

Людвиг Р.

**Мосты простейшей конструкции,
деревянные, каменные, бетонные и
металлические**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 82-3
ББК 84-4
Р11

Р11 **Р. Л.**
Мосты простейшей конструкции, деревянные, каменные, бетонные и металлические / Людвиг Р. – М.: Книга по Требо-
ванию, 2025. – 51 с.

ISBN 978-5-519-94462-5

ISBN 978-5-519-94462-5

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2025
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2025

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

Мосты простѣйшей конструкторіи.

ВВЕДЕНІЕ.

Мосты, какъ извѣстно, представляютъ собою сооруженія, служащія какъ для перехода черезъ рѣки, ручьи, овраги и т. п., такъ и для проведенія желѣзныхъ или обыкновенныхъ (пѣшеходныхъ, шоссейныхъ и др.) дорогъ при пересѣченіяхъ послѣднихъ съ существующими уже дорогами. Нижеприведенное описаніе исключительно конструкторіи мостовъ второй категоріи отнюдь не исключаетъ примѣненія на практикѣ тѣхъ же мостовъ въ случаѣ, когда они должны служить переходомъ черезъ рѣки, ручьи и другія углубленныя мѣста, съ проточною или стоячею водою, равно какъ и безъ нея, съ нѣкоторыми лишь незначительными измѣненіями въ конструкторіи, вызываемыми мѣстными условіями.

Вновь устраиваемая дорога, при пересѣченіи ея съ существующей желѣзною или обыкновенною дорогою, можетъ быть проведена выше послѣдней, ниже ея или въ одномъ съ нею уровнѣ. Первые два случая на практикѣ примѣняются преимущественно передъ послѣднимъ и требуютъ устройства моста; переѣзды же въ уровнѣ существующей дороги могутъ быть признаны рациональными лишь въ томъ случаѣ, когда устройство моста вызываетъ слишкомъ значительныя денежныя затраты.

Верховые мосты, или путепроводы надъ полотномъ желѣзной дороги, должны имѣть между перилами ширину $3\frac{1}{2}$ саж.—для шоссейной дороги, 3 саж.— для городскихъ улицъ, почтовыхъ и торговыхъ дорогъ, и 2 саж.— для сельскихъ и полевыхъ дорогъ.

Перила подобнаго моста должны быть по крайней мѣрѣ въ 4 фута высоты, а ограда на подходахъ къ нему—никакъ не ниже 3 футъ.

Пяты каменныхъ сводовъ и арокъ необходимо располагать не ниже 4,8 фута надъ уровнемъ рельсовъ проходящей подъ мостомъ желѣзной дороги, основаніе же подкосовъ деревянныхъ мостовъ должно находиться на высотѣ не меньшей $1\frac{1}{2}$ саж., высота чистаго проѣзда подъ каменными и металлическими мостовыми арками должна равняться по крайней мѣрѣ 18,2 фута, а подъ деревянными балками—21 футу, считая эту высоту отъ уровня рельсовъ.

На время возведенія моста необходимо устраивать временный объѣздъ; на практикѣ часто является необходимость измѣненія направленія существующей проѣзжей дороги, причемъ въ подобномъ случаѣ старая дорога можетъ служить временною, до устройства новой.

Низовые мосты, или путепроводы подъ полотномъ желѣзной дороги, должны имѣть тѣ же размѣры отверстія, что и ширина между перилами въ верховыхъ мостахъ, т.-е.: для шоссе— $3\frac{1}{2}$ саж., для городскихъ улицъ, почтовыхъ и торговыхъ дорогъ—3 саж., и для сельскихъ и полевыхъ дорогъ—2 саж. Наименьшая допускаемая высота въ свѣту надъ уровнемъ дороги, при арочной и сводчатой системѣ— $2\frac{1}{2}$ саж. до замка арки (и свода), при балочной же системѣ—2 саж. до нижняго бруса.

Что касается полотна верховаго моста, то оно можетъ быть поддерживаемо металлическими балками, расположенными въ разстояніи 4—5 футъ одна отъ другой; между этими балками возможно помѣстить поперечные кирпичные или бетонные своды, опирающіеся на балки, которыя, съ цѣлю приданія сопротивленія распору, могутъ быть стянуты струнами. Эти своды могутъ быть замѣнены также чугунными плитами съ выступающими ребрами или гофрированными листовымъ желѣзомъ, покрытымъ сверху бетономъ или слоемъ асфальта.

