Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ПЕТРА ВЕЛИКОГО

Г.А. Аверченко, Г.Л. Огурцов, А.Н. Новик, А.М. Исмаилов

ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО И ИСПЫТАНИЯ МОДЕЛИ МОСТА

Методические рекомендации по выполнению курсовой работы

Санкт-Петербург
2022

УДК 624.21

Аверченко Г.А. **ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО И ИСПЫТАНИЯ МОДЕЛИ МОСТА**: учеб. пособие / *Г.А Аверченко, Г.Л. Огурцов, А.Н. Новик, А.М. Исмаилов* — СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2022. - 23 с.

Учебное пособие соответствует образовательному стандарту высшего образования Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого» по направлению подготовки бакалавров, специалистов и магистров 08.03.01 «Строительство» и 08.04.01 «Строительство».

Настоящее учебное пособие предназначено для студентов всех курсов по направлению «Строительство» по дисциплине «Проектирование и строительство искусственных сооружений на автомобильных дорогах», а также углубленному изучению дисциплин: «Программное обеспечение инженерно-строительных расчетов», «Технология и организация проектирования мостовых переходов».

Пособие содержит основные требования по выполнению курсовой работы: «Проектирование, строительство и испытание модели моста» с учетом градостроительных регламентов при проведении изысканий, проектирования, строительства, испытаний и эксплуатации мостов.

Пособие предназначено для студентов инженерно-строительного института СПбПУ Петра Великого.

Табл. 2. Ил. 5

© Аверченко Г.А., Огурцов Г.Л., Новик А.Н., Исмаилов А.М., 2022
© Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

Общие положения	4
Основные требования к выполнению курсовой работы	5
Исходные данные	8
Проектирование модели моста	8
Строительство модели моста	10
Структура курсовой работы	11
Форма отчета о проведении испытания моста	14
Правила оформления курсовой работы	17
Образец титульного листа	22
Библиографический список	23

Общие положения

Курсовая работа - творческая, научная, самостоятельная исследовательская работа по определенной теме, в ходе которой студенты приобретают навыки работы с научной, учебной и методической литературой.

Овладевают методами научного исследования, обработки, обобщения и анализа информации; расширяют общий кругозор; решают практические задачи на основе теоретических знаний; активизируют самостоятельную работу и творческое мышление.

Значение курсовой работы состоит в том, что в процессе ее выполнения студент не только закрепляет, но и углубляет полученные теоретические знания. Курсовая работа является составным элементом учебного процесса. Опыт и знания, полученные студентами на этом этапе обучения, во многом могут быть использованы для подготовки выпускной квалификационной работы.

К курсовой работе как самостоятельному исследованию предъявляются следующие требования:

- должна быть написана самостоятельно;
- должна отличаться критическим подходом к изучению научных источников;
- должна отвечать требованиям логичного, ясного и четкого изложения материала, с привлечением достаточного эмпирического материала;
- при необходимости в процессе изложения темы иллюстрировать доказательную базу графиками, таблицами, схемами и т.д.;
- должна быть оформлена в соответствии с ГОСТ;
- должна завершаться конкретными выводами и рекомендациями по теме исследования.

Критериями оценки курсовой работы являются:

1. по форме:

- наличие плана и внутренних рубрикаций (правильность оформления);
- библиография источников, составленная в соответствии с ГОСТ;
- оформление цитирования в соответствии с ГОСТ;
- грамотность изложения (в т.ч. орфографической, пунктуационной, стилистической), владение научной терминологией;
- соблюдение требований объема курсовой работы;
- представление в срок к защите курсовой работы;

2. по содержанию:

- соответствие содержания заявленной теме;
- новизна и самостоятельность в постановке и раскрытии темы;

- самостоятельность изложения авторской позиции, обоснованность суждений и выводов;
- использование эмпирических, статистических и социологических исследований;
- привлечение научно-исследовательской и монографической литературы;
- оригинальность текста.

