

ИТЕР

07/17  
693,54  
17 65

БЕТОНЩИН

ОНТМ • 1935

693.54  
П65

Инж. В. И. ПОЧТЕР

АБВ

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕС-  
КАЯ БИБЛИОТЕКА  
ВРСР

# БЕТОНЩИК

из 73  
~~Библиотечка  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕС-  
КАЯ БИБЛИОТЕКА  
ВРСР~~

65553

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕС-  
КАЯ БИБЛИОТЕКА  
ИМЕНА ВРСР

А. С. ПУШКИНА  
Изв. №2

ГЛАВНАЯ РЕДАКЦИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Ленинград

РЕСПУБЛИКАНСКАЯ  
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕС-  
КАЯ БИБЛИОТЕКА  
ВРСР

Москва

# ОПЕЧАТКИ

| Стр. | Строка      | Напечатано         | Следует читать      |
|------|-------------|--------------------|---------------------|
| 20   | 12 снизу    | Приготовление      | Приготовленные      |
| 22   | 11 сверху   | сжатие 28-й день   | сжатие на 28-й день |
| 36   | 24 "        | 15                 | 0,15                |
| 89   | 12 "        | барабана           | в центре барабана   |
| 99   | 8 "         | связывающие не всю | связывающие всю     |
| 102  | 1 снизу     | Рис. 49            | Рис. 49-а           |
| 103  | 14 сверху   | до 25 м            | до 2,5 м            |
| 109  | 3 "         | enl                | Enl                 |
| 138  | 8 и 9 снизу | Жаксона            | Джаксона            |

## ВВЕДЕНИЕ.

Одно из самых видных мест среди строительных материалов в последние десятилетия занимает бетон и железобетон. Строительная практика все более и более расширяет область его применения и создает самые разнообразные виды бетона.

Идея железобетона возникла из опыта французского садовника Монье. В 1861 г. он уложил в часть бетонных цветочных кадок железные прутья и обнаружил, что эти армированные, т. е. снабженные железом-арматурой<sup>1</sup> кадки прочнее таких же без арматуры. Отсюда вырос и вошел в историю строительства материал, без которого не обходится в настоящее время почти ни одна постройка, — материал, из которого возведен и возводится целый ряд чрезвычайно смелых конструкций и значительных по своим размерам сооружений.

Еще несколько ранее, в 1855 г., до Монье, француз Ламбо демонстрировал на Всемирной выставке в Париже железобетонную лодку, а в 1860 г. Коанье, также француз, строил из железобетона ряд подпорных стенок, акведуков и т. д. Но запатентовал свое изобретение впервые в 1867 г. Монье. Он и считается изобретателем железобетона.

Однако одни только опытные данные недостаточны для проектирования и постройки зданий из нового материала и признания за ним прав гражданства в строительстве. Необходимо было дать теоретическое обоснование его. Лишь в 1886 г. Кёнен дал первую теорию расчета железобетона и этим дал толчок к дальнейшим исканиям и работе в этой области.

С этого момента быстрыми шагами идет развитие железобетона как в опытной, так и в теоретической части, и железобетон прочно внедряется в строительство.

Что же обусловило широкое применение бетона и железобетона в строительстве? Бетон обладает целым рядом положительных свойств, дающих ему большое преимущество перед кирпичом и естественным камнем.

<sup>1</sup> Арматура вообще не обязательно должна быть железной.

Область применения бетона значительно шире, чем у кирпичной и другой кладки, так как бетон способен отливаться в любую форму, придаваемую ему опалубкой и по прочности может изменяться в соответствии с предъявляемыми к нему требованиями. Сроки исполнения конструкций из бетона значительно короче, чем каменных конструкций. Бетонные работы могут быть, как мы увидим ниже, механизированы почти полностью, чего нет при каменных работах. Наконец бетон обладает еще одним чрезвычайно важным свойством: его можно укладывать и в воде, где он затвердевает.

Бетон получил широкое применение в гидротехнических сооружениях. При бетоне гораздо легче достичь водонепроницаемости, чем при кирпичной и каменной кладке. Поэтому в таких конструкциях, как канализационные трубы, колодцы, резервуары и т. д., применяется почти исключительно бетон. Железобетонные сооружения более огнестойки, чем каменные и металлические, и после пожаров легче и быстрее восстанавливаются.

Однако наряду с целым рядом преимуществ обычный бетон обладает и отрицательными свойствами. Он имеет: а) большой вес по сравнению с кирпичной кладкой (куб. метр кирпичной кладки весит 1700 кг, куб. метр бетона на гравии или щебне — 2200 кг, куб. метр железобетона — 2400 кг); б) большую теплопроводность, что затрудняет устройство стен из бетона на щебне или гравии, в) большую звукопроводность и г) трудность внесения изменений и переделок в введенных сооружениях.

Для разрешения вопроса устройства бетонных малотеплопроводных стен техникой выдвинут и введен в употребление целый ряд теплых, легких бетонов, шлакобетонных камней и т. д., речь о которых будет идти впереди.

В России впервые железобетон начал применяться в 1891 г. Железобетонное строительство развивалось на основе разработанных в ряде стран технических условий и норм. Коррективы в эти нормы вносились и продолжают вноситься. Работы проф. Абрамса (Америка), проф. О. Граффа (Германия), проф. Н. Беллева, Скрамтаева (СССР) и других с 1914 г. по настоящее время внесли ряд новых веяний и методов в подбор состава бетона, в получение большей прочности его и т. д.

За последние годы введен ряд новых методов производства бетонных работ, с применением электронагрева, пропаривания, вибрационного способа укладки и т. д., повышающих качество бетона, ускоряющих производство этих работ и облегчающих ведение их в зимнее время.

Наконец, в годы 1932—1934 появился ряд новых, более совершенных конструкций из железобетона и новых взглядов и идей по их расчету. Поиски и применение новых конструкций, максимальная экономия железа, применение новых цементов и бетонов, индустриализация железобетонных и бетонных работ, механизация их, снижение стоимости с одновременным повышением качества железобетонных и бетонных работ и т. д. — вот основные пути, по которым идет в настоящее время развитие железобетонных работ.

Что же собственно мы называем бетоном и в чем заключаются свойства этого материала, создавшие ему такое почетное место в строительстве как у нас, так и в западных странах и в Америке?

Бетонами мы называем искусственные, твердеющие без обжига строительные материалы, составляемые из какого-либо вяжущего вещества, мелких и крупных заполнителей и воды.

В зависимости от употребляемых при изготовлении бетона материалов как вяжущих, так и прочих, получают различные виды бетонов: обычные бетоны на портланд-цементе, пуццолановые бетоны, шлакобетоны, асфальтобетоны, пенобетоны и т. д. Употребление тех или иных составляющих дает нам бетоны теплые и холодные, крупнопористые, мелкопористые и т. д.

Наконец, по способу укладки мы можем иметь бетон литой, пластичный, трамбованный, центробежный, вибрированный и т. д.