Толщина устоевъ такого моста бываетъ обыкновенно отъ $\frac{1}{3}$ до $\frac{1}{6}$ величины отверстія; контрфорсы же при устояхъ—составляютъ около $\frac{1}{3}$ объема послѣднихъ. Откосныя крылья, или стѣны, поддерживающія землю, окружающую ихъ, принимаются обыкновенно зъ $\frac{1}{4}$ или въ $\frac{1}{3}$ высоты и вдвое меньше этого у вершины крыльевъ; увеличеніе толщины крыла къ основанію производится обыкновенно уступами съ задней стороны стѣны, лицевая же грань отклоняется отъ отвѣсной плоскости на $\frac{1}{12}$.

Черезъ глубокія и широкія долины мосты могутъ быть устроены въ 3 или 5 равныхъ пролетовъ.

Подраздѣленіе мостовъ.

По своему назначенію мосты могутъ быть вообще подраздѣлены: на мосты для проѣзжихъ (шоссированныхъ, мощенныхъ и т. п.) дорогъ, и желѣзнодорожные мосты.

По роду матеріала, изъ котораго изготовляются отдѣльныя части мостовъ, они раздѣляются: на деревянные, каменные или бетонные (арочные) и металлическіе; есть еще четвертая категорія конструкціи мостовъ—смѣшанная, которая состоитъ обыкновенно изъ дерева и металла.

Выборъ того или иного строительнаго матеріала для устройства моста находится обыкновенно въ зависимости отъ значенія дороги, которая должна проходить по мосту. Очевидно, конечно, что при условіи проведенія черезъ мостъ дороги съ постояннымъ грузовымъ движеніемъ, необходимо примѣнять болѣе прочные матеріалы, требующіе наименьшей поддержки со стороны ремонта, какъ камень (или бетонъ),—при значительной высотѣ пролета моста, и желѣзо—при болѣе или менѣе ограниченной высотѣ послѣдняго; мосты же, предназначенные для пѣшеходныхъ и обыкновенныхъ проѣзжихъ дорогъ, могутъ быть съ успѣхомъ сдѣланы изъ менѣе прочнаго матеріала, дерева.

Слѣдуетъ замѣтить, между прочимъ, что устройству мостовъ изъ камня (съ солидными арками и сводами) всегда должно быть отдано предпочтеніе предъ мостами другихъ конструкцій

Одновременно съ долговѣчностью, своды каменнаго моста представляютъ весьма существенную пользу въ томъ отношеніи, что при посредствѣ забутки (заполненія сводовъ каменною кладкою) они образуетъ незыблемое основаніе для проѣзжей части моста, которая, въ силу этого, равно какъ и вслѣдствіе незначительнаго вліянія собственнаго вѣса ея, можетъ быть устроена изъ болѣе плотныхъ и не подвергающихся вліянію атмосферы строительныхъ матеріаловъ.

Кромѣ того, забутка мостового свода способствуетъ удобному и равномерному соединенію разъединенныхъ мостомъ концовъ дороги, причемъ допускаетъ устройство мостового полотна тождественное съ таковымъ самой дороги.

При металлическомъ или деревянномъ верхнемъ строеніи моста, напротивъ того, въ мѣстахъ соединенія его съ дорогою являются постоянно затрудненія въ виду того, что приходится соединять между собою разнородные матеріалы: мостовой деревянный настилъ или металлическія части его съ каменнымъ строеніемъ мощенной или шоссированной дороги.

Примѣненіе дерева или желѣза для верхняго строенія мостовъ способствуетъ лишь распредѣленію нагрузки отъ проѣзжей части въ нѣкоторыхъ опредѣленныхъ пунктахъ, которые могутъ быть заранѣе усилены при помощи вспомогательныхъ конструкцій, имѣющихъ цѣлью наиболѣе равномерное и выгодное распредѣленіе нагрузки.

Пролетъ въ свѣту (отверстіе) моста металлической конструкціи не подлежитъ такимъ ограниченіямъ, какъ при мостахъ каменныхъ (арочныхъ) и деревянныхъ, стоимость которыхъ при увеличивающихся пролетахъ существенно возрастаетъ; металлическія конструкціи также весьма удобны при постройкѣ косыхъ мостовъ, между тѣмъ какъ арочные мосты въ этихъ случаяхъ представляютъ значительныя затрудненія.