Основные требования к выполнению курсовой работы

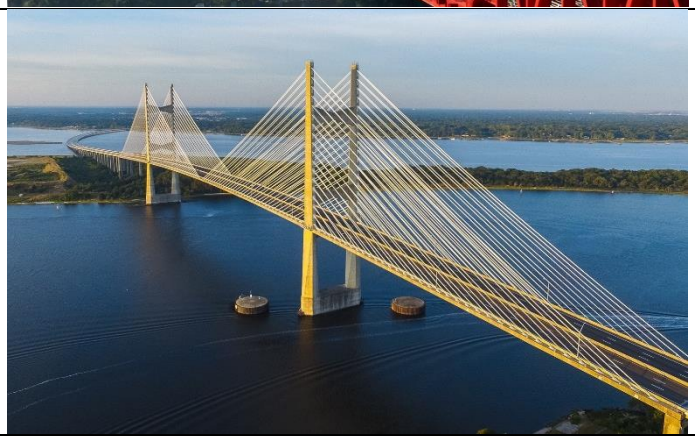
Сухие спагетти очень хрупкие и легко ломаются, но склеив соломинки вместе для придания им разной формы, вы сможете смоделировать мост, который будет способен выдержать поражающий воображение вес. Ежегодно студенты соревнуются в построении моста из спагетти (букатини).

Соревновательные параметры:
- наибольший пролет моста;
- наибольшая грузоподъемность пролета моста.
- эстетичность и аккуратность исполнения;
- рациональность использования материала;
- вес моста;
- применение уникальных или индивидуальных решений;
- точность расчета и соответствие проектной допустимой нагрузки с фактическими значениями.

При выполнении курсовой работы студенты делятся на подгруппы по несколько человек, в составе которой выделяют следующие роли:
- Застройщик (заказчик);
- Главный инженер проекта (ГИП, проектировщик);
- Инженер-проектировщик (проектировщик);
- Главный инженер (ГИ, подрядчик);
- Инженер (подрядчик).

Следующим этапом после разделения на подгруппы, студенты определяют название сформированного подразделения и выбирают один из следующих вариантов статических схем проектируемого моста:

Арочный			
Ферменный			
Экстрадозный			
Балочный			
Рамный			

Висячий			
Вантовый			

Исходные данные

Габаритные размеры моста: определяются индивидуальным проектом. Отверстие моста не менее 500мм. Габарит проезда (поперечное очертание габарита) не менее 100х100мм. Площадка для испытания моста размером 100х100мм с крюком посередине. Диаметр отверстия для системы подвешивания грузка 10мм.