Как мы уже говорили выше, из соединения бетона и железа в одном теле был получен чрезвычайно прочный материал, который был назван железобетоном. Благодаря хорошему сплелению железа с бетоном эти два материала прочно соединяются в одно целое, работают как одно тело, дают «монолит». При дальнейшем рассмотрении свойств этих материалов мы увидим следующее: бетон и железо от нагревания или охлаждения расширяются или сжимаются почти одинаково. Это дает возможность соединять их в одно целое, так как при нагревании конструкции и расширении ее, а следовательно, при одинаковом изменении размеров обоих материалов, между ними не окажется пустот или, наоборот, вдавливания одного материала в другой, что в обоих случаях повлекло бы за собой появление трещин и нарушение цельности конструкции.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Способностью тел расширяться от нагревания и, наоборот, сжиматься при охлаждении мы пользуемся для практических целей. Так,

Не все тела одинаково расширяются и сжимаются от изменения температуры. Для того чтобы измерить и оттенить это свойство каждого материала изменяться в размерах под влиянием изменения температуры, физика вводит характеризующий каждый материал «коэффициент линейного расширения».

Коэффициентом линейного расширения тела мы называем удлинение единицы длины тела при увеличении температуры его на один градус.

Коэффициент линейного расширения почти для каждого материала различен. Однако для железа и бетона он почти одинаков и равен примерно 0,000010 на один градус Цельсия.

Одно замечательное явление мы наблюдаем при соединении двух материалов — железа и бетона: железо, как показал целый ряд наблюдений, не ржавеет в бетоне, а сохраняется в том виде, в каком оно было в него заложено. О том, что железо хорошо сплывается с бетоном, мы уже упоминали выше.

Все эти свойства обоих материалов дали возможность соединять их в одно монолитное тело — железобетон.

Исключительные свойства изобретенного Монье железобетона привели к громадному распространению его в строительной практике во всем мире.

Развитие бетонных и железобетонных работ в СССР находится в неразрывной связи с общим развитием всего строительства второго пятилетнего плана. Объем строительства второй пятилетки достигает громадной цифры в 133,4 миллиарда рублей. По сравнению с первой пятилеткой он увеличился в 2,6 раза.

По статистическим данным (за 1932 г.) бетонные и железобетонные работы составляют 22% всего объема основных строительных работ. Эти цифры дают представление о том месте и значении, которое бетон и железобетон имеют в нашем строительстве. Объем бетонных работ в 1934 г. по Союзу был примерно равен 7,5 млн. м<sup>3</sup>. Оглядываясь на строительство последних лет, мы видим громадные железобетонные корпуса наших заводов, железобетонные мосты, плотины, огромное коммунальное строительство, большое строительство из теплого бетона и т. д. Везде мы видим бетон и железобетон.

---

например, чтобы надеть железный обод на колесо, мы разогреваем обод и тогда свободно надеваем его на колесо. Охлаждаясь, обод сжимается и стягивает колесо. На том же принципе основано и устройство термометра. Ртуть в шарике термометра при повышении температуры расширяется и поднимается по трубке термометра вверх, показывая повышение температуры. Обратное явление происходит при охлаждении.

Во втором пятилетнем плане предусмотрено дальнейшее увеличение железобетонных типов строительства в общем объеме с 14,9% всего объема в 1933 г. до 18,8% в 1937 г. Вот почему так силен интерес к нему у техников, вот почему так настойчиво научно-техническая мысль ищет новые железобетонные конструкции, новые приемы работ, новые методы расчета. Состоявшаяся в Харькове в мае 1934 г. III Всесоюзная конференция по бетону, железобетонным и каменным конструкциям особо выпукло выявила тот интерес и значительные сдвиги, которые имеются у нас в области этих видов строительных работ.

Мощное развитие нашего хозяйства, небывалые темпы строительства потребовали резкого увеличения выпуска основного материала бетонных и железобетонных работ — цемента.

Производство цемента с 11 млн. бочек в 1927—1928 г. возросло до 22½ млн. бочек в 1932 г.; мощность заводов цементной промышленности к концу 1932 г. достигла 32 млн. бочек. За годы первой пятилетки в строительство новых цементных заводов и на реконструкцию старых заводов было вложено 323 млн. руб. Построены новые заводы общей мощностью в 14,5 млн. бочек. Реконструкция 14 старых заводов повысила их мощность с 10,5 млн. до 17,6 млн. бочек (Итоги выполнения первого пятилетнего плана развития народного хозяйства Союза ССР. Госплан СССР, изд. 1933).

Несмотря на такое громадное увеличение выпуска цемента, последний все же до последних дней остается дефицитным материалом. Размах бетонных и железобетонных работ так велик, что и это увеличение удовлетворить потребность строительства в цементе полностью еще не может.

Второй пятилетний план намечает постройку новых цементных заводов на сырьевой базе, имеющейся у нас в достаточном количестве.

Но наше строительство идет не только по проторенной дорожке употребления одного вида цемента, так называемого портландского. Мы изучаем и вводим в жизнь новые виды цементов и бетонов, новые вяжущие вещества, различные добавки к старому цементу. Этим не только смягчается дефицитность цемента, но и достигается повышение в ряде случаев качества бетонных работ. Поясним это примером. Строительная практика показала, что применение обычного портланд-цемента не всегда обеспечивает долговечность сооружений.

При бетонных работах, например в гидротехнических сооружениях, лучшие результаты дают не обычные портланд-цементы, а цементы с плиццолановыми добавками, так назы-



ваемые пуццолановые портланд-цементы и т. д. В соответствующем месте мы к этому еще вернемся и рассмотрим ряд бетонов и цементов, употребляемых в настоящее время в строительстве.

Всякий камень, кирпич, а также бетон способен выдерживать значительную нагрузку, сжимающую его. Как говорят техники, эти материалы хорошо работают на сжатие, хорошо сопротивляются сжимающим усилиям. Если попробовать эти же материалы растягивать, разрывать, то видно будет, что

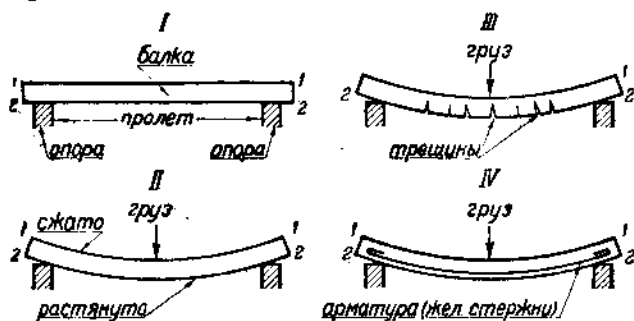


Рис. 1 Изгиб бетонной и железобетонной балочки.

растягивающим усилиям они сопротивляются значительно хуже, чем сжимающим. В лабораториях, где производятся опыты над раздавливанием (сжиманием) образцов из камня, кирпича, бетона и т. д. и над разрывом образцов из тех же материалов, это свойство каменных и бетонных материалов легко доказывается.

Приведем здесь один из таких опытов. Сделаем небольшую бетонную балочку и положим ее на две опоры (рис. 1<sup>а</sup>). Нагрузим ее сверху каким-либо грузом. Под действием этой нагрузки балочка начнет прогибаться. Прогиб балочки будет, конечно, увеличиваться по мере увеличения нагрузки и, наконец, увеличится настолько, что балочка разрушится. Появляющиеся при этом трещины, как показывают лабораторные наблюдения над изгибаемой балочкой, сосредоточиваются вначале в нижней части ее.