Удобство и выгода примѣненія металлическихъ мостовъ заключается и въ томъ еще, что они не требуютъ вовсе какихъ либо декоративныхъ украшеній и, будучи изготовлены на заводахъ изъ отдѣльныхъ частей и доставлены къ мѣсту постройки, могутъ быть легко и быстро собраны на мѣстѣ и открыты для проѣзда.

Возможная экономія матеріала при постройкѣ мостовъ достигается правильнымъ расчетомъ и подборомъ размѣровъ отдѣльныхъ частей конструкціи въ зависимости отъ собственнаго вѣса послѣдней и отъ временной нагрузки при переѣздахъ черезъ мостъ.

Что касается стоимости устройства мостовъ, то арочные мосты (каменные) обходятся значительно дороже металлическихъ и въ особенности деревянныхъ.

Въ обратномъ порядкѣ, по сравненію со стоимостью, располагаются конструкціи въ смыслѣ прочности и долговѣчности ихъ. Между тѣмъ какъ правильно и добросовѣстно устроенный каменный мостъ, на основаніи множества опытовъ, можетъ существовать безъ ремонта неограниченное время, предпочитаемая нерѣдко въ настоящее время металлическая конструкція еще достаточно не испытана; подъ вліяніемъ атмосферныхъ осадковъ, однако, желѣзо быстро подвергается окисленію (образуется ржавчина), соединенія металлическихъ частей моста со временемъ расшатываются, въ силу чего требуется постоянная окраска и новое склепываніе частей конструкціи.

Деревянная конструкція мостовъ, невыгодная въ отношеніи прочности и долговѣчности матеріала, вызываетъ кромѣ того значительные расходы на постоянную поддержку въ исправности и предупрежденіе отъ загниванія деревянныхъ частей. Правильный выборъ соотвѣтственныхъ сортовъ дерева, соединенія деревянныхъ частей между собою (врубki) и врѣзка головокъ соединительныхъ болтовъ, съ возможно меньшимъ нарушеніемъ общаго строенія волоконъ дерева,

равно какъ постоянная окраска его масляною краскою, могутъ однако обезпечить до нѣкоторой степени исправность и деревяннаго моста.

При условіи употребленія для постройки мостовъ матеріаловъ безусловно хорошаго качества, расходъ на поддержаніе его въ постоянной исправности (ремонтъ), въ зависимости отъ первоначальной стоимости постройки моста, можетъ быть приблизительно принятъ:

- | | | |
|-------------------------------------|---------------------------------------|-------------------|
| 1) для каменныхъ (арочныхъ) мостовъ | отъ $\frac{1}{250}$ до $\frac{1}{60}$ | стоимости сооруж. |
| 2) „ металлическихъ | „ $\frac{1}{100}$ „ $\frac{1}{50}$ | „ |
| 3) „ деревянныхъ | „ $\frac{1}{50}$ „ $\frac{1}{40}$ | „ |

При этомъ слѣдуетъ помнить, что стоимость ремонта увеличивается пропорціонально времени существованія моста; такъ, напримѣръ, черезъ 10—15 лѣтъ послѣ постройки ремонтъ моста обойдется значительно дороже, нежели черезъ 1—2 года существованія его.

Составныя части моста.

Мосты состоятъ обыкновенно изъ частей, поддерживающихъ верхнее строеніе моста (опоры, устои), самаго верхняго строенія, служащаго основаніемъ дороги, для проведенія которой устраивается мостъ (своды, металлическія и деревянныя фермы) и мостового полотна, образующаго самую дорогу (шоссе, мостовыя, настиль изъ камней правильной формы, изъ металлическихъ плитокъ, деревянныхъ брусковъ и досокъ); кромѣ этихъ трехъ главныхъ составныхъ частей моста имѣются нерѣдко еще второстепенныя конструктивныя части, специально предназначаемыя для уменьшенія откосовъ дороги и для поддерживанія этихъ послѣднихъ (береговыя опоры, въ видѣ подпорныхъ стѣнъ, опорныя крылья, отмостка откосовъ и пр.).