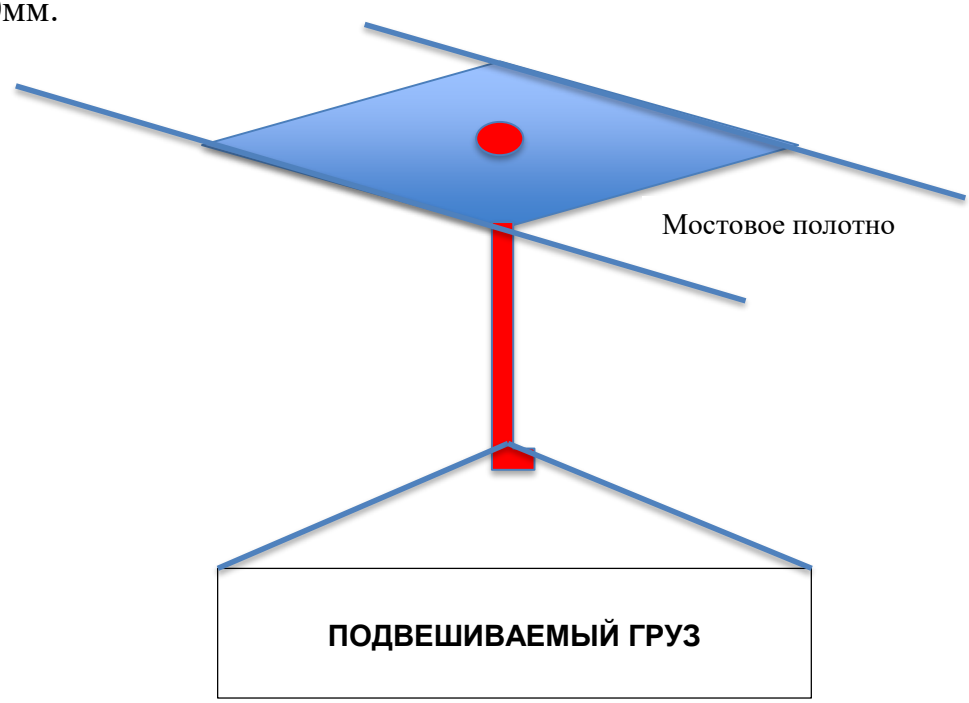


Рисунок 1 – Схема испытательной нагрузки

Задача: выполнить проектирование и строительство модели моста из спагетти (букатини) с выделенным количеством «конструкционного материала» с наибольшим пролетом моста, наибольшей грузоподъемностью, учитывая при этом эстетичность и аккуратность исполнения, рациональность использования материала, применение уникальных или индивидуальных решений, точность расчета и соответствие проектной допустимой нагрузки с фактическими значениями.

Уточнение характеристик макаронных изделий, их размеры и количество производится на стадии изысканий.

Проектирование модели моста

Проектирование модели моста осуществляется принципиально двумя способами:

- проектирование моста в натуральную величину с его масштабированием и приведением к размерам модели;

- проектирование модели по заданным размерам модели.

Для проектирования модели по заданным размерам модели использовать следующие основные механические характеристики материала (макаронных изделий):

Таблица 1 - Основные механические характеристики материала (макаронных изделий)

№	Характеристика	Обозначение	Единицы измерения	Величина
1	Предел прочности на растяжение	$R_{пр}$	МПа	14,90
2	Предел прочности на сжатие	$R_{пр}$	МПа	69,32
3	Предел прочности на изгиб	$R_{пр}$	МПа	14,90
4	Модуль нормальной упругости Юнга	E	МПа	$4{,}3\times 10^3$
5	Коэффициент Пуассона	ɲ	–	0,2-0,3

Этапы проектирования:

Эскизный проект	план, фасад, основные разрезы: - мест опирания пролета; - середина моста
Проектирование моста стадия П	Разработка раздела ПС - пролетное строение: - общие данные; - план моста; - фасад моста; - сборочные единицы поэлементно; - узлы; - основные разрезы мест опирания пролета и середины моста - ведомость объемов работ; - спецификация. (графическую часть представить в приложении)
Расчетная часть	Выполнение расчетов пролета моста и узлов в обоснование принятым проектным решениям
Проектирование моста стадия Р	Детальная доработка раздела ПС - пролетное строение: - общие данные; - план моста; - фасад моста; - сборочные единицы поэлементно; - узлы; - основные разрезы мест опирания пролета и середины моста - ведомость объемов работ; - спецификация. (графическую часть представить в приложении)

Состав и содержание разделов определяется нормативной документацией.

Строительство модели моста

Строительство модели моста осуществляется силами команды при помощи в т.ч. вспомогательных приспособлений и инструментов:

- клеевой пистолет;
- измерительная рулетка;
- измерительная линейка;
- штангенциркуль и т.д.

Рисунок 2 – Строительство модели моста

В процессе строительства осуществлять авторский надзор.

При окончании строительства выполнить обмерные работы и зафиксировать их на основных чертежах (графическую часть представить в приложении) в Исполнительной документации в соответствии с нормативными документами.

Структура курсовой работы

Содержание курсовой работы (содержание разделов и их описание) представлены ниже.