Чем можно объяснить это явление? Если мы рассмотрим форму изогнутой балочки (рис. 1<sup>в</sup>), то увидим, что нижняя часть ее удлинилась, растянулась, а верхняя укоротилась, сжалась. Мы это увидим яснее, изгибая деревянный брусок. Появление трещин сначала в нижней растянутой части балочки показывает, что бетон хуже сопротивляется растяжению, чем сжатию.

Однако есть материалы, которые одинаково хорошо работают и на растяжение и на сжатие. К таким материалам относится в первую очередь железо. Поэтому, если в натянутую часть балочки заложить железные прутья, то они воспримут большую часть растягивающих усилий, которые возникают в балочке под влиянием нагрузки, и таким образом предохранят ее от трещин, появляющихся вследствие плохой работы бетона на растяжение. Так объясняется основная идея железобетона.

Производство железобетонных работ разделяется на следующие части: а) заготовку и установку опалубки — формы железобетонной конструкции, б) заготовку и установку арматуры — железного скелета конструкции, в) приготовление и укладку бетона и г) после положенного срока выдержки бетона в опалубке — снятие опалубки, так называемую распалубку, после которой, если по техническим условиям это требуется, производится отделка поверхности бетона.

Все эти работы, производимые плотниками, арматурщиками и бетонщиками соответственной квалификации с должным количеством подобной рабочей силы, неразрывно связаны друг с другом, и малейшая неточность в работе одной квалификации скажется при работе другой и нарушит цельность и прочность конструкции. В самом деле, если опалубка сделана неверно, арматура не поместится в ней или будет слишком свободной. Бетона придется уложить или больше, что вызовет большой перерасход его, увеличение веса, а следовательно нарушит работу всей конструкции, что недопустимо, или же, если опалубка сужена, уменьшена, то объем бетона будет меньшим, а конструкция ненадежной. И в том и в другом случае мы нарушаем цельность конструкции, правильность ее работы.

В чисто бетонных работах выпадает процесс заготовки и укладки арматуры. В остальном же остаются те же работы, что и при железобетоне.

Бетонные и железобетонные работы довольно просты по своему выполнению, но требуют к себе исключительного внимания, добросовестного выполнения, предварительного испытания всех пускаемых в дело материалов и усиленного технического надзора. Недосмотр, небрежность в работе, пуск в дело непроверенных материалов — вот основные причины больших катастроф, которые имели место в строительстве из железобетона. Конечно, качество проектов, расчетов и чертежей играет решающую роль и здесь. При ошибках в проекте или расчете катастрофа может произойти и при блестящем качестве выполняемых работ.

Решения XVII Съезда Всесоюзной коммунистической партии (большевиков) особо жестко поставили вопрос о качестве выпускаемой продукции. В железобетоне, как мы указывали выше, качество производимых работ играет решающую роль не только для общего вида здания и его отделки, но и для прочности всего сооружения. Поэтому никаких отступлений от технических требований и условий производства бетонных и железобетонных работ не должно быть. Вот почему так важна роль бетонщика, вот почему он должен правильно выполнять свою работу.

Что должен знать бетонщик для того, чтобы произвести свою работу быстро, дешево и хорошо?

Он должен прежде всего иметь ясное представление о материалах, идущих на приготовление бетона, о производстве и заготовке их, о свойствах и простейших испытаниях материалов для определения пригодности их для бетона.

Бетонщик должен ознакомиться с бетонами различного вида, с назначением и со способами приготовления их. Оущественную часть необходимых знаний должны составить сведения об организации производства самих работ, рациональном устройстве складов материалов, подготовке самих материалов, приготовлении бетона, транспорте и укладке его на место. Механизации всех этих процессов должно быть уделено самое серьезное внимание. Совершенно естественно, что бетонщик должен иметь и понятие об основных конструкциях из бетона и железобетона, с которыми главным образом ему приходится сталкиваться в процессе своей работы. Переход работ на заводской метод, являющийся одной из первоочередных задач, не может остаться неизвестным квалифицированному бетонщику, и потому он должен иметь понятие и о бетонных заводах и о оборном железобетоне.

Наконец, отказ от сезонности строительных работ, производство работ круглый год заставляет бетонщика хорошо знать условия производства бетонных и железобетонных работ в зимнее время.

Квалифицированный бетонщик, желающий работать добросовестно и сознательно, принося максимальную пользу делу социалистического строительства, должен уметь критически отнестись к целому ряду вопросов и задач, с которыми ему приходится сталкиваться на стройке, а для этого он должен приобрести известные знания, пройти необходимый ему для своей квалификации технический минимум.

## Глава первая.

### ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА.

**Целевая установка:** Рассмотреть разные виды вяжущих веществ, разделить их и значение того или иного вяжущего вещества для бетонов. Ознакомиться с производством портланд-цемента, его характеристикой и способами простейших испытаний на постройке.

**Содержание:** Вяжущие вещества. Воздушные и гидравлические вяжущие вещества и гидравлические добавки. Известки воздушная и гидравлическая. Роман-цемент. Портланд-цемент. Сырье и производство портланд-цемента. Упаковка цемента. Хранение цемента. Технические условия и основные испытания портланд-цемента. Марки портланд-цемента. Высоко-сортные портланд-цементы. Глиноземистый цемент и его применение. Прочие цементы: пуццолановые и шлаковые портланд-цементы, глинистые цементы. Гидравлические добавки. Известково-шлаковый цемент. Известково-пуццолановый цемент. Пуццолановый портланд-цемент. Шлако-портланд-цемент. Контрольные вопросы.

#### § 1. Вяжущие вещества.

Вяжущими или цементирующими веществами называются такие порошкообразные материалы, которые при затворении с водой образуют тесто, превращающееся само по себе (затвердевающее) на воздухе или в воде в твердое камневидное тело.

Вяжущие вещества употребляются в смеси с различными наполнителями, образуя растворы и бетоны.

#### § 2. Воздушные и гидравлические вяжущие вещества и гидравлические добавки.

Некоторые растворы твердеют только на воздухе, другие же — как на воздухе, так и под водой. Первые из этих растворов мы называем воздушными, вторые, твердеющие и в воде, называются гидравлическими. Воздушным

или гидравлическим раствор будет в зависимости от вида вяжущего вещества, употребляемого для его приготовления.

К воздушным вяжущим веществам относятся в первую очередь воздушная известь и штукатурный гипс.

К гидравлическим вяжущим веществам относятся (по ОСТ 5051) вяжущие вещества, не содержащие гидравлических добавок или содержащие их не более 15%.

Эти вяжущие вещества следующие: 1) гидравлическая известь, 2) роман-цемент, 3) портланд-цемент и 4) глиноземистый цемент.

Гидравлические вяжущие вещества, которые содержат гидравлические добавки в количестве более 15%, дают: 1) известково-пуццолановый цемент, 2) известково-шлаковый цемент, 3) глинистый цемент. К этому же типу вяжущих веществ относятся вещества, получаемые от смешения портланд-цемента с гидравлическими добавками: 1) пуццолановый портланд-цемент и 2) шлако-портланд-цемент.