Ниже нами будутъ рассмотрѣны лишь возможно простые и часто встрѣчающіеся на практикѣ случаи постройки мостовъ.

О п о р ы.

Размѣры и конструкція мостовыхъ опоръ опредѣляются въ зависимости отъ дѣйствующихъ на нихъ какъ вертикальныхъ силъ, состоящихъ изъ собственнаго вѣса опоры, нагрузки, расположенной непосредственно на ней и давленія, передаваемаго опорамъ пролетными частями моста, такъ и горизонтальныхъ силъ, отъ давленія земляной насыпи, нерѣдко нагруженной, которая поддерживается опорой, какъ подпорной стѣной.

Эти дѣйствующія на мостовыя опоры силы, черезъ посредство опорныхъ фундаментовъ, передаются на грунтъ, качество и свойства котораго, поэтому, также имѣютъ громадное вліяніе на выборъ той или иной конструкціи опоры.

Увеличеніе собственнаго вѣса, равно какъ всѣхъ вообще дѣйствующихъ на опору вертикальныхъ силъ, выгодно въ отношеніи увеличенія устойчивости опоры, требуетъ однако примѣненія матеріаловъ большей прочности.

По роду матеріала опоры раздѣляются: на каменные, деревянные и металлическія; большею частью однако встрѣчаются первые два вида, металлическія же опоры примѣняются лишь въ исключительныхъ случаяхъ.

при песчаномъ грунтѣ, около .	1,7 klgr.
„ глинистомъ „ „	3,4 „
„ хрящеватомъ „	4,5
„ скалистомъ „	до 10,0

Фундаментъ опоры складывается обыкновенно изъ бутовой плиты (известнякъ или песчаникъ) на гидравлическомъ или обыкновенномъ известковомъ растворѣ; на высотѣ горизонта низкихъ водъ, для распредѣленія возможно равномернаго давленія, укладывается рядъ прокладной плиты, выше которой кладка опоры ведется снова изъ бута и облицовывается лишь снаружи тесаннымъ камнемъ. Кладка самой опоры ведется большею частью уступами, причемъ ширина уступовъ равна обыкновенно 1 футу, а разстояніе между ними—7 футъ; промежутокъ между стѣнкой опоры и берегомъ заполняется землею съ плотной ея утрамбовкой.

Кромѣ описанныхъ выше береговыхъ опоръ, или устоевъ, при возведеніи мостовъ значительныхъ пролетовъ, нерѣдко приходится устраивать промежуточные опоры, или т. наз. быки.

Какъ было указано выше, главное вниманіе при постройкѣ моста, должно быть обращено на устройство подошвы основанія, служащей для передачи давленія на материкъ полной нагрузки опоры. Въ зависимости отъ мѣстныхъ условій можно различать:

- Первый случай устройства оснований, въ свою очередь, можетъ быть подраздѣленъ:

- 1) на устройство основанія на „материкѣ“, и
- 2) устройство основанія въ случаѣ недосигаемой глубины „материка“ (глубже 4 саж.).

„Материкомъ“ вообще называется слой грунта, лежащій ниже уровня промерзанія земли, защищенный отъ размыва грунтовыхъ водъ и залегающій слоемъ достаточной толщины (скала, хрящеватый грунтъ—толщиною отъ 10 до 20 футъ, песчаный грунтъ—толщиною отъ 10 до 18 футъ и глинистый грунтъ—толщиною отъ 10 до 12 футъ).

При скалистомъ грунтѣ для устройства основанія дѣлають выемку (на глубину промерзанія грунта) и на выровненной поверхности ея располагають непосредственно фундаментъ опоры изъ бутовой кладки, какъ указано выше.

При грунтѣ, проницаемомъ для воды или неоднородномъ, выемку необходимо дѣлать глубже (до 7—9 футъ) и дно ея покрыть слоемъ бетона, толщиною 2—3 фута, служащаго для болѣе равномернаго распредѣленія давленія на нижележащій грунтъ.

При песчаномъ или глинистомъ грунтѣ основаніе опоры желательнo окружать кромѣ того стѣнками изъ рядовъ шпунтовыхъ свай, а дно выемки, по предыдущему, покрыть слоемъ бетона.

Если материкъ залегаетъ на глубинѣ болѣе 1 сажени, но менѣе 3—4 саж., то для подошвы основанія могутъ быть устроены опускные колодцы или забиты сваи, причемъ какъ тѣ, такъ и другія должны доходить до настоящаго материка; вслѣдствіе этого давленіе отъ опоры чрезъ посредство колодцевъ или свай передается опять таки матерiku.

Сваи забиваются обыкновенно правильными рядами въ выемку и на глубинѣ 5 футъ отъ поверхности земли спиливаются по уровню; на головахъ свай нарубаются затѣмъ шипы, на которые насаживаются бревенчатые насадки, послѣ чего эти послѣднія соединяются между собою врубленными въ нихъ въ полъ-дерева схватками для удержанія каждаго ряда свай въ вертикальномъ положеніи; промежутки между схватками заполняются $2\frac{1}{2}$ —3 дюймовыми досками. Полученная такимъ образомъ ровная поверхность и служитъ основаніемъ подошвы фундамента опоры.

Въ томъ случаѣ, когда материкъ находится на недостигаемой глубинѣ (считая таковую болѣе 4 саж.), основаніе фундамента опоры приходится устраивать на слоѣ наноснаго грунта. При этомъ, прежде всего окружають мѣсто, предназначенное для устройства основанія, рядомъ шпунтовыхъ свай, послѣ чего заключенный такимъ образомъ грунтъ уплотняютъ забивкой свай частоколомъ (въ шахматнообразномъ порядкѣ), обыкновенной утрамбовкой или, наконецъ, сжимають его временной нагрузкой; первый изъ этихъ способовъ долженъ быть признанъ безусловно какъ наиболѣе рациональный и желательный на практикѣ.

Устройство основанія опоры подъ водою можетъ быть выполнено двумя способами: 1) съ водоотливомъ и 2) безъ водоотлива.

При первомъ способѣ пространство, назначенное для основанія, необходимо выдѣлить перемычкою (стѣнкою, не пропускающею воду), послѣ чего вода изъ перемычки должна быть выкачана, и работа по устройству основанія производится тѣмъ же способомъ, какъ и на сушѣ.

Слѣдуетъ замѣтить, что откачиваніе воды изъ перемычки приходится производить почти все время, пока устраивается основаніе, такъ какъ на практикѣ почти невозможно устройство перемычки абсолютно не пропускающей воду. Устройство перемычки, кромѣ того, обходится весьма дорого, причемъ тѣмъ дороже, чѣмъ глубже приходится закладывать основаніе; наконецъ, и не при всякой глубинѣ возможно вообще устройство перемычки, а потому въ подобныхъ случаяхъ приходится прибѣгать къ устройству основанія вторымъ способомъ, т.-е. безъ водоотлива.

Устройство же основанія безъ водоотлива заключается въ примѣненіи опускныхъ бетонныхъ ящиковъ и мѣшковъ, а также въ работѣ при помощи насосовъ и водолазныхъ колоколовъ.

Имѣя въ виду краткость настоящаго изложенія, мы ограничимся лишь вышеприведеннымъ общимъ изложеніемъ тѣхъ случаевъ устройства основаній подъ опоры, которые могутъ встрѣтиться на практикѣ, желающіе же ознакомиться болѣе подробно съ этими работами найдутъ описаніе ихъ во многихъ имѣющихся въ русской и иностранной литературѣ спеціальныхъ сочиненійхъ „по устройству основаній и фундаментовъ“.

Деревянные и металлическія опоры. Какъ деревянные, такъ и металлическія опоры укладываются обыкновенно на каменныхъ фундаментахъ, къ которымъ прикрѣпляются помощью анкеровъ и скобъ; часто также случается, что подобныя деревянные или металлическія опоры устанавливаются стоймя на каменныхъ опорахъ и такимъ образомъ служатъ продолженіемъ послѣднихъ по высотѣ.

Устройство деревянныхъ опоръ можетъ быть допущено исключительно при мостахъ незначительныхъ пролетовъ, а также временныхъ. Наиболѣе простыя опоры встрѣчаются въ мостахъ, предназначенныхъ для пѣшеходныхъ и обыкновенныхъ проѣзжихъ дорогъ, и состоятъ изъ двухъ рядовъ перекрещивающихся лежней, поверхъ которыхъ дѣлается досчатый настилъ.