Таблица 2 – Структура курсовой работы

№ п/п	Наименование раздела/подраздела	Описание раздела/подраздела
	Введение	Описание выбранного типа моста и его исполнения, конструктивные особенности в проектировании, строительстве и эксплуатации. Состав команды с описанием распределения ответственности, должностей (ролей): - Застройщик; - ГИП; - Проектировщик; - ГИ; - Подрядчик
Раздел 1.	Анализ исходных данных и проведение изысканий	
1.1.	Исходные данные	Описание исходных данных для проектирования, строительства и испытания модели моста. Роль студента в работе.
1.2.	Проведение изысканий	Описание проведения этапа изыскательских работ и сбора данных для дальнейшей работы
1.3.	Анализ аналогичных мостов	Анализ проектирования аналогичных типов мостов. Особенности проектирования конструкций и узлов
1.4.	Подбор технических решений	Консолидация и описание конструктивных решений и узлов по аналогичным типам мостов
1.5.	Роль студента при участии в анализе исходных данных	Описание личной роли студента, описание выполнения работы по текущему разделу
Раздел 2.	Проектирование модели моста	
2.1.	Разработка эскиза моста	Эскизный проект выбранного типа моста (план, фасад, основные разрезы: - мест опирания пролета; - середина моста)
2.2.	Проектирование моста стадия П	Разработка раздела ПС - пролетное строение: - общие данные; - план моста; - фасад моста; - сборочные единицы поэлементно; - узлы; - основные разрезы мест опирания пролета и середины моста - ведомость объемов работ;

№ п/п	Наименование раздела/подраздела	Описание раздела/подраздела
		- спецификация. (графическую часть представить в приложении)
2.3.	Экспертиза проектной документации и результатов инженерных изысканий	Описание представленной документации на экспертизу, результат ее прохождения, а также замечания которые возникли в процессе
2.4.	Проектирование моста стадия Р	Детальная доработка раздела ПС - пролетное строение: - общие данные; - план моста; - фасад моста; - сборочные единицы поэлементно; - узлы; - основные разрезы мест опирания пролета и середины моста - ведомость объемов работ; - спецификация. (графическую часть представить в приложении)
2.5.	Расчетная часть	Выполнение расчетов пролета моста и узлов в обоснование принятым проектным решениям
2.6.	Роль студента при участии в проектировании моста	Описание личной роли студента, описание выполнения работы по текущему разделу
Раздел 3.	Строительство модели моста	
3.1.	Передовой опыт организации строительства аналогичных мостов	Анализ строительства аналогичных типов мостов в т.ч. организация строительства. Конъектура рынка строительных материалов, технологий, машин и механизмов и трудовых ресурсов
3.2.	Процесс строительства модели моста	Описание процесса строительства модели моста. Какие особенности возникли и какие факторы пришлось учитывать.
3.3.	Авторский надзор при строительстве моста. Изменения технических решений	Какие недочеты выявились в процессе строительства. Какие проектные решения были изменены или можно было изменить (выполнить проще или технологичнее).
3.4.	Исполнительная документация	При окончании строительства выполнить обмерные работы и зафиксировать их на основных чертежах (графическую часть представить в приложении)
3.5.	Роль студента при участии в строительстве моста	Описание личной роли студента, описание выполнения работы по текущему разделу
Раздел 4.	Испытание модели моста	
4.1.	Методика испытания моста	Описание методики испытания моста. Разработка программы испытаний.