Гидравлические добавки, придающие некоторым вяжущим веществам гидравлические свойства, т. е. способность отвердевать без доступа воздуха, или придающие гидравлическим вяжущим специальные свойства, делятся на естественные и искусственные.

К гидравлическим добавкам относятся: пуццоланы, трассы, диатомиты, трепела, гранулированные доменные шлаки, глинистые обожженные материалы, синтофф и т. д.

Путем смешения извести с гидравлическими добавками получают известково-шлаковые и известково-пуццолановые цементы. Кроме того, если к гидравлическому вяжущему прибавить гидравлическую добавку, то получают гидравлические вяжущие вещества, обладающие уже особыми свойствами в смысле долговечности. Из них назовем шлаковый портланд-цемент и пуццолановый портланд-цемент.

Необходимость добавления к портланд-цементу, наиболее распространенному из гидравлических вяжущих веществ, специальных добавок выявилась еще в 90-х годах прошлого столетия. Тогда исследованиями ученых Михаэлиса и Ле-Шателье было установлено, что бетонные сооружения, сделанные из портланд-цемента и подвергающиеся действию морской или других вод, содержащих в себе соли, в конце концов разрушаются.

Дальнейшие работы ученых в этой области показали, что

употребление пуццолановых и шлаковых портланд-цементов, вместо чистого портланд-цемента для бетонов, подвергшихся вредному воздействию различных вод, обеспечивает достаточную долговечность этих бетонов.

Остановимся несколько подробнее на основных вяжущих веществах, с которыми строителю приходится чаще всего сталкиваться.

### § 3. Известь воздушная.

Известь получается путем обжига известняков. Известняки, идущие на приготовление воздушной извести, не должны заключать в себе значительных примесей глинистых веществ.

Путем обжига известняков при температуре  $1000-1100^{\circ}$  получается комовая негашеная известь, называемая также кипелкой. Куски обожженной извести при обливании водой начинают гаситься, превращаясь в мелкий порошок — пушонку. При достаточном количестве воды (примерно 3 объема воды на 1 объем извести-кипелки) известь получается в виде мягкого, пластичного теста (известковое тесто). В таком виде известь и идет в дело для приготовления раствора на постройке.

### § 4. Гидравлическая известь.

Обыкновенная известь при затворении водой твердеет только при достаточном доступе воздуха, вследствие чего она и носит название воздушной. Кроме этой извести имеется еще известь гидравлическая.

Гидравлическая известь получается умеренным обжигом не доводимых до спекания глинистых известняков или известковых мергелей. Обожженный продукт при смачивании водой гасится частично или полностью в порошок, а при достаточном количестве воды образует тесто, которое в отличие от воздушной извести, начав твердеть на воздухе, продолжает отвердевать и под водой. По скорости твердения и достигаемой при этом прочности различают несколько сортов извести. Цвет ее желтоватый, иногда буроватый или светлосерый.

Гидравлическая известь была получена еще в 1756 г. англичанином Смитом, но до настоящего времени у нас она еще мало применяется.

Развитие применения гидравлической извести у нас, в СССР, чрезвычайно важно, так как она с успехом может за-

менить при некоторых работах (кладке и т. д.) дефицитный и дорогой портланд-цемент.

### § 5. Роман-цемент.

Если для обжига мы употребим известковые или магнезиальные мергели, более богатые глиной, чем те, которые берутся для получения гидравлической извести (не менее 20 % глины), то, будучи обожженными и смоченными, они не рассыпаются в порошок. В этом случае обожженные куски раздробляются и размалываются. После размола этих кусков в тонкий порошок получается гидравлическое вяжущее, называемое роман-цементом.

Роман-цемент схватывается быстро. Хороший роман-цемент, однако, не должен схватываться ранее 15 минут после затворения. По свойствам своим и прочности он значительно уступает портланд-цементу и при ответственных бетонных работах употреблять его не следует.

### § 6. Портланд-цемент.

Основным вяжущим веществом, идущим для бетонных и железобетонных работ, до сих пор остается портланд-цемент. Более ста лет портланд-цемент занимает главное место в среде всех вяжущих веществ. Мировая добыча портланд-цемента в 1928 г., в период своего наивысшего расцвета, достигла цифры в 400 млн. бочек. По сравнению с 1913 г., т. е. годом, предшествовавшим империалистической войне, добыча портланд-цемента увеличилась на 78%.<sup>1</sup>

Определение портланд-цемента по утвержденной номенклатуре вяжущих веществ следующее:

«Портланд-цемент есть гидравлическое вяжущее вещество, продукт тонкого перемола клинкера, получаемого равномерным обжигом до спекания тщательно дозированных искусственных смесей материалов, содержащих углекислую известь и глину, или натуральных материалов (мергелей) надлежащего состава».

Портланд-цемент изобретен в 1824 г. шотландским каменщиком Аспдином. Название «портланд» было дано потому, что отвердевший цемент напоминал камень, употребляемый в строительстве в Англии и добываемый на юге Англии, в Портланде.

<sup>1</sup> Проф. В. А. Кинд.

Первый русский цементный завод построен в 1856 г. Однако развитие производства портланд-цемента в дореволюционной России шло крайне медленно. Только с мощным развитием нашего социалистического хозяйства двинулась вперед и цементная промышленность, возрастающая как качественно, так и количественно с каждым годом.

## § 7. Сырье и производство портланд-цемента.

Портланд-цемент отличается от роман-цемента большей прочностью и стойкостью.

При производстве портланд-цемента в отличие от производства роман-цемента сырые материалы обжигаются до спекания.

Портланд-цемент готовится из смеси известняка и глины. В природе иногда встречаются известняки, заключающие в себе, кроме углекислой извести, глину. Это так называемые известковые мергели. Они и идут на приготовление портланд-цемента. У нас на Черноморском побережье, от Новороссийска до Сочи, имеются огромные залежки хороших мергелей, идущих на приготовление портланд-цемента без всяких примесей. Наличие этих залежек способствовало развитию цементной промышленности в этом крае и созданию группы мощных цементных заводов (Новороссийские цементные заводы).

Производство портланд-цемента идет заводским путем, проходя следующие стадии:

1) Подготовка сырых материалов к обжигу. Материалы, идущие на приготовление цемента (известняк и глина) измельчаются в тонкий порошок и смешиваются между собой в определенных пропорциях. Измельчение и перемешивание производится как предварительно высушенных материалов, так и с добавлением значительного количества воды. Различают следующие способы подготовки сырых материалов: а) мокрый способ, б) сухой и в) смешанный (полумокрый).

Мокрый способ применяется обычно в тех случаях, когда употребляемые в дело материалы сами по себе сильно влажны и мягки; при употреблении же в дело материалов более сухих выгоднее применять сухой способ.

При мокром способе смешивание сырых материалов и их измельчение происходит с добавлением значительного количества воды. При этом получается тестообразная масса, называемая ш л а м м о м. Последний направляется для обжига во вращающиеся печи.



При сухом способе процесс сложнее: вначале материалы дробятся, потом сушатся, размалываются в порошок и смешиваются. Такую смесь увлажняют. Из приготовленной таким образом смеси формируются кирпичи, которые затем обжигаются.

Все процессы как при сухом, так и при мокром способе, механизированы и производятся на специальных машинах.