Подобныя устои, однакъ, опираясь непосредственно на грунтъ, скоро загниваютъ и не достаточно устойчивы, а потому при шоссеино-дорожныхъ мостахъ замѣняются обыкновенно рядомъ свай, забитыхъ въ грунтъ на разстояніи отъ 3 до 5 футъ центръ отъ центра свай; на шипы, нарубленные на головахъ этихъ свай, укладываются насадки, служащія въ свою очередь основаніемъ для лежней и досчатаго настила.

Для береговыхъ, а также для промежуточныхъ опоръ (именно, свай моста), при сравнительно крутыхъ берегахъ, приходится обыкновенно примѣнять нѣсколько болѣе сложное устройство, въ виду того, что расположенная надъ поверхностью земли часть свай бываетъ иногда длинна, и легко можетъ прогнуться.

Для предупрежденія подобнаго прогиба необходимо устраивать схватки, располагая ихъ крестообразно по обѣимъ сторонамъ свай и прикрѣпляя къ послѣднимъ желѣзными болтами и скобами.

Металлическія опоры могутъ состоятъ или изъ чугунныхъ, полыхъ внутри. колоннъ, или изъ соединеній уголкового и полосового желѣза, заканчивающихся въ верхней своей части, на которую опирается верхнее строеніе моста, особаго устройства капителю.

Удобство примѣненія металлическихъ опоръ въ случаѣ металлическаго же верхняго строенія моста заключается главнымъ образомъ въ томъ, что въ этомъ случаѣ легко устроить подвижную опору, значеніе которой при постоянныхъ измѣненіяхъ длины металлическихъ частей подъ вліяніемъ окружающей температуры, весьма важно.

Верхнее строеніе.

Верхнее строеніе моста состоитъ, во первыхъ, изъ мостовыхъ фермъ (въ каменныхъ, арочныхъ мостахъ роль фермъ исполняютъ арки и своды) и, во вторыхъ, изъ мостового полотна (проѣзжая часть), служащаго непосредственнымъ продолженіемъ путевого полотна и принимающаго на себя давленіе проходящихъ грузовъ.

Мостовыя фермы служатъ для передачи давленія проѣзжей части моста на опоры его, причемъ передача этого давленія можетъ происходить или равно-

мѣрно (напримѣръ, въ каменныхъ мостахъ, при посредствѣ надсводныхъ стѣнокъ и столбовъ), или только въ нѣкоторыхъ, заранѣе намѣченныхъ мѣстахъ опоръ (при деревянной и металлической конструкціи мостового полотна).

Въ отношеніи прочности и долговѣчности сводчатая (арочная) конструкція первой части верхняго строенія моста представляетъ безусловныя преимущества предъ другими конструкціями, требуетъ однако устройства болѣе солидныхъ и, слѣдовательно, болѣе дорогихъ опоръ.

Мостовые своды. Сводъ или арка есть прямолинейная каменная кладка, имѣющая форму части кольца и состоящая изъ клиньевъ, которые касаются другъ друга въ швахъ, перпендикулярныхъ или почти перпендикулярныхъ къ внутренней поверхности свода. Кривая внутренней поверхности свода можетъ быть очерчена изъ одного или нѣсколькихъ центровъ.

Въ зависимости отъ того, находится ли центръ этой кривой подъ линіей пять свода или на этой послѣдней, получается коробовая или полуциркульная (полукруглая) кривая, равно какъ при нѣсколькихъ центрахъ (число ихъ однако должно быть нечетное) коробовая кривая, въ зависимости отъ той же высоты линіи центровъ надъ линіей пять, получается придавленной (пологой) или возвышенной (приподнятой).

Внѣшняя поверхность свода, которая бываетъ или кривая, или состоитъ изъ плоскостей, образующихъ ступени, подвержена дѣйствию грузовъ, находящихся надъ сводомъ, и сама производитъ иногда горизонтальный или наклонный распоръ на надсводную часть или на устои. При этомъ слѣдуетъ замѣтить, что кривая пологого коробового свода производитъ горизонтальный распоръ значительно превышающій таковой же въ приподнятомъ коробовомъ или полукругломъ сводѣ, а потому устои въ первомъ случаѣ должны быть массивнѣе и прочнѣе, нежели во второмъ.