№ п/п	Наименование раздела/подраздела	Описание раздела/подраздела
4.2.	Критерии оценки	Описание критериев для оценки эффективности строительства и проектирования моста
4.3.	Проведение испытания моста	Описание процесса и характера испытаний. Изменения в конструкции моста при нагружении с описанием причин этому
4.4.	Итоги проведения испытания	Отчет по проведению испытания моста и выводы с Графической частью с указанием дефектов и мест деформаций и разрушений
4.5.	Роль студента при участии в испытании моста	Описание личной роли студента, описание выполнения работы по текущему разделу
Раздел 5.	Расчет усиления модели моста	
5.1.	Схема разрушения моста	Краткие выводы с подраздела 4.4 и схема по тексту со схемой разрушения и описанием дефектов
5.2.	Причины разрушения моста	Описание причинно-следственной связи между проектированием, строительством и обрушением (потерей устойчивости) моста
5.3.	Расчет вариантов усиления моста	Подбор оптимальной схемы усиления и расчет усиления пролета моста
5.4.	Роль студента при участии в расчете усиления моста	Описание личной роли студента, описание выполнения работы по текущему разделу
	Заключение	Общее описание выполненной работы с указанием ролей, степенью вовлеченности каждого участника в выполнение КР. Какие усвоены навыки и умения при выполнении КР.
	Рекомендации	Отразить рекомендации коллегам по отрасли и студентам своего направления о том как выполнять работу более эффективно, а также каких знаний не хватило по вашему мнению для более эффективной работы.
	Список использованной литературы	Список литературы и нормативных документов которые использовались для подготовки, выполнения курсовой работы, источники поиска аналогов мостов, требования к проектированию, строительству и испытаниям

* Фотоиллюстрации подтверждения выполняемых работ служат неотъемлемой частью каждого раздела курсовой работы.

Форма отчета о проведении испытания моста

ОТЧЕТ О ПРОВЕДЕНИИ ИСПЫТАНИЯ МОСТА

Название организации	
Заказчик (руководитель работ)	
Лица, осуществляющие подготовку проектной документации	
Лица, осуществляющие строительство	
Тип моста	
Пролет моста	
Вес моста (проектный)	
Вес моста (фактический)	
Расчетная (проектная) нагрузка	
Вид испытаний	

СХЕМА МОСТА

Фасад моста с основными размерами	Поперечник с основными размерами
Схема отклонений от проекта	
Схема моста с расположением испытательной нагрузки	

ПРОВЕДЕНИЕ ИСПЫТАНИЯ

№ п/п	Нагрузка	Перемещения, прогибы	Состояние конструкций моста

Составил: Иванов И. И.

Проверил: Аверченко Г. А.

(подпись на дату проведения испытаний)

ВЕДОМОСТЬ ДЕФЕКТОВ

№ п/п	Местоположение дефекта	Дефекты и повреждения	Причина появления дефекта	Методы предотвращения возникновения дефекта

СХЕМА МОСТА С ДЕФЕКТАМИ

Номер пункта с дефектом (из дефектной ведомости) указать на схеме Отразить на схеме места разрушений

ВЫВОД

Основные результаты работ, их краткий анализ, их сравнение с расчетными данными

Приложения:

1. Фотофиксация проведения испытания моста.

Составил: Иванов И. И.

Проверил: Аверченко Г. А.

(подпись на следующем занятии после проведения испытаний)

Правила оформления курсовой работы

Текст печатается на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (210 х 297 мм) с рамкой и штампом через полтора интервала с использованием шрифта Times New Roman. Сквозная нумерация шрифт 12 в правом верхнем углу (нумерация начинается с содержания (титул и реферат учитываются, но не нумеруются), внутренняя нумерация в штампе. Каждую структурную часть работы следует начинать с нового листа.

Основной текст – строчный шрифт 14, 1,5 интервал с абзацным отступом 1,25. Дополнительные интервалы между абзацами не допускаются;

Наименования разделов (глав) – с новой страницы с большим штампом, прописной полужирный шрифт 14, 1,0 интервал без абзацного отступа;

Наименования подразделов – строчный шрифт 14,

Наименования таблиц, рисунков – строчный полужирный шрифт 12, 1,0 интервал без абзацного отступа по центру листа. Таблицы на несколько страниц подписываются «Продолжение таблицы 0», «Окончание таблицы 0»;

Текст в штампе – выравнивание посредине, 1,0 интервал без абзацного отступа. Стадия – указываем «КР». Ф.И.О. в штампе каждого участника с указанием его должности (роли в проекте).