2) Обжиг. Самой важной и ответственной операцией при производстве портланд-цемента является обжиг смеси материалов. Обжиг сырья производится до спекания при температурах от 1400 до 1500° по Цельсию. Обожженный продукт в виде отдельных кусков спекшейся массы называется клинкером.

Обжиг производится в печах шахтных или вращающихся. Вращающиеся печи введены в технику Америкой. Применение их значительно упростило, ускорило и повысило качество обжига.

Полный обжиг во вращательных печах продолжается несколько часов. Все производство полностью механизировано.

3) Хранение клинкера. Помол. Получаемый после обжига клинкер надлежит некоторое время выдержать, а потом размолоть в тонкий порошок. Чем тоньше помол, тем выше качество цемента. Помол его должен быть так тонок, чтобы на сите, имеющем 900 отверстий на 1 см<sup>2</sup>, при просеивании оставалось не более 2% по весу, а при более высокой марке цемента — не более 1%. Через сито в 4900 отверстий на 1 см<sup>2</sup> должно проходить не менее 75% для марок 0 и 00 (0 марках см. ниже) и 85% для более высокой марки 000. Размол клинкера производится в специальных шаровых и трубчатых мельницах.

4) Хранение в силосах. Тонкий порошок, полученный после измола клинкера, и есть собственно портланд-цемент. Однако до пуска в дело ему необходимо, для приобретения постоянства его свойств, дать известное время вылежаться. Вылеживание происходит в особых силосах. При вылеживании замедляется скорость схватывания цемента, а также происходит окончательное гашение кусочков извести, почему-либо оставшихся свободными, т. е. не вошедших в соединение с другими материалами при изготовлении цемента. Если эта известь своевременно не погасится, гашение может происходить в готовом бетоне и вызывать появление в нем трещин.

Силосы, в которых происходит вылеживание цемента, обычно представляют собой ряд вертикальных железобетонных камер цилиндрической формы.

Последней стадией приготовления цемента является его упаковка.

## § 8. Упаковка цемента.

Цемент упаковывается в бочки весом в 150—170 кг (т. е. чистым весом), а брутто, т. е. с тарой, около 195—210 кг. Кроме бочек цемент может быть упакован в специальные плотные бумажные мешки или мешки из ткани. Вес их — 50 кг нетто. Бочки и мешки должны обязательно иметь следующие обозначения: название завода и объединения, в которое входит завод, название цемента (марка), номер заводской партии и время изготовления цемента.

Кроме доставки в бочках или мешках, цемент может быть доставлен и в в а л о м, без тары. При этом, конечно, должны быть приняты специальные меры, предохраняющие цемент от влияния сырости, раструски и т. д.

Цемент, долго хранившийся, теряет в прочности и может быть пущен в дело после повторных тщательных испытаний. Поэтому пускать в дело цемент надлежит в порядке поступления его на склад, т. е. ранее прибывший на стройку цемент должен быть использован в первую очередь.

## § 9. Хранение цемента.

Большое внимание должно быть уделено хранению цемента на стройке. Для цемента должны быть построены специальные сараи с деревянным полом, поднятым от земли не менее чем на 30 см. Площадь пола этих сараев берется из расчета 10 бочек на 1 м<sup>2</sup>.

Бочки или мешки должны укладываться на некотором расстоянии от наружных стен.

При доставке цемента навалом, стены и пол должны быть сделаны особенно тщательно. Рекомендуется обить их, несколько выше загрузки цемента толем. Высота укладки цемента во избежание слеживания его не должна превышать один метр. При складах цемента, доставляемого навалом, необходимо предусмотреть возможность удобной выгрузки его из вагонов или автомашин и загрузки при отправке к бетономешалке. Цементные склады надлежит строить возможно ближе к путям сообщений. При этом наиболее целесообразно устраивать эти склады такими, чтобы в них (посредине) мог войти вагон или грузовик и цемент выгружался бы в закрытом, расположенные по обе стороны пути. Устанавливая у главных путей, по обеим сторонам, рельсы для вагонок, можно обеспечить быстрый доступ к цементу.

Более совершенной, широко распространенной в Америке является подача цемента прямо из вагонов на склад по трубам, помощью специальных насосов. Из таких насосов следует отметить насос «Фуллер — Киннион», засасывающий цемент и проталкивающий его по трубам в смеси с воздухом на склад или в силосы.

При доставке цемента на стройку из каждой партии берутся пробы для испытания в лаборатории. Разные партии цемента, хотя бы и вполне доброкачественные, могут отличаться друг от друга по своим свойствам, прочности и т. д. Поэтому ни в коем случае не следует сваливать в одно место цемент разных партий. Цемент сваливается в закрома, емкостью около одного вагона. Двухосный вагон вмещает 16 тонн цемента (примерно 100 бочек). Закрома цемента должны быть снабжены ярыками, на которых записывается номер партии, дата прибытия и вес загрузочного в закрома цемента. При таком порядке всегда имеется возможность следить за пуком в дело цемента в порядке сроков поступления его на склад и контролировать выпуск цемента со склада цемент по данным лаборатории.

Склады цемента надлежит устраивать самостоятельными. Устраивать в одном помещении склад цемента и склад алебаstra, гипса, мела и прочих пылевидных материалов во избежание засорения ими цемента воспрещается. В складах цемента надо иметь несколько свободных закрома на случай неожиданной доставки новой партии цемента.

## § 10. Технические условия и основные испытания цемента.

Всякая партия цемента, выпускаемая с завода, должна быть снабжена паспортом. Паспорт цемента — это бланк, в котором указываются результаты испытания проб из данной партии цемента, произведенных в заводской лаборатории.

В паспорте отмечаются все основные данные, характеризующие данный цемент, а именно: 1) сроки схватывания, 2) равномерность изменения объема, 3) тонкость помола, 4) сопротивление образцов, приготовленных из этого цемента, на разрыв и сжатие. Кроме того в паспорте цемента помечается дата составления его, наименование и адрес завода, марка цемента, номер наряда, в счет которого отгружен цемент, номер партии цемента, адрес и станция получателя цемента и номера накладных на вагоны, в которых отправляется цемент. Таким образом получатель всегда знает, к какому именно цементу относится выданный на него паспорт.

При доставке цемента на стройку, в лаборатории стройки производятся повторно основные испытания цемента, на которых мы остановимся ниже.

### § 11. Процесс твердения. Начало и конец схватывания.

При затворении цемента небольшим количеством воды получается цементное тесто, которое постепенно начинает сгущаться, затвердевать и, наконец, превращается в камневидное вещество. Прочность его будет постепенно возрастать.

Процесс твердения разделяется таким образом как бы на два периода: первый — схватывание, т. е. превращение теста в твердое состояние, и второй период — собственно твердение, когда происходит постепенное нарастание прочности.

Период схватывания у различных цементов имеет различную длительность. Иногда схватывание начинается так быстро с момента затворения цемента, что работа с ним чрезвычайно затрудняется. Схватившийся цемент пускать в дело нельзя. Наоборот, имеются цементы, которые долго не схватываются; это также создает осложнения в процессе работы с ними.

Техническими условиями стандарта на цемент установлены следующие сроки начала и конца схватывания:

Начало схватывания должно наступить не ранее 30 минут, а конец схватывания не позднее 12 часов от начала затворения.

В лабораториях начало и конец схватывания определяются помощью специального прибора — иглы Вика. На стройке, при отсутствии прибора, эти моменты приблизительно можно определить следующим образом:

Затворяя цемент с небольшим количеством воды (от  $\frac{1}{4}$  до  $\frac{1}{3}$  веса цемента), тщательным перемешиванием получают тесто, которое не растекалось бы. Из этого теста скатывают шарик, диаметром около 4 см, и кладут его на стеклянную пластинку размером 10×10 см. Легким постукиванием пластинки о край стола заставляют шарик распластаться в лепешку толщиной в середине около 1.5 см и диаметром около 8 см.

Приготовив такую лепешку, пробуют ее каждые 5 минут легким нажимом ногтя или острым ножом. Вначале ноготь или острое будет входить в тесто без всякого усилия, и след, который останется после нажима ногтя, будет сразу заплывать. Через некоторое время после начала затворения наступит момент, когда тесто при легком нажиме ногтя будет не-

сколько сопротивляться и след уже не заплывет. Этот момент соответствует началу схватывания пробуемого цемента. Когда же на лепешке слабый нажим ногтя или острия ножа не оставит вообще заметного следа, — следует считать, что схватывание закончилось. Время, прошедшее от начала затворения до этого момента, определит продолжительность схватывания.

## § 12. Равномерность изменения объема.

Следующим обязательным испытанием качества цемента на самой стройке является испытание его на равномерность изменения объема. Цементное тесто, как и другие тела, изменяется в объеме под влиянием изменений как внутренних, так и среды, их окружающей. Бывают случаи, при недоброкачественном цементе, когда изменение объема бывает неравномерным и изменения эти настолько значительны, что вызывают разрушение раствора и бетона. Такие цементы непригодны для работ. Причиной этих явлений может служить присутствие в цементе свободной извести, излишнего количества гипса или магнезии.

Испытание цемента на равномерность изменения объема — одно из самых существенных. Без этого испытания не должен быть пущен в дело ни один цемент. Испытание это простыми средствами может быть легко произведено на постройке; заключается оно в следующем:

1) Приготавливают пластичное тесто из 800 г цемента. Из него скатывают 6 шариков, каждый диаметром около 4 см. Эти шарики кладут на стеклянные пластинки, покрытые влажной пропускной бумагой.

Легким постукиванием пластинки шарик распластывают в лепешку диаметром около 7 см и толщиной посредине около 1 см. Поверхность лепешки сглаживают мокрым ножом.

Приготовленные таким образом лепешки сохраняют 24 часа во влажном воздухе. Четыре лепешки, выдержанные 24 часа, кладут в сосуд с водой, на подставках, таким образом, чтобы две лепешки находились в воде, а две другие выше уровня воды. Воду в сосуде доводят до кипения и кипятят в течение 4 часов. Закончив кипячение, лепешки оставляют в воде, которая постепенно охлаждается до следующего дня.

Если после этого на лепешках, вынутых из воды, не обнаружится трещин, а также искривлений (рис. 2), цемент признается годным.

Оставшиеся две лепешки (мы приготовили их шесть и четыре из них взяли на пробу кипячением) через 24 часа кла-

дут в воду комнатной температуры, где их выдерживают в течение 27 дней. В этот промежуток времени лепешки также не должны дать трещин и искривлений (см. тот же рис. 2).

На постройке проба кипячением дает возможность скоро и просто определить доброкачественность цемента. Результатов пробы в воде, ввиду длительности ее, не всегда возможно дожидаться до употребления цемента в работу. Однако учет и этой пробы должен быть обеспечен.



Рис. 2. Испытание цемента лепешками.

### § 13. Испытания прочности.

Кроме этих испытаний, в лабораторных производятся испытания прочности цементов на разрыв и раздавливание.

Для испытания на разрыв приготавливаются образцы из цементного раствора (смесь цемента, песка и воды). Цемента в раствор берут одну часть, песка — три части. Образцы имеют вид восьмерки (рис. 3) и приготавливаются в специальных формах.

Образцы эти, выдержанные последовательно 4, 7 и 28 дней, разрываются на специальном рычажном приборе, названном, по имени его изобретателя, прибором Михаэлиса.

Испытание на раздавливание производится на особых прес-

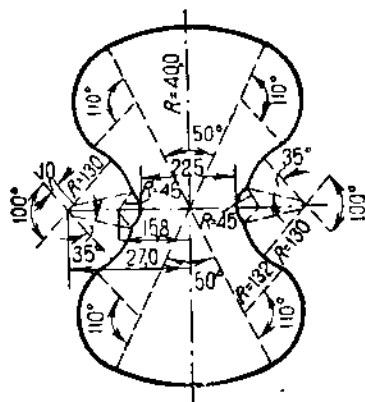


Рис. 3. Восьмерка.

сах (например Амслера-Лафона, Шенка и др.). Для этого испытания из того же раствора 1:3 готовят кубики размерами  $7 \times 7 \times 7$  см. Эти кубики хранятся во влажной среде и в воде и испытываются через 4—7—28 дней после затвердения. На прессе их раздавливают (разрушают). По этим испытаниям узнают временное сопротивление<sup>1</sup> этого раствора.

Временное сопротивление кубика из цементного раствора состава 1:3 (одна часть цемента, три части вольского песка), приготовленного и хранившегося в стандартных условиях, при испытании его на сжатие 28-й день, называется активностью цемента.

Активность цемента определяется в лабораториях, оборудованных специальной аппаратурой.

На стройке, однако, не всегда имеется возможность производить эти длительные испытания и ждать получения результатов их. Поэтому в условиях полевых лабораторий разрешаются ускоренные пробы и испытания балочек из раствора на изгиб или замена стандартных образцов из раствора образцами малых размеров из цементного теста. Для перехода от этих полевых испытаний к выявлению активности цемента имеются соответствующие данные.

#### § 14. Марки цемента.

В зависимости от активности различают цемент нескольких сортов (марок). Марки цемента следующие: О—обыкновенный цемент с временным сопротивлением сжатию (через 28 дней) не менее  $160 \text{ кг/см}^2$ , ОО—повышенный, дающий через 28 дней временное сопротивление сжатию не менее  $275 \text{ кг/см}^2$  и, наконец, цемент марки ООО—высокосортный с временным сопротивлением сжатию не менее  $420 \text{ кг/см}^2$ .

Марки цемента должны быть обозначены на бочках, согласно действующим инструкциям, следующим образом: марка О должна быть написана черной краской, марки ОО и ООО—красной краской. В зависимости от сорта цемента на бочках черной краской помечаются буквы Т—гравесовый цемент, П—пуццолановый и Ш—шлаковый.

#### § 15. Высокосортные портланд-цементы

Необходимость иметь цементы более высокого качества, дающие большую прочность в более короткие сроки твердения, чем обычный портланд-цемент, заставила выпускать

<sup>1</sup> О временных сопротивлениях см. ниже § 52.

высокосортные цементы. Эти цементы получают некоторым изменением подбора составных частей (повышенное содержание окиси кальция), выбором составных частей повышенного качества без посторонних примесей и, наконец, более совершенным производством.

