

Вообще предпочтительнѣе употреблять для арматуры круглое желѣзо, какъ вслѣдствіе болѣе правильной его выдѣлки, большей однородности, такъ и вслѣдствіе лучшаго соединенія его съ бетономъ, вслѣдствіе отсутствія угловъ и реберъ, вызывающихъ образованіе трещинъ въ массѣ бетона.

Наиболѣе извѣстные конструкторы, какъ Кенентъ, Геннебикъ Коанье и др. рекомендуютъ исключительно круглое желѣзо для продольныхъ стержней арматуры.

Что касается *рода металла* для арматуры, то можно рекомендовать, для продольныхъ стержней, исключительно хорошее мягкое желѣзо.

Такъ какъ напряженіе металла въ продольныхъ стержняхъ арматуры обыкновенно невелико и зависитъ отъ напряженія бетона, то употребленіе стали для арматуры, съ большимъ допускаемымъ напряженіемъ, очевидно, не имѣетъ смысла.

Если нѣкоторые строители и употребляютъ сталь, то эта ошибка происходитъ отъ предположенія, что металлъ въ бетонѣ можетъ развивать желаемое сопротивленіе, независимо отъ напряженія бетона.

Процентное содержаніе арматуры. — Мы можемъ считать, въ среднемъ, желѣзо въ 50 разъ дороже бетона. Въ сопротивленіи же оно полезнѣе въ $n = 10,5$ разъ. Поэтому, желѣзо, въ тѣлѣ изъ желѣзо-бетона, стоитъ приблизительно въ 5 разъ дороже, чѣмъ бетонъ.

Съ теоретической точки зрѣнія, слѣдовательно, въ *столбахъ* процентное содержаніе k могло бы равняться нулю, въ смыслѣ наибольшей экономіи. Но продольная арматура въ столбахъ, кромѣ сжатія, сопротивляется еще второстепеннымъ усиліямъ. Практика показываетъ, что для этого случая можно ограничиваться значеніемъ k отъ 0,005 до 0,01, что и рекомендуется особенно для столбовъ.

Въ *плитахъ* системъ Монье, Кенена и т. п., гдѣ арматура состоитъ изъ большого числа стержней малаго сѣченія, по опыту, болѣе выгодное содержаніе металла $k = 0,005$ при простой арматурѣ, до $k = 0,01$ при двойной симметричной арматурѣ, въ плоскихъ основаніяхъ и днищахъ бассейновъ.

Что касается *балокъ*, то въ нихъ процентное содержаніе арматуры опредѣляется въ зависимости отъ размѣровъ, которые желаютъ придать балкѣ въ высоту, чтобы не стѣснять покрываемого помѣщенія, и отъ цѣны балки.

Мы видѣли, наиримѣръ, при расчетѣ прямоугольныхъ балокъ, что, при простой арматурѣ, увеличенію содержанія металла k отъ 1‰ до 5‰, соотвѣтствуетъ увеличеніе сопротивленія балки въ $\frac{7,75}{3,55} = 2,18$ раза, при тѣхъ же размѣрахъ балки.

Цѣна же балки увеличивается въ $\frac{1,0 + 0,05 \times 50}{1,0 + 0,01 \times 50} = 2,33$ раза. При увеличеніи же k отъ 1‰ до 2‰, сопротивленіе балки съ простой арматурой увеличивается въ $\frac{4,60}{3,55} = 1,30$ раза, т.-е. на 30%, а цѣна возрастаетъ въ 1,33 раза, т.-е. на 33%; въ этомъ случаѣ увеличеніе сопротивленія почти пропорціонально цѣнѣ. Очевидно, невозможно дать общія указанія относительно наивыгоднѣйшаго процентнаго содержанія металла въ балкахъ. Каждый разъ при проектированіи слѣдуетъ подыскать болѣе экономическое рѣшеніе вопроса въ зависимости отъ предполагаемаго расположенія арматуры (простой или двойной), о которомъ упоминалось выше.

Относительно содержанія арматуры въ сводахъ можно сказать то же, что было сказано въ отношеніи столбовъ и плитъ, такъ какъ своды одновременно подвергаются сжатію и изгибу.

Въ сводахъ Монье обыкновенно берется $k = 0,005$ при простой арматурѣ и $k = 0,01$ при двойной симметричной арматурѣ.

Распределеніе арматуры въ бетонѣ. — Въ основаніе расчета желѣзо-бетона мы положили, что металлъ участвуетъ въ деформацияхъ бетона, допустивъ, что арматура распределена въ бетонѣ насколько возможно равномернo для того, чтобы достигнуть однородности желѣзо-бетона въ смыслѣ полной солидарности и тождественности деформаций.

Посмотримъ, какимъ образомъ должно это выполняться на практикѣ.

На дѣлѣ нельзя уменьшать бесконечно разстоянія между стержнями арматуры; необходимо, чтобы бетонъ совершенно окружалъ каждый стержень и чтобы арматура не образовала въ бетонѣ шва малой плотности. Разстояніе между стержнями арматуры зависитъ отъ крупности гравія и песка въ бетонѣ. Это обстоятельство также ограничиваетъ процентное содержаніе металла въ тонкихъ тѣлахъ. Такъ какъ въ такихъ тѣлахъ бетонъ состоитъ обыкновенно изъ довольно мелкихъ элементовъ или одного раствора цемента и песку, то вообще слѣдуетъ принять за правило, что, чѣмъ больше площадь сооруженія и меньше его толщина, напримѣръ въ плитахъ, полахъ, стѣнкахъ, сводахъ и проч., тѣмъ меньше слѣдуетъ брать сѣченіе желѣза и ближе помѣщать его другъ къ другу, такъ какъ при этомъ получается болѣе равномерное распредѣленіе металла въ бетонѣ и ближе достигается однородность желѣзо-бетоннаго тѣла. Въ балкахъ же предпочтительнѣе брать желѣзо крупнаго сѣченія, при томъ же, или нѣсколько большемъ, процентномъ содержаніи, съ тѣмъ, чтобы располагать его рѣже, насколько это требуется для удобства трамбованія вокругъ стержней.

Перекрестная арматура.—Мы видѣли выше, что «стержни распредѣленія» въ плитахъ Мопье не играютъ никакой роли въ сопротивленіи при равномерныхъ нагрузкахъ. Они могутъ быть полезны только при мѣстныхъ, сосредоточенныхъ нагрузкахъ и въ этомъ случаѣ безразлично, перевязаны ли они со стержнями сопротивленія въ мѣстахъ пересѣченія, или нѣтъ. Если на практикѣ они и перевязываются въ нѣкоторыхъ точкахъ пересѣченія, то это дѣлается только для того, чтобы при трамбованіи они не сдвигались и сѣтка сохраняла правильное положеніе. Но встрѣчаются случаи, когда перекрестная арматура необходима и стержни распредѣленія принимаютъ часть общей работы. Это имѣетъ мѣсто въ *плитахъ*, опирающихся четырьмя сторонами, когда $l > 2l$. Если плита прямоугольная, то арматура, параллельная длиннымъ сторонамъ, слабѣе. Въ квадратной плитѣ обѣ серіи стержней должны имѣть одинаковое сѣченіе и одинаково расположены въ планѣ. Перевязка стержней въ мѣстахъ пересѣченія и въ этомъ случаѣ не имѣетъ особаго значенія.

Въ *плоскихъ основаніяхъ* и *днищахъ бассейновъ* также необходимо дѣлать перекрестную арматуру въ виду неравномѣрности и неопредѣленности напряженій отъ реакціи грунта.

Если плоское покрытие подвержено вышнимъ вліяніямъ погоды и рѣзкимъ переменамъ температуры, то сѣтчатая арматура также весьма полезна для предупрежденія образованія трещинъ по разнымъ направленіямъ.

Въ *сводахъ* перекрестная арматура, соединяющая продольные стержни арматуры, усиливаетъ сопротивленіе свода боковому расширенію отъ сжатія, какъ это мы видѣли въ столбахъ (*frettagé*), и, съ этой точки зрѣнія, равно какъ и для сопротивленія сосредоточеннымъ нагрузкамъ, для сводовъ слѣдуетъ рекомендовать арматуру въ видѣ сѣтки, но со стержнями распредѣленія меньшаго сѣченія, чѣмъ продольные стержни арматуры.

Цѣльно-рѣшетчатый металлъ.—Цѣльно-рѣшетчатый металлъ не требуетъ никакихъ приготовленій на мѣстѣ, что весьма увеличиваетъ быстроту работы, но размѣры его весьма ограничены, что стѣсняетъ въ выборѣ пролетовъ, съ одной стороны, чтобы избѣжать лишней траты матеріала, при обрѣзкѣ листовъ металла, полученныхъ съ завода, а съ другой стороны не позволяетъ увеличивать пролеты далѣе извѣстнаго предѣла. Сѣтка Мопье не имѣетъ этого неудобства.

Кромѣ того, цѣна цѣльно-рѣшетчатого металла еще довольно высока, даже въ сравненіи съ сѣткой Мопье, положенной на мѣсто.

в) Поперечная арматура.

Связи въ столбахъ. Связи въ балкахъ. Скобы. Вертикальныя и наклонныя связи.

Связи въ столбахъ. — Мы показали выше (система Консидера), какимъ образомъ можетъ быть рассчитана поперечная арматура въ столбахъ (*béton fretté*).

Но въ обыкновенныхъ конструкціяхъ столбовъ нѣскольکو продольныхъ стержней арматуры соединяются на нѣкоторыхъ разстояніяхъ поперечными связями, которыя удерживаютъ продольные стержни во время трамбованія и играютъ роль обручей, удерживающихъ стержни отъ раздвиганія во время работы столба на сжатіе.

Въ системѣ Геннебика такія связи дѣлаются изъ полосового желѣза съ пробитыми на концахъ дырами, которыми онѣ надѣваются на стержни продольной арматуры.

Но употребленіе полосового желѣза для этой цѣли совершенно нельзя рекомендовать; въ этомъ случаѣ можно повторить то же, что было сказано относительно продольной арматуры изъ полосового желѣза.

При большой площади соприкасанія желѣза съ бетономъ, во время сокращенія послѣдняго отъ схватыванія, можетъ произойти нарушеніе сѣвленія и появленіе трещинъ въ мѣстѣ расположенія связей.

Самъ Геннебикъ, въ сваяхъ своей системы, гдѣ матеріаль подвергается толчкамъ и сотрясеніямъ, дѣлаетъ связи изъ круглаго желѣза или проволоки, во избѣжаніе появленія трещинъ въ бетонѣ у этихъ связей при забивкѣ свай.

По этимъ причинамъ вообще предпочтительнѣе пользоваться для связей исключительно круглымъ желѣзомъ.

Кромѣ того, для связей въ столбахъ, полезнѣе брать довольно тонкое сѣченіе круглаго желѣза и помѣщать его по возможности чаще, чтобы достигнуть лучшей связи стержней арматуры (*frettage*).

Связи въ балкахъ дѣлаются въ видѣ скобъ изъ полосового желѣза (система Геннебика) и вертикальныхъ или наклонныхъ стержней изъ круглой проволоки, соединяющихъ сжатую и вытянутую арматуру въ балкѣ.

Разсмотримъ эти виды связей отдѣльно.

Скобы употребляются исключительно въ системѣ Геннебика; онѣ дѣлаются изъ полосового желѣза, изогнутаго въ видѣ подковы, охватывающей снизу вытянутый стержень арматуры, и своими загнутыми ланками на концахъ захватываютъ бетонъ въ сжатой части балки. Разстояніе между двумя вѣтвями одной такой скобы, очевидно, равно діаметру вытянутаго стержня.

Скобы ничѣмъ не соединяются съ продольными стержнями арматуры.

Легко видѣть нераціональность такой системы, несмотря на ея обширное распространеніе въ настоящее время.

Относительно употребленія полосового желѣза для скобъ можно повторить то же, что было сказано о связяхъ въ столбахъ. Кромѣ того, во время работы трудно удерживать скобы на мѣстѣ; онѣ могутъ имѣть нѣкоторое движеніе во время трамбованія и разстраивать связь съ бетономъ; трудно также достигнуть совершеннаго трамбованія въ тѣсномъ промежуткѣ между двумя вѣтвями одной скобы и особенно въ самомъ важномъ мѣстѣ ея соединенія съ вытянутымъ стержнемъ арматуры. Это трамбованіе дѣлается совершенно невозможнымъ въ промежуткѣ между нижнимъ прямымъ и верхнимъ изогнутымъ стержнями продольной арматуры, захватываемыми одной скобой. Здѣсь могутъ даже оставаться пустоты при крупномъ гравіи или щебнѣ.

Затѣмъ, поперечныя связи въ бетонной балкѣ, назначенныя для сопротивленія срывающимся усилямъ, играютъ ту же роль, какъ болты и шпонки въ составныхъ деревянныхъ балкахъ и поэтому должны быть соединены съ продольными стержнями арматуры. Въ системѣ же Геннебика скобы независимы отъ продольныхъ стержней.

Кромѣ того, скоба при большой ея ширинѣ, очевидно, прерываетъ сдѣленіе бетона съ вытянутымъ стержнемъ арматуры, въ мѣстѣ соприкасанія, на всемъ протяженіи, равномъ ширинѣ полосового желѣза скобы.

Очевидно, что чѣмъ чаще поставлены скобы, тѣмъ менѣе дѣлается поверхность непосредственнаго сдѣленія бетона съ металломъ продольной арматуры, что въ сильной степени должно уменьшать сопротивленіе балки.

Такимъ образомъ увеличеніе сопротивленія балки срезыванію, при такомъ устройствѣ, уменьшаетъ ея устойчивость въ отношеніи изгиба.

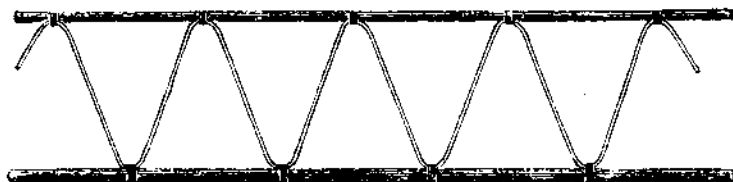


Рис. 167.

Вертикальныя и наклонныя связи.—Гораздо рациональнѣе употребляютъ для связей круглое желѣзо, при чемъ можно соединить верхній стержень арматуры съ нижнимъ посредствомъ отдѣльныхъ вертикальныхъ связей или въ видѣ треугольной рѣшетки (система Коанье), изъ круглаго желѣза.

Последнее расположеніе кажется болѣе удобнымъ, такъ какъ при этомъ не требуется рубить желѣза на отдѣльные куски.

Положивъ два стержня на полу параллельно другъ другу на требуемомъ разстояніи и намѣтивъ на нихъ заранѣе опредѣленныя мѣста для связей, легко выгибать отъ руки одинъ длинный стержень круглаго желѣза, переходя постепенно отъ верхней арматуры къ нижней и наоборотъ; при этомъ мѣста изгиба связываются съ продольными стержнями тонкой отожженной проволокой (Рис. 167).

И С Т О Ч Н И К И:

1. Engineering News. (New York), за 1904, 1905 и 1906 г.г.
2. Bulletin du congrès international de chemins de fer, за 1904 г. №№ 6—12, за 1905 г. №№ 1—3 и № 12.
3. Annales des travaux publics de Belgique, за 1904, 1905 и 1906 г.г.
4. Annales des ponts et chaussées, за 1900, 1903 и 1904 г.г.
5. Le Ciment, son emploi et ses applications nouvelles, за 1902 г.
6. Nouvelles annales de la construction. Paris, за 1903, 1904, 1905 и 1906 г.г.
7. «Цементъ. Его производство и примѣненія». Органъ цементной техники и промышленности. За 1904, 1905 и 1906 г.г.
8. Извѣстія собранія Инженеровъ Путей Сообщенія за 1905 годъ.
9. P. Christophe. Le beton armé et ses applications. Paris. 1902 г.
10. Etudes des divers systèmes de constructions en ciment armé. Par. G. Lavergue. Paris. 1901.
11. Проектъ желѣзо-бетоннаго маяка высотой 17,00 саж. П. Пятницкій и А. Барышниковъ. СИБ. 1903.
12. Проекты и сметы различныхъ желѣзо-бетонныхъ сооружений на Владикавказской желѣзной дорогѣ.

АЛЬБОМЪ

ЧЕРТЕЖЕЙ

ЖЕЛѢЗО-БЕТОННЫХЪ

СООРУЖЕНІЙ

61 ТАБЛИЦА.

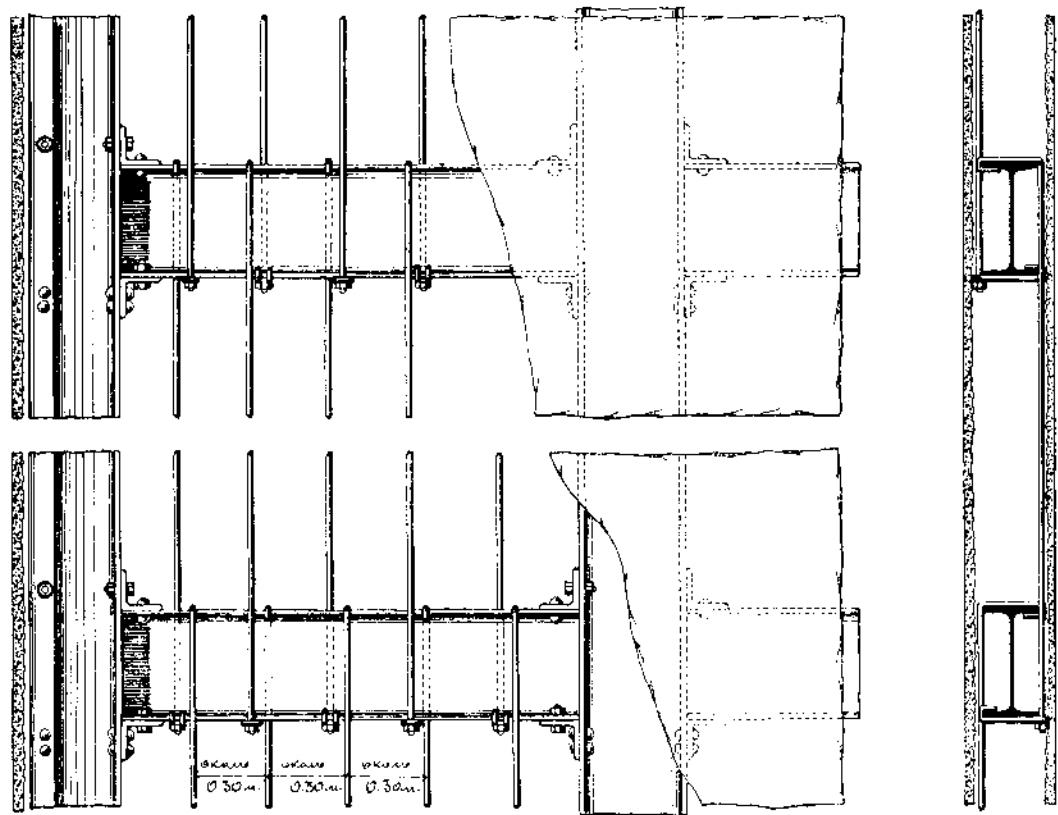
ЦѢЛЬНО-РѢШЕТЧАТЫЙ МЕТАЛЛЪ.

СТѢНЫ НАРУЖНЫЯ И ВНУТРЕННІЯ ЖИЛЫХЪ ДОМОВЪ.

наружная стѣна.

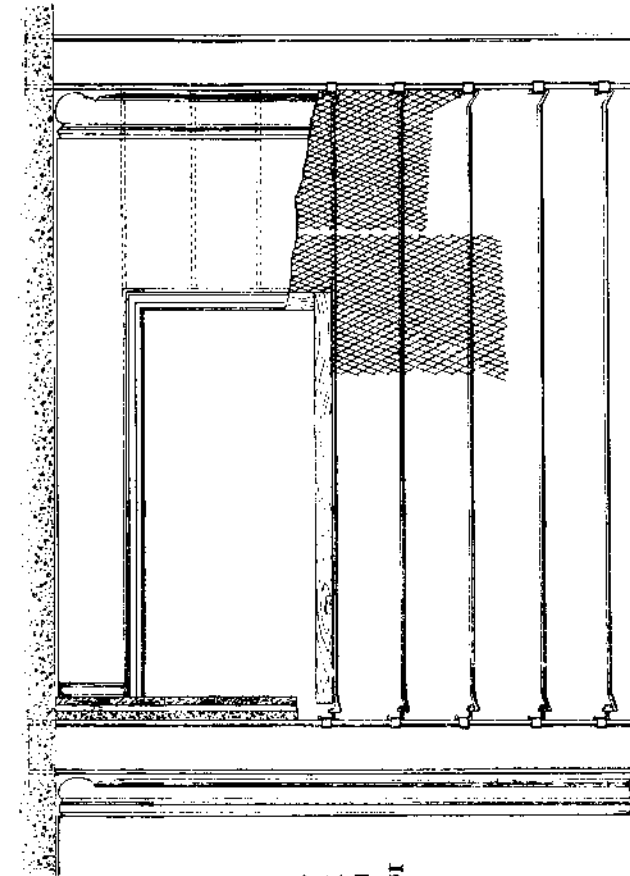
внутренняя стѣна.

ПРИКРѢПЛЕНІЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХЪ
СТЕРЖНЕЙ КЪ БАЛКАМЪ.

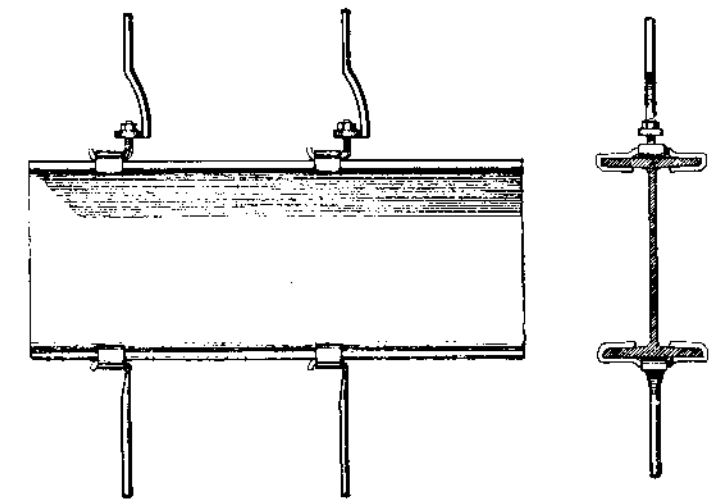


Фиг. 1.

Фиг. 2.



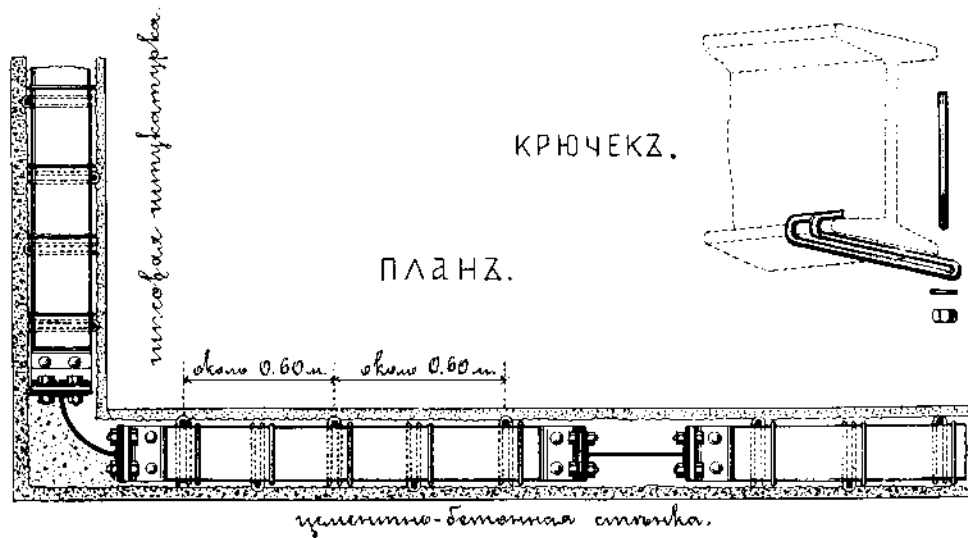
Фиг. 5.



Фиг. 7.

Фиг. 8.

СТОЙКИ ДЛЯ ДВОЙНОЙ
СТѢНКИ.



Фиг. 3.

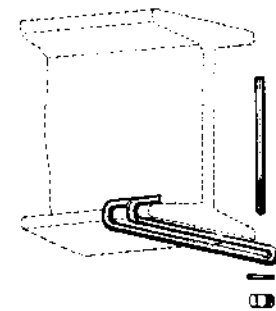
КРЮЧЕКЪ.

ПЛАНЪ.

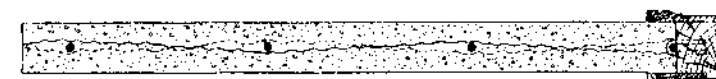
нижняя штукатурка.

около 0.60 м. около 0.60 м.

цементно-бетонная опора.

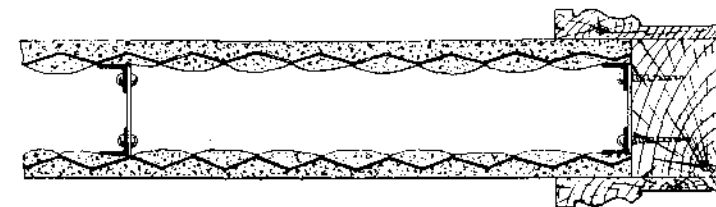


Фиг. 4.

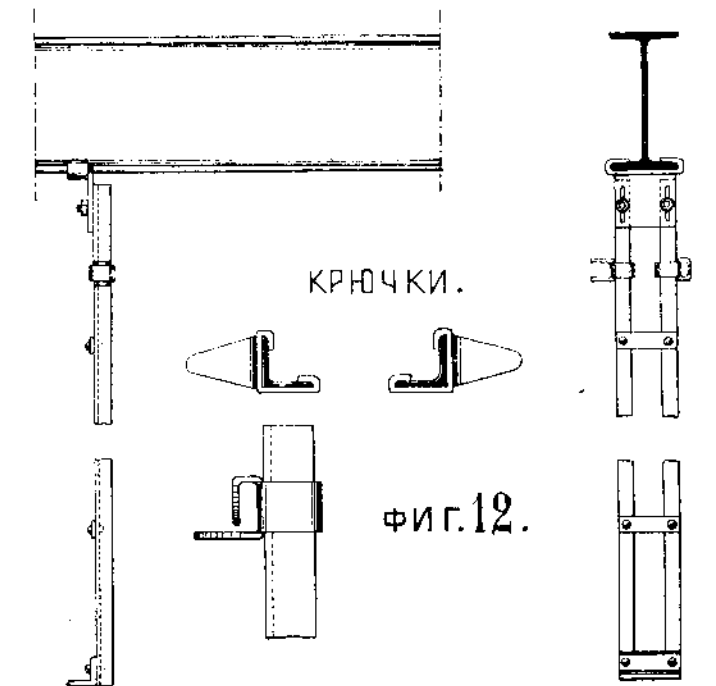


Фиг. 6.

ДВОЙНАЯ СТѢНКА.



Фиг. 9.



Фиг. 10.

Фиг. 11.

КРЮЧКИ.

Фиг. 12.

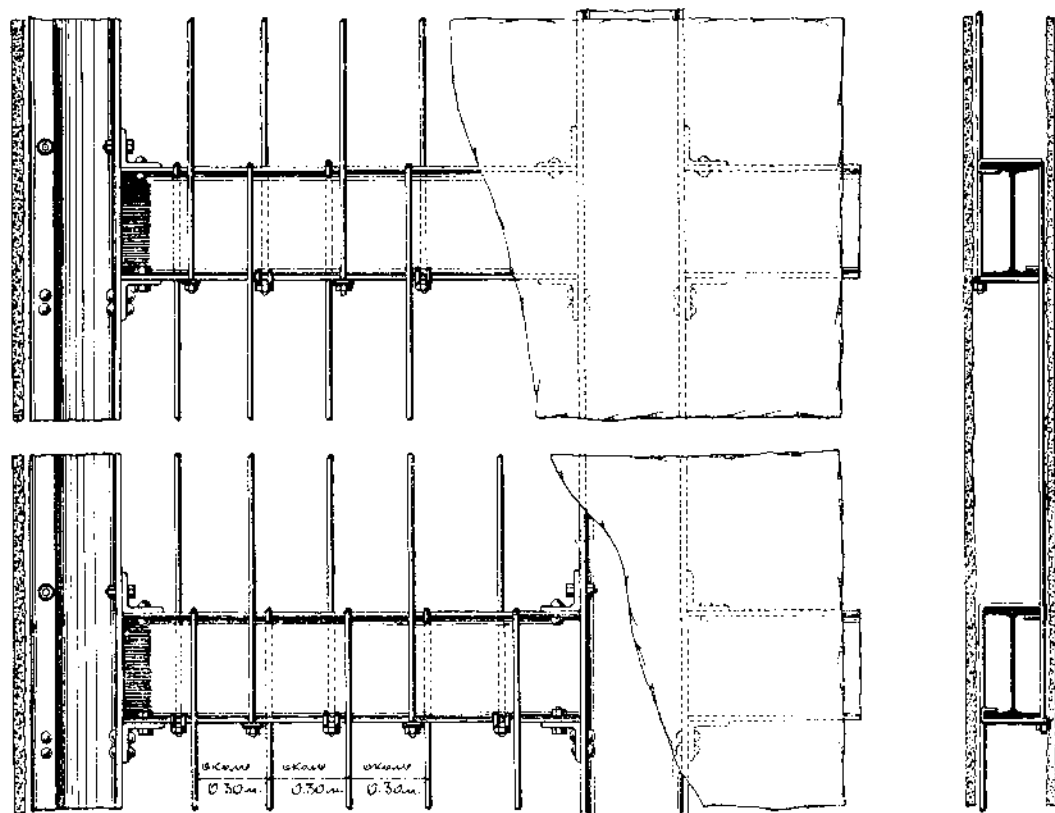
ЦѢЛНО-РѢШЕТЧАТЫЙ МЕТАЛЛЪ.

СТѢНЫ НАРУЖНЫЯ И ВНУТРЕННІЯ ЖИЛЫХЪ ДОМОВЪ.

наружная стѣна.

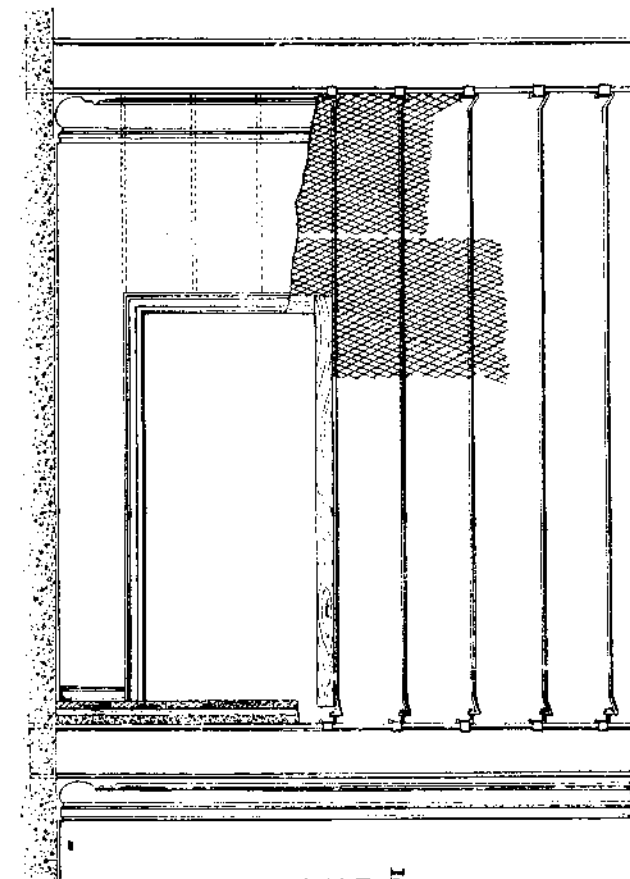
внутренняя стѣна.

ПРИКРѢПЛЕНІЕ ВЕРТИКАЛЬНЫХЪ
СТЕРЖНЕЙ КЪ БАЛКАМЪ.

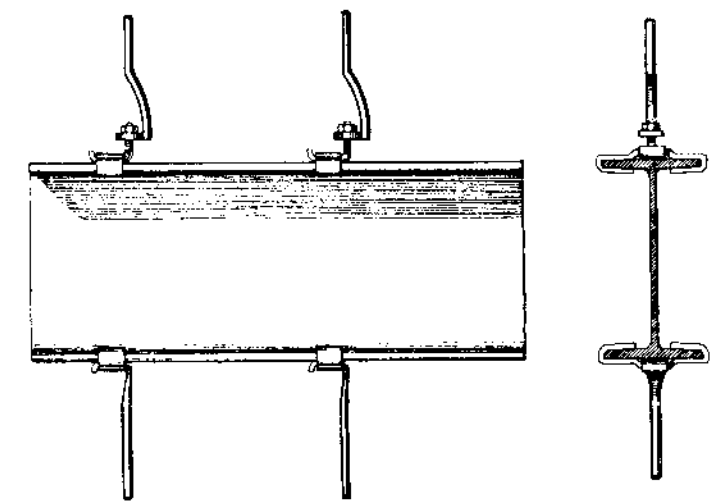


Фиг. 1.

Фиг. 2.



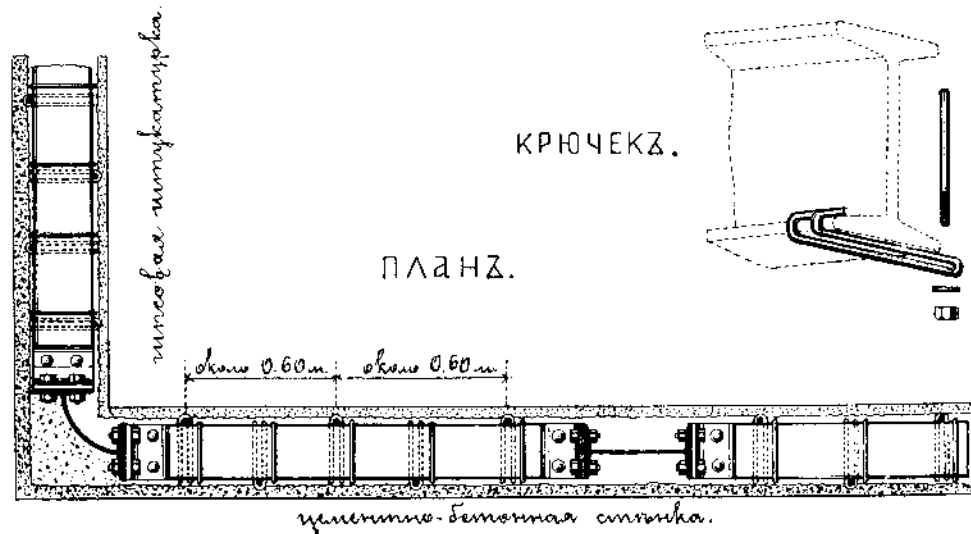
Фиг. 5.



Фиг. 7.

Фиг. 8.

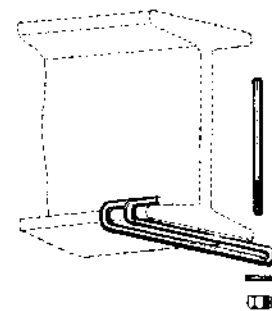
СТОЙКИ ДЛЯ ДВОЙНОЙ
СТѢНКИ.



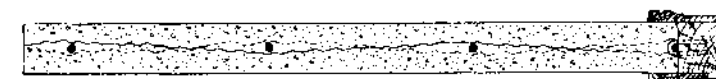
Фиг. 3.

КРЮЧЕКЪ.

ПЛАНЪ.

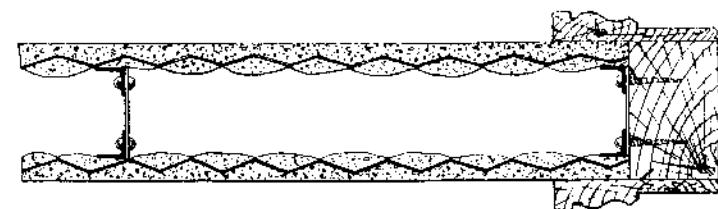


Фиг. 4.

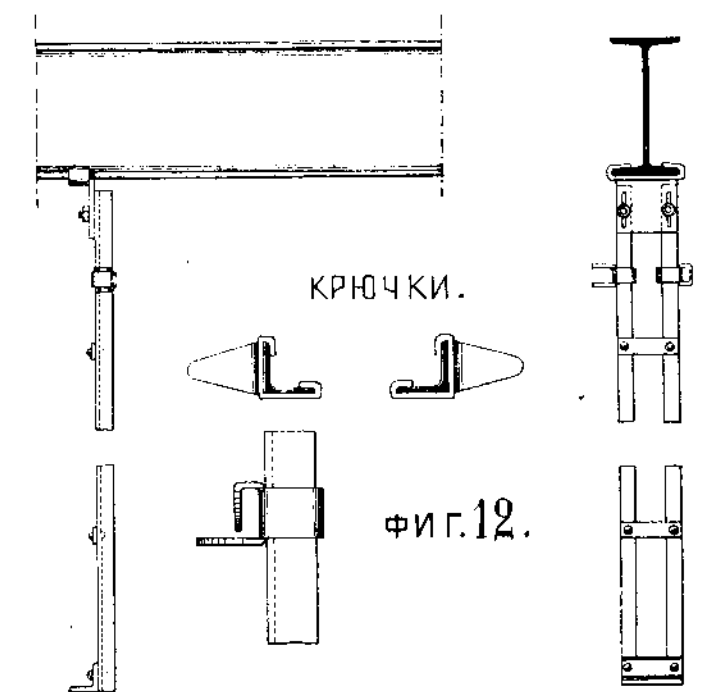


Фиг. 6.

ДВОЙНАЯ СТѢНКА.



Фиг. 9.



КРЮЧКИ.

Фиг. 12.

Фиг. 10.

Фиг. 11.

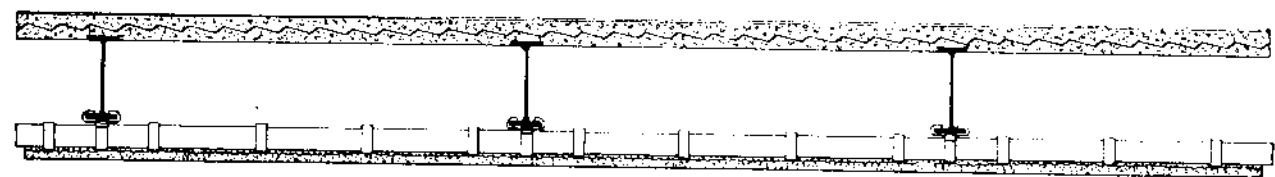
ЧАСТИ ЗДАНИЙ.

ТАБЛИЦА 2. Фиг. 1-13.

ЦѢЛЬНО-РѢШЕТЧАТЫЙ МЕТАЛЛЪ.

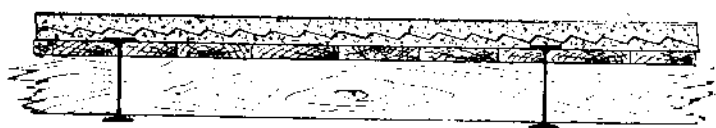
МЕЖДУЭТАЖНЫЯ ПЕРЕКРЫТІЯ.

ПЛОСКОЕ ПОКРЫТІЕ.

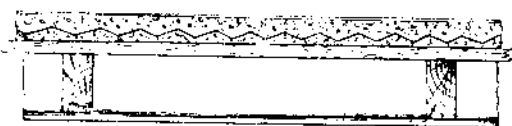


Фиг. 1.

опалубка для пола



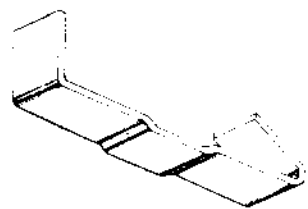
Фиг. 2.



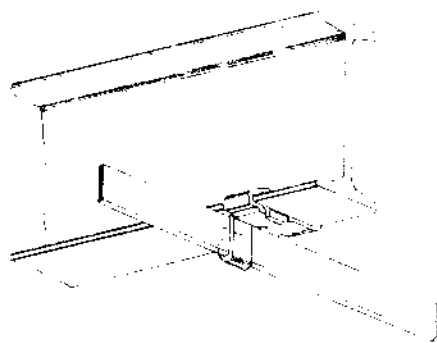
Фиг. 3.

УСТРОЙСТВО ПОТОЛКА.

скоба.

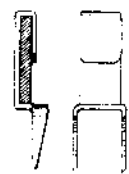


Фиг. 7.

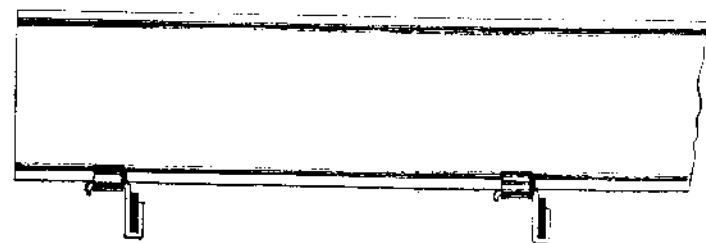


Фиг. 6.

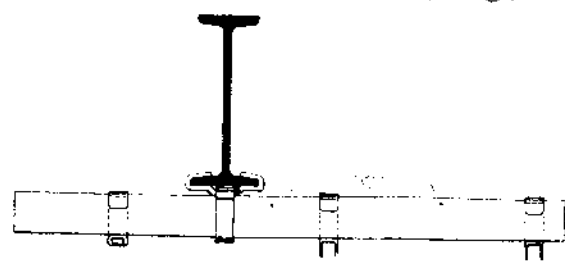
КРЮЧЕКЪ.



Фиг. 8.

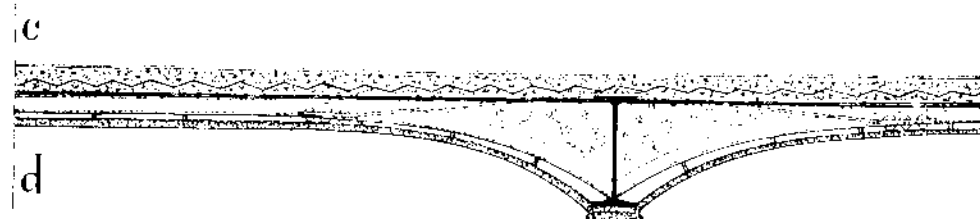


Фиг. 4.



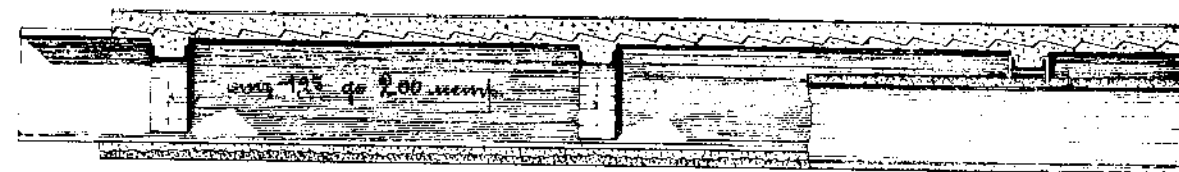
Фиг. 5.

СВОДЧАТЫЯ ПОКРЫТІЯ



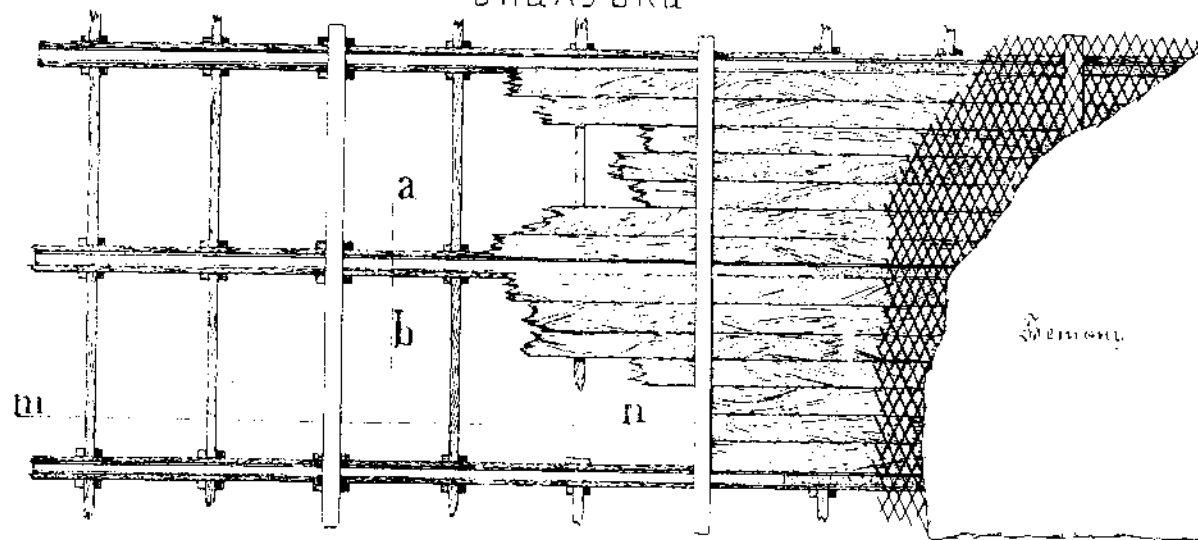
Фиг. 9.

по cd.



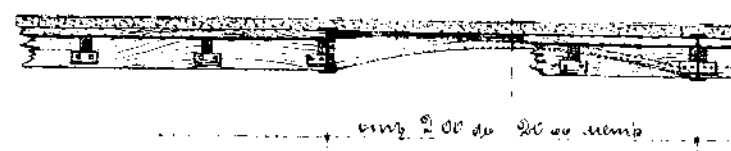
Фиг. 10.

опалубка



Фиг. 11.

по mn.



Фиг. 12.

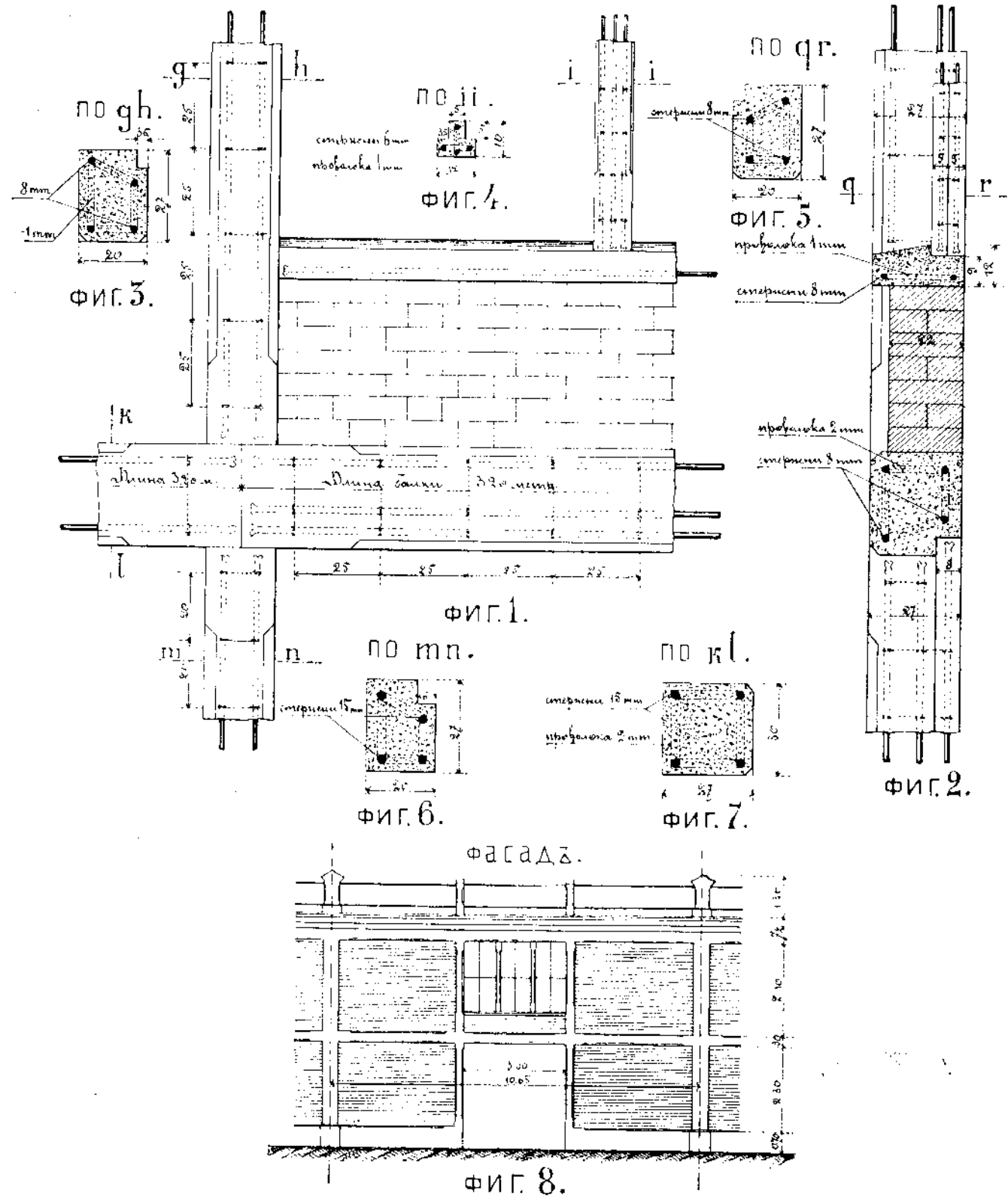
по ab.



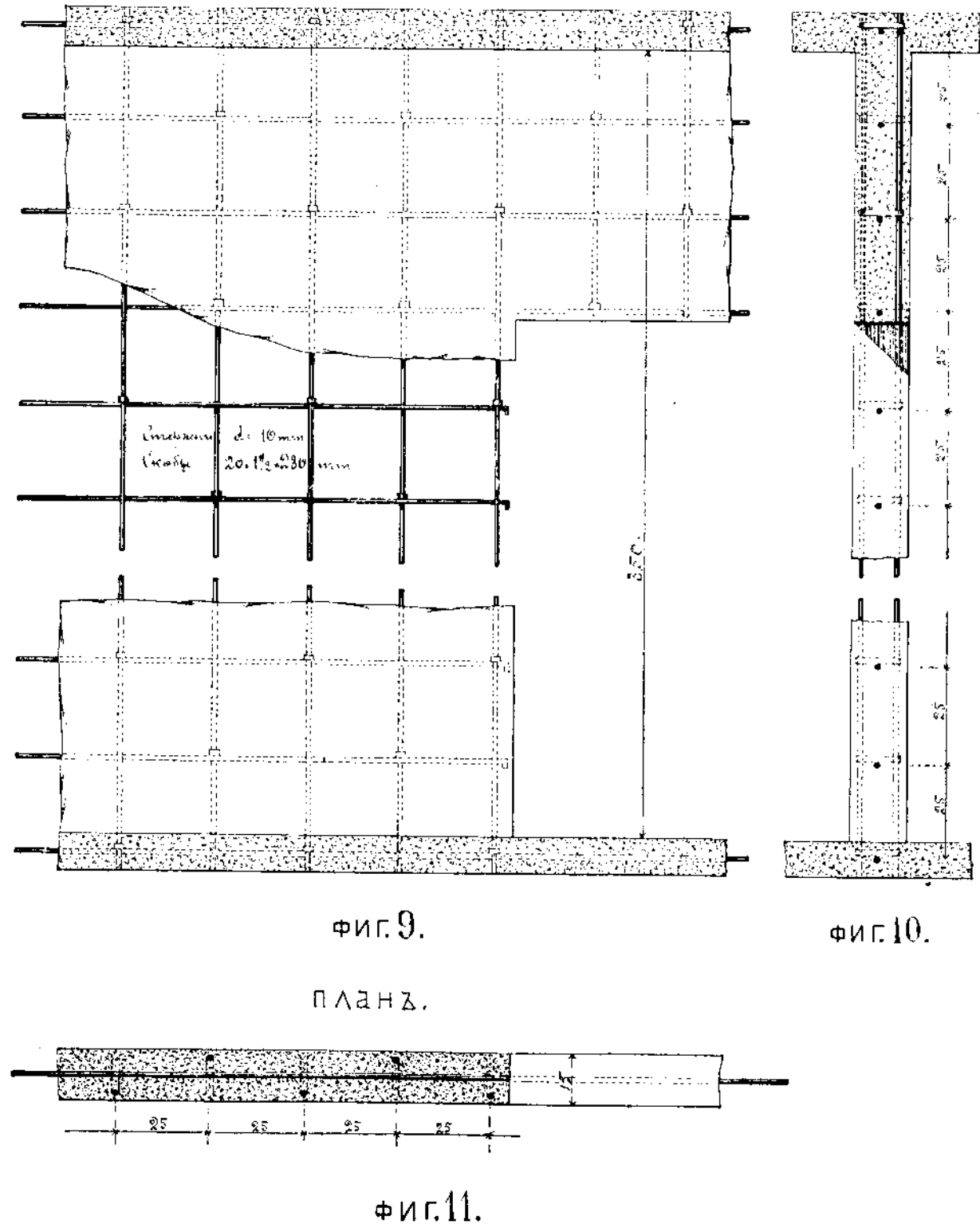
Фиг. 13.

СТѢНЫ. - СИСТЕМА ГЕННЕБИКА. - СТѢНЫ.

САХАРНЫЙ МАГАЗИНЪ ВЪ КАЛЕ.
НАРУЖНЫЯ СТѢНЫ.



ДОМЪ БАНКА ВЪ БАЗЕЛѢ.
ВНУТРЕННЯЯ СТѢНА.

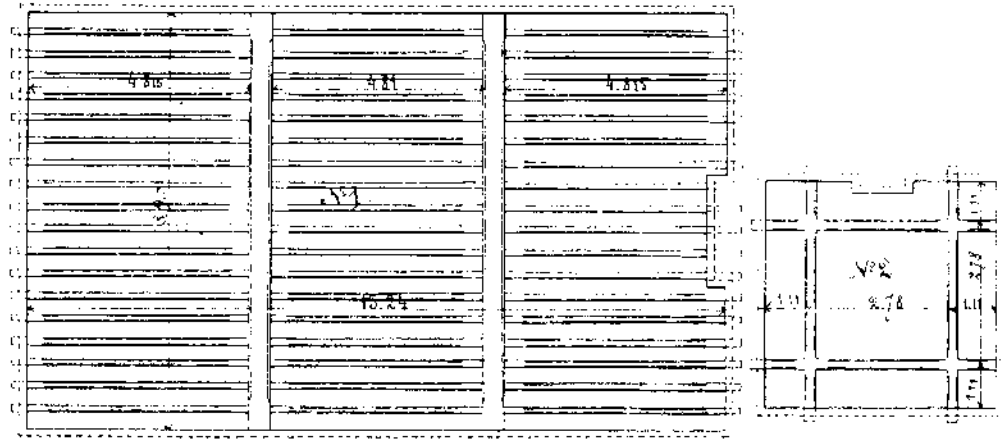


ЧАСТИ ЗДАНИЙ.

ТАБЛИЦА 4. Фиг.1-10.

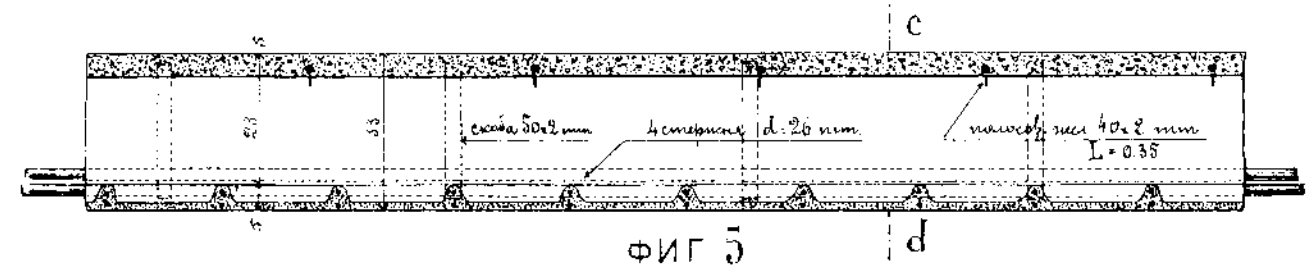
ПОЛЫ. - СИСТЕМА ГЕННЕБИКА. - ПОЛЫ.

ЗДАНИЕ СУДА ВЪ VERVIERS.
ПЛАНЪ.



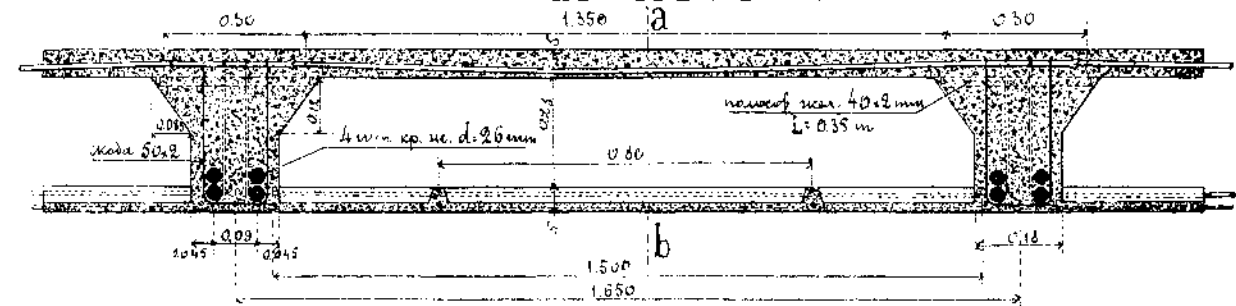
Фиг.1.
залъ №1.

ГОСПИТАЛЬ TROUSSEAU ВЪ ПАРИЖСЪ.
РАЗРЪЗЪ ПО а-в.



Фиг.5

РАЗРЪЗЪ ПО с-д.



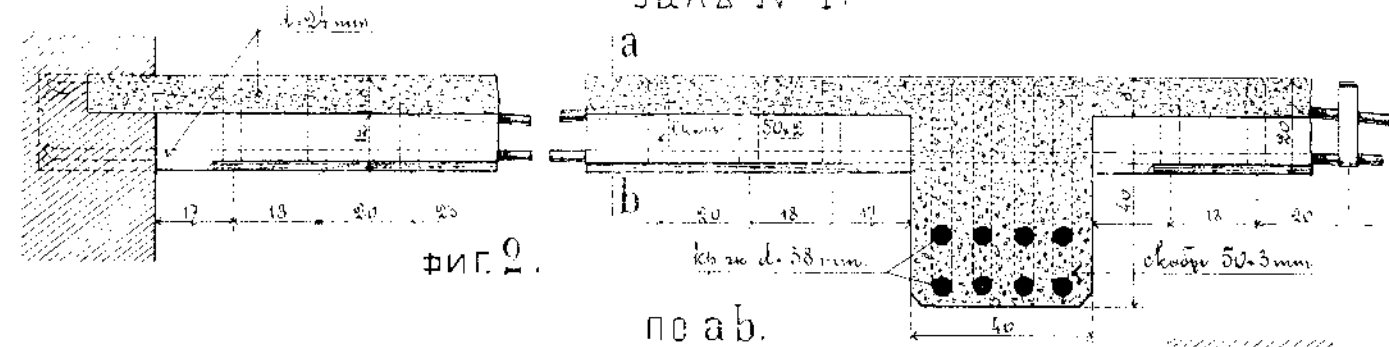
Фиг.6



ДЕТАЛИ
УСТРОЙСТВА

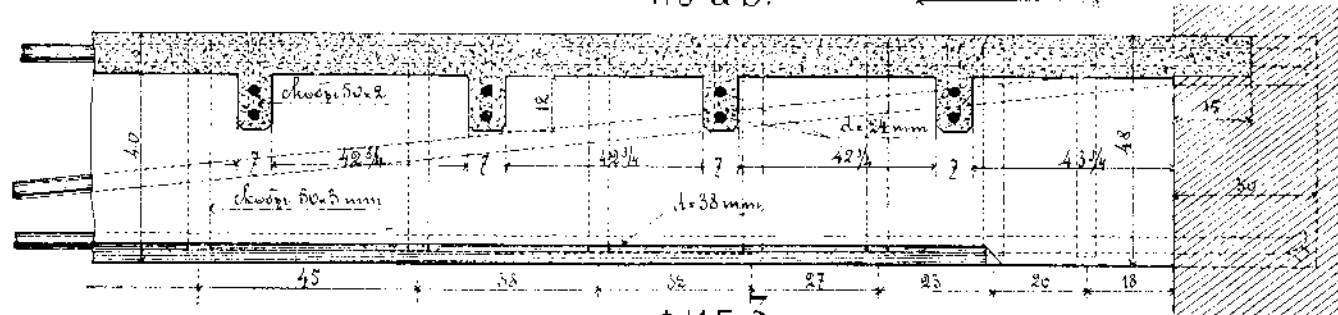
Фиг.7.

Фиг.8.

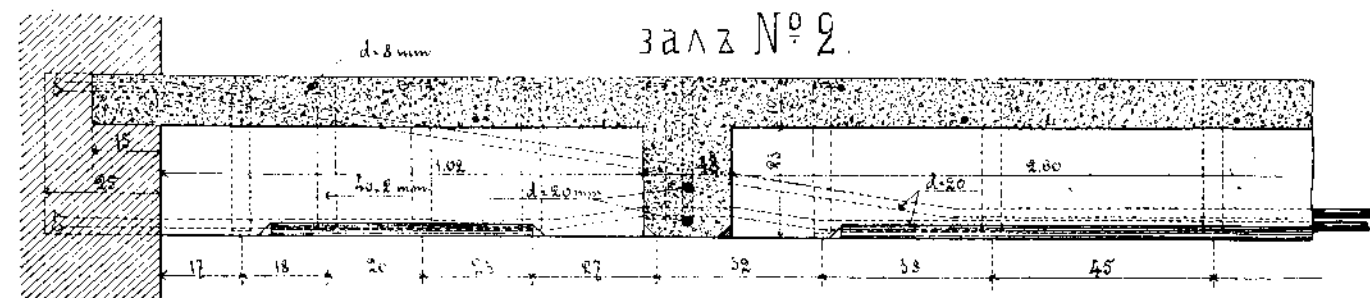


Фиг.2.

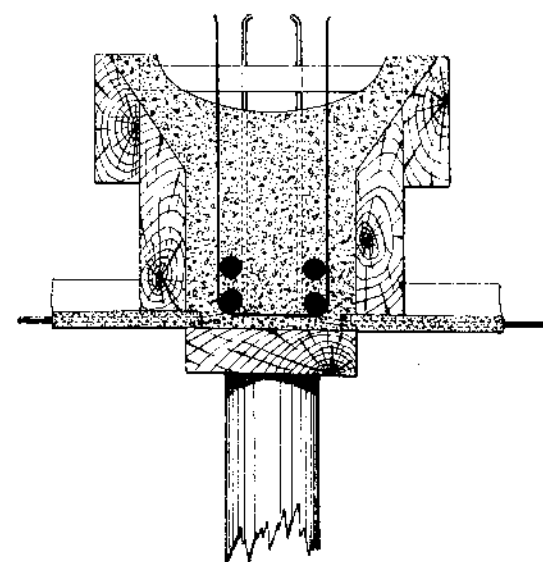
по а-в.



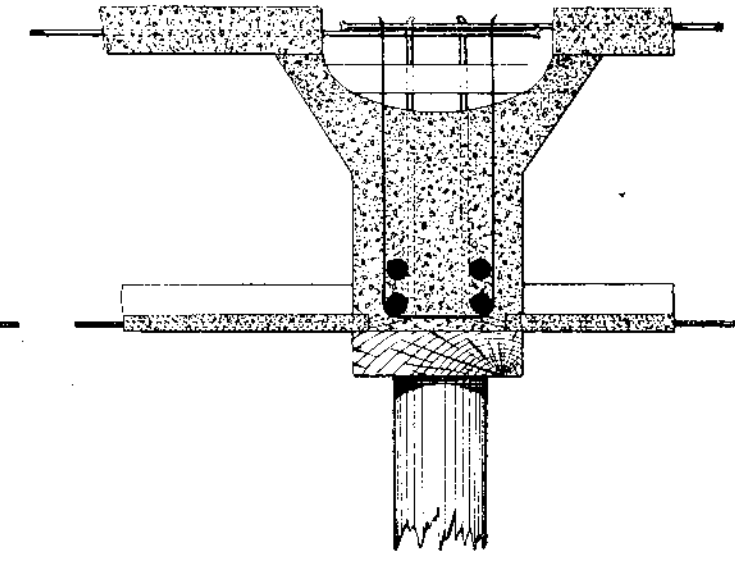
Фиг.3.
залъ №2.



Фиг.4.



Фиг.9.



Фиг.10.

ЧАСТИ ЗДАНИЙ.

ТАБЛИЦА 5. Фиг.1-12.

КОЛОННЫ. - СИСТЕМА ГЕННЕБИКА. - КОЛОННЫ.
ЗДАНИЕ СУДА ВЪ VERVIERS. ДОМЪ БАНКА ВЪ БАЗЕЛЪ.

