

824.2/8

3-261

1991

1964 г.

824.2/8

3-261

78300

убл
онем
окум
гне о
НТБ
их в
копи
4

ЗАМѢТКИ О МОСТАХЪ ВЪ СОЕДИНЕННЫХЪ ШТАТАХЪ АМЕРИКИ.

I. ДЕРЕВЯННЫЕ МОСТЫ.

(Съ чер. на листахъ I и II.)

Первый изъ осмтрѣнныхъ мною въ Америкѣ мостовъ былъ деревянный чрезъ р. Пассаикъ на желѣзной дорогѣ, не посредствен-
но соединяющей городъ Ньюіоркъ съ озеромъ При. Мостъ устроенъ
по системѣ, придуманной инженеромъ Макколомъ (MacCallum), при-
обрѣтшей въ послѣднее время большую извѣстность. Мостъ со-
стоитъ изъ двухъ поясовъ: нижняго горизонтальнаго, верхняго вы-
гнутаго оконечностями внизъ на подобіе дуги, что и составляетъ
главную особенность системы Макколомъ. При пролетѣ въ 40'
мостъ имѣетъ восемь панелей по 5 фут. (чер. 1), кривая верх-
няго пояса весьма пологая, стрѣла кривизны всего 8 дюймовъ.
Вертикальными стяжками служатъ деревянные брусья; другіе брусья
составляютъ одиночные прямые раскосы, а обратныхъ раскосовъ
вовсе нѣтъ; только въ крайней панелѣ вмѣсто обратнаго раскоса
помѣщены болты для подтягиванія этой части моста, принимающей
наибольшую относительную (*) осадку. Раскосы упираются въ вер-

(*) Подъ относительною осадкою, разумѣю я величину вертикальнаго измѣненія
фермы пояса на длинѣ одной панели.

Изъ 5-й кн. журн. министерства пут. сообщ. 1866 г.

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
БИБЛИОТЕКА

тикальнѣя стяжки, которыя обхвачены вверху и внизу съ каждой стороны однимъ брусомъ, составляющимъ часть поясовъ. Въ послѣдствіи были мною осмотрѣны на той же дорогѣ мосты въ нѣсколько пролетовъ той же системы чрезъ рѣки Сюскегана и Делавара; чер. 2 изображаетъ мостъ чрезъ первую рѣку. Система мнѣ казалась на первый взглядъ весьма несовершенною для мостовъ въ нѣсколько пролетовъ, потому что переломъ кривой пояса надъ быкомъ не дозволяетъ дѣлать поясъ непрерывнымъ и подвергать его растягивающимъ усиліямъ, что уменьшило бы сѣченіе пояса въ срединѣ пролета и слѣдовательно уменьшило бы объемъ дерева въ поясахъ.

Здѣсь кетати замѣтить разницу между раскосными системами желѣзною и деревянною, относительно выгоды дѣлать непрерывный поясъ въ нѣсколькихъ пролетахъ. Въ последнее время многіе строители желѣзныхъ мостовъ предпочитаютъ не дѣлать систему желѣзную непрерывною при большой длинѣ моста, но подраздѣлять мостъ на части; такъ кельнскій мостъ чрезъ Рейнъ имѣетъ четыре пролета, но состоитъ изъ двухъ совершенно отдѣльныхъ металлическихъ частей, каждая въ два пролета; мостъ чрезъ р. св. Лаврентія въ Монреалѣ при множествѣ пролетовъ имѣетъ отдѣльныя металлическія части для каждыхъ двухъ пролетовъ. Въ металлическомъ мостѣ не будетъ большой разницы въ количествѣ употребляемыхъ матеріаловъ, дѣлать ли мостъ отдѣльными частями или системою непрерывною; въ деревянномъ мостѣ эта разница будетъ значительнѣе, потому что въ желѣзномъ мостѣ можно удобно придать поясу такое сѣченіе, какое требуется, какъ вблизи устоя, такъ и ближе къ срединѣ пролета.

Извѣстно, что вертикальныя силы въ пролетѣ увеличиваются отъ середины къ устоямъ, отъ чего какъ болты, такъ и раскосы дѣлаются по концамъ пролета большихъ размѣровъ; вмѣстѣ съ тѣмъ приходится увеличивать глубину врубокъ, но какъ сопротивленіе врубокъ нельзя разсматривать пропорціональнымъ ихъ глубинѣ,

приходится ушивать поясъ въ мостахъ значительныхъ пролетовъ, или по крайней мѣрѣ не предстоить возможности дѣлать поясъ уже, какъ бы то было желательно, принимая во вниманіе, что въ одномъ пролетѣ нѣтъ надобности дѣлать близко устоевъ, пояса такого же размѣра какъ въ срединѣ пролета, гдѣ его напряженіе гораздо значительнѣе. Уменьшить высоту пояса близъ устоевъ также не совсѣмъ удобно, потому что пришлось бы всѣ доски пояса обрѣзывать по кривому шаблону, что затруднило бы работу, безъ соответственнаго сбереженія расходовъ на матеріалы; къ тому же при малой высотѣ пояса могло бы оказаться чувствительнымъ вліяніе перегиба (чер. 3) пояса при дѣйствіи напряженія болта и сопротивленія раскоса.

При дѣланіи опытовъ надъ моделями, у меня переломился поясъ одной фермы у перваго болта отъ подпоры, тогда какъ поясъ малой толщины былъ сдѣланъ съ цѣлю опредѣлить сопротивленіе пояса раздавливанію. Малое сопротивленіе сосны силамъ, дѣйствующимъ поперегъ фибръ, требуетъ также или извѣстной ширины пояса, или дорогихъ дубовыхъ подкладокъ подъ шляпки и гайки болтовъ. Всякому занимающемуся деревянными раскосными системами извѣстно, что при проектированіи мостовъ большихъ пролетовъ затрудненіе для поясовъ встрѣчается не въ срединѣ пролета, а вблизи устоевъ, гдѣ дѣйствуютъ большія вертикальныя усилія.

Болѣе однообразное сопротивленіе желѣза давленію вдоль и поперегъ фибръ, легкость придать ему желаемую форму и связать раскосы съ поясомъ заклепками по высотѣ послѣдняго (чер. 4), не возбуждая перегибающихъ усилій, позволяетъ металлическимъ поясамъ придавать сѣченія почти пропорціональныя дѣйствующимъ на нихъ продольнымъ силамъ, съ незначительнымъ пожертвованіемъ матеріала на нѣкоторое увеличеніе сѣченія пояса близъ устоевъ, гдѣ онъ выходилъ бы уже слишкомъ малымъ.

По этимъ соображеніямъ, если есть выгода дѣлать металлическія фермы непрерывными по всей длинѣ моста, то еще болѣе вы-

годы представляется при проектированіи деревяннаго моста и тѣмъ болѣе, что дерево не представляетъ (подобно желѣзу) неудобства значительнаго измѣненія длины при перемѣнахъ температуры.

А потому мнѣ кажется, что система Макколомъ, затрудняющая устройство непрерывнаго верхняго пояса, представляетъ значительное неудобство.

Возъ говоритъ, что при осадкѣ системы Макколомъ обнаруживается противное тому, что замѣчено въ обыкновенныхъ раскосныхъ мостахъ съ прямыми поясами.

Въ послѣднихъ концы верхняго пояса уходятъ внутрь къ срединѣ моста, въ первомъ они отъ нее удаляются; и что верхніе поясы въ мостѣ о нѣсколькихъ пролетахъ должны быть расклинены, вмѣсто того что бы быть связанными, какъ принято дѣлать при поясахъ прямолинейныхъ.