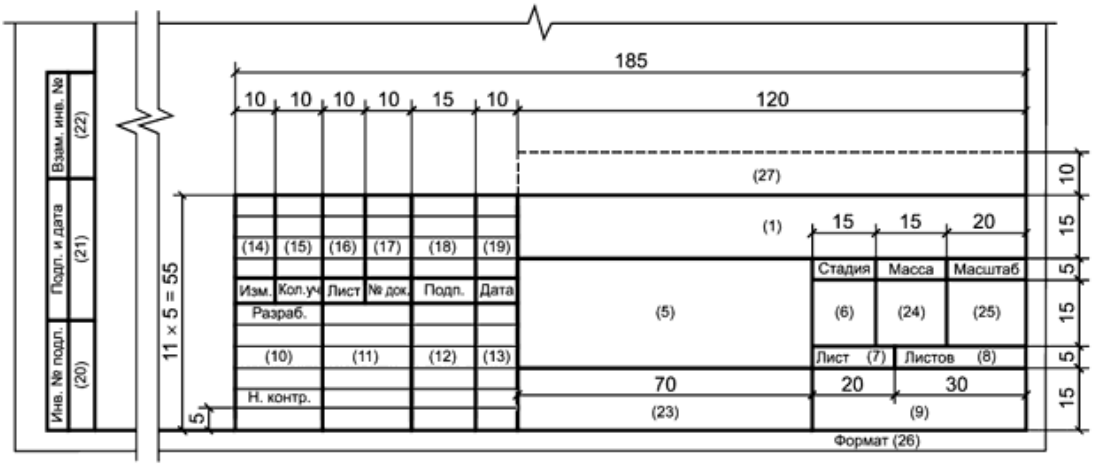


Рисунок 3 – Размер штампа для чертежей

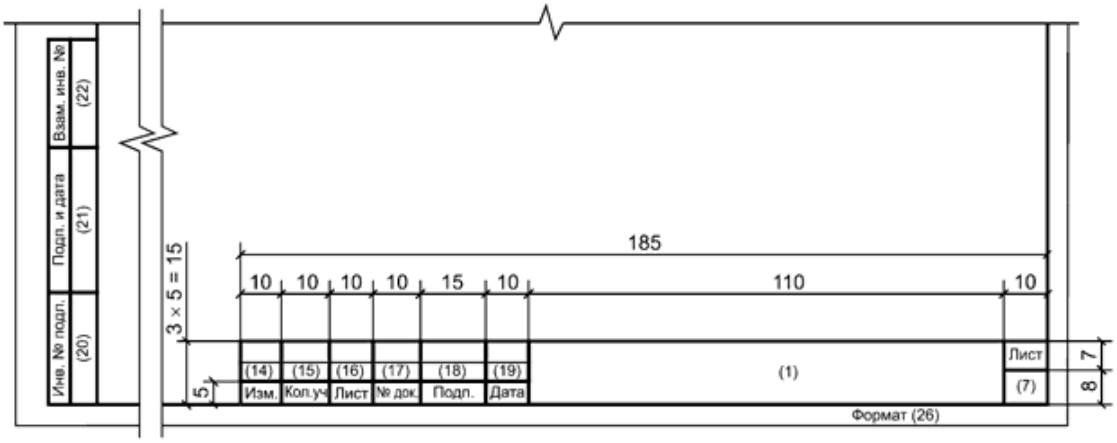


Рисунок 4 – Размер штампа для чертежей и текстовой частей

Задание вставить после титульного листа (с подписью студента, <u>задание не нумеруется и не учитывается в общем количестве листов)</u>

Примеры оформления:

РАЗДЕЛ 1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ И ПРОВЕДЕНИЕ ИЗЫСКАНИЙ

