



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Колледж СамГТУ

Ю.В. ПЯТАЕВА

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЙ

*Методические указания
к практическим занятиям*

Самара
Самарский государственный технический университет
2024

Печатается по решению методической комиссии Колледжа СамГТУ
(протокол № 3 от 22.11.2024 г.).

Составитель: Пятаева Ю.В.

Проектирование инженерных сооружений: методические указания к практическим занятиям для студентов СПО / Ю.В. Пятаева. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2024. – 26 с.

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по специальности среднего профессионального образования 08.02.02 Строительство и эксплуатация инженерных сооружений.

Методические указания включают в себя комплект методических материалов, необходимых для успешной подготовки и участия в проведении практических работ по МДК.01.02 «Проектирование инженерных сооружений» студентам СПО.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Практическое занятие 1. Конструктивные и объёмно-планировочные решения тоннеля	4
Практическое занятие 2. Сбор нагрузок и составление расчётной схемы тоннельной обделки	7
Практическое занятие 3. Конструктивные и объёмно-планировочные решения гидротехнического сооружения	10
Практическое занятие 4. Конструирование водопропускной трубы под насыпью автомобильной дороги	13
Практическое занятие 5. Оценка и прогнозирование воздействия объекта на окружающую среду, окружающей среды на инженерное сооружение с учётом конструктивных особенностей	16
Практическое занятие 6. Конструктивные и объёмно-планировочные решения мостового сооружения	20
Библиографический список	24

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания предназначены для студентов, обучающихся по специальности 08.02.02 Строительство и эксплуатация инженерных сооружений и осваивающих МДК.01.02 «Проектирование инженерных сооружений».

Практическое занятие №1 Тема 1.2 Тоннели и метрополитены

Тема занятия: Конструктивные и объёмно-планировочные решения тоннеля

Цель занятия: изучение конструктивных и объёмно-планировочных решений тоннеля

Ход работы:

Задание 1. Изучить конструктивные и объёмно-планировочные решения тоннеля.

В результате выполнения практического занятия № 1 студент должен:

уметь: разрабатывать конструктивные и объёмно-планировочные решения тоннеля.

Уровень ответственности железнодорожных и автодорожных тоннелей принимается в соответствии с ГОСТ 27751 и классом сооружения:
- класс сооружений КС-2 (нормальный уровень ответственности): тоннели протяженностью менее 500м;
- класс сооружений КС-3 (повышенный уровень ответственности): тоннели протяженностью более или равной 500 м.

Принимаемые технические решения и применяемые конструкции и материалы должны обеспечивать срок службы тоннелей не менее 100 лет. Межремонтные сроки строительных конструкций постоянных устройств должны составлять не менее 50 лет.

Выбор вариантов трассы тоннелей и комплекса сооружений тоннельных переходов осуществляется на основе сравнения с вариантами трасс и комплексов сооружений мостовых переходов (для подводных тоннелей) и вариантов трасс обходов барьерных мест (препятствий) в плане и в профиле препятствия (для горных и городских тоннелей).

Выбор трасс тоннелей и комплексов сооружений тоннельного перехода выполняется взаимосвязанно с выбором трассы железной и автомобильной дороги в соответствии с СП 119.13330 и СП34.13330.

Сравнение и выбор вариантов трасс тоннелей с комплексом сооружений тоннельного перехода производятся с учетом обеспечения геополитических интересов страны и соответствия функциональной надежности жизнеобеспечения транспортной коммуникацией прилегающих регионов, в том числе в условиях чрезвычайных ситуаций, по технико-экономическим показателям суммарных, строительных и эксплуатационных затрат, включая затраты на охрану окружающей среды за расчетный период эксплуатации.

Основные технические решения по вариантам тоннельных переходов по выбору совмещенного или раздельного положения автодорожных и железнодорожных

тоннелей, а также по детальному выбору положения трассы, плана и профиля тоннелей, одно- или многопутности, типу обделки определяются при технико-экономическом сопоставлении показателей строительных и эксплуатационных затрат за весь период жизненного цикла сооружений тоннельного перехода.

Следует избегать расположения тоннелей в зонах тектонических разломов, оползневых участков, в местах повышенного водосбора (в логах, под седловинами водоразделов и т.д.), в карстоопасных районах, а порталов и припортальных участков тоннеля - в местах возможного схода снежных лавин, селевых потоков и камнепадов.

Тоннели, штольни и другие притоннельные сооружения, располагаемые в подземных выработках, должны иметь постоянную крепь-обделку, за исключением притоннельных сооружений, располагаемых в крепких неветривающихся скальных грунтах.

Входы в тоннель и штольни, имеющие выход на поверхность, должны быть укреплены и архитектурно оформлены в виде порталов, оголовков, рамп или наклонных газонов.

Объемно-планировочные решения

Состав и порядок разработки, подготовки исходных данных, согласования, утверждения проекта планировки тоннелей определяются и уточняются планировочным заданием на разработку проекта.

Планировочное задание составляется с учетом различия по глубине заложения (к тоннелям мелкого и глубокого заложения) и по условиям проходки (к тоннелям в скальных и связных грунтах).

Объемно-планировочные и конструктивно-технологические решения для тоннелей должны приниматься с учетом обеспечения максимальной сохранности расположенных поблизости зданий, сооружений и культурно-исторических памятников.

Архитектурный облик наземных сооружений тоннелей должен отвечать эстетическим требованиям, и его следует решать в единой композиции с окружающим ландшафтом и архитектурными сооружениями (ансамблями), расположенными в зоне прилегающей улично-дорожной сети.

При проектировании тоннелей, располагаемых в непосредственной близости от жилых и общественных зданий, необходимо предусматривать на въездах и выездах из тоннелей специальные планировочные и конструктивные мероприятия, понижающие шум от проезжающих транспортных средств до допустимых уровней в соответствии с СП51.13330.

В путепроводе тоннельного типа, состоящем из перекрытой (тоннельной) части и двух открытых рамповых участков, места перехода от рамп к перекрытой части следует назначать, как правило, из условия обеспечения беспрепятственного пропуска транспортных потоков и пешеходов над перекрытой частью.

При проектировании протяженных тоннелей, сооружаемых двумя способами - открытым и закрытым, границы участков различных способов работ должны определяться на основе технико-экономического сравнения вариантов с учетом градостроительной обстановки и инженерно-геологических условий строительства. У въездов в тоннели следует предусматривать системы, останавливающие въезд транспортных средств на полосы движения.

Автодорожные тоннели длиной более 1500 м при отсутствии остановочных полос могут иметь через каждые 750 м местные уширения с площадками для аварийной остановки транспортных средств.

Длина площадок должна быть не менее 50 м, а ширина - не менее 2,75 м. При двустороннем движении площадки должны располагаться с каждой стороны тоннеля.

«Конструктивные и объемно-планировочные решения» должны содержать:

а) сведения о топографических, инженерно-геологических, гидрогеологических, метеорологических и климатических условиях земельного участка, предоставленного для размещения объекта капитального строительства;

б) сведения об особых природных климатических условиях территории, на которой располагается земельный участок, предоставленный для размещения объекта капитального строительства;

в) сведения о прочностных и деформационных характеристиках грунта в основании объекта капитального строительства;

г) уровень грунтовых вод, их химический состав, агрессивность грунтовых вод и грунта по отношению к материалам, используемым при строительстве подземной части объекта капитального строительства;

д) описание и обоснование конструктивных решений тоннелей, включая их пространственные схемы, принятые при выполнении расчетов строительных конструкций;

е) описание и обоснование технических решений, обеспечивающих необходимую прочность, устойчивость тоннелей;

ж) описание и обоснование принятых объемно-планировочных решений;

з) перечень мероприятий по защите строительных конструкций и фундаментов от разрушения;

и) описание инженерных решений и сооружений, обеспечивающих защиту территории объекта строительства, а также персонала (жителей) от опасных природных и техногенных процессов;

в графической части

к) чертежи фрагментов планов и разрезов, требующих детального изображения;

л) чертежи характерных разрезов тоннелей, указанием относительных высотных отметок уровней элементов конструкций;

м) чертежи фрагментов планов и разрезов, требующих детального изображения;

н) план и сечения фундаментов.

Вопросы для закрепления теоретического материала к практическому занятию №1:

1. Общие сведения о тоннелях.
2. Классификация и область применения тоннелей.
3. Назовите конструктивные решения тоннелей
4. Перечислите объемно-планировочные решения тоннелей.
5. Технические нормы проектирования тоннелей.
6. Последовательность проектирования тоннелей.

Практическое занятие № 2

Тема: Тоннели и метрополитены

Тема занятия: Сбор нагрузок и составление расчётной схемы тоннельной обделки

Цель занятия: сбор нагрузок и составление расчётной схемы тоннельной обделки

Ход работы:

Задание 1. Определить геометрические размеры свода обделки автодорожного тоннеля.

Задание 2. Вычертить эскиз конструкции свода обделки автодорожного тоннеля по полученным размерам.

В результате выполнения практического занятия № 2 студент должен:

уметь: определять нагрузки и составлять расчетную схему обделки.

Обделка — строительная конструкция, которая возводится вокруг горной выработки при строительстве подземного сооружения (различные тоннели, машинные залы гидростанций, газовые и нефтехранилища, станции метро и т.п.).

Предназначена для закрепления выработки, придания ей проектного вида, защиты от проникновения подземных вод, а также в целях дальнейшей защиты тоннеля от обрушений и смещений горных пород.

Тоннельная обделка обычно состоит из следующих элементов:

- свод тоннеля;
- стены (прямые или выпуклые);
- лоток или обратный свод.

Различают следующие виды:

- монолитные (из набрызг-бетона, бетона, монолитно-прессованного бетона или железобетона);
- комбинированные (сборно-монолитные);
- сборные (из бетона, железобетона, чугуна или стали) тоннельные обделки.

Сборная тоннельная обделка выполняется из готовых заводских блоков, тубингов или панелей.

Сборные тоннельные обделки, широко применяющиеся при щитовом способе сооружения тоннелей, обеспечивают возможность индустриализации и комплексной механизации ведущих производственных процессов, а следовательно, повышения качества и сокращения сроков сооружения при постоянном снижении стоимости строительства.

Советские специалисты предложили новые методы статического расчета тоннельных обделок, что позволило запроектировать унифицированные конструкции, отличающиеся рациональным использованием материала и экономичностью.

К сборным тоннельным обделкам предъявляют следующие основные требования. Обделка должна обладать достаточной устойчивостью и прочностью для восприятия постоянных и временных нагрузок, включая давление щитовых домкратов. Кроме того, обделка должна быть водонепроницаемой и долговечной, а ее элементы —

взаимозаменяемыми. Сборка обделки должна быть безопасной, по возможности простой и быстро осуществляемой операцией.

Сборные обделки чаще всего имеют круговое поперечное сечение, что объясняется конструктивными и производственными причинами.

Круговое очертание обделки, находящейся в условиях всестороннего давления, обеспечивает ее рациональную работу, однотипность элементов, а также позволяет поворачивать кольца обделки вокруг продольной оси тоннеля и применять механизированные щиты.

Различают сборные обделки двух видов: 1) обделка, вступающая в работу в качестве несущей конструкции сразу после сборки; 2) первичная обделка, используемая для крепления выработки, но требующая укладки впоследствии вторичной, внутренней обделки. Между двумя последними помещают гидроизоляционный материал.

Вторичная обделка в зависимости от значения, придаваемого первичной обделке в общей конструкции, может служить лишь оболочкой для поддержания гидроизоляции или быть основной несущей конструкцией, имеющей наружную гидроизоляцию, защищенную первичной обделкой.

В качестве материала для сборных обделок применяют бетон, железобетон, чугун и сталь. Исследуются новые материалы — полимербетон и литые каменные породы.

Выбор материала зависит от инженерно-геологических условий расположения тоннеля и его назначения (транспортный или гидротехнический).

Тоннели относятся к наиболее дорогим и сложным сооружениям в транспортном строительстве. Затраты на материалы достигают 50% общей стоимости сооружения, поэтому замене металла в тоннелестроении другими материалами придается большое значение.

Задания для практического занятия:

1. Определить геометрические размеры свода обделки автодорожного тоннеля.
2. Вычертить эскиз конструкции свода обделки автодорожного тоннеля по полученным размерам.

Индивидуальное задание для практической работы

Вариант №	Габарит автодорожного тоннеля	Форма свода	Горная порода
1	Г-8	Пологий	Крепкие песчаники
2	Г-9	Пологий	Плотный мергель
3	Г-8,5	Пологий	Сланцевый песчаник

Инструкция по выполнению практической работы:

1. Определить пролет в свету l_0 :

- при габарите Г-9

$$l_0 = Г + 2П + 2\delta_3 + 2\delta_6$$

- при габарите Г-8,5 и Г-8

$$l_0 = Г + П + 3П + 2\delta_3$$

где Г – ширина проезжей части тоннеля;

П – ширина служебного прохода (0,75 м);

3П - ширина защитной полосы (0,5 м);

δ_3 – зазор между стенами и углами габарита (5...10 см в скальных горных породах, 15 см – в слабых);

δ_6 – ширина берм, принимают равной 10...20 см при схеме пологого свода, опертого на породу.

2. Отношение пролета в свету к стреле подъема f_0 принимают:

$$\beta = 2,5 \dots 4,0 \text{ (для пологого свода);}$$

$$\beta = 2,1 \dots 2,4 \text{ (для подъемистого свода).}$$

3. Определяют стрелу подъема в свету:

$$f_0 = l_0 / \beta$$

4. Определяют радиус внутреннего очертания свода:

$$r_0 = f_0 \cdot (4 + \beta^2) / 8.$$

Центр радиуса r_0 устанавливают таким образом, чтобы расстояние от замка обделки до верхней границы габарита составляло не менее 3 м при продольной системе вентиляции и 4...4,5 м – при поперечной системе вентиляции.

5. Пятовые сечения свода предварительно проводят в направлении нормалей к внутреннему очертанию свода по концам пролета в свету и определяют предварительный угол наклона пяты свода, вычисляя:

$$\sin \varphi_{np} = l_0 / 2r_0.$$

6. Пользуясь данными приложения 1, принимают сечения обделки в замке h_3 и в пяте свода h_n .

7. Определяют предварительно расчетные (осевые) стрелу подъема и пролет свода:

$$f_{np} = f_0 + 0,5h_3 - 0,5h_n \cdot \cos \varphi_{np}; \quad l_{np} = l_0 + h_n \cdot \sin \varphi_{np}.$$

8. Пятовые сечения свода должны быть проведены нормально к его оси. При круговом наружном и внутреннем очертаниях свода ось его близка к круговой кривой. Поэтому с достаточной степенью точности угол φ может быть окончательно принят соответствующим круговому очертанию оси свода, т.е.:

$$\sin \varphi = 4 f_{np} \cdot l_{np} / (4 f_{np}^2 + l_{np}^2).$$

9. Определяют окончательные (уточненные) расчетные стрелу подъема и пролет свода:

$$f = f_0 + 0,5h_3 - 0,5h_n \cdot \cos \varphi; \quad l = l_0 + h_n \cdot \sin \varphi.$$

10. Находят расчетный (осевой) радиус свода:

$$r = 0,5l / \sin \varphi.$$

11. Определяют стрелу подъема и пролет наружного очертания свода:

$$f_1 = f + 0,5h_3 - 0,5h_n \cos \varphi; \quad l_1 = l + h_n \cdot \sin \varphi.$$

12. Наружное очертание свода очерчивают радиусом:

$$r_1 = (4 f_1^2 + l_1^2) / 8 f_1.$$

13. Центр внутреннего радиуса стены r'_0 при подъемистом своде принимают на продолжении внутреннего радиуса свода r_0 . Нижняя точка осевой линии на обресе фундамента находится посередине.

Высоту стены тоннеля определяют графически с учетом высоты вентиляционного канала и габарита, толщины проезжей части с подстилающим основанием и высоты фундамента.

На подошве выработки укладывают гравийно-щебеночное основание

толщиной $\delta_1 = 20 \dots 40$ см при асфальтобетонном покрытии и толщиной $\delta_1 = 15 \dots 20$ см при цементно-бетонном покрытии. Поверх основания укладывают сточный треугольник из бетона толщиной по оси проезжей части, определяемой по формуле:

$$h_r = 0,5\Gamma \cdot i ,$$

где Γ – ширина проезжей части по габариту;

i – поперечный уклон, равный 20 ‰.

На сточном треугольнике устраивают покрытие из асфальтобетона толщиной 1...2 см или цементобетона толщиной 18...24 см.

Высота фундамента от края проезжей части до подошвы выработки составляет 70...100 см.

Вопросы для закрепления теоретического материала к практическому занятию №2:

1. Что называется обделкой?
2. Виды обделок.
3. Из каких элементов состоит тоннельная обделка?
4. Назовите конструкции обделок.
5. Какие нагрузки действуют на обделку?

Практическое занятие № 3 Тема: Гидротехнические сооружения

Тема занятия: Конструктивные и объёмно-планировочные решения гидротехнического сооружения

Цель занятия: изучение конструктивных и объёмно-планировочных решений гидротехнического сооружения

Ход работы:

Задание 1. Изучить конструктивные и объёмно-планировочные решения гидротехнического сооружения.

В результате выполнения лабораторного занятия № 3 студент должен:

уметь: разрабатывать конструктивные и объёмно-планировочные решения гидротехнического сооружения.

Гидротехнические сооружения - это сооружения, подвергающиеся воздействию водной среды, предназначенные для использования и охраны водных ресурсов, предотвращения вредного воздействия вод, в том числе загрязненных жидкими отходами, включая плотины, здания гидроэлектростанций, водосбросные, водоспускные и водовыпускные сооружения, туннели, каналы, насосные станции, судоходные шлюзы, судоподъемники; сооружения, предназначенные для защиты от наводнений и разрушений берегов водохранилищ, берегов и дна русел рек; сооружения (дамбы), ограждающие золошлакоотвалы и хранилища жидких отходов промышленных и сельскохозяйственных

организаций; устройства от размывов на каналах, сооружения морских нефтегазопромыслов и т.п.

Гидротехнические сооружения следует проектировать, исходя, как правило, из требований комплексного использования водных ресурсов, схем использования водотоков, с учетом данных и положений, содержащихся в федеральных, региональных и отраслевых программах совершенствования структуры хозяйства, развития и размещения производственных сил и промышленных объектов, градостроительной документации и иных обязательных для использования материалов.

Гидротехнические сооружения подразделяют на постоянные и временные. К временным относятся сооружения, используемые только в период строительства и ремонта постоянных сооружений. Постоянные гидротехнические сооружения в зависимости от их назначения подразделяют на основные и второстепенные.

К основным следует относить гидротехнические сооружения, повреждение или разрушение которых приводит к нарушению или прекращению нормальной работы электростанций; прекращению или уменьшению подачи воды для водоснабжения и орошения; затоплению и подтоплению защищаемой территории; прекращению или сокращению судоходства, деятельности речного и морского портов, судостроительных и судоремонтных предприятий; может привести к прекращению добычи или к выбросу нефти и газа из морских скважин, хранилищ, трубопроводов, загрязнению окружающей среды вредными веществами.

Гидротехнические сооружения следует проектировать, исходя из требований комплексного использования водных ресурсов и схем территориального планирования, разработанных в соответствии с Водным и Градостроительным кодексами Российской Федерации.

При проектировании гидротехнических сооружений должны быть предусмотрены *конструктивно-технологические решения* по предотвращению развития возможных опасных повреждений и аварийных ситуаций, которые могут возникнуть в периоды строительства и эксплуатации.

Гидротехнические сооружения следует проектировать исходя из требований комплексного использования водных ресурсов, кооперирования объектов строительства на основе схем развития и размещения отраслей народного хозяйства и схем комплексного использования водотока или водоема.

Тип сооружений, их параметры и компоновку, а также расчетные уровни воды следует выбирать на основании сравнения технико-экономических показателей вариантов и с учетом: места возведения сооружений, природных условий района (климатических, инженерно-геологических, гидрогеологических, геокриологических, сейсмических, топографических, гидрологических, биологических и др.); развития и размещения отраслей народного хозяйства, в том числе развития энергопотребления, изменения транспортной схемы и роста грузооборота, развития орошения и осушения, обводнения, водоснабжения, судостроения и судоремонта, комплексного освоения участков морских побережий, включая разработку месторождений нефти и газа; водохозяйственного прогноза изменения гидрологического, в том числе ледового и термического, режима рек в

верхнем и нижнем бьефах; заиления наносами и переформирования русла и берегов рек, водохранилищ и морей; затопления и подтопления территорий и инженерной защиты расположенных на них зданий и сооружений; изменения условий и задач судоходства, лесосплава, рыбного хозяйства, водоснабжения и работы мелиоративных систем; установленного режима природопользования (сельхозугодья, заповедники и т. п.); условий быта и отдыха населения (пляжи, курортно-санаторные зоны и т. п.) ; мероприятий, обеспечивающих требуемое качество воды: подготовки ложа водохранилища, соблюдения надлежащего санитарного режима в водоохранной зоне, ограничения поступления биогенных элементов (азотосодержащих веществ, фосфора и др.) с обеспечением их количества в воде не выше предельно допустимых концентраций; условий постоянной и временной эксплуатации сооружений; условий и методов производства работ; наличия трудовых ресурсов; требований экономного расходования основных строительных материалов; изменения термического режима и криогенного строения грунтов в районах распространения вечномерзлых грунтов; возможности разработки природных ресурсов; обеспечения эстетических и архитектурных требований к сооружениям, расположенным на берегах водотоков, водоемов и морей.

При проектировании гидротехнических сооружений надлежит обеспечивать и предусматривать: надежность сооружений и требуемые условия их эксплуатации, а также условия для уменьшения неблагоприятного воздействия наносов, селей, льда, шуги и плавающих предметов; постоянные наблюдения за работой и состоянием сооружений и оборудования в периоды строительства и эксплуатации; надлежащее архитектурное оформление узла гидротехнических сооружений; наиболее полное использование местных строительных материалов; нормативную продолжительность строительства при наиболее высокой степени механизации работ и наименьших трудозатратах; подготовку ложа водохранилища и прилегающей территории; организацию рыбоохранных мероприятий; охрану месторождений полезных ископаемых; сохранность ценных сельскохозяйственных земель; необходимые условия судоходства; минимально необходимые расходы, а также благоприятный уровень и скоростной режимы в нижнем бьефе с учетом интересов водопотребителей и водопользователей, а также благоприятный режим уровня грунтовых вод для освоенных земель; пожарную безопасность и средства пожаротушения при строительстве и эксплуатации.

При проектировании гидротехнических сооружений надлежит рассматривать возможность и технико-экономическую целесообразность: совмещения сооружений, выполняющих различные эксплуатационные функции; возведения сооружений и ввода их в эксплуатацию отдельными пусковыми комплексами; реконструкции существующих сооружений; унификации компоновки оборудования, конструкций и их размеров и методов производства строительно-монтажных работ; использования напора, создаваемого на гидроузлах мелиоративного, рыбохозяйственного и другого назначения, для целей энергетики.

Вопросы для закрепления теоретического материала к практическому занятию №3:

1. Какие условия соблюдают при проектировании гидротехнических сооружений?
2. Какие гидротехнические сооружения вы знаете?

3. Какие конструктивные решения принимают при проектировании гидротехнических сооружений?

4. Что называется гидротехническим сооружением?

Практическое занятие № 4

Тема: Водопропускные трубы

Тема занятия: Конструирование водопропускной трубы под насыпью автомобильной дороги

Цель занятия: подбор отверстия и конструкции трубы; определить минимальную высоту насыпи у трубы; определить длину трубы; назначить укрепление у трубы.

Ход работы:

Задание 1. Подобрать отверстие трубы и конструкцию трубы по типовому проекту и таблицам гидравлических характеристик.

Задание 2. Определить минимальную высоту насыпи у трубы.

Задание 3. Определить длину трубы.

Задание 4. Назначить укрепление у трубы.

В результате выполнения практического занятия №4 студент должен:

уметь: подбирать по типовому проекту отверстия и конструкцию трубы; определять минимальную высоту насыпи у трубы; определять длину трубы; назначать укрепления у трубы.

Задание 1. Подбор отверстия трубы и конструкции трубы по типовому проекту и таблицам гидравлических характеристик.

Основными элементами водопропускных труб являются: фундамент, звенья, из которых состоит основная длина трубы; входной и выходной оголовки.

Отверстием трубы называется наибольший размер внутреннего поперечного сечения трубы d или $b \times h$.



Рисунок 1- Поперечные сечения труб.

Отверстие проектируемой трубы зависит от расчетного расхода Q_p , который должна пропустить труба, а также от глубины лога у сооружения. Отверстие трубы подбирают по таблицам гидравлических характеристик типовых труб [4], табл. 3.9-3.10.

При подборе отверстия по таблицам необходимо, чтобы табличный расход был

равен или немного больше расчетного, и при этом соответствующая табличному расходу глубина воды перед трубой H была меньше глубины лога у сооружения.

Задание 2. Определение минимальной высоты насыпи у трубы.

Минимальная высота насыпи, обеспечивающая размещение трубы, зависит от подпора воды перед трубой, который в свою очередь зависит от режима протекания потока, высоты трубы или толщины плиты перекрытия прямоугольной трубы, толщины дорожной одежды.

Минимальную высоту насыпи у трубы определяем по формуле:

$$H_{\min} = h_{mp} + \Delta + \delta \quad (1)$$

где h_{tr} – диаметр (высота) трубы, м,

δ – толщина стенок трубы, м,

Δ – толщина засыпки трубы у входного оголовка; принимается равной $\Delta=0,50\text{м}$ при $h_{д.о.}<0,50\text{м}$, $\Delta= h_{д.о.}$ при $h_{д.о.}>0,50\text{м}$ при безнапорном режиме протекания потока. При напорном режиме полупапорном режиме потока $\Delta=1,00\text{м}$.

Различают три режима протекания потока в трубах:

- *безнапорный*, когда входное отверстие не затоплено и на всем протяжении трубы поток имеет свободную поверхность;

- *полупапорный*, когда входное отверстие затоплено, т.е. на входе труба работает полным сечением, но на остальном протяжении поток имеет свободную поверхность;

- *напорный*, когда входное отверстие затоплено и почти на всей длине труба работает полным сечением.

Задание 3. Определение длины трубы.

Длина трубы зависит от высоты насыпи у трубы $H_{нас}$, которая определяется по продольному профилю после его протекания, и которая должна быть не менее минимальной высоты насыпи у трубы $H_{нас} \geq H_{\min}$.

1) Длину водопропускной трубы без оголовков определяем по формуле:

$$l = \left[\frac{0,5 \cdot B + m \cdot (H_{нас} - d)}{1 + m \cdot i_c} + \frac{0,5 \cdot B + m \cdot (H_{нас} - d)}{1 - m \cdot i_c} + n \right] \cdot \frac{1}{\sin \alpha} \quad (2)$$

где B – ширина земляного полотна, м;

$H_{нас}$ – высота насыпи над трубой, м;

d – диаметр трубы, м;

m – коэффициент заложения откосов;

i_c – уклон лога у сооружения;

α – угол пересечения оси трубы с осью дороги;

n – толщина стенки оголовка.

2) Полную длину трубы с оголовками определяем по формуле:

$$L = l + 2 \cdot M \quad (3)$$

где M – длина оголовка, м [4], табл. 3.11 и 3.12.

Задание 4. Назначение укрепления у трубы.

При растекании потока за трубой его скорость возрастает примерно в 1,5 раза, что вызывает размыв русла, поэтому укрепления за трубой обязательны и должны заканчиваться предохранительным откосом с каменной наброской.

1) Назначение укрепления у трубы

а) Скорость потока при растекании за трубой определяем по формуле:

$$v = 1,5 \cdot v_{\text{вых}} \quad (4)$$

б) Типовые геометрические характеристики укрепений для труб приведены в [4], табл. 3.13 и 3.14.

Геометрические характеристики укрепений у труб:

A – длина укрепления входного оголовка,

L - длина укрепления выходного оголовка,

N1 - ширина укрепления входного оголовка,

N2 - ширина укрепления выходного оголовка,

T – глубина ковша размыва,

Tк – высота каменной наброски в ковше размыва,

h+0,25 - высота укрепления насыпи у входных оголовков,

P – длина укрепления откоса.

Вопросы для закрепления теоретического материала к практическому занятию №4:

1. Приведите понятие о больших и малых водотоках.
2. Каковы преимущества труб в сравнении с малыми мостами?
3. Перечислите исходные данные для гидравлического расчета труб.
4. Как определяются исходные данные для гидравлического расчета?
5. Как определяются расходы от ливневых и талых вод?
6. Как определяется длина трубы?
7. Изложите принципы гидравлического расчета для определения отверстия трубы.
8. Охарактеризуйте возможные режимы протекания воды в трубах.
9. Что называется расчетным расходом

Практическое занятие № 5

Тема: Инженерная экологическая защита

Тема занятия: Оценка и прогнозирование воздействия объекта на окружающую среду, окружающей среды на инженерное сооружение с учётом конструктивных особенностей

Цель занятия: Оценка и прогнозирование воздействия объекта на окружающую среду, окружающей среды на инженерное сооружение с учётом конструктивных особенностей

Ход работы:

Задание 1. Оценивать и прогнозировать воздействия объекта на окружающую среду, окружающей среды на инженерное сооружение с учётом конструктивных особенностей.

В результате выполнения практического занятия № 5 студент должен:

уметь: оценивать и прогнозировать воздействия объекта на окружающую среду, окружающей среды на инженерное сооружение с учётом конструктивных особенностей.

Характер взаимодействия проектируемого объекта с окружающей природной средой

1. Для оценки воздействия проектируемого объекта на состояние окружающей среды следует выявить все параметры его техногенного влияния на атмосферу, территорию, поверхностные и подземные воды, геологическую среду, почвенный и растительный покров.

При этом должны быть определены:

- объем валовых выбросов в атмосферу, виды выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ, их количество, источники и приземные концентрации загрязнения воздуха;
- количество сбрасываемых сточных вод, их состав и концентрация, степень очистки, условия сброса в водные объекты и параметры разбавления сточных вод;
- характер воздействия объекта на территорию (площадь отчуждения земель, параметры нарушения рельефа, почв, степень возможного загрязнения поверхности земель и почв, воздействие на условия землепользования, сельское хозяйство и т.п.);
- уровень физических воздействий (шума, вибраций, электромагнитного и радиационного излучений);
- наименование и количество отходов проектируемого объекта, способы их временного хранения и удаления, складирования или утилизации;
- характер воздействия объекта на социальные условия жизни населения в районе его расположения.

Характеристики и параметры объекта, требующие уточнения при разработке проектной документации

Многие параметры и характеристики района расположения и самого проектируемого объекта, определенные при составлении обоснования инвестиций, используются при разработке проектной документации без изменения (например,

природно-климатические характеристики), некоторые требуют уточнения и дополнения (например, уровень загрязнения компонентов окружающей среды).

В тех случаях, когда при проектировании изменяется (увеличивается или уменьшается), производственная мощность объекта, применяется новое, более совершенное оборудование или используется для выпуска продукции технология, отличная от принятой в обосновании, все характеристики и параметры воздействия объекта на окружающую среду требуют уточнения и дополнения.

При разработке раздела проектной документации «Охрана окружающей среды» обязательному уточнению подлежат:

по атмосфере:

- характеристики загрязнения воздуха (виды загрязняющих атмосферу веществ, среднегодовые, среднесезонные и максимальные концентрации загрязняющих веществ, повторяемость загрязнения атмосферы с концентрацией более 1 ПДК, 5 ПДК и 10 ПДК);

- фоновые значения концентраций загрязняющих веществ в атмосфере, определенные по данным сети ОГСНКА или по маршрутным и подфакельным наблюдениям;

- территориальное распределение расчетных концентраций основных и специфических примесей в воздухе, характерных для проектируемого объекта; загрязняющих веществ в подземных водах);

- ресурсы подземных вод (балансовые запасы, напоры, водоотдача и т.д.);

- характеристики опасных экзогенных процессов (форма и интенсивность проявления подтопления, эрозии, оползней, карста, обвалов, суффозии, криогенных процессов);

- ме- сведения о выпадении на рассматриваемую территорию вредных веществ и химизме осадков (в т.ч. кислотным и радиационным осадкам);

- перечень, объемы и интенсивность выброса загрязняющих веществ на проектируемом объекте;

- перечень и местоположение источников выброса загрязняющих веществ проектируемого объекта;

- уровень физических воздействий (шума, вибраций, теплового поля, электромагнитного и радиационного излучений);

- схема размещения производственных корпусов и сооружений проектируемого объекта или его генеральный план, с указанием «розы ветров».

По водной среде:

- химический состав вод водных объектов, используемых для водоснабжения проектируемого объекта;

- уровень загрязнения поверхностных вод;

- перечень основных загрязняющих веществ в воде водных объектов, класс опасности загрязняющих веществ и их концентрация в зависимости от времени года;

- основные источники загрязнения водных объектов с указанием мест сброса сточных вод или поступления загрязняющих веществ;

- объемы и режим водопотребления и водоотведения проектируемого объекта;

- количество и характеристики отводимых сточных вод (температура, уровень загрязнения, перечень загрязняющих веществ, класс опасности и концентрация загрязнений);

- место отведения сточных вод и количество необходимых выпусков.

По территории и геологической среде:

- гидрогеологические условия (уровни подземных вод, степень загрязнения и химический состав, виды и концентрация стопок, состояние и площади нарушенных земель, параметры нарушения;
- площадь отчуждения земель для строительства и эксплуатации объекта;
- характер и уровень возможного загрязнения или нарушения почв и поверхности земельного участка, отведенного для строительства.

Характеристика земельного участка и прилегающей территории должна отражать морфологические параметры, инженерно-геологические и гидрогеологические условия, характер проявления опасных экзогенных процессов, мощность почв, виды и формы существующего техногенного нарушения территории и т.п.

Инженерно-геологические условия:

- сейсмичность района;
- тектоническое и литологическое строение участка;
- физико-механические свойства грунтов (пород) и условия их залегания;
- наличие многолетней мерзлоты (мощность, льдистость, глубина сезонного протаивания и т.п.);
- инженерно-геологическая карта участка масштаба 1:10000 - 1:25000.

Гидрогеологические условия:

- простираие и мощность водоносных горизонтов и водоупорных пластов;
- область питания и разгрузки каждого горизонта;
- запасы подземных вод;
- характер уровней подземных горизонтов (напорный, безнапорный);
- средний многолетний уровень грунтовых вод;
- минимальный и максимальные уровни грунтовых вод;
- химический состав подземных вод, виды и концентрация загрязняющих веществ в подземных водах;
- взаимосвязь между поверхностными и подземными водами;
- агрессивность подземных вод по отношению к бетону и металлическим конструкциям.

Характеристика опасных экзогенных процессов:

- наличие и проявление на территории подтопления, эрозии, оползней, карста, обвалов, суффозии и т.п., с приложением карты масштаба 1:25000 - 1:50000;
- наличие и проявление криогенных процессов (для районов вечной мерзлоты);
- геологические, гидрогеологические и другие условия, определяющие развитие и интенсивность проявления экзогенных процессов;
- прогноз развития техногенных геологических процессов и возможность активизации существующих.

Почвенные условия территории:

- картограммы мощности почв с указанием ареалов их залегания, механического состава и степени эрозионного поражения;
- существующий уровень загрязнения почв тяжелыми металлами, пестицидами, радиоактивными веществами;
- почвенная карта территории масштаба 1:25000 - 1:50000.

В тех случаях, когда в зоне отчуждения находятся земли, загрязненные промышленными выбросами, избытком минеральных удобрений, радиоактивными веществами, бактериально-паразитическими и другими вредными компонентами, оценка их наличия и уровень загрязнения определяются по результатам обследований, проведенных агрохимической службой Минсельхозпрода России или местных органов Минприроды России. Полученная информация составляется по форме таблицы 1.

Таблица 1- Ведомость наличия загрязненных земель, попадающих в зону отчуждения при строительстве объекта (га)

Наименование землевладельцев и землепользователей	Загрязнение отходами и выбросами предприятий и транспорта					Загрязнение радиоактивными веществами				
	всего	в т.ч. категории загрязненности				всего	в т.ч. категории загрязненности			
		допустимая	умеренно опасная	высоко опасная	чрезвычайно опасная		допустимая	умеренно опасная	высоко опасная	чрезвычайно опасная
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11

Окончание таблицы 1

Загрязнение минеральными удобрениями и химическими средствами защиты растений					Загрязнение бактериально-паразитическими и карантинно-вредными организмами				
всего	в т.ч. категории загрязненности				всего	в т.ч. категории загрязненности			
	допустимая	умеренно опасная	высоко опасная	чрезвычайно опасная		допустимая	умеренно опасная	высоко опасная	чрезвычайно опасная
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21

Вопросы для закрепления теоретического материала к практическому занятию №5:

1. Какие воздействия действуют на проектируемый объект?
2. Воздействие объекта на окружающую среду?
3. Какие мероприятия необходимо учитывать при проектировании объекта?
4. Характер взаимодействия проектируемого объекта с окружающей природной средой?

Практическое занятие № 6

Тема: Мосты и теплотрассы

Тема занятия: Конструктивные и объёмно-планировочные решения мостового сооружения

Цель занятия: конструктивные и объёмно-планировочные решения мостового сооружения.

Способности.

Ход работы:

Задание 1. Изучить конструктивные и объёмно-планировочные решения мостового сооружения.

В результате выполнения практического занятия № 6 студент должен:

уметь: разрабатывать конструктивные и объёмно-планировочные решения мостового сооружения

Конструктивные, архитектурные и объёмно-планировочные решения мостовых сооружений и труб, применяемые материалы и изделия должны быть технологически целесообразными и исполнимыми при строительстве, текущем содержании в период эксплуатации, при ремонтах и реконструкции.

В проектах мостовых сооружений следует предусматривать возможность использования их при строительстве вторых путей и замене пролетных строений на эксплуатируемой сети.

При применении в конструкциях сооружений типовых элементов или стандартных деталей необходимо учитывать установленные для них допустимые отклонения формы и геометрических размеров согласно ГОСТ 26607.

Для нетиповых элементов и нестандартных изделий при соответствующем обосновании могут быть установлены свои значения допустимых отклонений.

Основные размеры пролетных строений и опор новых мостовых сооружений, а также массу и размеры элементов сборных конструкций следует назначать с учетом условий изготовления и возможности использования при монтаже и перевозке общестроительных и специализированных кранов и транспортных средств серийного производства.

Конструкции деформационных устройств (опорных частей, шарниров, деформационных швов, уравнильных приборов, сезонных уравнильных рельсов) и их расположение должны обеспечивать необходимую свободу предусматриваемых взаимных перемещений (линейных, угловых) отдельных частей (элементов) сооружения.

Проектная документация должна содержать указания по установке деформационных устройств с учетом степени готовности сооружения и температуры воздуха (конструкции) во время замыкания конструкции.

На мостовых переходах при необходимости регулирования направления потока и предотвращения подмылов (размылов) следует предусматривать струенаправляющие и берегоукрепительные сооружения.

Струенаправляющие дамбы следует предусматривать при пойменном расходе воды не менее 15 % расчетного расхода или при средних расчетных скоростях течения воды под мостом до размыва свыше 1 м/с, а также при соответствующих ситуационных особенностях перехода (прижимных течениях, перекрытиях протоков

и т.п.).

Для труб и мостов на основании гидравлических расчетов следует предусматривать углубление, планировку и укрепление русел, устройства, препятствующие накоплению наносов, а также устройства для гашения скоростей протекающей воды на входе и выходе.

При использовании принципа строительства с сохранением вечной мерзлоты возведение струнаправляющих и берегоукрепительных сооружений не должно вызывать изменений состояния вечномерзлых грунтов в основании, нарушений условий протекания грунтовых вод, местных застоев воды и других значительных изменений бытового режима водотока.

Мостовые переходы следует проектировать капитального типа. При проектировании новых, реконструируемых и подвергаемых капитальному ремонту мостов и труб следует:

- выполнять требования по обеспечению надежности, долговечности сооружений, а также безопасности и плавности движения транспортных средств, безопасности для пешеходов и охране труда в процессе строительства и эксплуатации;
- предусматривать возможность попадания маломобильных групп населения на тротуары и пешеходные мосты;
- предусматривать безопасный пропуск расчетных (согласно таблице 5.3) паводков и ледохода на водотоках, а также на водных путях - выполнение требований судоходства и лесосплава;
- принимать проектные решения, обеспечивающие экономное расходование материалов, экономию топливных и энергетических ресурсов, снижение стоимости и трудоемкости строительства и эксплуатации;
- стремиться к применению новых строительных материалов и технологий;
- предусматривать использование деталей, изделий и материалов, отвечающих требованиям сводов правил;
- учитывать перспективы развития транспортных средств и дорожной сети, реконструкции имеющихся и строительства новых подземных и наземных коммуникаций, благоустройства и планировки населенных пунктов, освоения земель в сельскохозяйственных целях;
- предусматривать меры по охране окружающей среды (в том числе по предотвращению заболачивания, проявления термокарстовых, эрозионных, наледных и других опасных процессов), по поддержанию экологического равновесия и охране рыбных запасов;
- предусматривать разработку технологических регламентов, необходимых для реализации принятых конструктивно-технологических решений.

Основания и фундаменты, опоры, пролетные строения, опорные части, элементы мостового полотна, эксплуатационные обустройства, а также водопропускные трубы должны удовлетворять проектной долговечности.

Минимальные проектные сроки службы и сроки до первого ремонта мостов и водопропускных труб.

Срок службы несущих конструкций сооружения после реконструкции следует определять в техническом задании, но он не может быть меньше 25 лет.

Сроки службы при соответствующем технико-экономическом обосновании могут быть изменены в процессе эксплуатации в случаях:

- замены конструкций при кардинальном изменении архитектурно-планировочных решений в районе мостового перехода, связанных, в том числе, с возрастанием интенсивности движения транспортных средств и пешеходов;
- замены конструкций вследствие непредвиденных катастрофических повреждений и разрушений;
- выполнения мероприятий по усилению и защите несущих конструкций.

Гидравлический расчет мостов сводится к определению отверстия b , соответствующего расчетному расходу, который должен пропустить мост, и условиям протекания воды под мостом.

Отверстием моста - называют расстояние в свету между крайними опорами, т.е. без ширины промежуточных опор и конусов.

Основными элементами малых мостов являются пролетные строение и опоры. Расстояние между соседними опорами называют *пролетом*.

Задание 2. Определение расчетного отверстия моста

Расчетное отверстие моста определяем в следующей последовательности:

1. Принимаем укрепление под мостом [4], табл. 6.7.

2. Скорость в сжатом сечении определяется по формуле:

$$v_c = 1,1 \cdot v_{дон} \quad (1)$$

3. Глубина воды перед мостом определяется по формуле:

$$H = 1,46 \cdot \frac{v_c^2}{q} \quad (2)$$

4. Расчетное отверстие моста определяем по формуле:

$$b = \frac{Q_p}{1,33 \cdot \sqrt{H^3}} \quad (3)$$

Задание 2. Определение минимальной высоты моста

Минимальная высота моста определяется по формуле:

$$H_{\min} = 0,88 \cdot H + z + h_{\text{кон}} \quad (4)$$

где z – зазор от воды до низа пролетного строения принимают равным 0,25 м.

Высота моста H_m зависит от высоты проектной линии над отметкой дна русла и устанавливается после проектирования продольного профиля. Необходимо, чтобы H_m была больше или равна $H_{m\min}$.

Задание 3. Определение отверстия и длины моста.

Для перекрытия расчетного отверстия моста принимаем типовое пролетное строение [4], табл. 3.15. При этом длина моста поверху должна быть не более 25м.

Длина моста определяется по формуле:

$$L = b + 2 \cdot 1,5 \cdot (H_m - h_c) + \sum d + 2 \cdot q \quad (5)$$

где H_m – фактическая рабочая отметка у моста по продольному профилю,

b – расчетное отверстие моста, м,

h_c – глубина потока под мостом в сжатом сечении, м,

$\sum d$ – суммарная ширина промежуточных опор, м,

q – расстояние от вершины конуса до начала моста при высоте до 6м принимаем $q=0,75$ м; при высоте насыпи свыше 6м принимаем $q=1,00$ м.

Задание 4. Выполнить подбор типового пролетного строения

Для перекрытия расчетного отверстия моста принимаем типовое пролетное строение, с расчетной длиной пролета lp , длиной пролетного строения l_{np} , строительной высотой $h_{кон}$ [4], табл. 3.15. Если один расчетный типовой пролет lp не перекрывает расчетное отверстие, принимают два или более пролета. Отверстие будет:

$$b_{.м} = lp - \text{для однопролетного моста};$$

$$b_{.м} = lp_1 + lp_2 - \text{для двухпролетного моста}.$$

Вопросы для закрепления теоретического материала к практическому занятию №6:

1. Как определяется длина моста?
2. Как определяется минимальная отметка настила моста?
3. Изложите принципы гидравлического расчета для определения расчетного отверстия моста.
4. Что называется отверстием моста?
5. Что называется пролетом моста?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

Печатные издания

1. Гумба, Хута Мсуратович Ценообразование и сметное дело в строительстве : учеб.-практ. пособие [Текст] / Федер. агенство по образованию, Моск. гос. строит. ун-т .- 2-е изд., перераб. и доп..- Москва, Юрайт: Высш. образование, 2010.- 419 с.
2. Мальцев, Андрей Валентинович Оценка инженерно-геологических условий площадки строительства для расчета оснований и фундаментов зданий и сооружений : учеб. пособие [Текст] / Самар. гос. техн. ун-т (СамГТУ), Архитектур.-строит. акад., Каф. инженер. геологии, оснований и фундаментов.- Самара, СамГТУ АСА, 2020.- 111 с.
3. Невзоров, Александр Леонидович Основания и фундаменты. Пособие по расчету и конструированию : учеб. пособие [Текст] .- Москва, АСВ, 2018.- 152 с.
4. Саламахин, П. М. Инженерные сооружения в транспортном строительстве : в 2 кн.: учеб. для вузов по специальности "Автомобил. дороги и аэродромы" направления подгот. "Трансп. стр-во" : Кн. 1. [Текст] / под ред. П. М. Саламахина .- 3-е изд., испр..- Москва, Академия, 2014.- 346 с.
5. Мангушев, Рашид Александрович Проектирование и устройство подземных сооружений в открытых котлованах : учеб. пособие [Текст] / под ред. Р. А. Мангушева.- Москва, АСВ, 2013.- 250 с.

Электронные издания (электронные ресурсы)

1. Опарин, С. Г. Здания и сооружения. Архитектурно-строительное проектирование : учебник для среднего профессионального образования / С. Г. Опарин, А. А. Леонтьев. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 275 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-20139-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/557627>.
2. Гусакова, Е. А. Основы строительного производства : учебник для среднего профессионального образования / Е. А. Гусакова, А. С. Павлов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 210 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-19503-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/556551>.
3. Макаров, К. Н. Геодезия в строительстве : учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 170 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-19479-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/556539>.
4. Кривошапко, С. Н. Конструкции зданий и сооружений : учебник для среднего профессионального образования / С. Н. Кривошапко, В. В. Галишникова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 558 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-06793-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/555682>.

5. Кривошапко, С. Н. Конструкции зданий и сооружений : учебник для среднего профессионального образования / С. Н. Кривошапко, В. В. Галишникова. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 558 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-06793-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/555682>.
6. Кяттов, Н. Х. Механика грунтов : учебное пособие для среднего профессионального образования / Н. Х. Кяттов. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 215 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-17447-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/533118>.
7. Кяттов, Н. Х. Проектирование оснований и фундаментов : учебное пособие для среднего профессионального образования / Н. Х. Кяттов, Р. Н. Кяттов. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 327 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-15840-3. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/544644>.
8. Ермолович, Е. А. Основы инженерной геологии: физико-механические свойства грунтов и горных пород. Практикум : учебное пособие для среднего профессионального образования / Е. А. Ермолович, А. В. Овчинников, Е. В. Лычагин. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 289 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-13329-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/542782>.
9. Кукота, А. В. Сметное дело и ценообразование в строительстве : учебное пособие для среднего профессионального образования / А. В. Кукота, Н. П. Одинцова, Т. Н. Макарецова. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 274 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-16664-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/531456>.

Дополнительные источники

1. Ермолович, Е. А. Основы инженерной геологии: физико-механические свойства грунтов и горных пород. Практикум : учебное пособие для среднего профессионального образования / Е. А. Ермолович, А. В. Овчинников, Е. В. Лычагин. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 289 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-13329-5. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/542782>.
2. Мангушев, Р. А. Механика грунтов. Решение практических задач : учебное пособие для среднего профессионального образования / Р. А. Мангушев, Р. А. Усманов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 109 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-09742-9. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/539308>.
3. Опарин, С. Г. Архитектурно-строительное проектирование : учебник для вузов / С. Г. Опарин, А. А. Леонтьев ; под общей редакцией С. Г. Опарина. — 2-е

изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 276 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-20142-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://www.urait.ru/bcode/557630>.

4. Общероссийская общественная организация «Тоннельная ассоциация России». Режим доступа: <http://www.rus-tar.ru/>

5. Портал AUTODESK. Режим доступа: <https://www.autodesk.ru/>

6. Информационный сайт «Искусство строить мосты». Режим доступа: <http://www.bridgeart.ru>.

7. Проект: Стратегия развития строительной отрасли Российской Федерации до 2030 года. Москва, 2019 – 144 с.

8. СП 34.13330.2012. Свод правил АВТОМОБИЛЬНЫЕ ДОРОГИ АКТУАЛИЗИРОВАННАЯ РЕДАКЦИЯ СНиП 2.05.02-85*, - М., 2013.

9. ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация. М., 2013.

10. ГОСТ 21.701-2013. Система проектной документации для строительства (СПДС). Правила выполнения рабочей документации автомобильных дорог. М: Стандартинформ, 2014.

11. ГОСТ 21.207-2013. Система проектной документации для строительства. Условные графические обозначения на чертежах автомобильных дорог. М: Стандартинформ, 2014.

12. ГОСТ 21.302-2013. Система проектной документации для строительства. Условные графические обозначения в документации по инженерно-геологическим изысканиям. М: Стандартинформ, 2014.

13. ГОСТ Р 21.1101-2013. Основные требования к проектной и рабочей документации. М: Стандартинформ, 2013.

14. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная версия СНиП 23-01-99. ФГБУНИИСФ РААСН, Москва, 2013.

15. Большая Советская Энциклопедия

16. ГОСТ 7.32-2001. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. М: Стандартинформ, 2008.

17. ГОСТ Р 7.0.100–2018. Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. Москва: Стандартинформ, 2018.

18. О классификации гидротехнических сооружений. Постановление.

ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ. от 2 ноября 2013 года N 986, - 2014.

19. Белогай С.Г., Волосухин В.А., Бандурин В.А. Мониторинг технического состояния и продление жизненного цикла мостовых переездов на каналах. Москва: ПРИОР, 2016 -268 с. - ISBN 978-5-369-01381-6.