Мнѣ кажется, что Возъ не довольно вошелъ въ сущность дѣла; если концы верхняго пояса при осадкѣ фермы и отдаляются отъ середины пролета, не смотря на то, что самый поясъ сжимается вдоль, а слѣдовательно и укорачивается, то это происходитъ можетъ только отъ того, что при осадкѣ фермы верхній поясъ переходилъ бы изъ одной криволинейной формы въ другую, болѣе пологую, и потому кривизна его выпрямляется, и что тотъ же поясъ сопротивлялся бы отчасти какъ отдѣльная арка и отчасти какъ поясъ раскосной системы; по одной изъ этихъ причинъ могутъ проявляться, при извѣстной формѣ кривизны верхнихъ поясовъ, взаимный ихъ распоръ, но какая часть груза, лежащаго на фермѣ, будетъ уравниваться верхними поясами, разсматриваемыми какъ отдѣльные отъ фермъ арки, и какая часть груза будетъ приниматься фермою съ передачею по раскосамъ и болтамъ, остается вопросомъ весьма трудно, чтобы не сказать совершенно, неразрѣшеннымъ, тѣмъ болѣе, что передача силъ будетъ измѣняться со степенью предварительной натянутости стержней фермы. Благоразуміе заставляетъ предпочитать ту систему, въ которой напряженія частей мо-

гутъ быть опредѣлены со степенью, достаточно близкою для практическаго употребленія, и если уже примѣнять систему Макколомъ, то не иначе какъ по предварительномъ изученіи ея на моделѣ. Я не имѣю рѣшительно никакого довѣрія къ дѣлаемымъ многими исчисленіямъ напряженій частей системы, составленной изъ арки и раскосовъ. Макколомъ дѣлалъ много опытовъ надъ своими фермами, но къ сожалѣнію онъ ихъ не опубликовалъ; далѣе изложенъ разборъ этой системы, сдѣланный Постомъ въ одномъ изъ американскихъ журналовъ.

Фермы пассаикскаго моста сосновые; дубовыя половыя балки, въ 7×13 дюйм., подвѣшены на ребро къ нижнему поясу на взаимномъ разстояніи между серединами въ 20 дюйм. Мостъ имѣеть двѣ фермы, при 14 футовомъ разстояніи между внутренними гранями, какъ это было принято и для николаевской дороги.

На половыхъ балкахъ лежатъ подъ рельсами продольные брусья, съ балками не связанные болтами, но взаимно соединенные поперечинами 3×6 дюйм., положенными плашмя. Горизонтальные раскосы имѣются только между нижними поясами. На этомъ, какъ и на всѣхъ деревянныхъ мостахъ съ ѣздою по низу, не имѣется пола между рельсами; падающіе снизу паровоза угли попадаютъ иногда на половыя балки, что бываетъ причиною пожара. На самомъ пассаикскомъ мосту видна полуобгорѣлая балка.

Мостъ окрашенъ бѣлою масляною краскою съ посыпкою пикомъ.
Мостъ чрезъ рѣку Конектикутъ въ Спрингфилдѣ, подъ западную желѣзную дорогу.

Мостъ о семи пролетахъ, по 190 фут. каждый, въ одинъ путь, съ ѣздою по низу; обшитый съ боковъ, покрытый сверху, онъ окрашенъ мѣломъ на водѣ. Этотъ, какъ и почти всѣ мосты системы Гау, построенные въ Америкѣ, сдѣланъ по системѣ съ однимъ пересѣченіемъ раскосовъ, что какъ извѣстно лишаетъ удобства перемѣнять подушки и раскосы безъ поддержанія фермы снизу. Вѣро-

ятно это затрудненіе въ перемѣнѣ подушекъ привело американскихъ строителей къ замѣнѣ дубовыхъ треугольныхъ подушекъ фермы чугунными.

Во многихъ мостахъ употреблены чугунные подушки такой же формы, какъ дубовыя, съ нѣкоторымъ сокращеніемъ ихъ объема, допускаемымъ болшею крѣпостію чугуна, а именно: узенькая грань $a\ b$ (чер. 6) замѣнена острымъ ребромъ, (чер. 7) и вмѣсто широкой части $cdef$, вкладываемой во врубку, вставленъ узенькій выступъ $c' d' e' f'$. Строители описываемаго моста, Гаррисъ и Бриггсъ, употребляютъ подушки чугунные другаго устройства. Ихъ подушки, вѣсомъ 176 фунт. каждая, предупреждаютъ необходимость подтягиванія стержней фермъ при усышкѣ пояса въ вертикальномъ направленіи и избавляютъ поясъ отъ сжимающихъ его поперегъ усилій; подушка опирается въ поясъ въ горизонтальныя и вертикальныя врубки, въ первую выступомъ, а во вторыя частями A и B , внутри которыхъ оставлена дыра для пропуска стержня; при этомъ устройствѣ подушекъ стекающая по стержню дождевая вода идетъ вдоль дыры, оставленной въ частяхъ A и B для пропуска стержня, и отстраняется отъ деревяннаго пояса, чѣмъ избѣгаютъ причины скорого развитія въ поясѣ гнили. На это послѣднее обстоятельство было обращено вниманіе и на николаевской желѣзной дорогѣ.

По осмотрѣ мстинскаго моста было мною донесено въ 1856 г., что гниль досокъ пояса началась отъ сырости внутри поясовъ, происходящей отъ стеканія дождевой воды вдоль стержней. При недостаткѣ стока внизъ воды, попавшей въ поясъ, она распространяется вдоль соприкасающихся граней досокъ и имѣющихъ въ нихъ трещинъ. При томъ было замѣчено, что внѣшняя часть пояса совершенно свѣжа и что свободный токъ воздуха внутри частей пояса будетъ служить къ ихъ провѣтриванію и предупрежденію гнили. Вскорѣ послѣ того были сдѣланы прорѣзы у вертикальныхъ стержней фермъ.

Скажу еще нѣсколько словъ объ этомъ практическомъ вопросѣ. Безъ сомнѣнія, если вода попадаетъ между досками, то необходимо дать ей стокъ и особенное обратить вниманіе на то, чтобы могъ образоваться свободный токъ воздуха возлѣ частей, подверженныхъ иногда сырости; этимъ предупреждается образованіе прѣли. А потому для сохраненія деревяннаго пояса моста необходимо обратить вниманіе на два обстоятельства: а) чтобы вода не попадала на поясъ и б) чтобы попадающая вода на пояса имѣла стокъ и части провѣтривались. Обшивка моста и устройство крыши много способствуютъ сохраненію моста; впрочемъ его оконечности во всякомъ случаѣ будутъ подвержены дѣйствію косаго дождя и весь мостъ дѣйствію сырости воздуха, болѣе или менѣе значительному, смотря по климату страны, и потому во всякомъ случаѣ необходимо обращать вниманіе на провѣтриваніе частей дерева. Засоры между брусьями очень полезны; но во всякомъ случаѣ брусья требуютъ взаимной между собою связи и потому взаимнаго соприкосновенія брусевъ пояса, какъ между собою или со связывающими ихъ частями, такъ и съ подушками избѣжать невозможно; остается только обратить вниманіе на предупрежденіе гнили въ соприкасающихся частяхъ. Полковникъ В. Панаевъ въ построенныхъ имъ мостахъ соприкасающіяся грани досокъ покрывалъ горячимъ масломъ; можно также покрывать ихъ дегтемъ или даже морскимъ клеемъ. Эти мѣры много будутъ способствовать сохраненію поясовъ. Кромѣ того при построеніи моста надобно обратить особенное вниманіе на то, чтобы на верху пояса не было ложбинъ, въ которыхъ вода могла бы скопляться (чер. 9); если бы они оказались, слѣдуетъ ихъ заполнить шпаклевкою. Что мостъ можетъ стоять долгое время, не смотря на взаимное соприкосновеніе деревянныхъ частей, можетъ служить примѣромъ 24 лѣтнее существованіе моста чрезъ Мшагу, въ которомъ три бруса арки прикасаются повсей ихъ длинѣ (*).

(*) Этотъ мостъ былъ описанъ въ журналѣ г. у. путей сообщенія за 1857 годъ, томъ XXVI стр. 357.