1.1. Исходные данные

1.1.1. Климатология

СОДЕРЖАНИЕ

Введение..... 3
Глава 1. Системы электронного документооборота в вузе..... 6
1.1. Понятие электронного документооборота..... 6
1.2. Критерии выбора системы электронного документооборота..... 10
Глава 2. Анализ систем электронного документооборота в вузе..... 19
2.1. Существующие системы электронного документооборота в вузах..... 19
2.2. Рекомендации по использованию электронного документооборота в вузе..... 30
Заключение..... 38
Список использованных источников..... 39
Приложение 1. Название приложения..... 41
Приложение 2. Графическая часть…..... 43

Таблицы:

Шрифт 12 название и в таблице, интервал 1,0

Таблица 1.1 - Сравнительная характеристика материалов

Характеристика	Металл	Стеклопластик
Предел прочности при растяжении, МПа	360	600-1200
Плотность, т/м^3	7,85	1,9
Долгосрочность	40 лет	80 лет

Если на две (три) страницы:

Таблица 1.1 - Сравнительная характеристика материалов

Характеристика	Металл	Стеклопластик
1	2	3
Предел прочности при растяжении, МПа	360	600-1200
Плотность, т/м^3	7,85	1,9
Долгосрочность	40 лет	80 лет
Удлинение, %	25	2,2
Модуль упругости, ГПа	210	40-55

Окончание (Продолжение) таблицы 1.1

1	2	3
Долгосрочность	40 лет	80 лет
Удлинение, %	25	2,2
Модуль упругости, ГПа	210	40-55

Рисунки:

По центру страницы без отступа, шрифт подписи 12, если название в две строчки интервал 1.0

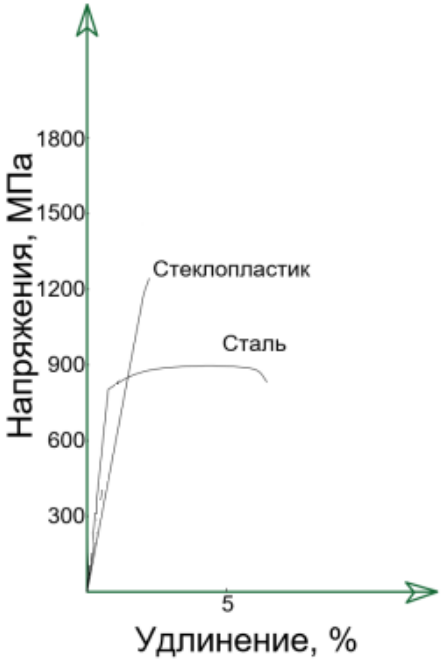


Рисунок 5 - Диаграмма деформаций стеклопластика и стали

<u>Формулы:</u>

$$R_1 = v \cdot \omega \cdot \gamma_{fv} \cdot (1 + \mu) \cdot k_v + P \cdot (y_1 + y_2), \qquad (2.2)$$

где ω – площадь линии влияния.

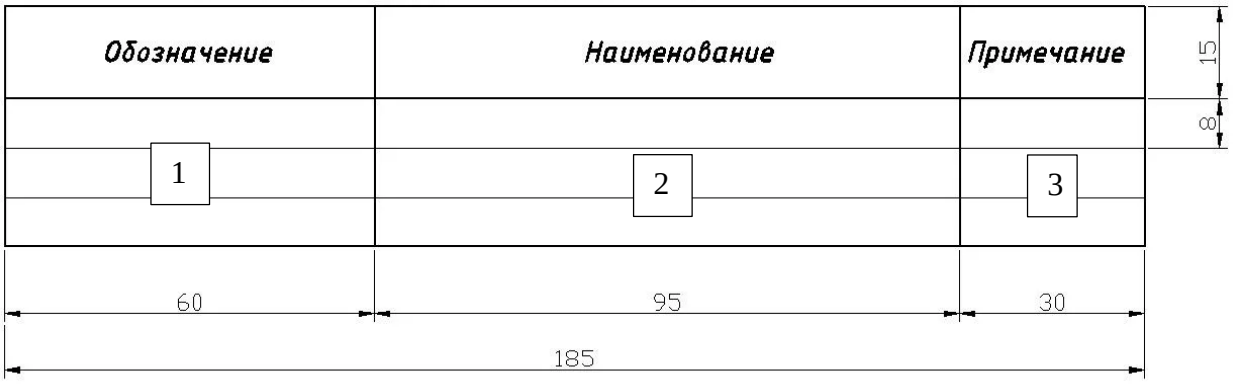
P - нагрузка на ось АК, $P = 140$ кН;