Стѣны, выведенныя на сводѣ, въ плоскости его щекъ, называются надсводными стѣнами. На мостовомъ сводѣ или аркѣ должны быть по крайней мѣрѣ двѣ такихъ стѣны, по одной у каждой щеки моста; пространство между ними заполняется обыкновенно до нѣкоторой высоты каменною кладкою, т. наз. забуtkою, а затѣмъ землею или пескомъ; иногда устраиваютъ нѣсколько надсводныхъ стѣнокъ, параллельныхъ наружнымъ стѣнкамъ, причемъ пространство между ними оставляется пустымъ—подобное устройство увеличиваетъ устойчивость строенія и облегчаетъ его.

Для поддержанія мостового полотна пространство между стѣнками покрывается нерѣдко большими лещадными плитами или малыми сводами, опирающимися на надсводныя стѣнки; крайнія стѣнки будутъ служить въ такомъ случаѣ крайними устоями этихъ сводовъ, а потому должны быть достаточной крѣпости для выдерживанія ихъ распора. Если пространство между стѣнками надъ сводомъ наполнено землею или хрящемъ, то стѣнки у щекъ должны быть достаточно сильны для возможности сопротивляться давленію этихъ матеріаловъ.

Своды могутъ быть сдѣланы изъ крупнаго или мелкаго тесанаго камня, кирпича и бетона (смѣсь неправильныхъ кусковъ камней, діаметромъ отъ $1\frac{1}{2}$ до 2 дюймовъ,—щебня съ гидравлическимъ, а иногда съ обыкновеннымъ известковымъ растворомъ въ такой пропорціи, что количество раствора должно быть нѣсколько болѣе того, сколько требуется для наполненія промежутковъ между камнями); постели отдѣльныхъ рядовъ камня должны быть совершенно или

почти перпендикулярны къ направленію распора, дѣйствующаго въ сводѣ; боковыя грани или заусенки—перпендикулярны къ постелямъ и къ внутренней поверхности свода.

Во всѣхъ другихъ отношеніяхъ кладка сводовъ производится подобно обыкновенной каменной кладкѣ; необходимо слѣдить только за тѣмъ, чтобы постели были вѣрно обтесаны и тщательно уложены, швы же должны быть весьма тонки для того, чтобы форма свода менѣе исказилась при осадкѣ; нѣкоторые строители рекомендуютъ прокладывать въ швахъ каменной кладки свинцовые листы для лучшаго распредѣленія давленія.

Забутка надъ сводомъ можетъ быть изъ мелкаго тесанаго камня или бутовой плиты, уложенныхъ рядами; если внѣшняя поверхность клиньевъ свода обдѣлана уступами, то забутка дѣлается рядами, высота которыхъ равна обыкновенно высотѣ уступовъ, и связывается такимъ образомъ со сводомъ.

Верхняя поверхность забутки и та часть свода или арки, которая у замка остается безъ забутки, должна быть покрыта слоемъ водонепроницаемаго матеріала (глиняной смазкой, цементомъ, асфальтомъ и т. п.). Дождевая вода, попадающая на сводъ моста, стекаетъ по такой кровлѣ къ наиболѣе пониженнымъ частямъ ея, и отводится трубами или другими средствами, смотря по обстоятельствамъ.

Для временнаго поддерживанія клиньевъ свода до тѣхъ поръ, пока связывающій ихъ растворъ не окрѣпнетъ въ достаточной степени, устраивается временное деревянное строеніе (кружала). Кружала эти состоятъ обыкновенно изъ фермъ или ребръ, располагаемыхъ въ разстояніи 5—6 футъ одно отъ другого; верхняя линія каждаго ребра должна быть параллельна внутренней поверхности поддерживаемаго свода, и на нее укладывается рядъ поперечныхъ досокъ или брусевъ, составляющихъ палубу, на которую ложатся непосредственно клинья свода.

Кружала изъ подъ свода не должны выниматься ни въ коемъ случаѣ раньше устройства забутки и полной усушки раствора, связывающаго клинья свода.

При сооруженіи каменныхъ мостовъ важно предварительное возможно точное опредѣленіе толщины свода или арки въ замкѣ. Опредѣленіе это, однако, на основаніи законовъ устойчивости есть задача почти неразрѣшимая по причинѣ ея сложности.

Наиболѣе удобное на практикѣ средство заключается въ назначеніи толщины свода по эмпирическому правилу, выведенному изъ сравненія размѣровъ существующихъ мостовъ.

Для опредѣленія толщины свода въ замкѣ необходимо взять среднюю пропорціональную величину между радіусомъ внутренней поверхности свода у замка и постояннымъ количествомъ, которое для одиночнаго свода равно 0,12, а для цѣлаго ряда сводовъ (при многопролетномъ мостѣ)—0,17.

Алгебраически это можно выразить уравненіями въ слѣдующемъ видѣ:

а) для одиночнаго свода

$$e = \sqrt{0,12 \cdot r}.$$

б) для ряда сводовъ

$$e = V_{0,17} \cdot r.$$

Въ этихъ уравненіяхъ e — выражаетъ толщину свода въ замкѣ, а r — радіусъ кривизны внутренней поверхности свода у замка.

Деревянные мостовыя фермы. Въ зависимости отъ устройства и способа передачи нагрузки моста на опоры различаютъ нѣсколько видовъ деревянныхъ фермъ: балочная, подкосная, шпренгельная, арочная и подвѣсная.

Наиболѣе простой типъ деревянныхъ фермъ — балочная ферма, состоящая изъ двухъ или трехъ балокъ (прогоновъ), концы которыхъ укладываются на опоры; поверху этихъ прогоновъ укладываются обыкновенно поперечные брусья служащіе основаніемъ самаго мостового полотна (настиль изъ пластинъ или двойного ряда досокъ).

Въ зависимости отъ величины пролета моста въ свѣту, а также отъ его назначенія (будетъ ли мостъ служить подъ пѣшеходную, проѣзжую или желѣзную дорогу) требуется болѣе или менѣе сложное устройство балочной фермы. При мостахъ незначительныхъ пролетовъ деревянные фермы могутъ состоять изъ нѣсколькихъ обыкновенныхъ балокъ, которымъ придаютъ прямоугольную форму поперечнаго сѣченія; слѣдуетъ замѣтить, при этомъ, что наиболѣе выгодное (въ смыслѣ прочности и экономіи матеріала при отескѣ балокъ изъ бревень круглаго сѣченія) сѣченіе получается въ томъ случаѣ, когда отношеніе ширины сѣченія къ высотѣ его равно $1 : \sqrt{2}$ (или 5 : 7).

Для достиженія желаемой степени жесткости балочныхъ фермъ приходится нерѣдко прогоны дѣлать составными, изъ двухъ, трехъ и болѣе брусевъ, положенныхъ одинъ на другой. Подобная группа брусевъ можетъ быть разсматриваема какъ одинъ брусъ съ высотой, равной общей высотѣ составнаго бруса, лишь въ томъ случаѣ, если по плоскостямъ соприкосновенія брусевъ послѣдніе не будутъ скользить одинъ по другому во время изгиба составнаго бруса.

Чтобы устранить вышеназванное скольженіе, необходимо плоскости прикосновенія брусевъ связать настолько прочно, чтобы появляющіяся во время изгиба продольно-разслаивающія усилія не могли нарушить этой связи. Достигается это на практикѣ системой соединенія помощью шпонокъ или зубьевъ, а также металлическими скрѣпленіями (болтами, хомутами, скобами и пр.).

Въ большинствѣ случаевъ шпонки чередуются съ болтами, причемъ назначеніе послѣднихъ — устраненіе возможнаго выворачиванія шпонки изъ ея гнѣзда.

Въ прогонѣ, составленномъ изъ нѣсколькихъ брусевъ, шпонки должны быть расположены въ разбивку съ такимъ расчетомъ, чтобы въ каждомъ поперечномъ сѣченіи составнаго бруса не было болѣе одной шпонки.

При соединеніи брусевъ между собою зубьями, болты ставятся обыкновенно противъ cadaго зуба, иногда же — на два зуба одинъ болтъ; въ виду того, что работа зубьевъ увеличивается всегда отъ середины бруса къ опорамъ, зубья можно дѣлать большаго размѣра у опоръ, нежели на срединѣ мостового пролета.

Мостовыя балочныя прогоны (которыхъ не должно быть меньше двухъ), необходимо укладывать на возможно равныхъ разстояніяхъ одинъ отъ другого, вѣличина которыхъ можетъ колебаться между 0,8 и 1,5 мтр.