Американцы въ своихъ деревянныхъ мостахъ кладутъ часто средніе брусья пояса въ плотномъ соприкосновеніи, оставляя промежутокъ только между тѣми брусьями, гдѣ проходятъ болты. Имѣя стволы бѣлой сосны весьма толстые, иногда отъ 5 до 7 футовъ діаметра, и совершенно прямые на длинѣ 100 фут. безъ сучьевъ, они могутъ легко составлять пояса изъ брусьевъ; тѣмъ болѣе, что деревья имѣютъ сердцевину плотную.

Мостъ чрезъ р. Конектикутъ имѣетъ недостатокъ общій со всѣми деревянными мостами о нѣсколькихъ пролетахъ, осмотрѣнными мною въ Америкѣ; связь между брусьями верхняго пояса надъ крайними быками далеко не соотвѣтствуетъ ни размѣрамъ брусьевъ, ни силамъ, которыя проявляются въ этомъ мѣстѣ въ непрерывной фермѣ.

Во всѣхъ мостахъ, построенныхъ по патенту Гау, три бруса верхняго пояса связаны надъ быкомъ по чертежу 10.

Расположеніе раскосовъ и болтовъ въ крайнемъ пролетѣ дѣлаютъ симметрическими относительно середины фермы, что ошибочно; по величинѣ открывшихся зазоровъ въ стыкахъ брусьевъ можно видѣть въ мостѣ чрезъ р. Конектикутъ, что наибольшія напряженія пояса соотвѣтствуютъ не срединѣ фермы, но части ближайшей къ устью. Болты въ срединѣ пролетовъ двойные, толщиною $1\frac{1}{2}$ дюйма; послѣ такихъ пяти паръ слѣдуетъ болты тройные, которыхъ діаметръ увеличивается къ оконечностямъ пролета и доходить до 2 дюйм. для двухъ внѣшнихъ болтовъ и $1\frac{1}{2}$ дюйма для третьяго внутренняго. Наибольшее сѣченіе двойныхъ раскосовъ 10×11 дюйм.; въ срединѣ фермы $7\frac{1}{2} \times 10$, что слишкомъ много; обратные раскосы всѣ $7 \times 9\frac{1}{2}$ дюйм., что также могло бы быть многимъ уменьшено. Въ панелѣ надъ быкомъ нѣтъ раскосовъ; въ нихъ и не имѣется надобности, потому что давленіе отъ крайней пары подкосовъ передается прямо лежню безъ перегиба пояса. Въмѣсто стержней, помѣщенныхъ въ мостахъ николаевской дороги между стойками *a* и между стойками *b*, въ описываемомъ мостѣ поставлена пара дюймовыхъ болтовъ *c* въ срединѣ панели (чер. 11).

Нижній поясъ состоитъ изъ четырехъ брусевъ по высотѣ пояса $12\frac{1}{2}$ дюйм.; размѣръ двухъ крайнихъ брусевъ по ширинѣ пояса 6 дюйм. и двухъ среднихъ $7\frac{1}{2}$ дюйм., вся ширина пояса съ тремя промежутками между брусьями 30 дюйм. Связь стыкающихся брусевъ сдѣлана вертикальными шпонками.

На чертежахъ 12 и 13 представлены связи дубовыми шпонками и накладками, употребленныя на многихъ мостахъ; гдѣ дубъ не дорогъ, связь дубовая предпочтительнѣе желѣзной или чугуновой. Въ сочиненіи о мостахъ Гау было разобрано вліяніе коэффициента упругости связи на напряженіе врубки, за которую связь зацѣплена; напряженіе ея будетъ тѣмъ болѣе, чѣмъ связь удлиняется менѣе. При желѣзныхъ связяхъ необходимо при врубкѣ ихъ оставлять зазоръ (чер. 14) или врубать связь тогда, когда части пояса получили уже напряженіе отъ дѣйствія вѣса самаго моста, святаго съ подмостковъ. При небольшой разницѣ между коэффициентами упругости дуба и сосны, дубовыя связи можно прямо врубать при сборкѣ пояса. На одномъ изъ мостовъ по дорогѣ между Балтиморомъ и Огайо употреблена связь чугунными шпонками, какъ показано на чер. 15; дѣйствіе этой связи тоже что дубовыхъ шпонокъ.

Въ мостъ чрезъ Скюлькиль въ Филадельфіи употреблена связь чугунная, какъ показано на чер. 16; эта связь представляетъ нѣкоторую выгоду передъ предыдущею въ томъ отношеніи, что дозволяетъ помѣстить связь ближе къ стыку, потому что въ ней сопротивленіе скалыванію зависитъ отъ разстоянія между серединою связи и стыкомъ, тогда какъ въ предыдущей связи оно зависитъ отъ разстоянія между стыкомъ и ближайшимъ краемъ связи.

Въ мостъ чрезъ р. Гарлемъ, на желѣзной дорогѣ изъ Нью-іорка въ Албани, связь деревянными шпонками сдѣлана по чер. 17.

Концы двухъ стыкающихся брусевъ скрѣплены двумя желѣзными стержнями, стягивающими желѣзные бруски, продѣтые чрезъ концы стыкающихся брусевъ (чер. 18). Я не замѣтилъ, что бы въ

Соединенныхъ Штатахъ отдавали себѣ отчетъ о величинѣ напряженій различныхъ частей поясовъ. Во многихъ изъ существующихъ мостовъ замѣтно начало разрушенія поясовъ; въ одномъ изъ нихъ одни доски уже разорвались и мостъ поддержанъ сваями; нѣкоторые мосты уже провалились отъ разрыва пояса; это самая слабая часть ихъ мостовъ. Въ вычисленіи пояса американскіе инженеры не ушли далеко отъ свѣдѣній, принесенныхъ къ намъ покойнымъ Уистлеромъ, тому назадъ уже 25 лѣтъ. Вотъ расчетъ недавно вышедшаго сочиненія Воза, для моста о двухъ фермахъ. Размѣръ нижняго пояса, который долженъ сопротивляться разрывающему усилию, вычисленъ слѣдующимъ образомъ. Каждая ферма, поддерживая половину всего груза или 400000 фунт. (*), потребуетъ (допуская 2000 англійск. фунт. на 1 кв. дюйм.) площадь пояса въ 200 кв. дюйм. Четыре бруса по 8×12 дюйм. представятъ площадь сѣченія, равную 384 кв. дюйм. Вычитая площадь, теряемую стыкомъ бруса, врубками подушекъ, дырою для болта, стягивающаго брусъ поясовъ, остается цѣльнаго сѣченія 234 кв. дюйм., что превосходитъ не много требуемую площадь. Авторъ прибавляетъ, что этотъ избытокъ до $\frac{1}{7}$ необходимъ по причинѣ случайныхъ напряженій, которымъ все мосты бывають подвержены. Въ приведенномъ расчетѣ основательно принято уменьшеніе сѣченія на врубки и дыры, которыя даже и не находятся въ одной плоскости, какъ это дѣлано при расчетахъ нѣкоторыхъ мостовъ николаевской желѣзной дороги; но съ другой стороны, нельзя допустить, какъ дѣлаетъ Возъ, во первыхъ будто все доски натянуты равномерно. Въ сочиненіи о мостахъ Гау подробно доказано, что наибольшее напряженіе досокъ пояса въ частяхъ, подверженныхъ растягиванію, бываетъ близъ ихъ середины и что оно уменьшается къ концамъ; а потому имѣя полное сѣченіе пояса въ 384 кв. дюйм., трудно его сдѣлать такъ крѣпкимъ, какъ цѣльный брусъ

(*) Высота фермъ принята въ $\frac{1}{8}$ часть пролета, а потому напряженіе пояса выходитъ равнымъ грузу на ферму.

въ 234 кв. дюйм. Это можно бы достигнуть употребленіемъ въ поясѣ желѣзныхъ связей; но это стоило бы дорого и при употребленіи разнородныхъ матеріаловъ (какъ желѣза и дерева) никакъ нельзя быть увѣреннымъ въ точности расчетовъ, потому что перемѣна температуры въ подобной составной штукѣ измѣняетъ распределение напряженій. Во вторыхъ, для прочности пояса не достаточно имѣть большое сѣченіе его, но необходимо также, что бы части пояса были между собою достаточно связаны, на что Вось вообще не обращаетъ вниманія.

Вообще въ мостахъ Америки брусья пояса не имѣютъ между собою связи достаточно въ сравненіи съ сѣченіемъ брусьевъ. Известно, что хорошее расположеніе стыковъ брусьевъ и досокъ пояса есть весьма важное условіе его крѣпости. Половина брусьевъ или досокъ пояса можетъ стыкаться въ одномъ сѣченіи или стыки могутъ идти по одному въ панели. Въ нѣкоторыхъ мостахъ Америки, при трудности имѣть длинныя брусья или доски, располагаютъ въ однихъ панеляхъ по одному стыку, въ другихъ по два. Первое расположеніе, то есть когда половина досокъ стыкаются въ одномъ сѣченіи пояса, даетъ поясу наибольшую крѣпость и особенно выгодно, когда трудно имѣть длинныя доски безъ сучьевъ (всегда болѣе встрѣчающихся у вершины дерева и слѣдовательно у одного конца доски) (*). Подобное расположеніе брусьевъ (половина стыковъ въ одной панели) мнѣ не случилось встрѣтить въ Америкѣ и едва ли оно есть гдѣ нибудь, кромѣ нѣкоторыхъ мостовъ николаевской желѣзной дороги.

Дѣлая составный поясъ, необходимо обращать вниманіе на то,

(*) Такъ какъ при этомъ расположеніи стыковъ, напряженіе доски въ панели, ближайшей къ ея концу, менѣе нежели, когда стыки расположены по одному въ панели. Разница между сопротивленіемъ доски, обильной сучьями, въ срединѣ и въ концѣ такъ велика, что легко можетъ случиться при расположеніи стыковъ по одному въ панели, что хотя напряженіе доски будетъ и менѣе въ концѣ, чѣмъ въ срединѣ, но самая слабая часть доски будетъ въ ея концѣ.

чтобы сопротивленіе связи частей пояса соответствовали сопротивленію части пояса разрыву.

Прежде американцы располагали стыки уступами; теперь они стараются иначе удовлетворить условію лучшей связи, на сколько то позволяет малое число рядовъ брусевъ. На чер. 19. представленъ образчикъ ихъ поясовъ; здѣсь очевиденъ недостатокъ однообразной крѣпости пояса въ различныхъ панеляхъ, такъ какъ въ одномъ мѣстѣ стыкаются два бруса, въ другомъ только одинъ. Чертежъ 20 представляетъ пояса моста подъ желѣзную дорогу чрезъ р. Сюкегану. Этотъ мостъ замѣчательнъ тѣмъ:

1) Что по немъ производится ѣзда, не смотря на то, что въ крайнемъ пролетѣ, мною осмотрѣнномъ, нижній поясъ представляетъ явное начало разрушенія; одна дубовая связь лопнула, другая скололась, а также скололись нѣкоторыя врубки, зацѣпленные связями.

2) Что по мѣсту сколотыхъ врубокъ и связанныхъ брусковъ можно видѣть, что наибольшее напряженіе частей пояса не въ срединѣ крайняго пролета, а ближе къ устью; и что пояса крайняго пролета напряжены болѣе, нежели въ пролетахъ промежуточныхъ.

Кромѣ системы Гау, болѣе распространенной въ Америкѣ, встрѣчаются мосты по системѣ, называемой Пратта и изображенной на чертежѣ 21.

Полагаю бесполезнымъ приводить размѣры частей мостовъ, сдѣланныхъ по различнымъ системамъ, потому что въ Америкѣ употребляемый лѣсъ свойствомъ своимъ не совершенно схожъ съ нашею сосною, и кромѣ того они нагружаютъ дерево и желѣзо до предѣловъ, не допускаемыхъ у насъ. Такъ они нагружаютъ дерево въ мостахъ до $\frac{1}{7}$ разрывающаго и раздавливающаго усилій, допуская 55 пудовъ на квад. дюймъ для растягиванія, $27\frac{1}{2}$ пуд. для сжатія и только съ небольшимъ 4 пуд. при сжатіи бруса поперегъ фибръ. Желѣзо и чугуны нагружаютъ до $\frac{1}{4}$ части разрушающаго усилія. Эти данныя взяты изъ сочиненія Воза. Пояса мостовъ въ Соединенныхъ Штатахъ сдѣланы кажется исключительно изъ брусевъ.

Впрочемъ изъ этого никакъ не слѣдуетъ заключать, чтобы брусъ всегда слѣдовало для поясовъ предпочитать доскамъ. Выборъ той или другой толщины для частей пояса зависитъ отъ свойства имѣющагося въ распоряженіи лѣса. Когда можно найти длинныя не суковатыя бревна безъ большихъ вѣтвенницъ въ срединѣ и когда масса дерева у сердца и къ заболони довольно однородна, то брусчатый поясъ будетъ хорошъ. Но имѣя бревна съ крѣпкими слоями къ окружности и съ слабымъ сердцемъ, а особенно когда въ немъ большія вѣтвенницы, такъ часто встрѣчаемыя въ нашей соснѣ, тогда лучше распилить бревно на доски. Молодой лѣсъ имѣетъ все слои того же сѣченія болѣе однообразной крѣпости, но фибры такого лѣса слабѣе, въ нихъ менѣе смолы и они скорѣе сгниютъ.

Самый крѣпкій и самый прочный поясъ бываетъ изъ досокъ, напильныхъ изъ совершенно зрѣлаго лѣса. Брусъ съ сердцевинною внутри слѣдуетъ употреблять съ большею осторожностію; при сборкѣ веревбинскаго моста пришлось отбросить много брусевъ, по видимому совершенно здоровыхъ, но гнилыхъ въ срединѣ, что обнаруживалось только при дѣланіи въ нихъ врубокъ.

Я сказалъ, что въ Америкѣ допускаютъ напряженія матеріаловъ большія, чѣмъ у насъ; можно при этомъ замѣтить, что вычисляемые напряженія вообще у насъ, какъ и въ Америкѣ, далеки бываютъ отъ напряженій дѣйствительныхъ. Часто напряженія на 50 и болѣе процентовъ превышаютъ тѣ, которыя допущены въ проэктѣ; а потому я придавалъ особенную важность приличному размѣщенію имѣющагося на лицо лѣса. Для этого, во первыхъ, лучше не придавать всеѣмъ частямъ размѣры, соответственныя вычисленнымъ напряженіямъ; такъ на прим. въ желѣзномъ мостѣ можно найти выгоду придавать поясу различное сѣченіе надъ разными быками; но этого лучше не дѣлать при построеніи деревяннаго моста, потому что благоразумнымъ распредѣленіемъ брусевъ или досокъ, смотря по ихъ крѣпости, ясной по одному наружному виду, можно придать поясу большую крѣпость въ мѣстахъ, гдѣ то требуется по

вычисленію. Только надъ крайними быками придется нѣсколько увеличивать сѣченіе пояса, какъ это сдѣлано на веревбинскомъ мосту. Кромѣ того величины напряженій слѣдуетъ допускать соображаясь съ большею или меньшею увѣренностію въ точности вычисленій. Такъ на примѣръ, при употребленіи отдѣльнаго желѣзнаго болта для поддержанія груза, можно допускать гораздо большую нагрузку на квадратъ дюймъ поперечнаго сѣченія, нежели при употребленіи этого же болта въ системѣ моста Гау, особенно когда ставятся рядами два или три болта, потому что напряженіе болта при движеніи поѣзда зависитъ отъ степени предварительнаго подвинчиванія, отъ акуратности въ укладкѣ пути, болѣе или менѣе одинаковой предварительной натянутости парныхъ болтовъ; все это составляетъ причины дополнительныхъ напряженій, которыхъ величину одѣлнить весьма трудно. На этотъ предметъ вообще не достаточно обращается вниманіе писателей о строительной механикѣ.

На дорогѣ, огибающей съ юга озеро Ири, я нашелъ лучшіе образчики мостовъ по системѣ Гау. На чер. 13 представлено соединеніе частей пояса моста въ 124 фут. пролета; подушки раскосовъ чугуныя. Въ этомъ мостѣ доведена до конечнаго развитія система, принятая въ Америкѣ для поддержанія рельсовъ и передачи фермамъ груза поѣздовъ половыми балками. Чер. 13 и 22 представляютъ нижній поясъ, а чер. 23 фасадъ части фермы. Балки не привинчены къ поясамъ; но движеніе ихъ вдоль моста предупреждается отрѣзками досокъ *a*, положенными между балками и прибитыми гвоздями къ поясамъ. На этихъ балкахъ 6×19 дюйм. поставленныхъ на ребро, положены между фермами два ряда продольныхъ брусевъ $11 \times 11\frac{1}{2}$ дюйм.; въ описываемомъ мосту каждый изъ этихъ брусевъ состоитъ изъ двухъ толстыхъ досокъ (чер. 24), свинченныхъ между собою болтами. Надъ этими продольными составными брусьями расположены рельсы, но между рельсами и брусомъ положены дубовыя поперечины $5\frac{1}{4} \times 9\frac{1}{2}$ дюйм. Чтобы предупредить движеніе этихъ послѣднихъ поперечинъ *c*,

меньшей высотѣ фермъ, и около 6 руб., когда высота фермы не менѣе 23 футовъ.

Многочисленные случаи паденія мостовъ отъ разрыва пояса заставили американскихъ инженеровъ прибѣгать къ употребленію арокъ для укрѣпленія раскосной системы. Въ Питсбургѣ подробно былъ осмотрѣнъ мостъ чрезъ р. Аллегани. Каждый изъ семи пролетовъ въ 161 футъ, состоялъ изъ трехъ фермъ системы Гау и шести арокъ, помѣщенныхъ по одной по бокамъ фермъ. Арки подходятъ верхомъ почти подъ верхній поясъ, а концами упираются въ устои. Толщина арокъ 30 дюйм.; онѣ состоятъ изъ положенныхъ одинъ на другой трехъ брусевъ $6\frac{1}{2} \times 10$ дюйм., выкроенныхъ по кривой изъ прямыхъ бревень; съ фермами арки вовсе не связаны и даже не были прежде связаны между собою, но какъ онѣ начали отклоняться въ разныя стороны, то ихъ притянули одну къ другой болтами.

Половыя балки лежатъ на нижнемъ поясѣ и вмѣстѣ съ тѣмъ подвѣшены болтами къ аркѣ. Меня очень интересовало прослѣдить на сколько участвуютъ арки и на сколько фермы въ поддержаніи груза поѣздовъ. Внимательный осмотръ моста показалъ:

1) Что стыки въ нижнихъ поясахъ фермъ и надъ быкомъ въ верхнемъ поясѣ разошлись весьма мало, не смотря на дурное соединеніе частей верхняго пояса въ томъ мѣстѣ, гдѣ онъ подверженъ наибольшимъ растягивающимъ усиліямъ (чер. 11); отсюда было видно, что арка принимала значительное участіе въ поддержаніи груза поѣздовъ. 2) Чугунныя подушки крестовинъ были большею частію не на своихъ мѣстахъ; они по видимому передвигались въ одну или въ другую сторону поперегъ пояса, что можетъ происходить отъ сотрясеній, когда при томъ силы, придавливающія ихъ къ поясу, не велики, то есть когда происходятъ сотрясенія при небольшемъ грузѣ на ферму, что можетъ быть только тогда, когда половиыя балки, лежащія на поясахъ, передаютъ аркамъ значительную часть переходящаго груза поѣзда. 3) Были ясны слѣды сильнаго подвигиванія

стержней фермъ: концы обратныхъ, одиночныхъ, раскосовъ смяты; чугунныхъ треугольныхъ подушекъ переломано болѣе 30 въ одномъ пролетѣ. Подушки ломались и на нѣкоторыхъ мостахъ николаевской дороги при неумѣренномъ подвинчиваніи болтовъ.

Въ мостъ чрезъ Скюлькиль въ Филадельфій было замѣчено на противъ того, что надъ быками въ поясѣ скололись и помялись многія врубки, служащія къ взаимной связи брусевъ пояса посредствомъ шпонокъ; тутъ не смотря на присутствіе сильныхъ арокъ раскосная система была сильно напрягаема.

Наблюденія надъ этими мостами ясно показали какъ трудно рассчитывать на совмѣстное дѣйствіе двухъ разнородныхъ системъ, арки и раскосной фермы.

Чтобы угадать, сколько арки и фермы примуть груза, необходимо точно знать прогибы фермы и арки подъ даннымъ грузомъ; но прогибы системъ и особенно деревянныхъ раскосныхъ, такъ много зависятъ отъ усыхания дерева и акуратности врубокъ, что они не могутъ подлежать достаточно точному исчисленію, тѣмъ болѣе что осадка раскосной системы сильно измѣняется, смотря по степени предварительной натянутости стержней. Попытки связать арку и раскосную систему такъ, что бы они принимали именно желаемую часть груза, будутъ казаться всегда тщетными. Остается только невѣрное средство исправлять недостатки проэкта: подтягивать болты фермы, средство опасное, потому что подвинчивая стержень, въ которомъ нарѣзка часто бываетъ нѣсколько заржавлена, никакъ нельзя рассчитывать сколько издерживается усилія на подвинчиваніе стержня и сколько на скручиваніе болта; къ тому же подвинчиваніе стержней находится по необходимости въ рукахъ десятника, и никакъ нельзя положиться, что болты подвинчены такъ, какъ было бы желательно. Множество переломанныхъ подушекъ, перегнутыхъ и передавленныхъ подкладокъ подъ гайки и шляпки фермъ мостовъ николаевской дороги могутъ свидѣтельствовать о справедливости высказаннаго мнѣнія.

Здѣсь будетъ кстати сдѣлать сравненіе между системами, сдѣланными изъ желѣза и изъ дерева.

Опыты англійскихъ инженеровъ показали, что крѣпость сплошной котельной балки мало увеличивается скрѣпленіемъ вертикальной стѣнки аркою. Въ брошюрѣ «*Remarques sur les poutres entreillis et les poutres en tôle*» (*) подробно объяснено, по чему арка, связанная со стѣнкою котельной или раскосной желѣзной балки не можетъ принимать такого напряженія, какъ сплошная стѣнка или раскосы, помѣщенные подь 45° . Дѣло въ томъ, что если бы грузъ, положенный въ точкѣ *a* (чер. 25), передавался устоямъ по линіямъ *ab* и *ac*, то система приняла бы гораздо большую осадку сравнительно съ тѣмъ случаемъ, когда передача напряженій происходитъ по линіямъ, наклоннымъ подь 45° ; а потому если двѣ системы связаны вмѣстѣ и могутъ принимать одну и ту же осадку, то вторая приметъ бѣльшую часть груза, а первая мѣньшую. Здѣсь будетъ происходить то же самое, какъ если бы, поднимая грузъ ремнемъ и не надѣясь на его крѣпость, усилили его веревкою, связанною съ ремнемъ концами. Ремень, который удлиняется мѣньше понесетъ бѣльшую часть груза и разорвется гораздо прежде, нежели веревка приметъ весь грузъ, который она можетъ выдержать.

На осадку желѣзной раскосной системы имѣютъ вліяніе продольное укорачиваніе или удлиненіе поясовъ и раскосовъ; пояса сжимаются поперегъ, но при почти одинаковомъ коэффициентѣ упругости при продольномъ и поперечномъ сжатіи желѣза, силы, сдвѣливающія пояса поперегъ, имѣютъ весьма малое вліяніе на величину осадки. Не то будетъ въ системѣ деревянной; значительное уменьшеніе толщины пояса при усыханіи, гораздо бѣльшее сжатіе бруса поперегъ фибръ, нежели при продольномъ дѣйствіи силъ и легкое вдавливаніе фибръ одной деревянной части въ другую, производятъ то, что осадка деревянной раскосной системы весьма

(*) Статя эта была помѣщена въ *Annales des ponts et chaussées*, 5 cahier 1860, tome XX.

много зависитъ отъ этихъ причинъ. А потому арка, соединенная съ фермою въ деревянномъ мосту, можетъ со временемъ принимать значительную часть груза, на оборотъ тому, что бываетъ въ желѣзныхъ системахъ. Отсюда видно, что только съ большою осторожностію можно прилагать къ мостамъ деревяннымъ вычисленія, дѣлаемыя для системъ желѣзныхъ.

Имѣя болѣе въ виду критическій обзоръ системъ мостовъ деревянныхъ въ Соединенныхъ Штатахъ, я не полагаю пужнымъ входить въ подробное описаніе мостовъ, тѣмъ болѣе, что замѣчательнѣйшіе изъ нихъ уже описаны въ различныхъ сочиненіяхъ. Въ Harpers Ferry, мѣстѣ извѣстномъ красотою мѣстоположенія, построены извѣстнымъ инженеромъ Латробомъ мостъ чрезъ каналъ, пролетомъ 105 фут. по раскосной системѣ, укрѣпленной аркою, упертою по концамъ въ чугунныя подушки, связанныя желѣзными связями, идущими вдоль пролета, такъ что распоръ арки ни сколько не увеличиваетъ напряженія нижняго пояса. Недостатокъ системы очевиденъ; при перемѣнахъ температуры осадка арки измѣняется отъ удлиненія или отъ укорачиванія желѣзныхъ связей, стягивающихъ между собою пяты арки, и вмѣстѣ съ тѣмъ измѣняется передача груза поѣзда раскосной системѣ или аркѣ. Не смотря на крѣпость арки, имѣющей сѣченіе въ 276 кв. дюйм., пояса фермъ при сѣченіи ихъ въ 288 кв. дюйм. не выдерживаютъ принимаемыхъ ими напряженій и врубки уже скололись на половину.

Тамъ же, въ мостѣ чрезъ р. Потомакъ, Латробъ употребилъ систему шафгаузенскаго моста съ раскосами, дѣлающими прогибы фермъ болѣе правильными; чер. 26 представляетъ идею моста. Если бы фермы состояли изъ системы по чер. 27, то при нагрузкѣ только половины моста, грузъ на устой *B* могъ бы передаваться только посредствомъ раскосовъ *a, b, c, d, e*, сжимаемыхъ въ слѣдствіе силъ, дѣйствующихъ по поясу отъ *m* къ *l*; но въ такомъ случаѣ всѣ точки *g, h, i, k* стремились бы вращаться около опоры *B* и часть фермы поднималась бы при проходѣ груза по другой ея

половинѣ. Добавленіе системы раскосовъ и болтовъ (чер. 28) измѣняетъ передачу силъ, такъ какъ въ этой послѣдней системѣ давленіе устою можетъ передаваться сжиманіемъ раскосовъ mn , ab , cd и растягиваніемъ болтовъ an , bc ... При соединеніи двухъ системъ въ одной фермѣ, трудно угадать какая часть груза будетъ передаваться одною системою и какая часть другою, а потому эта система не можетъ быть одобряема.

Изъ арочныхъ мостовъ наиболѣе замѣчательнъ построенный чрезъ оврагъ на желѣзной дорогѣ между Нью-іоркомъ и озеромъ При, отверстіемъ въ 275 фут.; этотъ мостъ довольно подробно описанъ въ американскомъ сочиненіи Дегана (*Specimens of stone, iron and Wood bridges, By Georgs Duggan 1850*). Теперь въ оврагѣ устроена каменная труба и дѣлается насыпь, которая замѣнитъ этотъ мостъ (*), имѣющій наибольшій пролетъ между всеми существующими деревянными мостами. Колоссальная арка моста имѣетъ видъ раскосной фермы съ изогнутыми концентрическими поясами. Возъ говоритъ, что когда грузъ станетъ въ вершинѣ, нижній поясъ будетъ растягиваться (чер. 29) въ d и сжиматься въ c' и e' , тогда какъ верхній будетъ сжать въ D и растянуть въ C и E ; но при дѣйствительномъ распредѣленіи вѣса моста и переходящихъ грузовъ, въ этомъ мостѣ, подвергавшемся въ теченіи нѣсколькихъ лѣтъ дѣйствию грузныхъ поѣздовъ, я не могъ нигдѣ найти въ аркахъ раскрывавшихся стыковъ, что обыкновенно свидѣтельствуетъ о присутствіи растягивающихъ усилій. Осмотръ моста былъ дѣлаемъ, когда на немъ не было поѣзда.

Въ Америкѣ есть много мостовъ на деревянныхъ быкахъ, но болѣе замѣчательнъ мостъ, называемый Portage bridge, чрезъ рѣку Genesee. При длинѣ 800 футовъ онъ имѣетъ 16 пролетовъ и высота его 234 фут. отъ дна рѣки; въ томъ числѣ 30 фут. каменной кладки, 190 футовъ деревянный быкъ и 14 футовъ ферма. Мостъ былъ выстроенъ въ 13½ мѣсяца и стоилъ всего 227000 руб.

(*) Во время моего посѣщенія Америки мостъ этотъ уже засыпали.

или около 284 руб. съ погоннаго фута, что чрезвычайно дешево при такой огромной высотѣ. Длина быка относится къ его высотѣ какъ 1 къ 5 (*). При ходѣ поѣзда быкъ дѣлаетъ боковыя поперегъ моста качанія, но несравненно менѣе, нежели чугуныя быки швейцарскаго моста чрезъ р. Зиттеръ, которые при высотѣ 150 фут. принимаютъ такія боковыя отклоненія поперегъ моста при ходѣ поѣзда и такъ долго продолжающіе свои размахи и послѣ, что быть внутри быковъ съ перваго раза кажется не безопаснымъ. Эти быки состоятъ изъ стоекъ и колець, такъ что они представляютъ малое сопротивленіе сгибанію; быки моста крумлинскаго, что въ южномъ Валлисѣ, подобной же конструкціи, но съ желѣзными раскосами, имѣютъ размахи меньшіе; но при проходѣ поѣзда сильно дрожатъ всѣ раскосы до самаго низа. Внизу деревянной 75 фут. части верейнскаго быка едва замѣтно движеніе поѣзда по верху моста. Изъ этого сравненія деревянныхъ и металлическихъ быковъ можно заключать, что Молино и Пронье очень ошибаются, говоря, что сильныя дрожанія, которымъ дерево въ мостахъ необходимо подвержено, быстро доводятъ его до разрушенія. Дерево сопротивляется сотрясеніямъ гораздо лучше, нежели желѣзо или чугунъ. Въ статьѣ о работахъ по устроенію петропавловскаго шпица было показано, что при томъ же прочномъ сопротивленіи статическому дѣйствію силъ, деревянный брусокъ сопротивляется динамическому дѣйствію силъ въ пять разъ болѣе, нежели желѣзо.

Америка представляетъ многочисленныя примѣры долговременнаго существованія крытыхъ деревянныхъ мостовъ. Указываютъ на многіе мосты, которые стоятъ 30 и 40 лѣтъ; мостъ чрезъ р. Делаваръ, съ наибольшимъ пролетомъ въ 200, въ Трентонѣ построенъ въ 1806 году и съ тѣхъ поръ былъ только исправляемъ, но еще не былъ перестраиваемъ. На обыкновенныхъ дорогахъ запрещается по мосту курить и ѣхать иначе, какъ шагомъ; за нарушеніе правила платится штрафъ.

(*) Этотъ мостъ былъ описанъ въ журналѣ путей сообщенія за 1853 годъ.

Со времени путешествія въ Америку генерала Мельникова замѣнено усовершенствованіе въ построеніи деревяннымъ мостовъ; мосты системы Гауна доживаютъ свой вѣкъ; система Лонга не въ большинствѣ почетѣ. Система Бетта, соединеніе арки съ раскосною балкою, не имѣющею обратныхъ раскосовъ, потеряло довѣріе, по трудности заставить арку и раскосную балку работать согласно, и по большой извѣстности формы системы, не имѣющей обратныхъ раскосовъ, отъ чего все сопряженія скоро извѣщаются. Система Гауна вѣща верна не только на желѣзныхъ, но даже и на обыкновенныхъ дорогахъ. Неувѣренность въ арбюста поперекъ, сопротивленіе которыхъ въ Америкѣ вычисляють ошибочно, и исключительное употребленіе раскосной системы съ однимъ пересѣченіемъ, представляющей, какъ извѣстно, большія неудобства призначительныхъ пролетовъ, заставляютъ прибѣгать къ соединенію въ одной формѣ двухъ системъ: арочной и раскосной Гауна, что ни какъ не можетъ быть одобрено. Пыталась упереть арку въ уступъ и близъ ниже пояса; связываніе арки съ брусьями раскосной системы оказалось не удовлетворительнымъ; начали прибѣживать половныя балки въ аркахъ, не связывая эти послѣднія съ раскосными фермами, поддерживающими концы фермъ; но какъ замѣчаетъ Постъ въ статьяхъ, имъ напечатанныхъ въ *American Railroad Journal* (1859 г.), удлиненіе и укорачиваніе разной длины желѣзныхъ привѣсныхъ прутьевъ при переизмѣнахъ температуры приводитъ къ необходимости подтягивать то одни, то другіе прутья, что затрудняетъ хорошее содержаніе моста, не представляя никакаго практическаго преимущества предъ системою Бетта. Кроме того, такъ какъ осадка раскосной системы зависитъ отъ степени предварительнаго подвинчиванія болтовъ и какъ вообще вся осадка моста, послѣ его постройки, зависитъ отъ усыханія лѣса, то случается, что или арка, или раскосная система несутъ большую часть переходящихъ грузовъ. Браунъ, который былъ совѣщательнымъ инженеромъ на николаевской дорогѣ, устроилъ нѣсколько мостовъ на дорогѣ между

Нью-іоркомъ и Ири съ системою, въ которой арка уперта въ нижній поясъ, составленный изъ брусевъ, одинъ надъ другимъ положенныхъ и связанныхъ шпонками. Эта система главнымъ образомъ различается отъ системы Бerra тѣмъ, что арка въ ней уперта не въ быки и устои, а въ самый поясъ, и что система имѣетъ обратные раскосы. Система Брауна имѣетъ всѣ неудобства сложной системы, къ тому же хорошее сопряженіе арки съ поясомъ представляетъ большія трудности. Эта система, сколько мнѣ извѣстно, осталась безъ подражанія, по крайней мѣрѣ при большихъ пролетахъ. Постъ считаетъ лучшею системою Макколломъ, которая была имъ принята на дорогѣ между Нью-іоркомъ и Ири; о ней было уже высказано мнѣніе; она теперь входитъ въ моду. Въ мостахъ о нѣсколькихъ пролетахъ бросается въ глаза малое знакомство строителей съ теоріею балки, поддержанной въ нѣсколькихъ точкахъ. Чугунныя связи стыкающихся досокъ болѣе не употребляются; они уступили мѣсто дубовымъ связнымъ брусьямъ, которые представляютъ хорошій образецъ для подражанія; способъ укладки половыхъ балокъ на фермы безъ врубки самыхъ балокъ и безъ свинчиванія болтами, заслуживаетъ одобренія по дешевизнѣ и простотѣ. Заслуживаетъ также одобренія принятый обычай покрывать мосты и обшивать ихъ съ боку; эти крыши представляютъ весьма выгодное помѣщеніе капитала. Не смотря на многіе недостатки большей части деревянныхъ мостовъ, устроенныхъ въ Соединенныхъ Штатахъ, самые мосты по огромности ихъ размѣровъ, по дешевизнѣ ихъ исполненія возбуждаютъ удивленіе путешественника и тѣмъ большее, что эти поразительныя сооруженія были возведены людьми, большею частію вовсе не получившими высшаго техническаго образованія и часто едва знакомыми съ началами наукъ. Разнообразіе системъ дѣлаетъ честь изобрѣтательному гевію американцевъ.

Такъ какъ система Макколломъ предпочитается многими, то я

полагаю излишнимъ привести здѣсь краткій разборъ этой системы, сдѣланный Постомъ въ названномъ выше журналѣ.

«Въ этой системѣ (чер. 2) арка замѣняетъ верхній поясъ и служитъ составною частію раскосной системы».

«Дѣйствіе силъ во взятой системѣ можетъ быть объяснено на чер. 30, гдѣ *AB* представляетъ верхній арочный поясъ, *CD* и *EH* подкосы арки, проходящіе сквозь нижній поясъ; они передаютъ давленіе прямо вершинѣ быка или устоя».

«Очевидно, что арка при прогибѣ ея между *C* и *H* будетъ стремиться раздвинуть эти точки, дѣйствуя на вершины подкосовъ *CD* и *EH* отъ середины къ концамъ фермы. Тогда подкосы, упираясь въ быки, будутъ верхними концами описывать дуги круга около точекъ *D* и *E*; стержни *CF* и *HF* будутъ стремиться приподнять средину нижняго пояса. Но если бы поставили распорку между аркою и нижнимъ поясомъ, по направленію *GF*, какъ показано пунктиромъ, тогда очевидно, что арка не прогибалась бы по прежнему отъ груза, положеннаго въ точкѣ *G*, и форма арки измѣнилась бы мало».

«Если бы пояса были двѣ параллельныя линіи, тогда (чер. 31) при прогибѣ верхняго пояса между *G* и *H*, разстояніе между этими точками будетъ уменьшаться и движеніе верхнихъ концевъ подкосовъ будетъ внутрь и внизъ, отъ чего произойдетъ прогибъ по всей длинѣ пояса. Въ этомъ случаѣ точка *F* будетъ опускаться внизъ вмѣстѣ съ *G* и *H*, и добавленная распорка *FC'* будетъ стремиться произвести тоже дѣйствіе».

«Что бы еще болѣе уяснить преимущество арочнаго верхняго пояса, рассмотримъ чер. 32 и 33, въ которыхъ положимъ, что верхній и нижній пояса между собою связаны, все равно желѣзомъ или деревомъ. Подкосы расположены въ обоихъ чертежахъ одинаково. Другіе раскосы вынуты, что бы яснѣе выказать различіе въ свойствахъ двухъ системъ».

«Понятно, что система чер. 32 можетъ нести только такой

грузъ между A и B , какой могутъ выдержать два отдѣльные бруса, по размѣрамъ и длинѣ между точками опоры равные поясамъ.»

«Будетъ иначе въ системѣ чер. 33. Такъ какъ часть верхняго пояса между A и B есть дуга круга, то грузъ, положенный на ея срединѣ, произведетъ распирающее усиліе въ точкахъ A и B и передается прямо устоямъ посредствомъ подкосовъ, составляющихъ какъ бы часть арки. При такомъ положеніи дѣла арка будетъ въ состояніи нести не только свой собственный грузъ, но и значительный грузъ добавочный.»

«Паровозъ съ тендеромъ, при вѣсѣ ихъ до 2500 пудовъ, проходили много разъ по мосту пролетомъ въ 140 фут., когда фермы состояли только изъ частей, показанныхъ на чер. 33.»

«Система Макколломъ представляетъ ту особенность, что крайніе арочные подкосы вовсе не передаютъ напряженій нижнему поясу, а прямо массиву быка.»

«И такъ арочные подкосы вмѣстѣ съ распирающимъ ихъ брускомъ верхняго пояса дѣйствуютъ какъ арка, тогда какъ другія части системы составляютъ раскосную систему. Спротивленіе арочной части системы можно не принимать въ соображеніе при расчетѣ устойчивости моста, а имѣть ее какъ бы въ запасѣ, когда раскосная система измѣнитъ.»

«Отсюда видно, что мостъ, по этой системѣ построенный, не подвергнется опасности, когда бы нижній поясъ и разошелся въ срединѣ пролета, гдѣ онъ претерпѣваетъ наибольшее напряженіе.»

«Подкосы и распирающіе ихъ брусъя верхняго пояса образуютъ арку и могутъ поддерживать (чер. 34) грузы W' , W и W'' на сколько позволяютъ сопротивленіе быковъ D и E . Грузы W' и W'' могутъ быть не привѣшены непосредственно къ точкамъ A и B , но положены (чер. 35) на части нижняго пояса, поддержанныя съ одного конца быками D и E , а съ другаго стержнями AF и BG , которыми грузы передаются въ точки A и B . Система будетъ въ равновѣсіи.»

«Какъ только снять грузы W' и W'' равновѣсіе будетъ нарушено; брусъ AB прогнется въ срединѣ; точки A и B приподнимутся, какъ показано на чер. 36».

«Чтобы предупредить подобное измѣненіе формы системы достаточно ввести раскосы CF и CG (чер. 37), прежде чѣмъ снять грузы W' и W'' ».

«Раскосы CF и CG не помогутъ, когда нижній поясъ будетъ прерванъ въ системѣ съ прямыми параллельными поясами».

«Достоинство мостовъ Макколломъ, въ которыхъ арочная система имѣется какъ бы въ запасъ, выказалось вполнѣ на дорогѣ между Огайо и Миссисипи въ 1858 году».

«На этой дорогѣ мостъ длиною въ 154 фута, съ чистымъ пролетомъ въ 144 ф., расположенъ на кривой части пути. Экстренный поѣздъ, отъ удара объ обвалившійся кусокъ скалы, сошелъ съ рельсовъ въ разстояніи около 300 футовъ отъ моста».

«Паровозъ, тендеръ и часть вагоновъ вломились въ ферму и повредили шесть стоекъ, двѣнадцать раскосовъ, тридцать поперечныхъ балокъ и оба пояса. Последніе были совершенно прерваны; не смотря на то, мостъ держалъ паровозъ, тендеръ и вагоны къ крайнему удивленію зрителей. Счастливому исходу дѣла помогли крѣпкіе подрельсовые брусья и наклонные тязи, укрѣпленные въ каменную кладку, назначенные къ удержанію фермъ въ вертикальномъ положеніи».

Изъ приведеннаго разбора системы Макколломъ, сдѣланнаго однимъ изъ ея приверженцевъ, видно, что ея достоинства состоятъ:

1) Въ томъ, что арочные подкосы упираются прямо въ устой или быки, не производя растягивающаго напряженія въ нижнемъ поясѣ фермы. Ничто не препятствуетъ ближайшіе къ устоямъ раскосы системы Гау упереть прямо въ устой и тѣмъ облегчить работу нижняго пояса, точно также, какъ это дѣлается подкосами подведенными подъ ферму, гдѣ то дозволяетъ возвышеніе моста надъ высокими водами рѣки.

2) Въ томъ, что мостъ имѣеть въ запасѣ арочную систему, если бы раскосная часть фермы оказалась недостаточною. При хорошемъ проектированіи моста раскосная система всегда можетъ быть достаточна, даже при самыхъ большихъ изъ имѣющихся пролетовъ деревянныхъ мостовъ; особенно если употребить систему съ тремя или пятью пересѣченіями раскосовъ, вмѣсто системы съ однимъ пересѣченіемъ, принятой въ Америкѣ почти исключительно. Что касается до случая схода поѣзда съ рельсовъ, то ферма Гау также не провалится, хотя бы нижній поясъ былъ прерванъ, если верхній поясъ довольно крѣпокъ, а ближайшіе къ устою раскосы или самый поясъ упруты въ каменную кладку устоевъ, представляющихъ тому достаточное сопротивление. Въ мостѣ о нѣсколькихъ равныхъ пролетахъ будетъ еще менѣе опасности отъ перерыва нижняго пояса въ одномъ изъ пролетовъ, особенно въ среднемъ.

Принимая за тѣмъ во вниманіе, что по расчетамъ самага Поста система Макколомъ требуетъ болѣе матеріала, нежели система Гау, трудно себѣ объяснить пользу затемненія ясной передачи силъ въ раскосной системѣ введеніемъ добавочной, запасной системы, когда можно придать веѣмъ частямъ раскосной системы какой угодно запасъ крѣпости. Моду на систему Макколомъ я могу объяснить только недостаточнымъ изученіемъ системъ. Обратнымъ раскосамъ въ системѣ Гау американцы обыкновенно придаютъ слишкомъ большіе размѣры; такъ въ мостѣ черезъ р. Конектикутъ имъ дано сѣченіе $7 \times 9\frac{1}{2}$ дюйм. по всей длинѣ моста. Постъ, а подобно ему и многіе другіе инженеры въ Америкѣ, полагають, что когда ближайшій къ устою (чер. 38) раскосъ AB отъ дѣйствія переходящаго груза сжимается силою P , то и обратный раскосъ долженъ быть въ состояніи выдерживать тоже напряженіе P , съ тою цѣлю, чтобы раскосъ AB имѣлъ ввсегда тоже напряженіе, замѣняя искусственнымъ напряженіемъ раскоса CD чрезъ предварительное подтягиваніе болта BD , напряженіе, которое бываетъ при переходящемъ грузѣ. Вліяніе предварительной натянутости стержней фермы

есть вопросъ весьма трудный и недостаточно разобранный въ Америкѣ. Онъ кажется лучше всего понимается въ Россіи. Вопросъ этотъ былъ подробно разобранный въ сочиненіи «о мостахъ раскосной системы Гау».

Возъ иначе опредѣляетъ размѣры обратныхъ раскосовъ. Онъ говоритъ: «Когда грузъ положенъ въ точкѣ C' (чер. 39) раскосная система стремится осѣсть въ этомъ мѣстѣ и въ тоже время приподнимается ферма въ точкѣ C . Это движеніе измѣняетъ фигуру $ABCE$ изъ прямоугольной въ остроугольную; діагональ EB укорачивается, а діагональ AC удлиняется; это движеніе легко предупреждается введеніемъ обратныхъ раскосовъ EB ».

Далѣе Возъ заключаетъ, что когда передвижный грузъ занимаетъ одну панель, тогда раскосъ BE долженъ имѣть тѣже размѣры, какъ главные раскосы въ срединѣ фермы. Заключение, какъ извѣстно, ошибочное, но источникъ заблужденія находится въ предположеніи, будто система съ прямыми и обратными раскосами, какъ показано на чер. 39, будетъ принимать приведенное Водомъ измѣненіе формы.

Въ дѣйствительности же при дѣйствіи раскоса $C'G$ ферма принимаетъ прогибъ, показанный на чер. 40, причемъ діагональ BE удлиняется, а не укорачивается, какъ полагаетъ Возъ.

Въ сочиненіи о раскосныхъ мостахъ Гау изложено вычисленіе напряженій всѣхъ частей системы, принимая въ соображеніе условіе равновѣсія пояса. Правильность выводовъ предложенныхъ тамъ исчисленій была неоднократно повѣрена опытомъ. Впрочемъ на счетъ напряженія обратныхъ раскосовъ ошибаются не одни американскіе инженеры; Кушъ, авторитетъ во Франціи по части раскосныхъ системъ, въ статьяхъ, напечатанныхъ имъ въ 1854 году въ *Annales des mines*, полагалъ невозможнымъ опредѣлить напряженія раскосовъ при переходящихъ грузахъ и дѣлалъ по этому предмету соображенія, совершенно ошибочныя.

Дм. Журавскій.