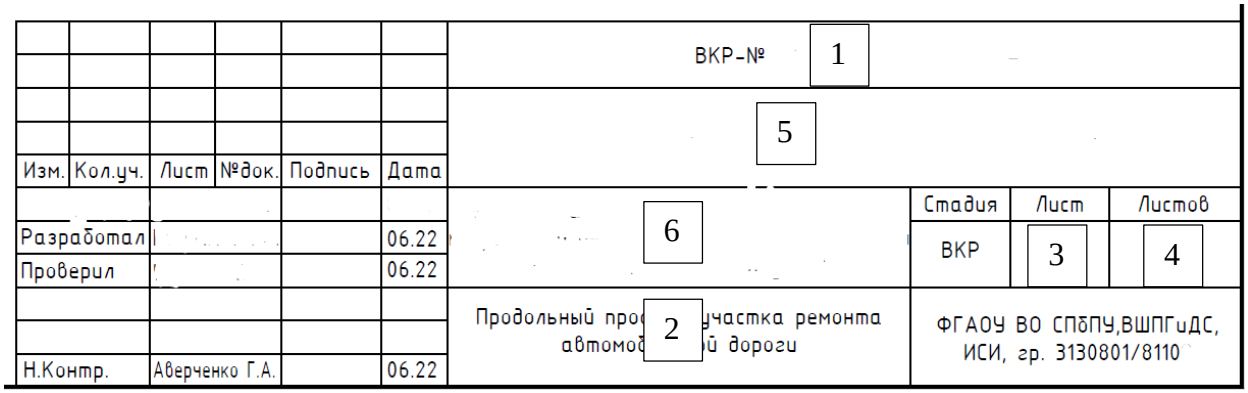
y_1, y_2 – ординаты линий влияния под нагрузками.

ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Приложение №?? – Графическая часть.

1ый лист графической части – «Ведомость чертежей графической части» на листе А4 со штампом (шифр штампа КР-№000000-ГЧ)





1 – указать шифр чертежа, например, «КР-№000000-ГЧ.1» (следующий лист будет «КР-№000000-ГЧ.2»)
2 – указать название чертежа (листа) – что отражено на чертежах этого листа
3 – указать порядковый номер листа
4 – итого листов в графической части
5 – полное название темы ВКР
6 – Наименование части объекта, к которому относится данный чертеж, например, Участок автомобильной дороги ПК0+00 – ПК 10+00

ОБРАЗЕЦ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»

Высшая школа промышленно-гражданского и дорожного строительства

КУРСОВАЯ РАБОТА

Проектирование, строительство и испытание модели моста

по дисциплине «Проектирование и строительство искусственных сооружений на автомобильных дорогах»

Выполнил:

Студент группы 3130801/71101 И.И. Иванов

Руководитель:

Ассистент Г.А. Аверченко

«___» _____ 2022г.

Санкт-Петербург

2022г.

Библиографический список

1. Аверченко Г.А. Основные требования к проектированию и Строительству мостовых сооружений: учеб. пособие / Г.А Аверченко, Г.Л., Огурцов, С.М. Шевченко — СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2022. - 133 с.
2. СП 35.13330.2011 Мосты и трубы;
3. СП 46.13330.2012 Мосты и трубы;
4. ГОСТ 33178-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Классификация мостов;
5. ГОСТ Р 21.101-2020 Система проектной документации для строительства. Основные требования к проектной и рабочей документации;
6. ГОСТ 7.32-2017 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления;