

Федеральное агентство по образованию
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Владимирский государственный университет

А. Ю. Иванов, Г. Н. Бутузова, И. И. Романенко

ЧЕРТЕЖИ МОСТОВ

Практикум

Владимир 2007

УДК 744:624.21
ББК 30.11:39.112.2
Ч-50

Рецензенты

Доктор педагогических наук, профессор
зав. кафедрой технической графики
и декоративно-прикладного искусства
Владимирского государственного педагогического университета
Е. П. Михеева

Кандидат технических наук, доцент
Владимирского государственного университета
Г. В. Проваторова

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Владимирского государственного университета

Иванов, А. Ю.

Ч-50 Чертежи мостов : практикум / А. Ю. Иванов, Г. Н. Бутузова,
И. И. Романенко ; Владим. гос. ун-т. – Владимир : Изд-во Вла-
дим. гос. ун-та, 2007. – 48 с. – ISBN 5-89368-718-3.

Включен материал по одному из разделов дисциплины «Архитектур-
но-строительная графика». Изложены общие сведения о мостах, правила и
особенности оформления чертежей на них; приведены варианты заданий.

Содержатся указания о порядке и последовательности работы студен-
тов над заданием и образцы выполнения чертежей.

Предназначен для студентов специальности 270205 «Автомобильные
дороги и аэродромы» дневной и заочной форм обучения.

Ил. 25. Библиогр.: 8 назв.

ISBN 5-89368-718-3

УДК 744:624.21
ББК 30.11:39.112.2
© Владимирский государственный
университет, 2007

ВВЕДЕНИЕ

Современное мостостроение достигло значительного уровня технического развития. Получили широкое применение сборные железобетонные, сталежелезобетонные и стальные конструкции, изготавливаемые на промышленных предприятиях. Значительный технический прогресс наблюдается в возведении предварительно напряженных железобетонных сооружений разнообразных конструктивных систем, выполняемых с применением передовой технологии.

Получили распространение сборные балочные, рамные, балочно-неразрезные, рамно-неразрезные и рамно-консольные системы предварительно напряженных железобетонных пролетных строений. В больших мостах применяются стальные и сталежелезобетонные конструкции балочно-неразрезных и вантовых систем, выполняемые с использованием новых видов высокопрочных сталей. Широко применяются конструкции фундаментов опор мостов на глубоких забивных и буровых сваях с уширенными основаниями, на сборных железобетонных оболочках, столбах, опускных колодцах.

Мостостроительная техника дореволюционной России хотя и находилась на сравнительно высокой для своего времени ступени развития, однако отличалась слабой механизацией работ. Это объяснялось, в частности, недостаточным развитием машиностроительной промышленности, которая не могла обеспечить потребностей строительства в необходимых машинах и оборудовании. В тот период опоры капитальных мостов сооружали преимущественно из бутовой ручной кладки, а пролетные строения средних и больших мостов – из металлических конструкций с ручной сверловкой и клепкой. Вручную же выполняли и плотничные, земляные, погружно-разгрузочные и многие другие работы по возведению искусственных сооружений.

Одно из первых крупных мероприятий в советском мостостроении в период первой пятилетки – широкое внедрение бетона и железобетона взамен каменной кладки и металла. Механизация работ по приготовлению, транспортированию и укладке бетонной смеси позволила резко сократить их трудоемкость. Большие железобетонные мосты строили главным образом арочной конструкции из монолитного бетона на подмостях и кружалах, устанавливаемых непосредственно в пролете. Строительство монолитных железобетонных мостов продолжалось и в 40-х гг. XX в., но на более высокой технической основе. Примером могут служить уникальные двухъярусные железобетонные мосты под совмещенное железнодорожное и автомобильное движение.

В настоящее время автодорожные и городские мосты с пролетами до 150 м строят большей частью из сборных железобетонных и сталебетонных конструкций при заводском и полигонном способе изготовления их элементов. Использование в малых и средних автодорожных мостах металлических конструкций с пролетами менее 50 м сократилось, чему в значительной мере способствовало освоение пролетных строений из сборного предварительно напряженного железобетона, получившего особое развитие после 1955 г.

Металлические пролетные строения применяются преимущественно в железнодорожных мостах. Например, на БАМе все средние и большие мосты выполнены из сборных металлических пролетных строений. В автодорожных и городских мостах металл используется при сооружении пролетных строений больших пролетов.

ЦЕЛИ ЗАДАНИЯ

1. Ознакомление с конструкциями мостов и чертежами, выполняемыми на них.
2. Изучение особенностей чертежей искусственных сооружений на дорогах.
3. Совершенствование навыков в выполнении архитектурно-строительных чертежей.
4. Углубление знаний по построению перспективы.

СОДЕРЖАНИЕ ЗАДАНИЯ

1. На фронтальной плоскости проекций изобразить половину фасада и половину продольного разреза моста в масштабе 1:100.

2. На горизонтальной плоскости проекций в проекционной связи с фасадом изобразить план моста с горизонтальным ступенчатым разрезом в масштабе 1:100.

3. На профильной плоскости проекций изобразить один-два совмещенных вертикальных разреза в масштабе 1:50.

4. Начертить конструктивный узел в масштабе 1:20.

5. Выполнить перспективу моста.

Варианты индивидуальных заданий приведены в прил. 1.

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ИНЖЕНЕРНЫХ СООРУЖЕНИЯХ НА ДОРОГАХ

Мосты – это инженерные сооружения, предназначенные для пропуска транспортных средств через реки, овраги и т. д. Основными конструктивными элементами моста являются пролетное строение, мостовое полотно и опоры (рис. 1). Мост, имеющий только одно пролетное строение, называют однопролетным; при наличии двух и более пролетных строений – многопролетным. Крайние опоры называют береговыми (устоями), средние – промежуточными. Быки – массивные промежуточные опоры.

При проектировании и строительстве мостов необходимо знать следующие определения и понятия (см. рис. 1):

уровень меженных вод (УМВ) – самый низкий уровень воды в период между паводками;

уровень высоких вод (УВВ) – наивысший уровень воды, определяемый по данным гидрологических наблюдений так, чтобы вероятность появления более высокого уровня не превышала установленный нормами;

отверстие моста – свободная ширина зеркала воды под мостом по уровню высоких вод (УВВ). В однопролетных мостах равно расстоянию в свету между внутренними гранями береговых опор, в многопролетных – расстоянию между внутренними гранями береговых опор или конусами насыпи за вычетом толщины промежуточных опор;

расчетный уровень судоходства (РУС). Для судоходных рек РУС зависит от вида и типа судов;

расчетный пролет (l_p) – расстояние между осями опирания пролетных конструкций на смежные опоры;

высота моста (H) – расстояние от уровня меженных вод до верха проезжей части;

свободная высота под мостом (H_o) – расстояние между низом пролетных строений и уровнем высоких вод (УВВ) или уровнем судоходства. Она принимается равной 0,5 – 1 м или зависит от высоты судов;

строительная высота (h) – расстояние от верха проезжей части до низа пролетного строения;

габарит моста (Γ) – ширина проезжей части $b_{пр.ч} = bn$, где b – ширина полосы движения, n – число полос движения.

Мосты классифицируются:

1. В зависимости от уровня проезда: с ездой поверху (рис. 2, *a*); с ездой понизу (рис. 2, *б*), с ездой посередине (рис. 2, *в*).

2. В зависимости от материала, применяемого для возведения: на деревянные, каменные, бетонные, железобетонные и металлические.

3. В зависимости от конструктивных схем: на балочные (рис. 3, *a*), арочные (рис. 3, *б*), рамные (рис. 3, *в*), висячие (рис. 3, *г*) и комбинированные.

4. В зависимости от рода нагрузки: на автодорожные, железнодорожные, пешеходные, совмещенные, специального назначения (для пропуска кабелей, трубопроводов и т. д.).

Кроме обычных мостов, встречаются и другие искусственные сооружения, аналогичные мостам:

путепроводы, предназначенные для пересечения дорог на разных уровнях;

эстакады – конструкции с малым пролетом, по которым проводится дорога на определенной высоте от поверхности земли там, где устройство насыпи экономически нецелесообразно;

виадуки – сооружения, устраиваемые при проложении дороги через глубокие овраги, лощины и суходолы;

селедуки – для пропуска селей в горной местности;

галереи – для пропуска дороги через горные массивы и др.

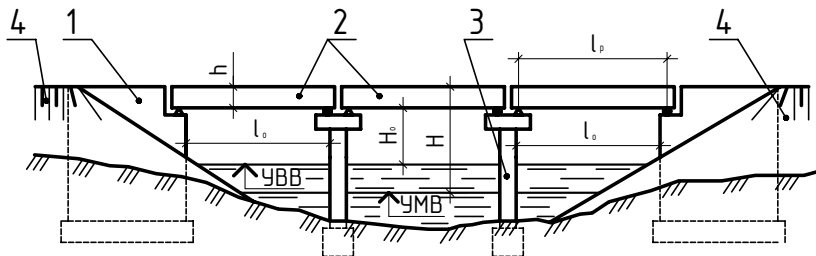


Рис. 1. Общая схема моста:
 1 - береговая опора (устой); 2 - пролетное строение;
 3 - промежуточная опора; 4 - насыпи подходов

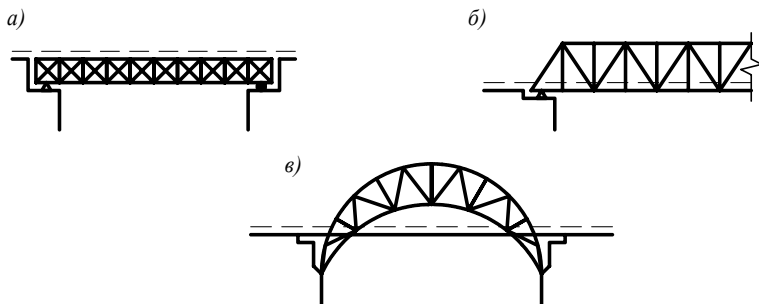


Рис. 2. Схемы мостов в зависимости от расположения уровня проезда (штриховой линией отмечена проезжая часть)

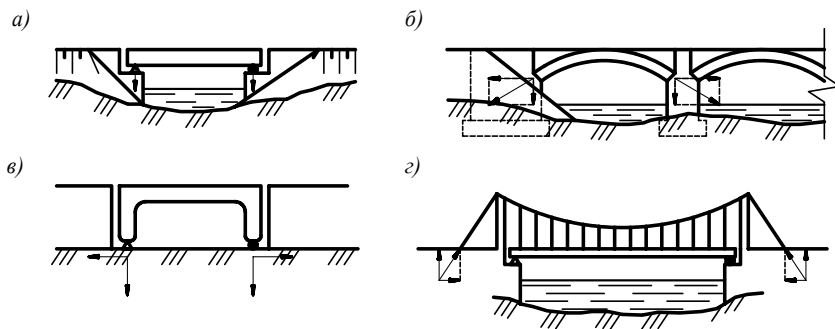


Рис. 3. Основные системы мостов

На рис. 4 представлены примеры мостов:

а – Висячий мост Акаси-Кайке в Японии, пролет 1990 м, при этом полная длина моста составляет 3910 м. Высота пилонов 285 м. Мост предназначен под 6-полосное скоростное движение автотранспорта и рассчитан на восприятие шквальных ветровых нагрузок (в среднем 80 м/с в течение 10 мин) и 8,5-балльное (по шкале Рихтера) сейсмическое воздействие.

б – Бруклинский мост. Один из самых знаменитых в мире висячих мостов, расположен в Нью-Йорке и пересекает реку Ист Ривер между Бруклином и Манхэттеном. Его пролет 486 м, вес 15 000 т. Мост двухуровневый, его первый уровень отдан под шестиполосное автомобильное движение, а верхний уровень – под пешеходную и велосипедную дорожки. Ширина моста составляет 26 м.

в – Мост Конфедерации, соединяет о. Принца Эдуарда и Нью-Брансуик на материковой части Канады, имеет длину около 13 км, включая подъездные пути (100 м). Самый длинный мост в мире, построенный над покрытой льдом водой.

г – Железнодорожный мост Мерефо-Херсонский через р. Днепр у г. Днепропетровска. Арочные железобетонные пролетные строения выполнены в виде пары ребер со сквозным надарочным строением.

д – Висячий мост через пролив Голден Гейт (Золотые Ворота) у входа в бухту Сан-Франциско. Его схема (343+1280+343) м, высота пилонов 227 м.

е – Мост через р. Иртыш в г. Ханты-Мансийске. Его русловая часть представляет собой уникальное стальное неразрезное пролетное строение комбинированной системы типа арка – ферма – балка. Мост состоит из 14 пролетов и имеет общую длину 1315,9 м. Габарит проезжей части моста 11,5 м, включая две полосы безопасности по 2 м по краям автопроезда. Высота пролетного строения в середине арочного пролета моста 42,7 м, верх арки возвышается над опорами на 57,6 м.

ж – Мосты Крк на Адриатическом побережье в Хорватии. Имеют коробчатое поперечное сечение арок, состоящее из трех коробок, узких опор и надарочной конструкции, включающей сборные предварительно напряженные бетонные балки. Мост Крк 1 – пролёт 390 м, стрела арки 60 м, мост Крк 2 – 244 и 47 м соответственно.

a)



б)



Рис. 4. Виды мостов (см. также с. 10 – 14)

б)



в)



Рис. 4. Продолжение

d)

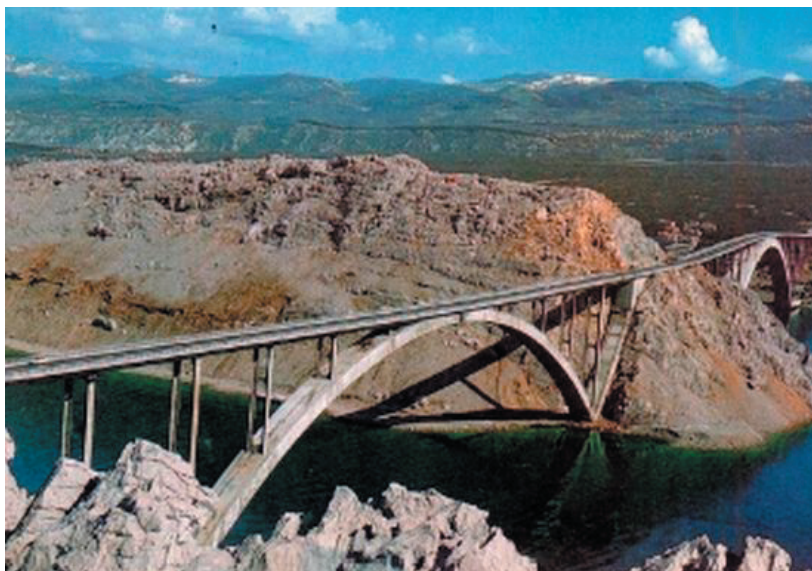


e)



Рис. 4. Продолжение

жс)



з)



Рис. 4. Продолжение

и)



к)



Рис. 4. Продолжение

л)



м)



Рис. 4. Окончание

з – Виадук Мийо. Вантовый автодорожный мост, проходящий через долину р. Тарн вблизи города Мийо (Франция). Самый высокий мост в мире. Виадук состоит из восьмипролётного стального дорожного полотна, поддерживаемого восемью стальными колоннами. Дорожное полотно имеет длину 2460, ширину 32 и глубину 4,2 м. Каждый из шести центральных пролётов имеет длину 342 м, два крайних длиной по 204 м. Движение осуществляется в две полосы в каждом направлении. Высота колонн варьируется от 77 до 246 м, диаметр самой длинной колонны 24,5 м у основания и 11 м у дорожного полотна. Каждая из опор поддерживает пилоны высотой 97 м.

и – Мостовой переход через р. Волгу у с. Пристанное. Входит в состав кольцевой автомобильной дороги, идущей в обход городов Саратова и Энгельса. Длина трассы мостового перехода 12760 м, в том числе подходов – 8747,2 м, искусственных сооружений – 4435,5 м.

к – Мост через р. Волгу между городами Саратовом и Энгельсом. Саратовский мост через Волгу – один из крупнейших в Европе. Полная длина моста 2803,7 м, ширина проезжей части моста 12 м, тротуаров – 1,5 м. Главный судовой ход перекрыт неразрезным железобетонным строением, остальная часть моста выполнена из балочных разрезных пролётных строений.

л – Мост в г. Осака (Япония). Изогнутый трёхпролётный мост с неразрезными коробчатыми стальными пролётными строениями. Общая длина 1573 м. Центральный пролёт 250 м.

м – Тауэрский мост. Самый знаменитый мост Лондона и всей Англии. Выполняет ответственную работу: в нормальном режиме по нему движется нескончаемый поток машин. А в определенные часы мост раздвигается, чтобы пропустить крупное судно. Кирпичные устои моста, имеющие высоту 60 м, имитируют форму готических башен. Кроме разводящейся проезжей части, на мосту устроен переход для пешеходов, поднятый на высоту 44 м. Он служит для связи между берегами при разведенном нижнем пролете и обслуживается лестницами и лифтами внутри башен. На мосту расположены машинное отделение с гидравлическим оборудованием, сохранившимся после электрификации, пункт управления, выставки.

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ О КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ МОСТОВ

Для возведения мостов, имеющих незначительные расчетные пролеты, применяют плитные, ребристые пролетные строения.

Плитные пролетные строения представляют собой цельную или составную по ширине моста железобетонную плиту сплошного сечения или с пустотами. Они устраиваются, как правило, разрезными, просты по конструкции, удобны в изготовлении и монтаже, имеют малую строительную высоту. Плиты сплошного сечения применяются в мостах с пролетами 6 – 18 м, а пустотелые – 6 – 15 м. Примеры унифицированных плитных пролетных строений приведены в прил. 2, 3.

На современном этапе при строительстве железобетонных мостов наибольшее применение находят ребристые пролетные строения. Их использование позволяет уменьшить расход железобетона удалением части бетона из растянутой зоны и сосредоточением арматуры в ребрах-балках. Применяют их в мостах с пролетами более 15 – 18 м. Примеры ребристых пролетных строений приведены в прил. 2, 3.

В практике мостостроения используют две основные формы сечения блоков пролетного строения: Т-образную (рис. 5, 6), П-образную (рис. 7), причем каждая из них может иметь несколько разновидностей. Балки Т-образного (таврового) сечения могут выполняться с диафрагмами (см. рис. 5) и без диафрагм (см. рис. 6).

Диафрагмы – это ребра жесткости, расположенные поперек моста, обеспечивающие поперечную жесткость пролетного строения.

Совместная работа элементов пролетного строения под нагрузкой обеспечивается сопряжением – омоноличиванием их в конструкции.

Омоноличивание может осуществляться сваркой металлических закладных деталей, постановкой металлических болтов или объединением арматурных выпусков с последующим заполнением швов бетоном, укладываемым при монтаже. Сопряжение балок выполняется в пределах диафрагмы или в плоскости плит проезжей части, или везде одновременно. Чем более жестко сопряжены балки, тем большее число их участвует в работе, тем более экономичной получается конструкция пролетного строения.

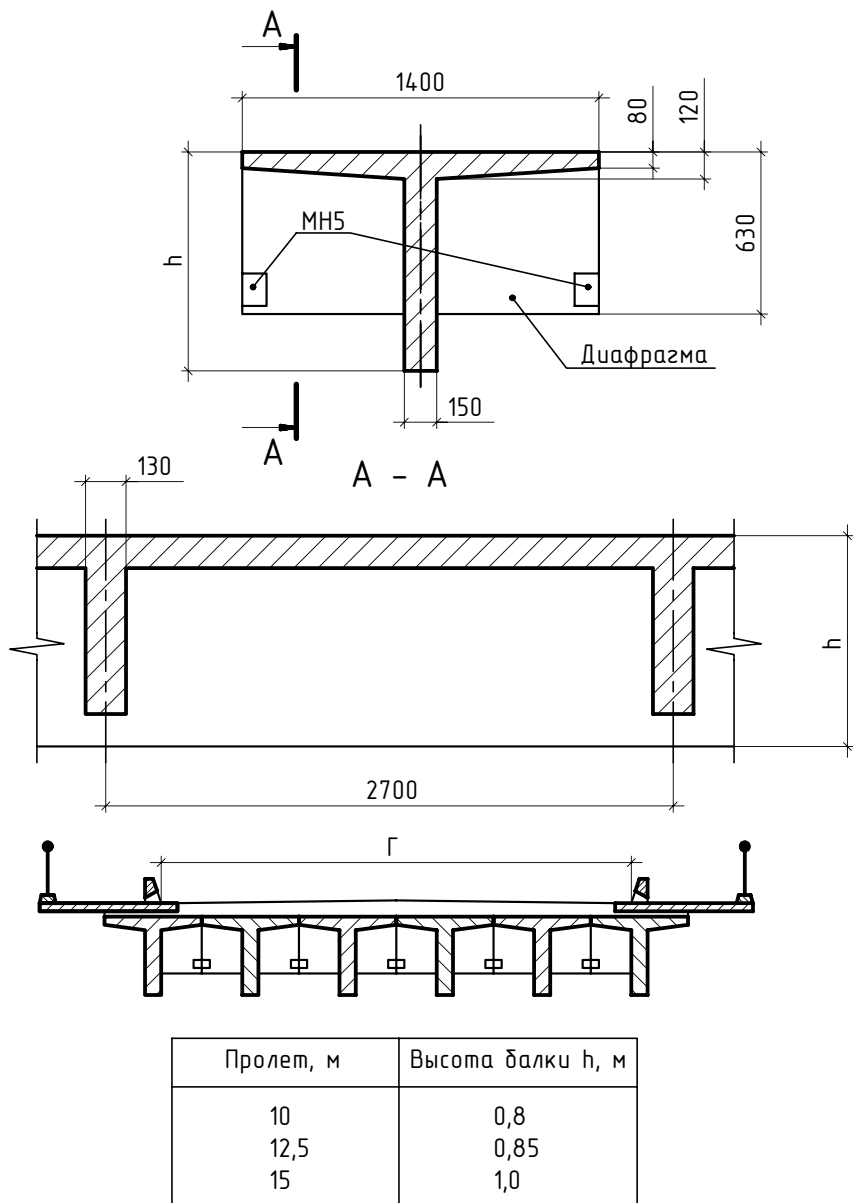
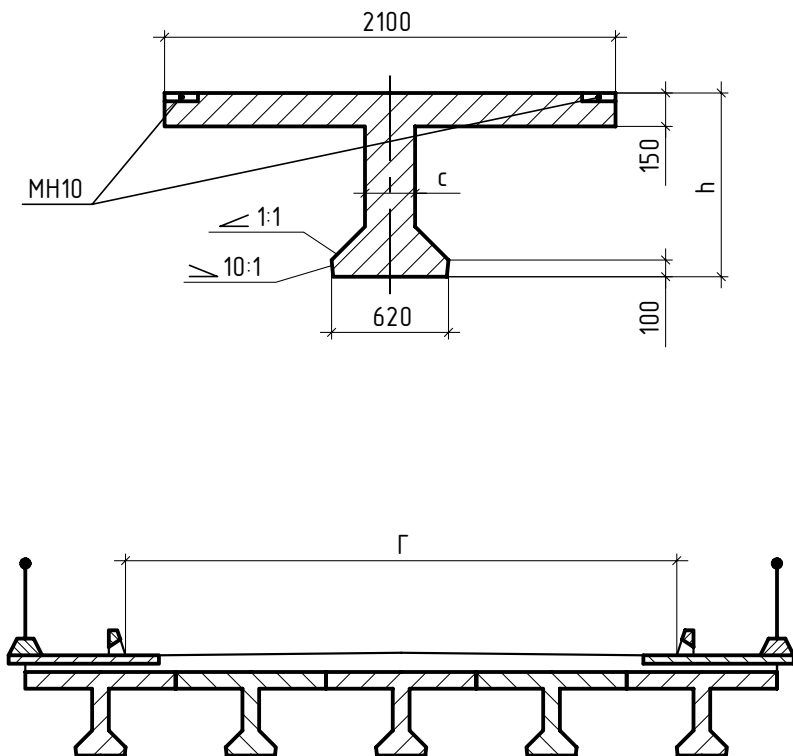
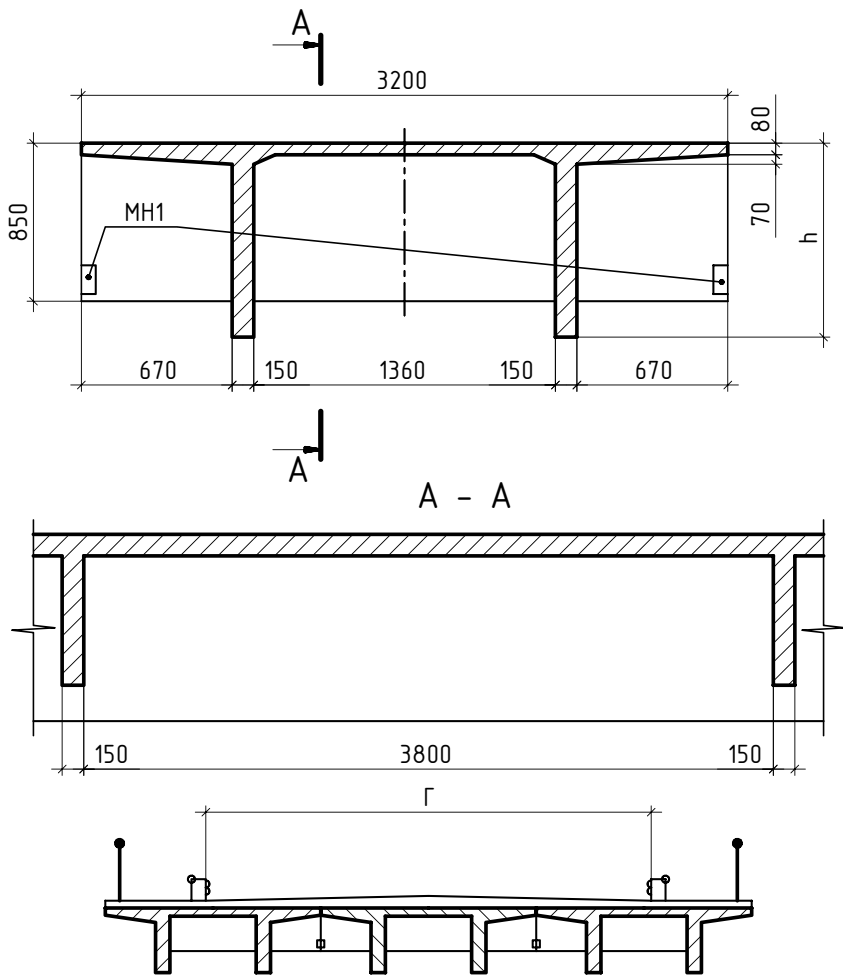


Рис. 5. Тавровая балка пролетного строения с диафрагмами



Пролет, м	Высота балки, м	
	h	c
10	0,9	0,16
12	0,9	0,26
15	1,2	0,26

Рис. 6. Тавровая балка пролетного строения без диафрагмы



Пролет, м	Высота балки h , м
10	1,0
15	1,5

Рис. 7. П-образная балка пролетного строения с диафрагмами

На балки пролетного строения для обеспечения их защиты, плавности движения и отвода воды укладывается проезжая часть. Варианты наиболее часто встречающихся проезжих частей из асфальтобетона и цементобетона приведены на рис. 8, 9.

Тротуары предназначены для движения пешеходов. Конструкция тротуаров зависит от конструкции элементов пролетного строения, ширины тротуаров, размещения в них различных коммуникаций, а также архитектурных требований. Так как расчетная нагрузка на тротуаре невелика, конструкция его получается легкой. Это позволяет располагать тротуары на консолях плиты проезжей части за пределами балок. Варианты конструкций тротуаров приведены на рис. 8, 9. Перила обеспечивают безопасность пешеходов и являются существенной деталью архитектурного оформления сооружения. Перила или ограждения выполняют из металла или железобетона.

Промежуточные и береговые опоры могут быть гибкими и массивными. Массивные опоры бывают: телескопические, из горизонтальных сборных блоков, одностойчатые грибовидные. Гибкие опоры могут быть столбчатыми и свайными.

Береговые опоры устраивают в виде обсыпных устоев, устоев с обратными стенками, устоев с боковыми открылками.

Для сборных мостов через малые препятствия наиболее часто применяют двухрядные или однорядные гибкие опоры из-за их простоты и экономичности. Однорядные опоры – для пролетов до 15 м, а двухрядные – до 20 м.

Гибкие опоры могут быть устроены из железобетонных свай или стоек, установленных в ряд и соединенных поверху ригелем-ростверком. На стойках береговых гибких опор сверху устанавливаются ригели-ростверки углового профиля. Разработаны типовые проекты гибких опор для балочных мостов с пролетами, м: 7,5; 10; 12,5; 15 и 20.

Стойчные опоры опираются на гибкие плиты из сборочных элементов, на отдельные башмаки или массивные фундаменты из монолитного бетона.

Варианты конструкций опор промежуточных и береговых приведены на рис. 10 – 12, гибких – на рис. 13, 14.

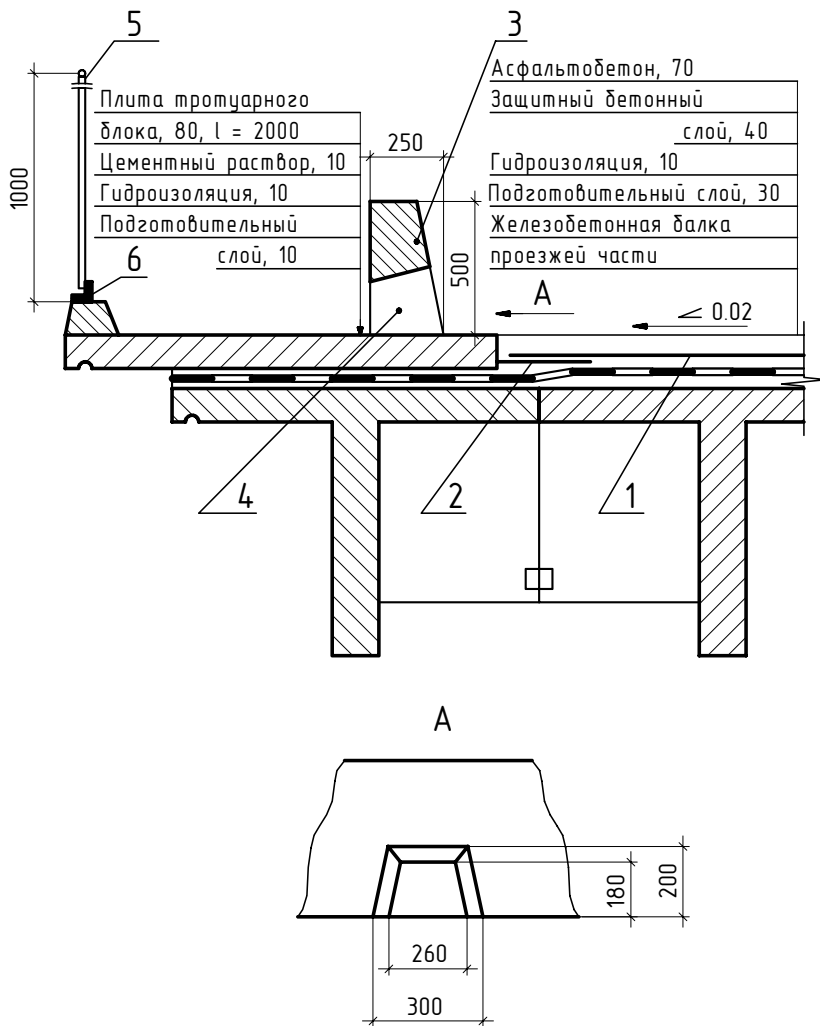


Рис. 8. Тротуарный свешивающийся блок и крепление его к асфальтобетонной проезжей части:

- 1 - сетка арматурная; 2 - выпуски арматуры из тротуарного блока; 3 - колесоотбойный брус;
4 - водоотвод 200x300 через 2 м; 5 - стойки перильного ограждения (через 1500 мм); 6 - $L_{63 \times 4}$

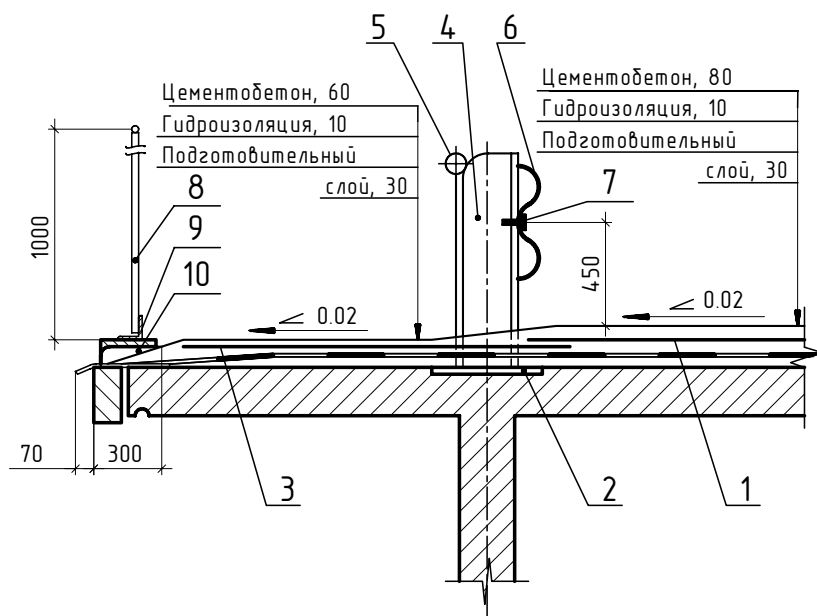
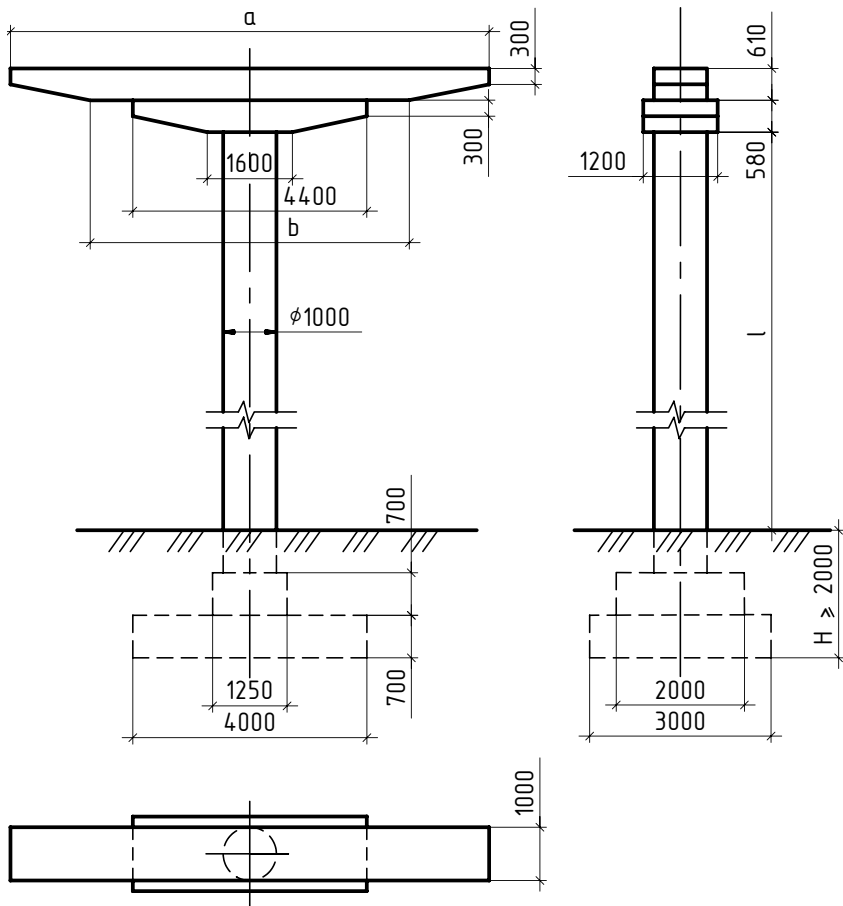


Рис. 9. Конструкция тротуара и цементобетонной проезжей части:
 1 - сетка арматурная С1; 2 - закладное изделие; 3 - сетка арматурная С2; 4 - стойка $\text{H} 22$, $l = 800$ через 3 м; 5 - труба $\text{O} 76 \times 4$; 6 - планки с прокладкой из листовой резины; 7 - болт $\text{M} 16 \times 75$ с резиновой шайбой; 8 - стойки перильного ограждения (через 150 мм); 9 - $\text{L} 63 \times 4$; 10 - водоотводный лоток

Опорные части служат для передачи усилий с пролетного строения на опоры и обеспечения свободы деформаций пролетных строений. Различают подвижные и неподвижные опорные части. Неподвижные опорные части обеспечивают пролетным строениям свободный поворот опорных сечений, а подвижные – свободный поворот и предельные перемещения от нагрузки, изменения температур и усадки бетона. При опирании пролетных строений на гибкие опоры применяют неподвижные опорные части. Варианты конструкций опорных частей на гибких опорах показаны на рис. 15.

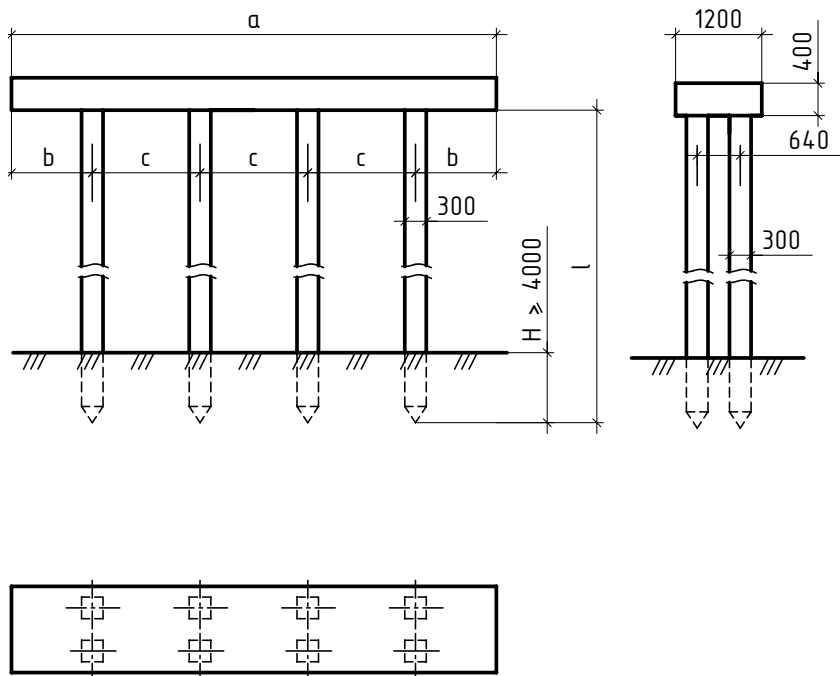
В последние годы получили распространение резиновые опорные части. Они просты в изготовлении и эксплуатации, экономичны.

Для обеспечения плавного сопряжения моста с насыпью используют переходные плиты. Конструкция подъездов приведена на рис. 16.



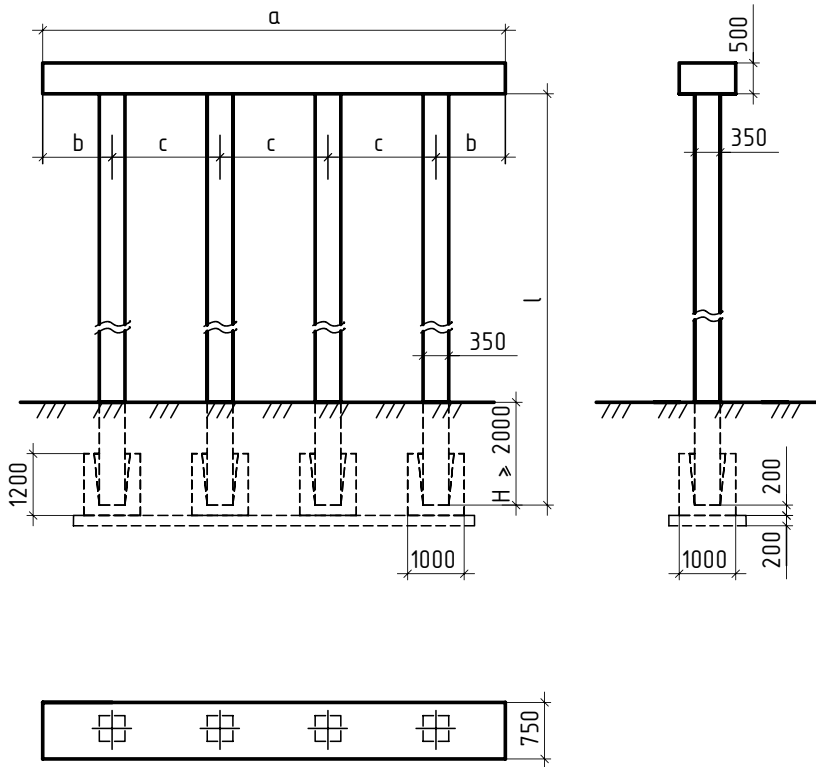
Габарит	Размеры, м		
	l	a	b
Г-7	10	8,7	5,7
Г-8	12	9,1	4,1

Рис. 10. Одностолбчатая монолитная промежуточная опора со сборной насадкой



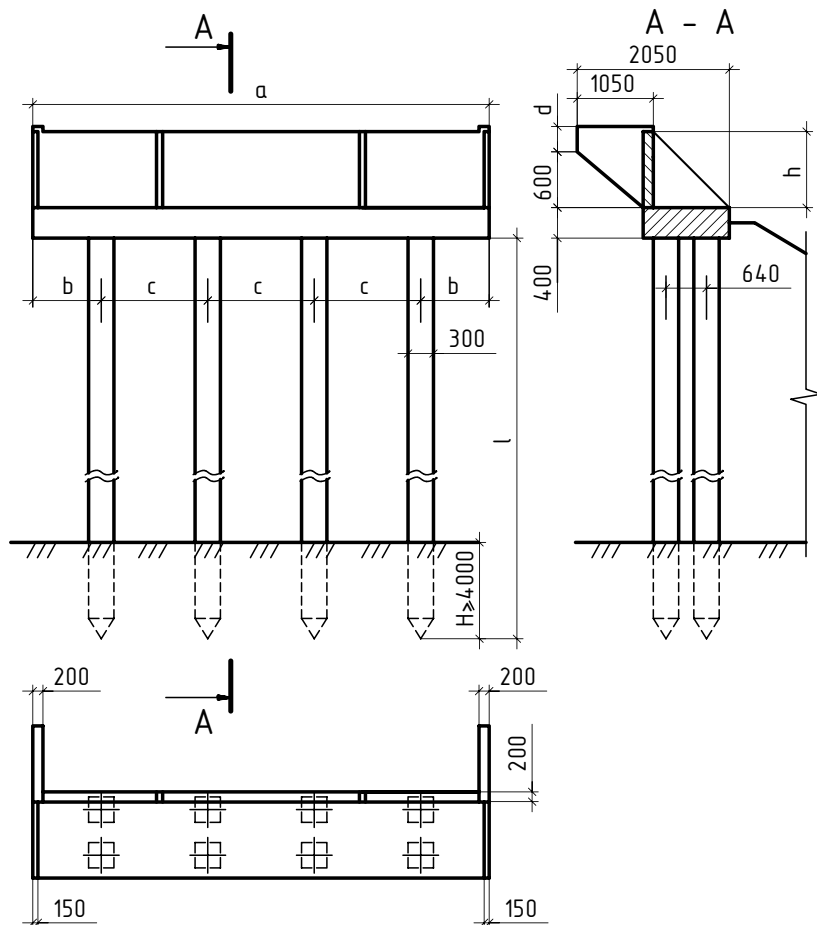
Габарит	Количество свай	Размеры, м			
		l	a	b	c
Г-7	8	12	9,1	1,55	2,0
Г-8	10	14	9,5	1,55	1,6

Рис. 11. Свайная двухрядная промежуточная опора



Габарит	Количество свай	Размеры, м			
		l	a	b	c
Г-7	4	12	9,1	1,55	2,0
Г-8	5	14	9,5	1,55	1,6

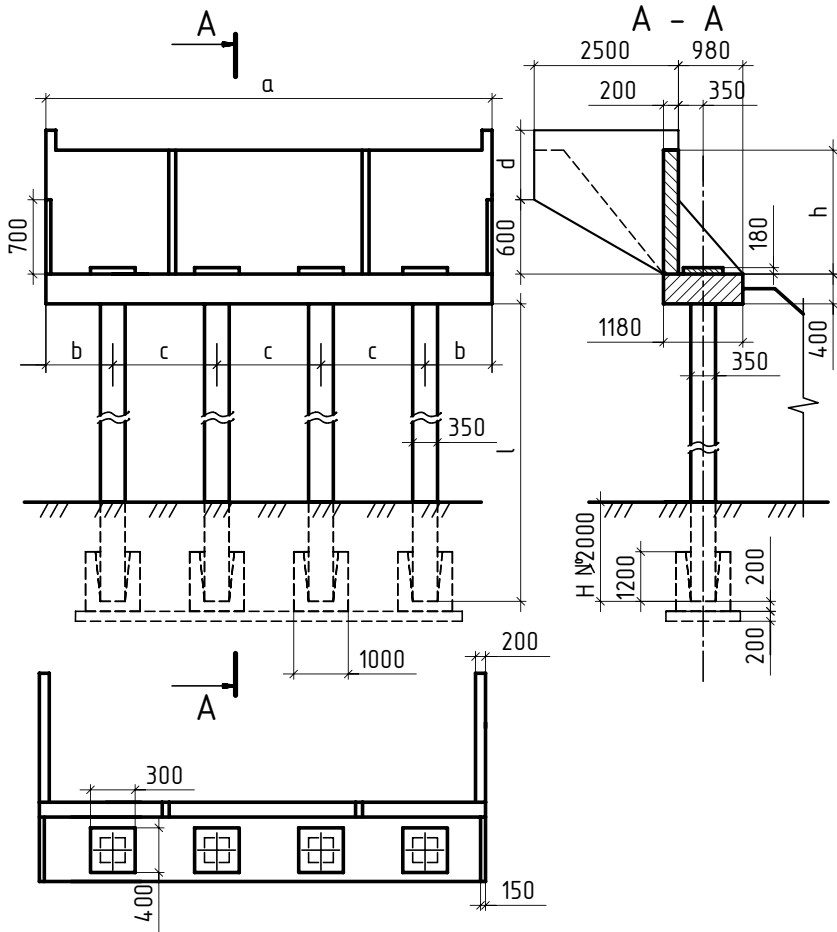
Рис. 12. Столбчатая однорядная промежуточная опора



Габарит	Количество свай	Размеры, м			
		l	a	b	c
Г-7	8	12	9,1	1,55	2,0
Г-8	10	14	9,5	1,55	1,6

h - высота балки пролетного строения
d = h - 400

Рис. 13. Свайная двухрядная береговая опора



Габарит	Количество свай	Размеры, м			
		l	a	b	c
Г-7	4	12	9,1	1,55	2,0
Г-8	5	14	9,5	1,55	1,6

h - высота балки пролетного строения
 $d = h - 300$

Рис. 14. Столбчатая однорядная береговая опора

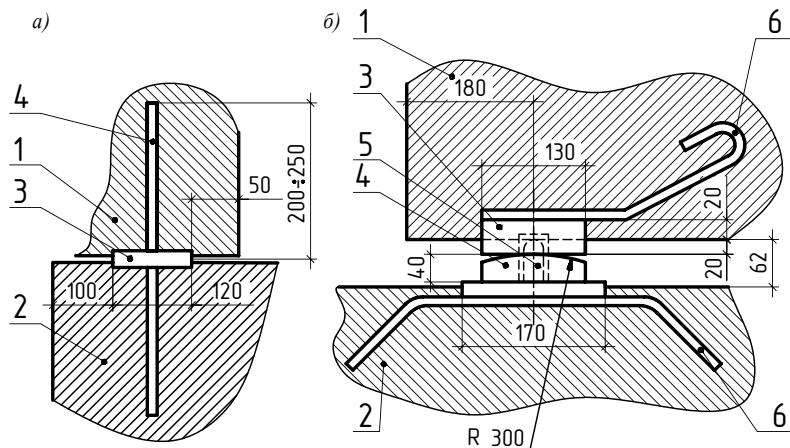


Рис. 15. Опорные части мостов:

а - плоские: 1 - пролетное строение; 2 - опора; 3 - стальной лист толщиной 20 мм; 4 - штырь; б - тангенциальные: 1 - пролетное строение; 2 - опора; 3 - верхняя металлическая подушка; 4 - нижняя металлическая подушка; 5 - штырь; 6 - анкер диаметром 16 мм

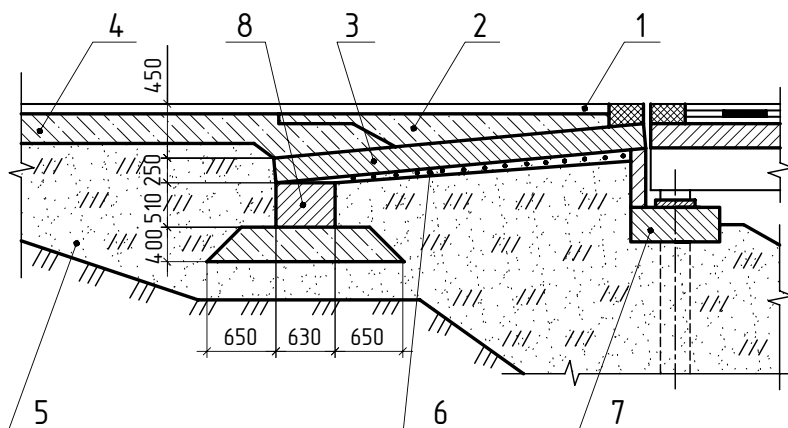


Рис. 16. Сопряжение моста с насыпью. Конструкция подъездов:

1 - асфальтобетонное покрытие; 2 - горячий щебеночный асфальтобетон; 3 - переходная плита 1x4 м; 4 - проектируемая дорожная одежда; 5 - засыпка из дренирующего грунта насыпи; 6 - щебеночная подготовка 10 см; 7 - береговая опора; 8 - блок лежня

ОФОРМЛЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ

Задание выполняется на листах форматов А1 и А2 карандашом. Основная надпись оформляется по форме 3, установленной СПДС ГОСТ 21.101-97 (рис. 17). Надписи и размерные числа выполняются чертежным шрифтом типа Б с наклоном 75° по ГОСТ 2.304-81. Основные надписи для чертежей строительных изделий (первый лист), для текстовых документов (первый лист) и для чертежей строительных изделий и текстовых документов (последующие листы) представлены в прил. 4 – 6.

На строительных чертежах сплошной толстой линией обводят только несущие конструктивные элементы (опоры, пролетные строения), попавшие в секущую плоскость. Остальные видимые конструктивные элементы обводятся линиями в два раза тоньше основной толстой линии, а размерные и выносные линии – в три раза тоньше. Толщину сплошной основной линии следует принимать 0,8 – 1 мм.

Расположение изображений должно соответствовать требованиям ГОСТ 2.305-68. Направление взгляда для разрезов и сечений принимается по плану справа налево и снизу вверх.

При нанесении размеров надо руководствоваться ЕСКД ГОСТ 2.307-68 и СПДС ГОСТ 21.101-97.

Размерные линии от контура изображения размещаются на расстоянии 12 – 16 мм, а друг от друга – на расстоянии 6 – 10 мм. На пересечении размерных и выносных линий ставятся засечки сплошной толстой линией (рис. 18, *а*). При нанесении размеров диаметров, размеров, углов, дуг размерные линии ограничиваются стрелками (рис. 18, *б*).

Отметки уровней (высоты, глубины) элементов конструкций проставляются в метрах с тремя десятичными знаками. На видах, фасадах, разрезах и сечениях отметки помещаются на выносных линиях и обозначаются условным знаком (рис. 18, *в*), который выполняется основными линиями длиной 2 – 4 мм, проведенными под углом 45° к выносной линии. При простановке отметок указываются знаки «+» и «-».

На планах отметки наносятся в прямоугольнике (рис. 18, *з*). В этом случае проставляется знак «+» или «-». Величина уклона (тангенс угла наклона) указывается в виде простой дроби (рис. 18, *д*). Допускается величину уклона указывать в виде десятичной дроби с точностью до третьего знака (рис. 18, *е*), в процентах или в промилле (рис. 18, *ж*). На чертежах перед размерным числом, определяющим величину уклона, наносится знак \sphericalangle (см. рис. 18, *д – ж*), острый угол которого должен быть направлен в сторону уклона. Обозначение направления уклона наносят непосредственно над линией контура или на полке линии-выноски.

Материалы в разрезах и сечениях изображаются по ГОСТ 2.306-68 (Ст СЭВ 860-78) (рис. 19).

Выносные надписи к многослойным конструкциям наносятся в соответствии с рис. 20. Последовательность надписей к отдельным слоям должна соответствовать последовательности их изображения на чертеже сверху вниз (рис. 20, *а*) или справа налево (рис. 20, *б*). На фасадах и разрезах многослойная конструкция дорожного покрытия изображается одной сплошной тонкой линией независимо от числа слоев покрытия (рис. 20, *в*).

Выносные элементы фрагментов фасадов, планов и разрезов выполняются в соответствии с требованиями ГОСТ 2.305-68 и ГОСТ 21.101-97. При выполнении выносных элементов соответствующее место отмечают на разрезе, плане или фасаде замкнутой сплошной тонкой линией (окружностью или овалом) с указанием на полке линии-выноски порядкового номера цифрой или буквенного обозначения выносного элемента (рис. 21, *а*). Если чертеж узла помещен на другом листе основного комплекта рабочих чертежей, то под полкой линии-выноски указывается номер листа, на котором помещен чертеж узла. При необходимости ссылки на узел, помещенный в другом основном комплекте рабочих чертежей, или на типовой узел указывается обозначение соответствующего основного комплекта рабочих чертежей или серия рабочих чертежей и типовых узлов под полкой линии-выноски. Обозначение чертежа узла выполняется в кружке диаметром 12 – 14 мм (рис. 21, *б*).

Форма 3

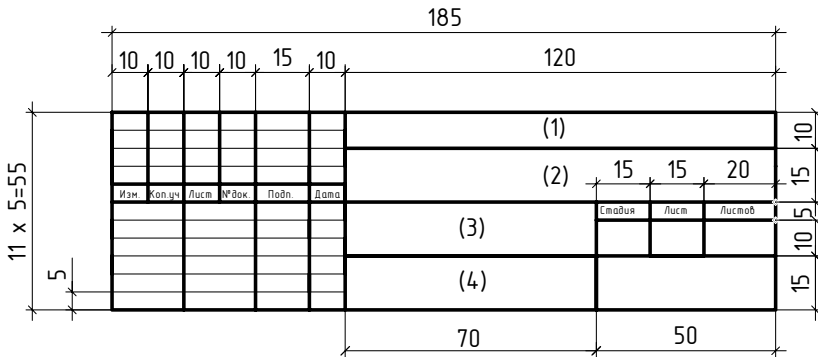


Рис. 17. Основная надпись

- 1 - обозначение документа
- 2 - наименование предприятия, в состав которого входит сооружение, или наименование микрорайона
- 3 - наименование сооружения
- 4 - наименование изображений, помещенных на данном листе

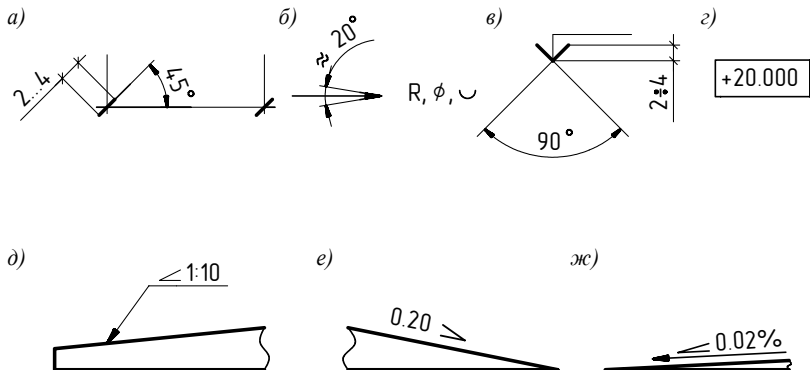


Рис. 18. Нанесение размеров на чертежах

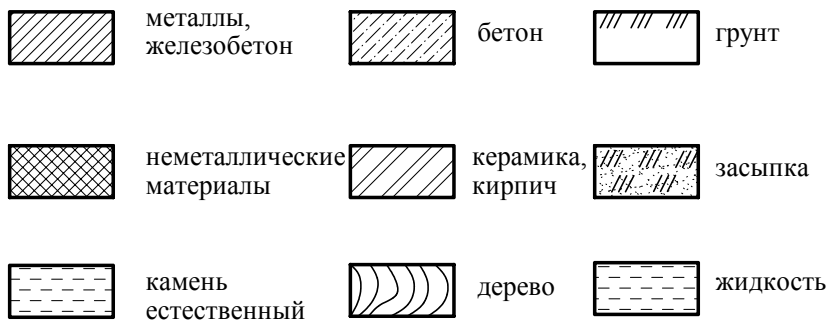


Рис. 19. Графическое обозначение материалов на чертежах

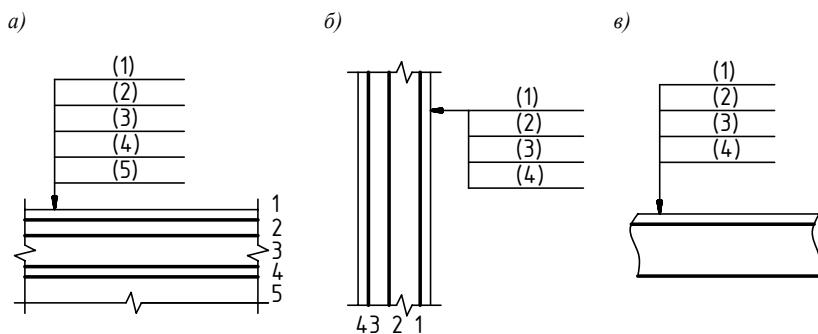


Рис. 20. Нанесение надписей в многослойных конструкциях

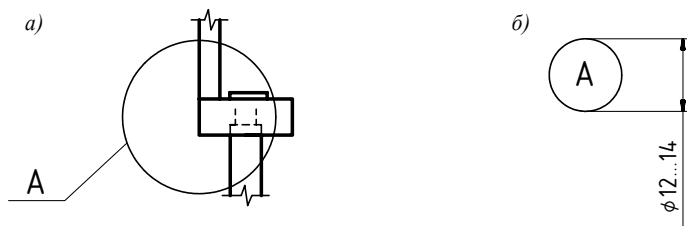


Рис. 21. Оформление ссылки на выносные элементы

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАНИЯ

В таблице вариантов заданий (см. прил. 1) указаны: габарит моста, величина и количество пролетов, тип опор и тротуаров, отметки УМВ и УВВ, тип конструкции пролетного строения и проезжей части, а также чертежи типовых конструктивных элементов моста. При рассмотрении варианта необходимо четко уяснить размеры расчетного пролета, конструкцию и размеры балок пролетного строения, промежуточных и береговых опор, проезжей части, тротуаров и ограждений.

Изучив вариант задания, методические указания и рекомендованную литературу, ориентировочно определив габариты фасада, поперечного разреза и плана, выполняют компоновку изображений на рабочем поле чертежа (формат А1). Хорошее размещение изображений обеспечивают предварительной разметкой листа. Расстояния от линий рамки до изображений и между изображениями должны быть приблизительно равными и обеспечивать нанесение необходимых размеров, выносных отметок, надписей и т. д.

Выполнение задания рекомендуется начинать с фасада. Фасадом называется изображение моста со стороны, перпендикулярной его продольной оси, если смотреть на него по направлению течения реки. Он дает общее представление о форме и конструкции моста (количество пролетов, конструкции пролетного строения и проезжей части, опор, ограждений), о виде препятствий и подходах к мосту. Как правило, половина фасада совмещается с половиной продольного разреза. Половина фасада от половины разреза отделяется вертикальной штрихпунктирной линией, причем разрез изображается справа от оси (рис. 22).

Фасад и продольный разрез выполняются в следующей последовательности:

1. В левой верхней части, определенной при компоновке листа для фасада и продольного разреза, намечают тонкими линиями продольную ось моста. Ее отметка проходит по верху проезжей части и располагается от уровня высоких вод (УВВ) на расстоянии, равном сумме строительной высоты моста (h) и свободной высоте под мостом ($H_0 = 0,5...1,0$ м); ось должна располагаться от верхней рамки рабочего поля чертежа на расстоянии, включающем изображение ограждений, простановку 3 – 4 размерных цепочек и оформление надписей «Фасад» и «Продольный разрез».

Затем, определив согласно варианту вертикальные размеры проезжей части, балок пролетного строения и опор, намечают их вертикальные границы. Для ускорения выполнения чертежей рекомендуется одновременно намечать линии конструктивных элементов моста и на поперечном разрезе. В этом случае размеры чертежа поперечного разреза увеличить в два раза (М 1:50).

При выполнении задания при однорядных и двухрядных опорах за расчетный пролет (l_p) принимают расстояние между геометрическими осями стоек (свай).

2. Намечают контуры балок пролетного строения, промежуточных и береговых опор, проезжей части, тротуаров и ограждений.

3. Отмечают уровень грунта, УМВ, УВВ по отметкам. Строят откосы. Уклон откосов принимают в продольном направлении 1: 1,25; в поперечном 1:1,5. Откосы должны быть укреплены либо железобетонными плитами, либо бутовым камнем.

4. Наносят размерные и выносные линии, знаки высотных отметок и проставляют размеры.

На фасаде и продольном разрезе проставляют общую длину моста, расстояние между осями опор, перильными стойками и размер секций перил, размеры конструктивных элементов опор, высоту пролетного строения, высотные отметки продольной оси моста, низа пролетного строения, верха и низа опор, УМВ, УВВ, уклоны насыпей и т. п.

5. Проверяют правильность выполнения и окончательно обводят и оформляют чертеж. Законченный чертеж снабжают надписями «Фасад» и «Продольный разрез».

В проекционной связи с фасадом и продольным разрезом вычерчивают план моста (рис. 23). Планом называется вид на мост сверху. С планом совмещают горизонтальный ступенчатый разрез. На плане (размещается слева) показывают отрезок дороги, конструкцию проезжей части, тротуаров, перил, откосов, места расположения деформационных швов, мачт, столбов для освещения и т. д. Затем на горизонтальном ступенчатом разрезе обозначают раскладку балок пролетного строения и сопряжение их между собой, размещение и конструкцию промежуточных и береговых опор, расположение ледорезов и т. д. Здесь же наносят размеры проезжей части дороги и обочин, фундаментов под опоры, расстояние между стойками опор и сваями, размеры заборной стенки и т. п. После проверки правильности выполнения чертеж плана обводят и оформляют.

Фасад

Продольный разрез

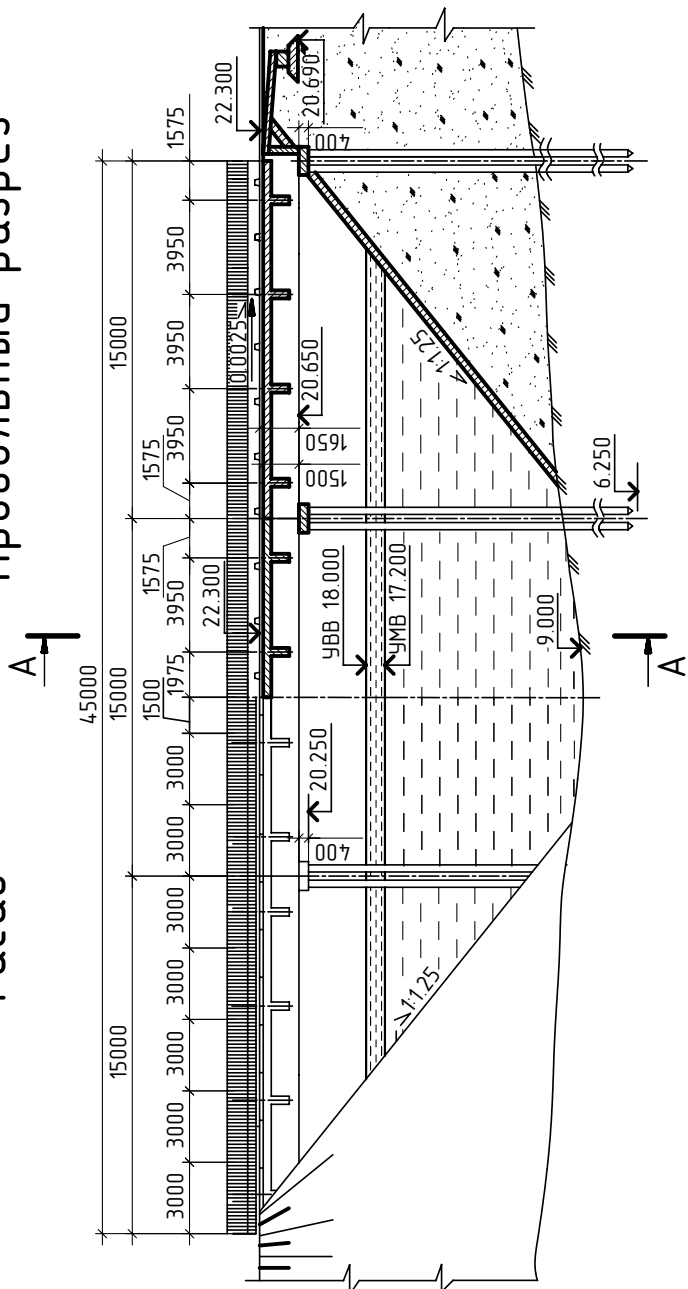


Рис. 22. Фасад и продольный разрез моста

ПЛАН

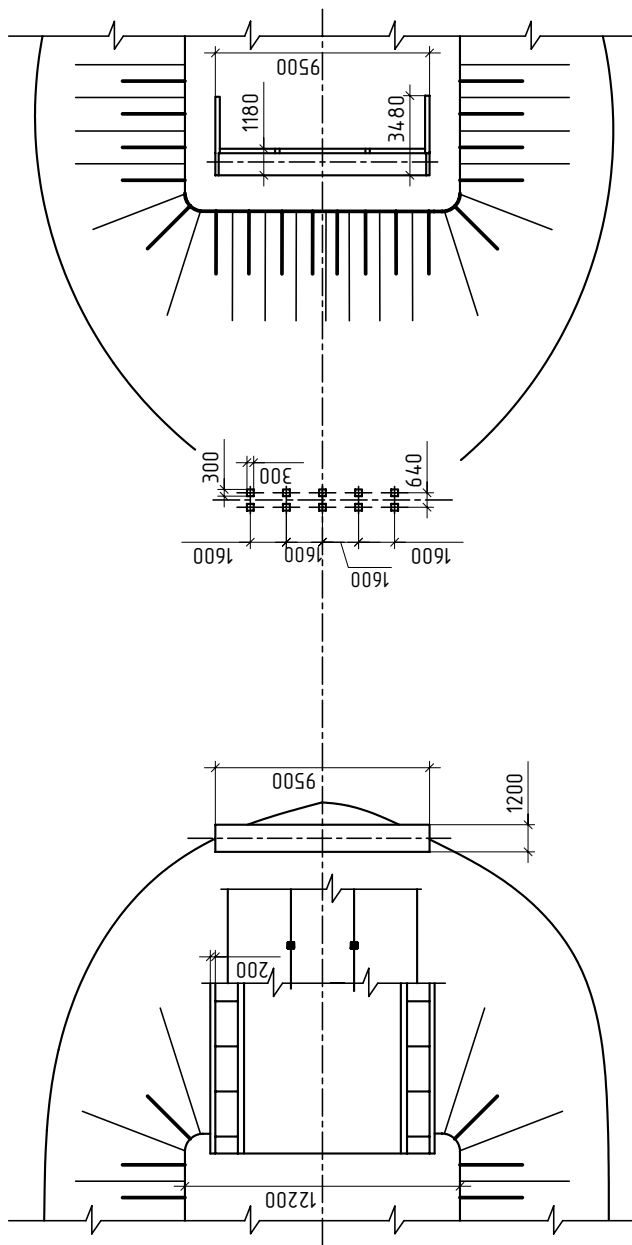


Рис. 23. План моста

После оформления фасада с продольным разрезом и планом или с обоими одновременно чертят поперечный разрез (рис. 24).

Поперечным разрезом называют изображение моста, полученное рассечением его одной или несколькими плоскостями, перпендикулярными продольной оси моста. На разрезах изображают то, что находится в секущей плоскости и за ней, и подробно показывают конструкцию пролетного и верхнего строений моста и опор. При этом сплошной толстой линией обводят лишь несущие конструктивные элементы (балки пролетных строений, опоры), попавшие в секущую плоскость. Разрез выполняют в следующей последовательности:

1. В правой верхней части листа, отведенной при компоновке под чертеж разреза, проводят вертикальную линию, обозначающую продольную ось моста, и горизонтальную линию на уровне отметки проезжей части на фасаде. На горизонтальной линии по обе стороны от оси откладывают размеры проезжей части, тротуаров с ограждениями, балок проезжей части, осей стоек опор и ригелей в соответствии с положением секущей плоскости на фасаде.

2. Зная размеры конструктивных элементов моста, от верхней горизонтальной линии (линии отметки продольной оси) наносят их границы и контуры (верх и низ балок пролетного строения, ригелей и т. д.).

3. Наносят размерные и выносные линии, проставляют размеры и высотные отметки. На вертикальных разрезах проставляют габарит моста (ширину проезжей части), ширину и основные размеры тротуаров, размеры опор (размеры ригелей, свай, стоек, расстояние между крайними стойками и отдельными стойками), поперечные уклоны проезжей части моста и откосов.

Вертикальные размеры, как правило, показывают высотными отметками. Обязательно указывают следующие высотные отметки: УМВ, УВВ, уровень высокого ледохода или судоходства, подошв фундаментов под стойки, верха опор, продольной оси моста.

4. Выносные надписи к многослойным конструкциям наносят в виде этажерки (см. рис. 20).

5. Проверяют правильность выполнения и окончательно обводят и оформляют чертеж. Законченный чертеж разреза снабжают надписью по типу «Разрез 1 – 1» или «1 – 1».

A - A (1:50)

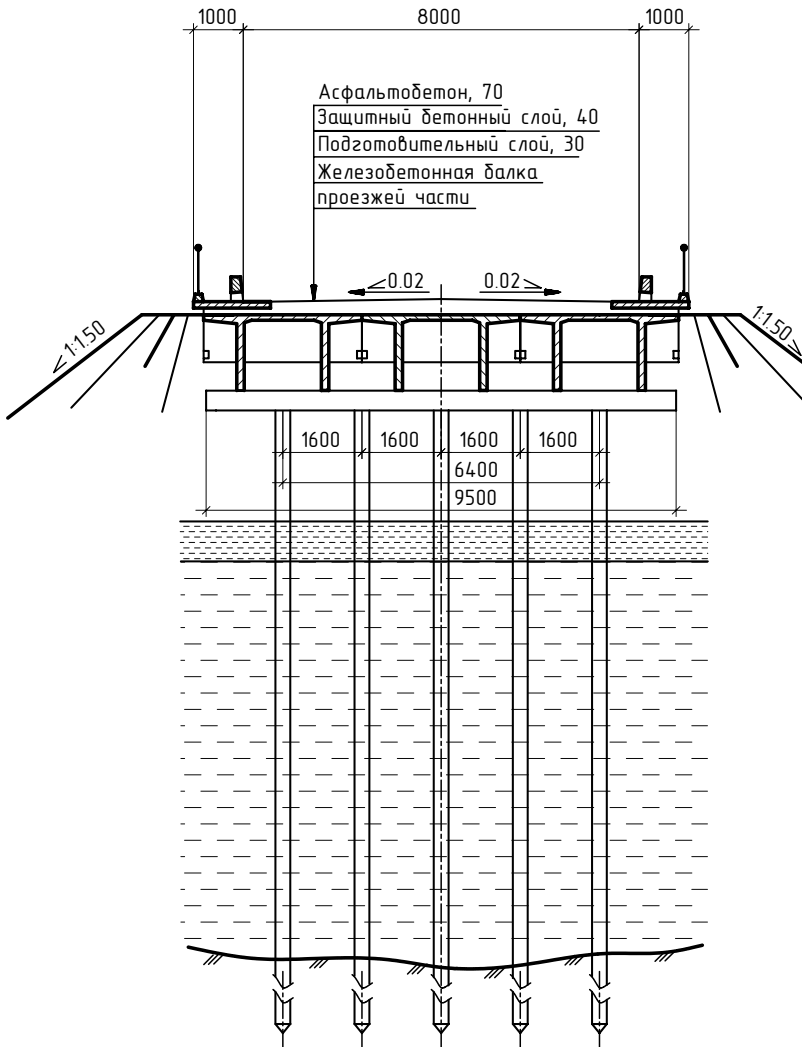


Рис. 24. Разрез А - А

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДАННЫХ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ЧЕРТЕЖА

Выписываем из таблицы исходные данные задания по варианту:

а) уровень грунта – 34,000 м;

б) отметка УМВ – 36,000 м;

в) отметка УВВ – 39,000 м;

г) габарит моста – Г-8;

д) длина пролетов – 15,0 м;

е) тип проезжей части по рис. 8, толщиной 150 мм.

ж) тип балок пролетного строения по рис. 7, конструкция тавровая П-образная балка. Для пролета длиной 15,0 м: ширина 3200 мм, высота 1500 мм, высота диафрагм 850 мм;

з) количество балок в пролете – 3 шт.;

и) количество пролетов – 3;

к) тип опор:

- промежуточные по рис. 11, свайные двухрядные, для Г-8 в опоре 10 свай (по 5 в ряду), расстояние между рядами свай 640 мм, расстояние между сваями $c = 1600$ мм, сечение свай 300 x 300 мм, ригели длиной 9500 мм и сечением 400 x 1200 мм;

- береговые по рис. 13, свайные двухрядные, для Г-8 в опоре 10 свай (по 5 в ряду), расстояние между рядами свай 640 мм, расстояние между сваями в ряду $c = 1600$ мм, сечение свай 300 x 300 мм, ригель фигурный;

л) тротуары (см. рис. 8) шириной 1000 мм.

Определяем высотные отметки элементов моста:

1. Низ пролетных строений УВВ + (0,5 ... 1 м): $39,000 + 1 = 40,000$ м.

2. Верх балок пролетного строения: $40,000 + 0,850 = 40,850$ м, высота балок пролетного строения 0,850 м.

3. Отметка продольной оси моста: $40,850 + 0,120 = 40,970$ м, толщина проезжей части 120 мм.

4. Верх свай (стоек): $40,000 - 0,400 = 39,600$ м.

5. Глубина погружения свай не более 3 м: $34,000 - 3,000 = 31,000$ м.

ПОСТРОЕНИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ МОСТА

Перспективу моста рекомендуется выполнять способом архитекторов с использованием одной точки схода (формат А2). Для построения перспективы используется план и фасад моста (рис. 25).

Аппарат перспективы рекомендуется выбирать следующим образом:

1. Картинную плоскость удобно располагать рядом с первой справа промежуточной опорой.

2. Картинную плоскость ориентировать так, чтобы горизонтальный след ее K_1 составлял бы со стороны плана угол $25 - 40^\circ$.

3. Горизонтальный угол зрения между крайними лучами в плане должен находиться в пределах от 18 до 53° .

4. При выборе точки зрения и главной точки картины P надо следить за тем, чтобы перспективы свай или стоек не сливались.

5. Высоту горизонта принять на уровне $3 - 5$ м от уровня верха проезжей части моста.

При переносе размеров с плана и фасада моста на картинную плоскость размеры можно увеличивать в 2 раза.

Порядок построения перспективы подробно изложен в курсе начертательной геометрии.

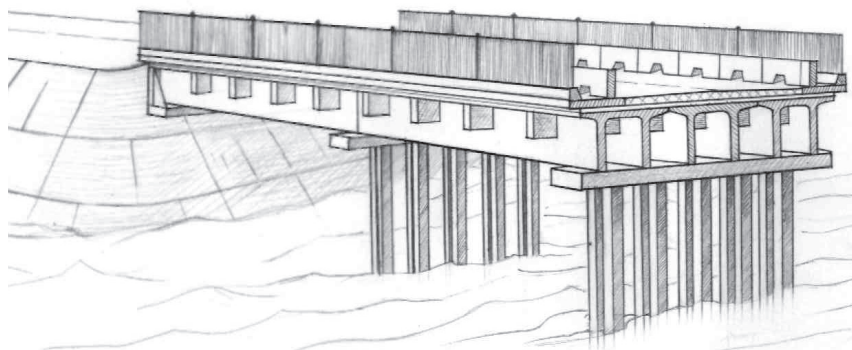


Рис. 25. Перспектива моста

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите основные элементы моста.
2. Как классифицируются мосты?
3. Какие разновидности пролетных строений и опор железобетонных мостов вы знаете?
4. Что называется пролетом и габаритом моста?
5. Что называется фасадом моста, планом?
6. Какие разрезы применяются в мостостроительных чертежах, как они оформляются?
7. Какова толщина линий для обводки чертежа моста?
8. Как штрихуются материалы в сечениях и разрезах?
9. Какие размеры наносятся на фасаде, плане и поперечных разрезах моста?
10. Как выбираются элементы перспективы при построении перспективы?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мосты являются сложными сооружениями, о которых можно написать очень много. В практикуме приведены начальные сведения об их строительстве, конструкции и назначении. Практикум составлен с учетом требований ЕСКД (Единой системы конструкторской документации) и СПДС (Системы проектной документации для строительства). В получении необходимых знаний по проектированию мостов значительную роль играет графическая грамотность студентов. Мы полагаем, что студенты, изучившие предложенный материал, приобретут начальный профессиональный уровень, который послужит базой для дальнейшего освоения этой темы и поможет в выполнении курсовых и дипломных проектов по кафедре «Автомобильные дороги».

Овладев основными нормами и правилами графического оформления проекта, студенты могут проектировать мосты на основании выполненных расчетов. Знание основ проектирования мостов необходимо любому современному инженеру по специальности «Строительство автомобильных дорог и аэродромов».

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

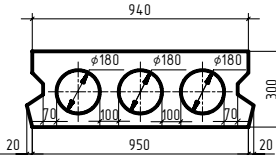
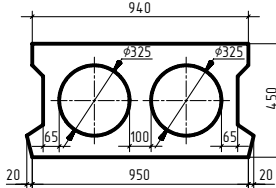
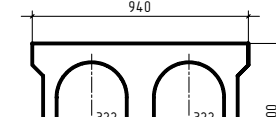
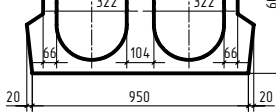
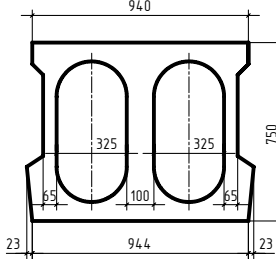
Варианты заданий

Вариант	Отметка уровня грунта, м	УМВ, м	УВВ, м	Габарит	Пролеты				Тип опор		Трогуары и проезжая часть		Узел (номер рисунка)
					Расчетная длина, м	Тип балок (номер рисунка)	Кол-во балок	Кол-во пролетов	Промежуточных (номер рисунка)	Береговых (номер рисунка)	Тип (номер рисунка)	Ширина, м	
1	14,000	21,500	23,000	Г-7	15	5	6	3	12	14	8	1,0	15
2	15,000	22,800	24,000	Г-7	10	6	4	3	10	13	9	1,0	16
3	9,000	17,200	18,000	Г-8	15	7	3	3	11	14	8	1,0	7
4	18,200	23,700	25,200	Г-7	12,5	5	6	3	11	14	8	1,0	9
5	24,700	30,400	31,700	Г-7	12	6	4	3	11	14	8	1,0	8
6	31,000	38,500	40,000	Г-8	10	7	3	3	11	14	8	1,0	9
7	7,400	14,700	16,400	Г-7	10	5	6	3	10	13	8	1,0	5
8	17,400	25,400	26,400	Г-7	15	6	4	3	12	14	8	1,0	9
9	20,000	29,700	31,000	Г-8	15	7	3	3	12	14	8	1,0	7
10	5,300	12,500	14,300	Г-7	12,5	5	6	3	10	13	8	1,0	16
11	13,500	23,900	24,500	Г-8	10	6	5	3	10	13	8	1,5	16
12	18,700	24,700	25,700	Г-7	10	6	4	3	11	14	9	1,0	14
13	13,000	23,000	24,000	Г-8	10	5	7	3	10	13	9	1,5	5
14	25,700	33,700	34,700	Г-8	12	6	5	3	11	14	9	1,5	6
15	21,000	28,600	30,000	Г-7	12	6	4	3	10	13	9	1,0	16

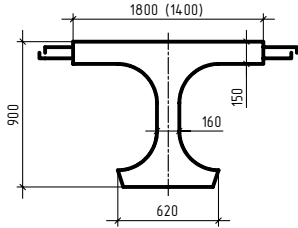
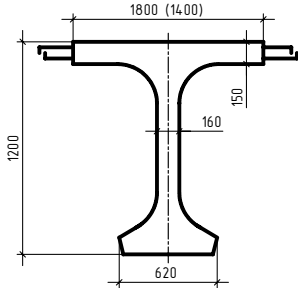
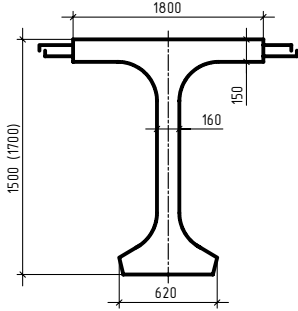
16	21,600	31,400	32,600	Г-8	12,5	5	7	3	12	14	9	1,5	9
17	5,800	15,300	16,800	Г-8	15	6	5	3	12	14	8	1,5	8
18	13,800	21,300	22,800	Г-8	10	6	5	3	11	14	8	1,5	9
19	30,000	13,400	14,000	Г-8	15	5	7	3	12	14	9	1,5	5
20	21,000	30,700	32,000	Г-8	10	6	5	3	10	13	8	1,5	6
21	10,000	19,600	21,000	Г-8	12	6	5	3	10	13	8	1,5	9
22	21,700	27,600	28,700	Г-7	10	5	6	3	11	14	8	1,0	8
23	14,100	20,300	21,100	Г-7	15	5	6	3	11	14	8	1,0	9
24	8,900	16,900	17,900	Г-8	10	5	7	3	11	14	8	1,5	15
25	28,000	36,000	39,000	Г-8	12,5	5	7	3	12	14	8	1,5	8
26	19,600	29,400	30,600	Г-8	12,5	5	7	3	12	14	9	1,5	9
27	15,700	21,700	22,700	Г-7	10	6	4	3	11	14	9	1,0	14
28	10,000	18,200	19,000	Г-8	15	7	3	3	11	14	8	1,0	7
29	20,000	27,600	29,000	Г-7	12	6	4	3	10	13	9	1,0	16
30	21,000	30,700	32,000	Г-8	15	7	3	3	12	14	8	1,0	7

Приложение 2



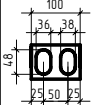
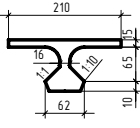
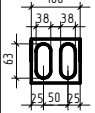
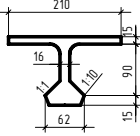
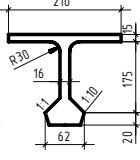
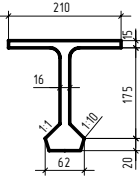
Унифицированные балки пролетных строений
(типовой проект № 384/43, 45, 46, 47)

Длина балки l_n , м	Поперечное сечение балки	Высота H , м	l_p/H
6	<p style="text-align: center;"><i>Плитные балки</i></p> 	0,30	1/18,7
9		0,45	1/19,2
12		0,60	1/19
15			1/24
18		0,75	1/23,2

Окончание таблицы

Длина балки l_n , м	Поперечное сечение балки	Высота H , м	l_p/H
12	<p><i>Рёбристые балки</i></p> 	0,9	1/12,7
15			1/16
18		1,2	1/14,5
21			1/17
24			1/19,5
33		1,5	1/21,4
		1,7	1/19,0

Сечение железобетонных типовых балок

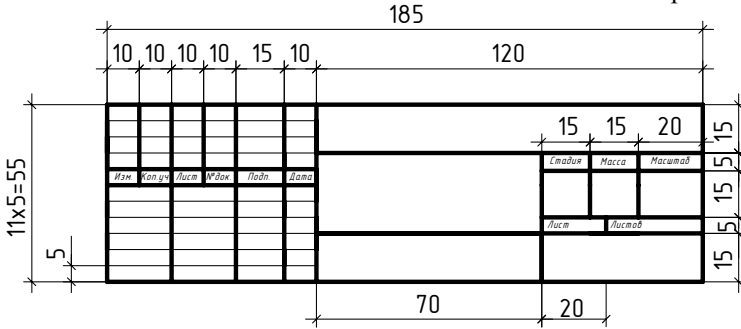
Длина балки l , м	Автомобильные и городские				Объем железобетона = масса / плотность
	H , см H/l_p	Плитные	H , см H/l_p	Балочные	
6	30 1/18,7		—	—	$\Pi_6 = 4,5 \text{ т} / 2,4 = 1,87 \text{ м}^3$
9	45 1/19,1		—	—	$\Pi_9 = 6,8 \text{ т} / 2,4 = 2,83 \text{ м}^3$ $\Pi_{12} = 8,2 \text{ т} / 2,4 = 3,41 \text{ м}^3$ $\Pi_{15} = 9,3 \text{ т} / 2,4 = 3,87 \text{ м}^3$
12	1/19 60		1/12,7 90		$\text{Б}_{12} = 10 \text{ т} / 2,4 = 4,16 \text{ м}^3$ $\text{Б}_{15} = 14 \text{ т} / 2,4 = 5,8 \text{ м}^3$
15	1/24		1/16		
18	75 1/23,2		1/19,5		$\text{Б}_{18} = 17 \text{ т} / 2,4 = 7,0 \text{ м}^3$
24	—	—	120 1/19,5		$\text{Б}_{24} = 34 \text{ т} / 2,4 = 14,1 \text{ м}^3$
33	—	—	150 1/21,4		$\text{Б}_{33} = 54 \text{ т} / 2,4 = 22,5 \text{ м}^3$
42	—	—	210 1/19,7		$\text{Б}_{42} = 60 \text{ т} / 2,4 = 25 \text{ м}^3$

Приложение 4

Основная надпись для чертежей
строительных изделий (первый лист)

ГОСТ 21.101-97

Форма 4

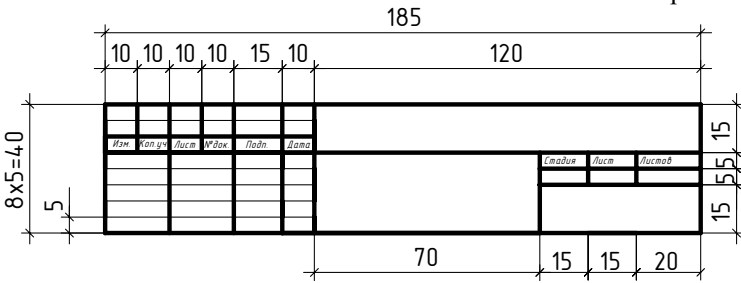


Приложение 5

Основная надпись для текстовых документов
(первый лист)

ГОСТ 21.101-97

Форма 5

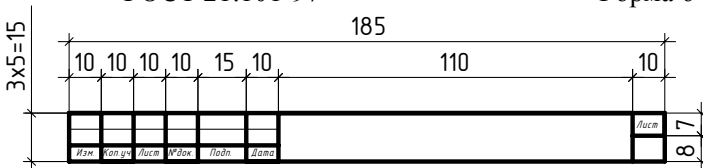


Приложение 6

Основная надпись для чертежей строительных
изделий и текстовых документов (последующие листы)

ГОСТ 21.101-97

Форма 6



РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **ГОСТ 21.101-97 СПДС.** Основные требования к проектной и рабочей документации. – Введ. 1998-04-01. – М. : Госстандарт России, 1997. – 42 с.

2. **ГОСТ 21.501-93 СПДС.** Правила выполнения архитектурно-строительных рабочих чертежей. – Введ. 1994-09-01. – М. : Госстандарт России, 1993. – 41 с.

3. **ГОСТ 2.306-68* (СТ СЭВ 860-78) ЕСКД.** Обозначения графические материалов и правила их нанесения на чертежах. – Введ. 1971-01-01. – М. : Госстандарт России, 1978. – 7 с.

4. **СНиП 3.06.04-91.** Мосты и трубы. – М. : Стройиздат, 1992. – 99 с.

5. **Назаренко, Б. П.** Железобетонные мосты : учеб. для вузов / Б. П. Назаренко. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1970. – 432 с.

6. **Брилинг, Н. С.** Справочник по строительному черчению / Н. С. Брилинг, С. Н. Балягин, С. И. Симонин. – М. : Стройиздат ; Казань : ГУП ПИК идеал-Пресс, 2003. – 450 с. – ISBN 5-274-01796-7.

7. **Будасов, Б. В.** Строительное черчение и рисование / Б. В. Будасов. – М. : Стройиздат, 1995. – 476 с.

8. Начертательная геометрия : учеб. для вузов / Н. Н. Крылов [и др.]. – М. : Высш. шк., 2000. – 224 с. – ISBN 5-06-003651-0.