для каменных и бетонных мостов

1,6 - для деревянных мостов.

K_{4i} - коэффициент, учитывающий возраст сооружения при ППР

0,05 - для сооружений в возрасте до 20 лет

0,1 - для сооружений в возрасте 21-40 лет

0,2 - для сооружений в возрасте более 40 лет

K_{5i} - коэффициент сложности сооружения, применяемый:

1,2 - для рамных и арочных конструкций, а также балочных коробчатого сочетания

1,1 - для неразрезных, балочно-консольных и балочно-подвесных систем

1,0 - для разрезных балочных систем

K_{6i} - коэффициент, учитывающий возраст сооружения при ремонте

0,03 - при возрасте до 20 лет

0,05 - при возрасте 21-30 лет

0,07 - при возрасте более 30 лет

0,24; 1,0; 1,2 - эмпирические коэффициенты.

ПРИМЕР РАСЧЕТА ЧИСЛЕННОСТИ РАБОЧИХ

В качестве примера рассмотрен участок автомобильной дороги, эксплуатируемый одним подразделением, на котором имеется 10 сооружений, общей протяженностью 1200 п.м.

Исходные данные по мостам и расчеты трудозатрат представлены в таблице.

В результате расчета получено:

подразделение только по содержанию мостов:

$$\text{численность рабочих} = \frac{\text{трудозатраты на содержание}}{250} = \frac{3444,6}{250} = 14 \text{ чел.}$$

подразделение: содержание +ППР:

$$\text{численность рабочих} = \frac{\text{трудозатраты на содержание} + \text{ППР}}{250} = \frac{3444,6 + 2946,2}{250} = 26 \text{ чел.}$$

Разбивка общей численности рабочих по звеньям и бригадам проводится в зависимости от объемов и местоположения ремонтных работ.

Могут быть созданы специализированные звенья по содержанию крупных сооружений.:
металлических и сталежелезобетонных мостов длиной свыше 100 м

железобетонных длиной свыше 300 м
деревянных длиной свыше 150 м
или территориально обособленные группы сооружений.

Для большого объема работ создаются комплексные бригады по 9-12 человек.

№ пп	Вид сооружения	Материал	Габарит А (м)	Срок эксплуатации (лет)	Длина моста LL (м)	Место расположения	Вид конструкций
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Мост.....	метал.	7+2×1,0	15	120	-«-	-«-
2	Мост	метал.	12+2×1,5	10	80	-«-	-«-
3	Мост	метал.	8+2×1,0	45	240	-«-	-«-
4	Мост	метал.	8+2×1,0	48	40	-«-	-«-
5	Мост	метал.	12+2×1,0	25	120	-«-	-«-
6	Мост	метал.	8+2×1,0	18	60	-«-	-«-
7	Мост	метал.	10+2×1,5	36	180,0	-«-	-«-
8	Мост	метал.	10+2×1,0	28	230	-«-	-«-
9	Мост	метал.	10+2×1,0	30	100	-«-	-«-
10	Мост	метал.	8+2×1,0	46	30	-«-	-«-
11	Мост.....	метал.	7+2×1,0 12+2×1,5	22	110	-«-	-«-
12	Мост	метал.	7+2×1,0	36	340	-«-	-«-
13	Мост	метал.	8+2×1,0	39	350	-«-	-«-
14	Мост	метал.	7+2×1,0	41	280	-«-	-«-
15	Мост	метал.	12+2×1,5	44	190	-«-	-«-
16	Мост	метал.	8+2×1,0	42	220	-«-	-«-
17	Мост	метал.	8+2×1,0	24	310	-«-	-«-
18	Мост	метал.	12+2×1,0	22	180	-«-	-«-
19	Мост	метал.	8+2×1,0	56	120	-«-	-«-
20	Мост	метал.	10+2×1,5	49	220	-«-	-«-
21	Мост	метал.	10+2×1,0	43	110	-«-	-«-
22	Мост	метал.	12+2×1,0	44	130	-«-	-«-
23	Мост	метал.	10+2×1,0	33	140	-«-	-«-
24	Мост	метал.	12+2×1,0	29	150	-«-	-«-
25	Мост	метал.	8+2×1,0	17	170	-«-	-«-

№ вар	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K ₆	A=L ₃ ×K ₁ ×K ₂	Содерж. A×(0,24+1,2×K ₃)	ППР A×10×K ₃ ×K ₄	Содерж. + ППР
1	9	10	11	12	13	14	15			
2	0,9	1,1	1,0	0,05	1,0	0,03	118,0			
3	1,5	1,1	1,5	0,05	1,0	0,03	132,0			
4	1,0	1,1	2,6	0,2	1,0	0,07	264,0			
5	1,0	1,2	0,9	0,2	1,2	0,07	48,0			
6	1,4	1,0	1,0	0,1	1,2	0,05	168,0			
7	1,1	1,0	2,6	0,05	1,1	0,03	66,0			
8	1,3	1,0	1,0	0,1	1,2	0,07	234,0			
9	1,2	1,0	2,6	0,1	1,1	0,05	276,0			
10	1,2	1,0	1,5	0,05	1,1	0,03	120,0			
	1,0	1,0	2,0	0,05	1,0	0,03	30,0			
11	10	9	1,0	0,05	1,0	14	121			
12	1,1	0,9	1,5	0,05	1,2	0,03	132			
13	1,1	1,5	2,6	0,2	1,2	0,03	144			
14	1,1	1,0	0,9	0,2	1,1	0,07	156			
15	1,2	1,0	1,0	0,1	1,2	0,07	276			
16	1,0	1,4	2,6	0,05	1,1	0,05	264			

17	1,0	1,1	1,0	0,1	1,1	0,03	245			
18	1,0	1,3	2,6	0,1	13	0,07	278			
19	1,0	1,2	1,5	0,05	1,0	0,05	342			
20	1,0	1,2	2,0	0,07	1,0	0,03	286			
21	1,0	1,2	1,0	0,05	1,0	0,07	176			
22	2,6	1,1	1,5	0,03	1,2	0,07	156			
23	1,0	1,2	2,6	0,07	1,0	0,05	190			
24	2,6	1,1	0,9	0,05	1,2	0,03	210			
25	1,5	1,1	1,5	0,03	1,2	0,07	200			

3444,6

2946,2

6380,8

Литература

И.В. Прокудин , И.А. Грачев, А.Ф. Колос. Организация строительства железных дорог. Учебное пособие-М.: ФГБОУ «УМЦ»-2013.

И.И. Медведева., Общий курс железных дорог: учебн пособие.-М.: ФГБУ ДПО «Учебный методический центр по образованию на железнодорожном транспорте»,2019.

Практическая работа № 19

Тема:Расчет количества людей на текущее содержание тоннеля длиной 975метров

Цель: Выполнить расчет количество людей на текущее содержание тоннеля

Оборудование и принадлежности: Нормы содержания железнодорожного пути , рабочая тетрадь, калькулятор.

Краткие сведения из теории:Расчет для тоннелей производится в зависимости от класса пути (сочетания группы и категории), фактической грузонапряженности и развернутой длины пути данного класса и типа верхнего строения пути по нормам [таблицы 1](#).

Расчет численности производится:

- для главных (Ргл), станционных и прочих (Рст) путей по формуле:

$$\sum_{i=1}^i \text{Ргл(ст)}_i = N \times L_i, \quad (1)$$

где:

Ргл(ст)_i - численность монтеров пути, обслуживающих конкретный участок .N - норма расхода рабочей силы для данной конструкции, фактической грузонапряженности и скорости движения поездов (категории пути) конкретного участка, чел.-год;

L_i - развернутая длина пути конкретного участка пути, км.

Суммарная численность монтеров пути, обслуживающих главные, станционные и прочие пути Ргл(ст) , равна суммарной численности монтеров пути, обслуживающих отдельные участки:

$$\text{Ргл(ст)} = \text{Ргл(ст)}_i; \quad (2)$$

- для стрелочных переводов Рстр :

$$\text{Рстри} = N \times \Pi_i, \quad (3)$$

где:

$R_{стрi}$ - численность монтеров пути, обслуживающих стрелочные переводы конкретного типа, чел.;

N - норма расхода рабочей силы для конкретного типа и марки стрелочного перевода соответствующего размера грузонапряженности и скорости движения (категории пути), чел.-год;

Π_i - количество стрелочных переводов одного типа и марки соответствующей скорости движения (категории пути) и размера грузонапряженности, шт.

Суммарная численность монтеров пути, обслуживающих стрелочные переводы, равна:

$$R_{стр} = R_{стрi}. \quad (4)$$

2.5. Затраты труда, рассчитанные по нормам расхода рабочей силы, корректируются на величину поправочного коэффициента $K_{э}$, который учитывает местные эксплуатационные факторы и может определяться в двух вариантах:

- в первом варианте он определяется как обобщенный в целом для обслуживаемого участка по формуле:

$$K_{э} = 1,0 + \frac{\sum_{i=1}^i L_i (K_i - 1,0)}{L_{общ}}, \quad (5)$$

где:

L_i - развернутая длина i -го участка пути с индивидуальными эксплуатационными условиями, км (количество стрелочных переводов, шт.);

K_i - величина поправочного коэффициента для i -го участка (стрелочного перевода) на условия эксплуатации;

$L_{общ}$ - общая развернутая длина обслуживаемого участка, в которую входят участки пути с индивидуальными эксплуатационными особенностями, км (общее количество стрелочных переводов, шт.);

- во втором варианте поправочный коэффициент определяется для каждого километра. При действии на одном километре нескольких эксплуатационных факторов общий поправочный коэффициент для него определяется из выражения:

$$K_{э} = 1 + \Delta_1 - \Delta_2 \dots + \Delta_n,$$

где $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_n$ - добавки к табличной норме от поправочных коэффициентов. Например, при коэффициенте 1,1 добавка = $(1,1 - 1,0)$.

Численность монтеров пути определяется путем умножения нормы с учетом эксплуатационных условий на развернутую длину соответствующего участка (количество стрелочных переводов):

$$P_i = N_i \times K_{э} \times L_i. \quad (6)$$

Поправочные коэффициенты на местные условия эксплуатации рассчитываются отдельно для главных, станционных и прочих путей и стрелочных переводов.

Контингент монтеров пути (P), рассчитанный по нормам расхода рабочей силы с учетом условий эксплуатации, выразится:

$$P = P_{гл} \times K_{эгл} + P_{ст} \times K_{эст} + P_{стр} \times K_{эстр}, \quad (7)$$

где:

Ргл, Рст, Рстр - численность монтеров пути, рассчитанная по нормам расхода рабочей силы для главных, станционных и прочих путей и стрелочных переводов, чел.;

Кэгл, Кэст, Кэстр - поправочные коэффициенты на условия эксплуатации для главных, станционных и прочих путей и стрелочных переводов.

Таблица 1

Наименование сооружений	Группы путей и грузонапряженность в млн. ткм брутто на км в год					
	Д (0 - 10)					
	Категория путей					
	1	2	3	4	5	6
Тоннели железнодорожные	0,447	0,434	0,422	0,412	0,403	0,395
Пешеходные мосты и тоннели	0,320					

ТАБЛИЦА 2

Наименование сооружений	Группы путей и грузонапряженность в млн. ткм брутто на км в год											
	В (25 - 50)						Г (10 - 25)					
	Категория путей											
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Тоннели железнодорожные	0,514	0,494	0,477	0,463	0,448	0,437	0,475	0,459	0,445	0,433	0,421	0,412
Пешеходные мосты и тоннели	0,323						0,321					

ТАБЛИЦА ПРОЧИЕ ПУТИ (VII КАТЕГОРИИ)

ШПАЛЫ							
деревянные				железобетонные			
Тип рельсов							
Р-75	Р-65	Р-50	Р-43	Р-75	Р-65	Р-50	Р-43

0,238	0,285	0,333	0,380	0,190	0,238	0,285	0,333
-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Литература

И.В. Прокудин , И.А. Грачев, А.Ф. Колос. Организация строительства железных дорог. Учебное пособие-М.: ФГБОУ «УМЦ»-2013.

И.И. Медведева., Общий курс железных дорог: учебн пособие.-М.: ФГБУ ДПО «Учебный методический центр по образованию на железнодорожном транспорте»,2019.

Практическая работа № 20

Тема:Определение вида подпорной стены, конструктивных особенностей и основных размеров. Оценка.

Цель:Определить вид подпорной стены.

Оборудование и принадлежности: Нормы содержания железнодорожного пути , рабочая тетрадь, калькулятор.

Краткие сведения из теории: ТИПЫ ПОДПОРНЫХ СТЕН

По конструктивному решению подпорные стены подразделяются на массивные и тонкостенные.

В массивных подпорных стенах их устойчивость на сдвиг и опрокидывание при воздействии горизонтального давления грунта обеспечивается в основном собственным весом стены.

В тонкостенных подпорных стенах их устойчивость обеспечивается собственным весом стены и весом грунта, вовлекаемого конструкцией стены в работу.

Как правило, массивные подпорные стены более материалоемкие и более трудоемкие при возведении, чем тонкостенные, и могут применяться при соответствующем, технико-экономическом обосновании (например, при возведении их из местных материалов, отсутствии сборного железобетона и т.д.).

Массивные подпорные стены отличаются друг от друга формой поперечного профиля и материалом (бетон, бутобетон и т.д.)

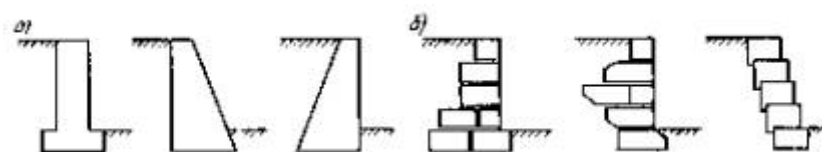


Рис. 1.

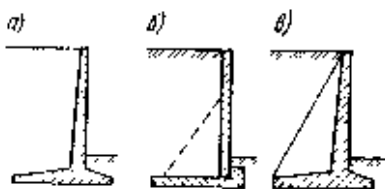


Рис. 2.

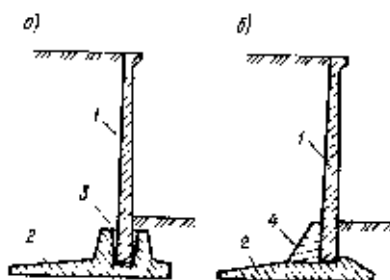


Рис. 3.

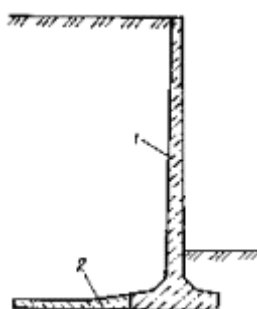


Рис. 4. Конструкция подпорной стены

Контрольные вопросы.

1. Какие подпорные стены изображены на рисунках (запишите название) РИС1;2;3;4;
2. Какие конструкции подпорных стен по способу изготовления бывают?
3. Как выполняются подпорные стены из полносборных конструкций и монолитных?

Литература

И.В. Прокудин , И.А. Грачев, А.Ф. Колос. Организация строительства железных дорог. Учебное пособие-М.: ФГБОУ «УМЦ»-2013.

И.И. Медведева., Общий курс железных дорог: учебн пособие.-М.: ФГБУ ДПО «Учебный методический центр по образованию на железнодорожном транспорте»,2019.

Практическая работа № 21

Тема:Определение вида тоннеля, его конструктивных особенностей и основных размеров

Цель:Определить вид тоннельной обделки согласно чертежа.

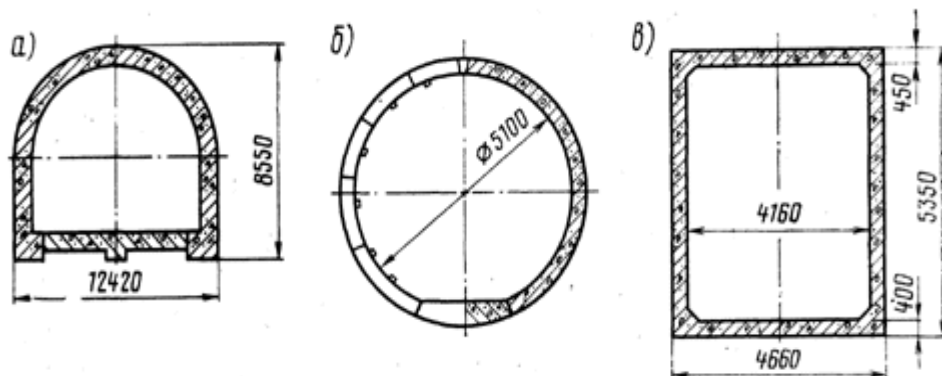
Оборудование и принадлежности: Нормы содержания железнодорожного пути , рабочая тетрадь,

Краткие сведения из теории:Процесс проходки тоннеля заключается в разработке грунта по очертанию и размерам проходимой выработки, удалении (выдаче) его на поверхность и закреплении выработанного пространства временной или постоянной крепью. Пространство, образовавшееся после разработки грунта и его удаления, называют горной выработкой . В зависимости от назначения горная выработка может называться: штольневой (при проходке штолен), тоннельной (при проходке тоннеля на полное сечение), калоттной (при проходке верхней части тоннеля горным способом) и др. Рабочее место, где ведут разработку грунта,—

это забой выработки. Поверхность разрабатываемого грунта называют лбом забоя. В процессе производства работ забой по мере продвижения выработки перемещается вперед. В монолитных скальных породах выработки без крепления могут сохраняться длительное время. В песчаных неустойчивых грунтах необходимо немедленно подводить временную или постоянную крепь.

Конструкцию, устраиваемую для закрепления тоннельной выработки на период производства работ, называют временной крепью, а конструкцию, служащую для постоянного закрепления выработки,— обделкой.

На устойчивость кровли выработки влияют ее форма и размеры. Более устойчива кровля выработок сводчатой формы и небольшого пролета (ширины). При обрушении плоской кровли в ней образуется естественный свод, который называют сводом обрушения (сводом давления).



Контрольные вопросы

1. Запишите вид обделки тоннеля согласно чертежа
2. Запишите как осуществляется каждый вид обделки тоннеля.
3. Какой вид обделки наиболее широко используемый

Литература

И.В. Прокудин, И.А. Грачев, А.Ф. Колос. Организация строительства железных дорог. Учебное пособие-М.: ФГБОУ «УМЦ»-2013.

И.И. Медведева., Общий курс железных дорог: учебн пособие.-М.: ФГБУ ДПО «Учебный методический центр по образованию на железнодорожном транспорте»,2019.

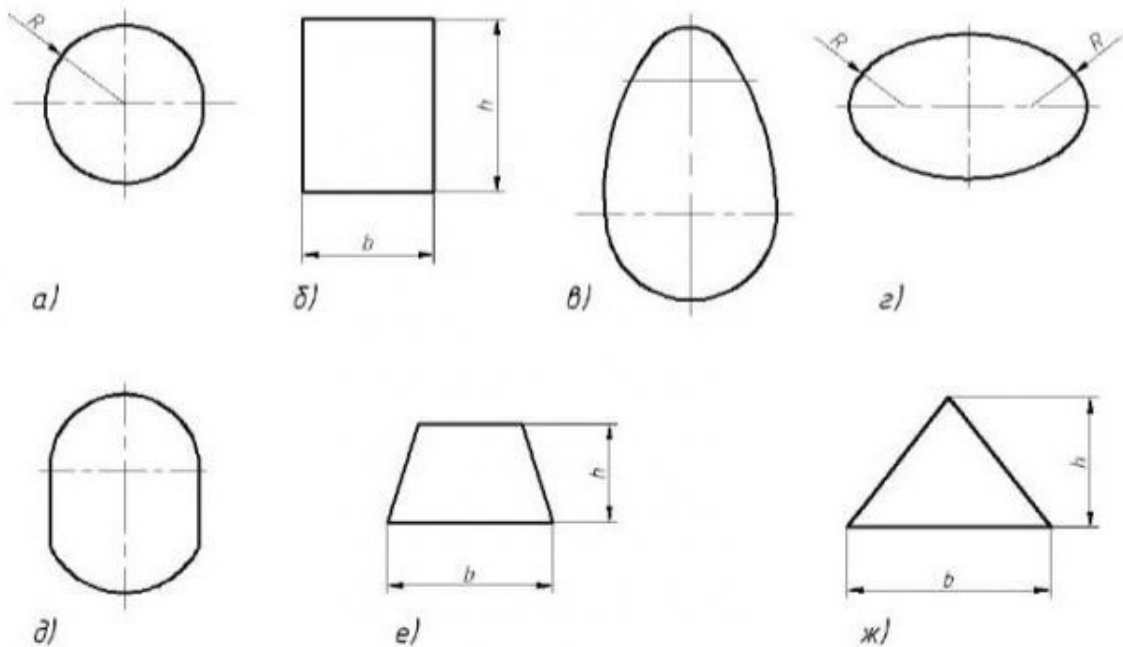
Практическая работа № 22

Тема:Определение вида трубы и ее основных размеров. Оценка технического состояния.
Цель:Определить вид водопропускной трубы согласно чертежа.
Оборудование и принадлежности: Нормы содержания железнодорожного пути, рабочая тетрадь, карандаш, ластик, миллиметровая бумага

Краткие сведения из теории:

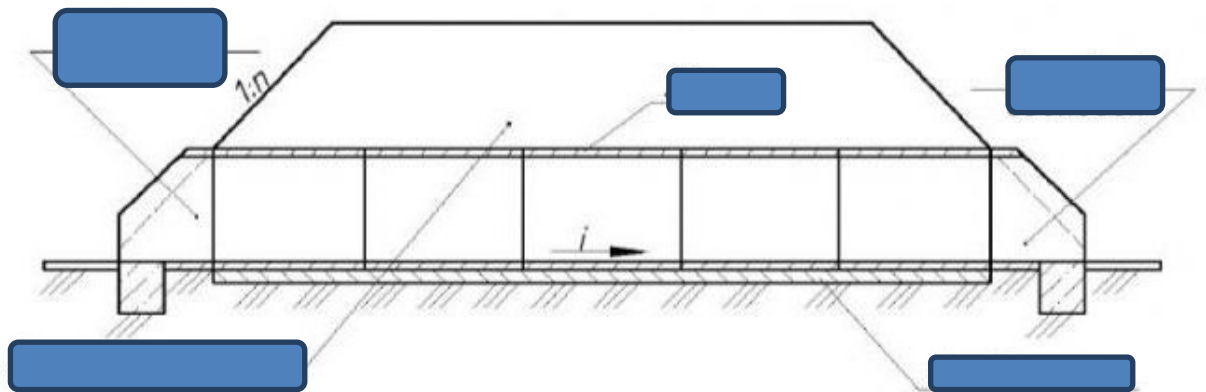
Водопропускная труба – искусственное сооружение, устраиваемое в теле насыпи для пропуска небольшого количества воды; укладывается поперек оси ж.-д. пути. Максимальное количество воды проходит через трубу во время паводков. Важно, чтобы вода не повредила насыпь и не привела к размыву грунта около трубы. Основная характеристика водопропускной трубы – размер ее отверстия. Максимальный расход воды, которую может пропустить труба (т. е. ее пропускная способность), зависит не только от размеров отверстия, но и от формы поперечного сечения, устройств, вводящих и выводящих воду из трубы (оголовков), а

также степени шероховатости русла в трубе. Высота трубы определяется горизонтом воды и не зависит от высоты насыпи. Водопротокные трубы являются самыми массовыми искусственными сооружениями на железных дорогах (ок. 70%). При небольших расходах воды строить их экономически выгоднее, чем мосты. Кроме того, трубы менее чем мосты чувствительны к возрастанию временных нагрузок. Выделяют несколько разновидностей труб в зависимости от формы поперечного сечения (рис.1)



Водопротокные трубы состоят из нескольких элементов. (рис2)

Продольный разрез



Основные элементы дорожной трубы

Контрольные вопросы.

1. Согласно рисунка 1. назовите разновидности труб в зависимости от формы поперечного сечения
2. Согласно рисунка 2. Назовите основные элементы дорожной трубы
3. Какие материалы используются для изготовления труб?
4. Какие трубы называются напорными, полунанпорными и безнапорными?
5. Что является недостатком труб?

Литература

И.В. Прокудин, И.А. Грачев, А.Ф. Колос. Организация строительства железных дорог. Учебное пособие-М.: ФГБОУ «УМЦ»-2013.

И.И. Медведева., Общий курс железных дорог: учебн пособие.-М.: ФГБУ ДПО «Учебный методический центр по образованию на железнодорожном транспорте»,2019.

Практическая работа № 23

Тема:Определение системы и вида железобетонного моста, его основных размеров и конструктивных особенностей.

Цель:Определить основные системы железобетонного моста согласно чертежа.

Оборудование и принадлежности: Нормы содержания железнодорожного пути, рабочая тетрадь, карандаш, ластик, линейка, миллиметровая бумага.

Краткие сведения из теории:На железных дорогах России применяют в основном малые и средние железобетонные мосты.

По своим конструктивным особенностям пролетные строения железобетонных мостов подразделяют на два вида: с ненапрягаемой арматурой и с предварительно напряженной арматурой главных балок.

Они бывают однопутными и двухпутными, но предпочтение отдают пролетным строениям с одной веткой железнодорожного пути.

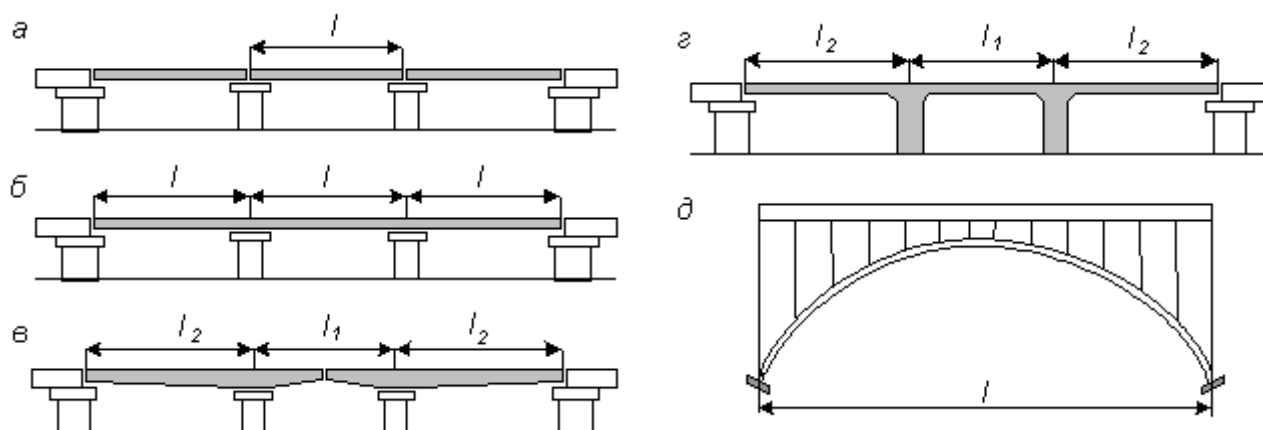


Рис 1. Основные системы железобетонных мостов

Железобетон – это комплексный строительный материал, состоящий из бетона и стальной арматуры (1–4 %), работающих совместно под нагрузкой. При распределении функций между бетоном и арматурой предусматривают условие, при котором бетон обеспечивает работу конструкций в основном в сжатой, а стальная арматура – в растянутой зонах.

Контрольные вопросы.

1. Что относится к достоинству железобетонных мостов?
2. Согласно рисунка 1 назовите основные системы железобетонных мостов, опишите каждую систему.

Литература

И.В. Прокудин, И.А. Грачев, А.Ф. Колос. Организация строительства железных дорог. Учебное пособие.-М.: ФГБОУ «УМЦ»-2013.

И.И. Медведева., Общий курс железных дорог: учебн пособие.-М.: ФГБУ ДПО «Учебный методический центр по образованию на железнодорожном транспорте»,2019.

Практическая работа № 24

Тема: Определение системы и вида каменного (бетонного) моста, его основных размеров и конструкции.

Цель: Определить системы каменных мостов согласно чертежа.

Оборудование и принадлежности: Нормы содержания железнодорожного пути, рабочая тетрадь, карандаш, ластик, линейка, миллиметровая бумага.

Краткие сведения из теории: Большинство из существующих сейчас каменных мостов было построено еще в девятнадцатом веке. Их главным преимуществом считается долговечность и прочность. Более того, они являются малочувствительными к ударным нагрузкам и повышению массы поездов. Тем не менее строительство железнодорожных мостов из камня представляет собой очень трудоёмкий процесс. Возводить их можно исключительно с короткими

пролётами и на прочном грунте. При наличии хорошей защиты от влаги и надлежащем уходе они могут простоять несколько сотен лет.

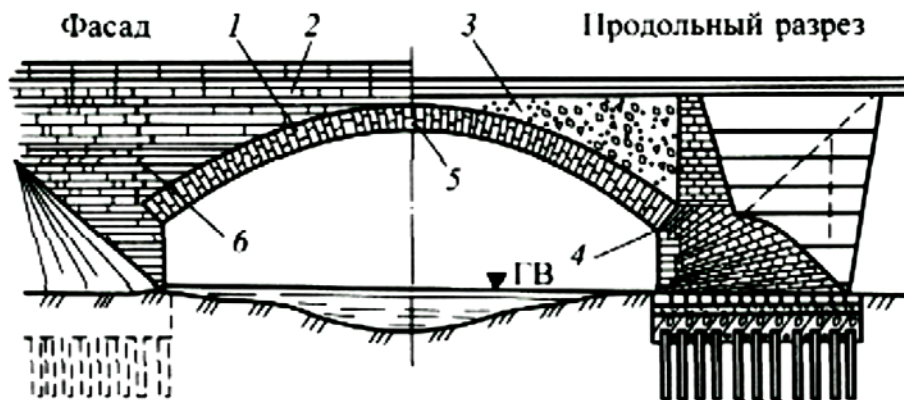


Рис1. Конструктивные части каменного моста:

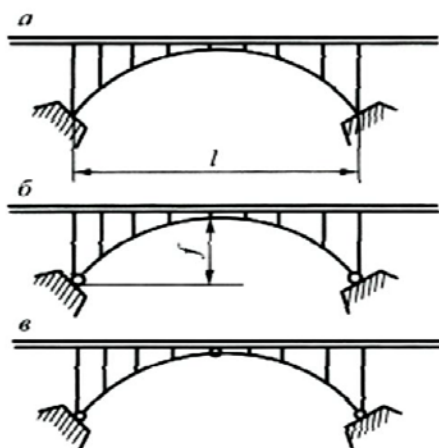


Рис2. - Схемы арок

Контрольные вопросы

1. Что является основным элементом каменного моста?
2. Что собой представляют щековые стенки?
3. Что называется замком?
4. Согласно рисунка 1 назовите конструктивные части каменного моста
5. Какие арки представлены на рисунке2?
6. Назовите достоинства и недостатки каменных мостов.

Литература

И.В. Прокудин , И.А. Грачев, А.Ф. Колос. Организация строительства железных дорог. Учебное пособие-М.: ФГБОУ «УМЦ»-2013.

И.И. Медведева., Общий курс железных дорог: учебн пособие.-М.: ФГБУ ДПО «Учебный методический центр по образованию на железнодорожном транспорте»,2019.

Тема: Определение вида и типа металлического моста, его конструктивных особенностей и основных частей.

Цель: Определить вид и тип металлического моста согласно чертежа.

Оборудование и принадлежности: Нормы содержания железнодорожного пути, рабочая тетрадь, карандаш, ластик, линейка, миллиметровая бумага.

Краткие сведения из теории: Стальными называются мосты, главные пролетные строения которых выполнены из стали. Опоры их могут быть из бетона, железобетона и других материалов. Строительные стали обладают высокой прочностью, пластичностью и ударной вязкостью, поэтому стальные мосты имеют наибольшие пролеты и надежно работают под тяжелыми динамическими нагрузками. Уже к последней четверти XX в. длина пролетов металлических мостов достигала 1400 м, а длина пролетов железобетонных мостов превышала 300 м.

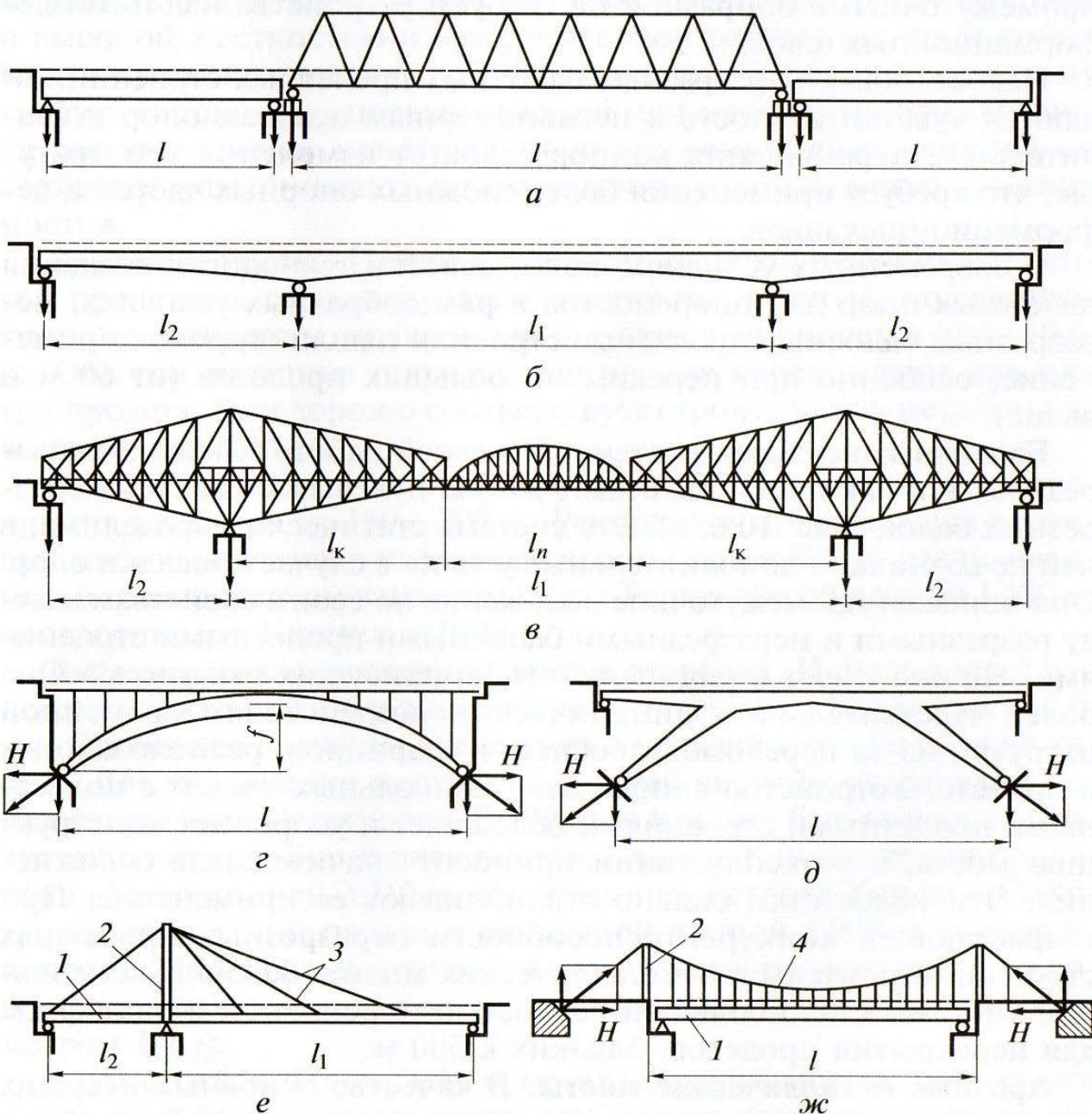


Рис1. Основные системы металлических мостов

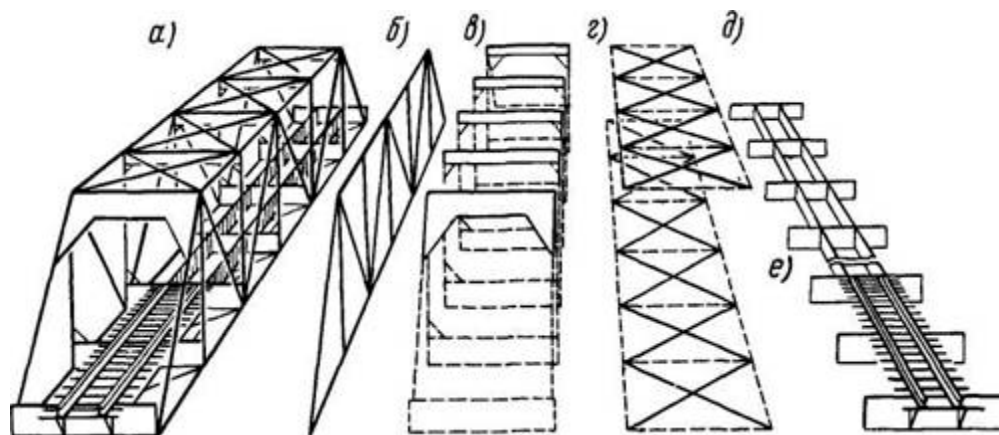
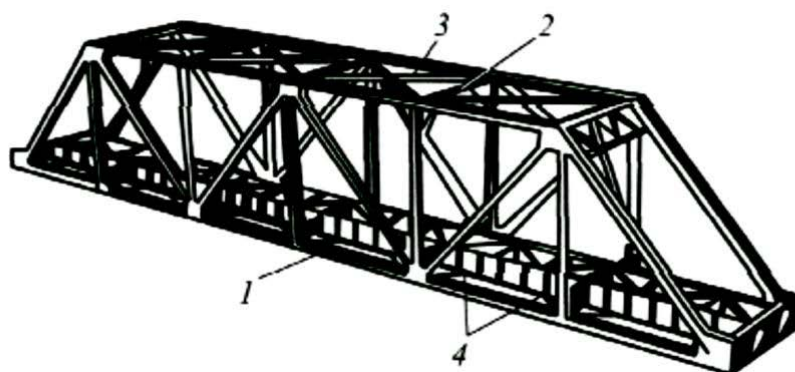


Рис2. Части пролетного строения

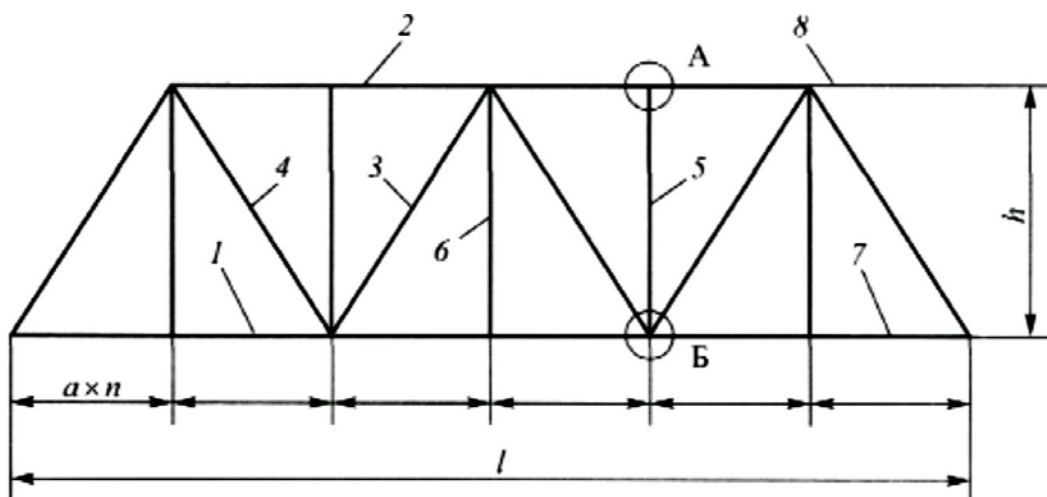


Рис 3. Основные конструктивные элементы фермы:

Контрольные вопросы.

1. Назовите недостатки и достоинства железных мостов.
2. Согласно рисунка 1 назовите системы металлических мостов.
3. Согласно рисунка 2 назовите основные части пролетного строения

4. Согласно рисунка 3 назовите основные конструктивные элементы фермы.

Литература

И.В. Прокудин, И.А. Грачев, А.Ф. Колос. Организация строительства железных дорог. Учебное пособие-М.: ФГБОУ «УМЦ»-2013.

И.И. Медведева., Общий курс железных дорог: учебн пособие.-М.: ФГБУ ДПО «Учебный методический центр по образованию на железнодорожном транспорте»,2019.

Практическая работа № 26

Тема:Определение вида искусственного сооружения, его размеров и расхода воды

Цель:Определить вид искусственного сооружения.

Оборудование и принадлежности: Нормы содержания железнодорожного пути, рабочая тетрадь,

Краткие сведения из теории:В соответствии с заданием требуется выполнить:

- 1) Рассчитать расход воды- Q , м³/сек, на периодически действующем водотоке;
- 2) На основании расчета определить вид искусственного сооружения, который можно эксплуатировать на расчетном водотоке;
- 3) Определить основные размеры искусственного сооружения

Порядок выполнения задания

1) Основная зависимость, по которой можно производить гидравлический расчет искусственного сооружения, заключается в том, что расход воды Q м³/сек, выражается формулой(1)

$$Q = \omega v, (1)$$

где ω -площадь живого сечения, м²;

v -средняя скорость протекания воды, м/сек;

2) Скорость протекания воды v м/сек, определяется по формуле(2)

$$v = C Ri, (2)$$

где C - коэффициент, зависящий от шероховатости русла и гидравлического радиуса;

R -гидравлический радиус, м;

i - уклон дна водотока

3) Величина гидравлического радиуса определяется по формуле(3)

$$R = \frac{\omega}{p}, (3)$$

где ω - площадь сечения водного потока, протекающего через сооружение, м²;

p - длина смоченного периметра этого сечения, м (см. рис.1)

4) Из рисунка 1 следует, что площадь живого сечения, и периметр, определяются по формулам (4), (5)

$$\omega = dh + mh^2$$

(4)

$$p = d + 2b = d + 2h \sqrt{1 + m^2} (5)$$

где m -величина, показывающая, во сколько раз заложение откоса больше его высоты;

d -ширина по дну, м;

b -протяжение откосной части смоченного периметра, м определяемое по формуле (6)

$$b = h \sqrt{1 + m^2} (6)$$

(6)

8

5) Умножая полученную скорость v на площадь живого сечения ω потока, получаем расход Q , которое может пропустить сооружение

6) На основании полученного расхода воды Q по графикам водопропускной способности искусственных сооружений определяем вид искусственного сооружения, который можно эксплуатировать на данном расчетном водотоке

7) При определении размеров искусственного сооружения пользуемся следующими формулами расчета:

а) для водопропускных труб

Выбирается расчетная схема насыпи

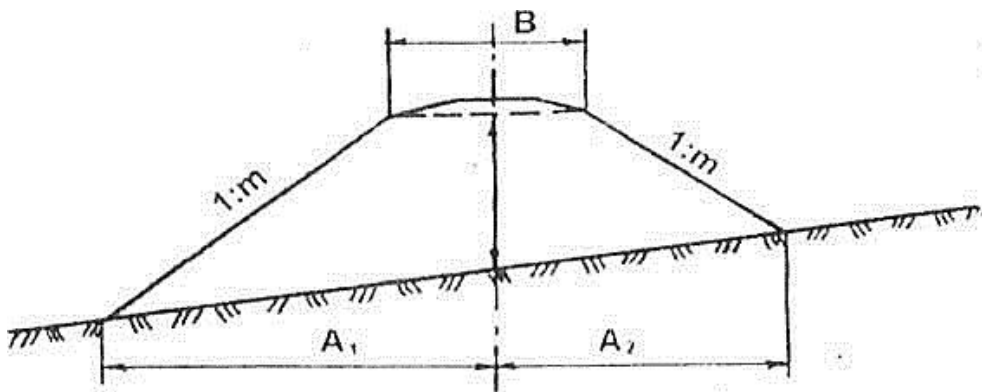


Рисунок 2- Схема насыпи при $H < 6m$

$$A_1 = \frac{n}{n-m} \left(\frac{B}{2} + mH \right); \quad (7)$$

$$A_2 = \frac{n}{n+m} \left(\frac{B}{2} + mH \right); \quad (8)$$

$$A = A_1 + A_2$$

где A-длина основания насыпи, м;

A1-расстояние от оси пути до подошвы насыпи с подгорной стороны, м;

A2-расстояние от оси пути до подошвы насыпи с нагорной стороны, м;

B- ширина основной площадки земляного полотна, м;

m – показатель крутизны откосов;

n - показатель крутизны поперечного уклона местности

Длину основания насыпи можно округленно принимать за длину трубы.

б) для свайно-эстакадных мостов

Схема и длина свайно-эстакадного моста при высоте насыпи 6м округленно назначается о графикам возможных водопропускных способностей сооружений

Пример выполнения задания

Задание: на периодически действующем водотоке определить вид

Искусственного сооружения, его размеры и расход воды

Дано: $d=3.0$ м; $h=2.0$ м; $m=1.5$; $H=6.0$ м; $B=7.3$ м; $i=3\%$

1) Рассчитаем b-протяжение откосной части смоченного периметра:

$$b = 2.0 * 1 + 1.52 = 3.6 \text{ м}$$

2) Вычисляем длину смоченного периметра:

$$p = 3.0 + 3.6 * 2 = 10.2 \text{ м}$$

3) Вычисляем площадь живого сечения:

$$\omega = 3.0 \cdot 2.0 + 1.5 \cdot 2.02 = 12.0 \text{ м}^2$$

4) Вычисляем гидравлический радиус

$$1.17 \text{ м}$$

$$10.2$$

$$R = 12.0 =$$

5) По табл.7 [2] определяем значение коэффициента C:

$$C = 31$$

6) Определяем скорость течения воды:

$$v = 31 \cdot 1.17 \cdot 0.03 = 5.8 \text{ м/сек}$$

7) Находим расход воды:

$$Q = 12.0 \cdot 5.8 = 69.6 \text{ м}^3/\text{сек}$$

По графикам возможных водопропускных способностей свайно-эстакадных мостов при средней высоте насыпи 6.0 м выбираем 4-ех пролетный мост с длиной пролетного строения 6.0 м

Полная длина моста составит:

$$L_{\text{п}} = 4 \cdot 6.0 + 2 \cdot 4 = 32 \text{ м} \text{ (с учетом устоев моста длиной по 4 м)}$$

Контрольные вопросы

- 1) Назовите основные виды искусственных сооружений.
- 2) Назовите основные параметры, учитываемые при выборе вида Искусственного сооружения.
- 3) От чего зависит объем водотока, который может пропустить отверстие искусственного сооружения.
- 4) В каких единицах измеряется расчетный водоток?
- 5) Назовите максимальное значение объема водотока, которое может пропустить труба.

Варианты заданий

№ варианта	d	h	m	H	B	i
1	2.15	1.5	1.5	6.0	7.3	0.04
2	3.4	2.3	2.0	3.7	7.6	0.05
3	2.95	1.75	1.75	5.9	7.1	0.03
4	3.17	2.5	1.25	5.7	7.6	0.06
5	3.96	3.4	1.5	4.3	7.3	0.05
6	2.38	3.2	1.25	3.3	7.3	0.06
7	3.35	5.8	1.5	3.9	7.6	0.03
8	2.75	2.6	1.75	5.4	7.1	0.07
9	3.19	1.8	2.0	2.9	7.3	0.04
10	2.95	5.1	1.25	3.7	7.6	0.07
11	4.15	3.7	1.5	4.2	7.3	0.03
12	4.56	5.3	1.3	5.5	7.6	0.06
13	3.43	4.9	1.5	4.7	7.1	0.05
14	3.55	4.4	1.75	3.1	7.6	0.07
15	4.07	5.9	1.5	4.4	7.1	0.06

Литература

И.В. Прокудин , И.А. Грачев, А.Ф. Колос. Организация строительства железных дорог.
 Учебное пособие-М.: ФГБОУ «УМЦ»-2013.

ЛИТЕРАТУРА

Основные источники:

1. Е.С. Ашпиз, А.И. Гасамо, Б.Э.Глюзберг, Железнодорожный путь: учебник-М.: ФГБОУ «УМЦ»-2014г.
2. И.В. Прокудин , И.А. Грачев, А.Ф. Колос. Организация строительства железных дорог.
 Учебное пособие-М.: ФГБОУ «УМЦ»-2013.

Дополнительные источники:

1. Инструкция ЦП652-99 Правила по охране труда при содержании и ремонте железнодорожного пути и сооружений.
2. А.М. Никонов, Железнодорожный путь на искусственных сооружениях-М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2014

И.И. Медведева., Общий курс железных дорог: учебн пособие.-М.: ФГБУ ДПО «Учебный методический центр по образованию на железнодорожном транспорте»,2019.