При производстве этих цементов особое внимание обращается на тщательный обжиг и тончайший помол как сырых материалов, так и самого цемента.

У нас, в Союзе, высокосортный цемент известен под маркой 000. Выпускается он заводами новороссийской группы. Производство его организуется и на других заводах.

Высокосортные цементы следует употреблять в наиболее ответственных сооружениях, стремясь максимально использовать его свойства быстрого твердения и большей прочности.

## § 16. Глиноземистый цемент и его применение.

Среди цементов особое место занимает глиноземистый или, как его иногда называют, бокситовый цемент. При употреблении в дело глиноземистого цемента получается чрезвычайно высокая прочность бетона, из него приготовленного, и, что особенно важно, значительная прочность получается уже через несколько часов после затворения. Это замечательное свойство глиноземистого цемента дает возможность распалубить забетонированную часть буквально через несколько часов, использовать ту же опалубку и допускать нагрузки на бетон в кратчайшие сроки с момента укладки.

Проф. Кинд приводит в своей книге «Специальные цементы» ряд таких примеров. После пожара одной механической мельницы, лестницы на ней были забетонированы на глиноземистом цементе и были готовы для эксплуатации через 24 часа. В Ницце (на юге Франции) одно торговое помещение надо было увеличить на 1000 м<sup>3</sup>; был применен глиноземистый цемент; работы были закончены во время перерыва между закрытием и открытием магазина.

Применение глиноземистого цемента во время империалистической войны дало возможность французам, изготавлившим его, устанавливать орудия на бетонных платформах в кратчайший срок, что приводило в недоумение немцев, не знавших этого секрета. Глиноземистый цемент, кроме того, не разрушается, как порланд-цемент, под действием минерализованных вод, противостоит действию серноокислых солей, слабых кислот и мало чувствителен к низким температурам.

Глиноземистый цемент состоит из тех же составных частей.



что и портланд-цемент. Сильно разнятся в них только процентное содержание этих частей.

Сырье, из которого производится глиноземистый цемент, бокситы, является одновременно основным сырьем для производства алюминия. На базе месторождений бокситов у нас, в СССР, строятся алюминиевые комбинаты (Тихвинский, Уральский). Ограниченность мировых запасов сырья для приготовления глиноземистого цемента, высокая стоимость производства его, в 2—3 раза превышающая стоимость портланд-цемента, не благоприятствуют развитию применения глиноземистого цемента в широких размерах. Во Франции, занимавшейся производством глиноземистого цемента с 1908 г., выпуск его составляет не более 1% от всего выпуска портланд-цемента. Производство глиноземистого цемента осваивается в настоящее время и у нас в Союзе.

### § 17. Гидравлические добавки. Пуццоланы.

Прежде чем говорить о других цементах, ознакомимся с некоторыми распространенными гидравлическими добавками как естественными, так и искусственными.

К числу естественных добавок относятся пуццоланы, представляющие собой вулканический пепел (туф), подвергшийся с течением времени целому ряду изменений и сохранившийся в землист-рыхлом виде. Этот пепел иногда представляет собой твердую камневидную породу и называется в этом случае т р а с с о м.

Из пуццолан наиболее известны итальянские. В прежнее время они добывались главным образом у городка Пуццуоли (Италия), откуда и получили свое название. Из других пуццолан известны санторинская земля, добываемая на острове Санторин (ныне Тир) в Греческом архипелаге, французские пеплы, японская пуццолана, северо-американские вулканические пеплы.

В СССР пуццоланы, вулканические пеплы и трассы имеются в Крыму у горы Карадаг (карадагский трасс), на Северном Кавказе в окрестностях города Налчика, в Азербайджане в районе города Нухи и в Армении близ с. Теджирабак.

### § 18. Диатомиты и трепела.

К гидравлическим добавкам относятся также диатомиты, или диатомовая земля, и трепела. Они представляют собой легкую породу, легко растирающуюся между пальцами. В состав их входит главным образом кремнезем.

Диатомиты — это панцири диатомовых водорослей, подвергнувшихся значительным изменениям. Трепета не имеют остатков организмов и состоят из мельчайших зерен кремнезема.

Залежи диатомитов имеются в СССР в Пензенской, Ленинградской областях (Кингисепп), Куйбышевском крае и в Грузии. Трепета имеются в Западной области (брянский и т. д.) и на Урале (сухоложский).

Трепел в настоящее время применяется на заводе им. Воровского в Западной области для производства пуццоланового портланд-цемента.

## **§ 19. Глинистые материалы.**

В качестве искусственных гидравлических добавок применяются также глинистые материалы.

Обожженная при температуре от 600 до 800° и измельченная затем каолиновая глина, богатая окисью алюминия и кремнеземом, является хорошей гидравлической добавкой. Эта гидравлическая добавка идет на приготовление известково-пуццоланового или, как его обычно называют, глини-цемента.

## **§ 20. Гранулированный основной доменный шлак.**

Из искусственных гидравлических добавок следует отметить также гранулированный доменный шлак, получаемый при выплавке чугуна. Процесс грануляции шлаков заключается в быстром охлаждении их, которое производится искусственным путем при помощи воздуха или воды (воздушная или водная грануляция). Доменные шлаки делятся на основные и кислые. Эти шлаки отличаются друг от друга, кроме разного химического состава, следующим: гранулированный основной доменный шлак, затворенный в порошкообразном состоянии водой, может медленно затвердевать сам по себе. Этим свойством не обладает ни кислый доменный шлак, ни другие кислые добавки (пуццоланы и др.).

Гранулированный шлак идет на приготовление специальных шлаковых цементов (шлако-портланд-цемент и др.).

## **§ 21. Прочие цементы: пуццолановый портланд-цемент и шлаковый портланд-цемент; глинист-цемент.**

Выше мы уже говорили о различного вида гидравлических добавках. Путем смешивания различных вяжущих с этими

добавками можно получить цементы, обладающие некоторыми особенностями и преимуществами перед вяжущим без этих добавок.

В чем же заключаются преимущества таких пуццоланизированных цементов? Под влиянием проникновения в тело бетона воды происходит насыщение ее известью из бетона, образовавшейся в процессе твердения цемента, и постепенное выщелачивание этой извести проточной водой. Это постепенное выщелачивание извести из бетона производит разрушение его, названное проф. В. П. Скрыльничковым «белой смертью бетона».<sup>1</sup>

Бетонный массив, затворенный на портланд-цементе, находящийся в морской воде, воде богатой углекислотой или в минерализованной воде, в конечном итоге, как показали наблюдения, разрушается.

Наблюдения и ряд произведенных опытов показали, что если портланд-цемент смешать с гидравлическими добавками, то получаются специальные цементы и бетоны на их основе, которые противостоят вышеуказанным вредным влияниям на бетон. Объясняется это тем, что свободная известь цемента связывается добавкой и с трудом растворяется водой.

Растворы и бетоны, приготовленные на пуццолановых портланд-цементов, плотнее, а следовательно и более водонепроницаемы, чем приготовленные на обычном цементе. В то же время и прочность таких бетонов через известный промежуток времени больше, чем приготовленных на портланд-цементе. Кроме этих положительных свойств, введение пуццолан снижает себестоимость цемента, а следовательно снижает и стоимость строительства. Недостатком пуццолановых портланд-цементов является более медленное твердение, чем у обычных портланд-цементов, что иногда замедляет темп работ.

Применение пуццолановых и шлаковых цементов все более и более внедряется в строительство.

## **§ 22. Известково-шлаковый и известково-пуццолановый цементы.**

Известково-шлаковый цемент представляет собой приготовленную заводским путем смесь порошкообразной гашеной извести с предварительно измолотым в тонкий порошок гранулированным основным доменным шлаком. Известково-шлаковые цементы медленно твердеют, особенно на

<sup>1</sup> Проф. Кинд.

воздухе. При твердении во влажных условиях эти цементы дают более высокую прочность, чем при твердении на воздухе, а потому рекомендуется применять их в местах, где обеспечено влажное твердение.

Употреблять этот цемент нужно только в свежем состоянии, т. к. в процессе лежания он понижается в своих качествах.

Известково-пуццолановые цементы представляют собой приготовленную заводским путем смесь порошкообразной гашеной извести (пушонки) с предварительно измолотой кислой гидравлической добавкой (пуццолана, трепел, глинит). Извести гашеной, как и в известково-шлаковом цементе, содержится от 10 до 30 процентов по весу.

Цементы известково-пуццолановые находят широкое применение в гидротехнических сооружениях, где они дают лучшие результаты, чем в надземных, так как для твердения их необходимо наличие влажной среды.

Известково-пуццолановые цементы относятся к медленно твердеющим цементам. Поэтому при употреблении в воздушных сооружениях надо выдерживать их продолжительное время во влажной атмосфере. В надземных сооружениях при употреблении их следует применять ряд мероприятий для повышения устойчивости таких цементов, как например добавку частично портланд-цемента, прибавление гидравлической извести, пропаривание, тщательное приготовление и др.

На этих цементах нельзя работать при наступлении заморозков, а тем более на морозе.

Долгое вылеживание вредно отражается на качестве этих цементов.

## § 23. Пуццолановые портланд-цементы.

По ОСТу пуццолановым портланд-цементом называется продукт, получаемый путем перемолла портланд-цементного клинкера и кислой гидравлической добавки (пуццолана, граасс, трепел, диатомит, синштофф и др.), вес которой от общего веса смеси составляет свыше 10 и не более 60% в зависимости от состава и свойств добавки.

Пуццолановый портланд-цемент экономичнее портланд-цемента, так как расходы по подготовке добавок значительно ниже. Эти цементы дают более плотный и более водонепроницаемый бетон. Употребляться они должны главным образом для подводных и подземных сооружений. Они более устойчивы и менее подвергаются разрушению в морских и

минерализованных водах. С увеличением возраста прочность бетонов на пуццолановом портланд-цементе возрастает более интенсивно и имеет тенденцию обогнать прочность бетонов на портланд-цементе.

Недостатком пуццолановых портланд-цементов является несколько замедленное твердение, затрудняющее быстрое производство работ и быстрое окончание сооружения.

В настоящее время уже выявлена полная возможность применения этих цементов для железобетона.

## § 24. Шлако-портланд-цемент.

«Шлако-портланд-цемент есть продукт, получаемый путем совместного перемола портланд-цементного клинкера и гранулированного доменного шлака. Весовое содержание шлака в готовом продукте зависит от свойств и состава шлака и не должно превышать 85 %».

Этот цемент медленно схватывается и медленно твердеет.

Достоинства и недостатки его почти те же, что и у пуццоланового. Производство его дешевле портланд-цемента и дает возможность использовать отходы производства. Шлаковый портланд-цемент противостоит действию различных вод лучше портланд-цемента.

Шлако-портланд-цементы могут быть употребляемы при железобетонных работах.

Лежалый цемент употреблять для этих работ следует только после предварительного повторного испытания.

## Контрольные вопросы.

1. Что называется вяжущим веществом?
2. Какие вяжущие вещества называются воздушными и гидравлическими?
3. Из какого сырья готовится портланд-цемент?
4. Что такое клинкер?
5. Сколько весит бочка цемента нетто и брутто?
6. Какие испытания цемента обязательно надо производить непосредственно на постройке?
7. Как хранить цемент?
8. Какие другие цементы мы знаем?
9. В чем достоинства глиноземистого цемента?
10. Какие гидравлические добавки главным образом применяются?
11. Чем отличаются пуццолановые портланд-цементы?
12. Что такое гранулированный доменный шлак?
13. Какие цементы твердеют быстро, а какие медленно?
14. Что понимается под активностью цемента?
15. Какие бывают марки цемента?

<sup>1</sup> По ОСТу 5051.

## Глава вторая.

### ЗАПОЛНИТЕЛИ И ВОДА.

Целевая установка: Ознакомить с видами заполнителей и техническими требованиями, предъявляемыми к ним. Дать понятие о простейших испытаниях важнейших заполнителей для определения пригодности их для бетона и железобетона.

Оттенить значение заполнителей для удешевления бетонов и указать на основные причины, влияющие на стоимость их. Ознакомить с подготовкой заполнителей для бетона.

Указать требования, предъявляемые к воде для бетона, и ознакомить с простейшими испытаниями ее.

**Содержание:** Заполнители. Требования, предъявляемые к заполнителям. Песок. Содержание глинистых веществ. Загрязнение органическими примесями. Гранулометрический состав. Обмер и приемка. Гравий. Испытание гравия. Щебень. Шлаки котельные. Подготовка заполнителей для бетона. Разработка карьеров. Транспорт заполнителей. Промывка и сортировка. Приготовление щебня. Камнедробилки. Вода. Контрольные вопросы.

#### § 25. Заполнители (инертные материалы).

Материалами, входящими в состав бетона, кроме вяжущего вещества и воды, являются песок, гравий, щебень твердых пород или кирпичный щебень, шлак и т. д. С развитием числа видов бетонов расширились значительно и виды материалов, идущих на их приготовление.

Выше мы говорили о вяжущих веществах. При затворении вяжущего водой между ними происходят химические реакции и изменения в составе вяжущего вещества. Происходит схватывание, а затем и твердение теста. Вода и вяжущее активно участвуют в соединении друг с другом. Другие же материалы, входящие в состав бетона (гравий, песок, щебень и др.), в химическое взаимодействие большей частью не вступают и служат только заполнителями; поэтому их часто называют инертными материалами. Называют их также отощателями, балластом, наполнителями.

Мелкий заполнитель (песок), снижая расход вяжущего вещества, препятствует растрескиванию отвердевшего цементного теста. Крупным заполнителем является гравий или щебень. Он является наиболее прочной частью бетона и дешевле вяжущего. Применение заполнителей экономит вяжущее, понижает стоимость бетона, уменьшает изменение объема вяжущих и придает раствору или бетону в зависимости от рода заполнителя ряд особых свойств. Например применение в

качестве заполнителя шлаков, пемзы и т. д. улучшает тепловые свойства бетона, делает его более легким, пористым, а следовательно и более теплым.

## § 26. Требования, предъявляемые к заполнителям.

Заполнители, употребляемые для бетонных и железобетонных работ, должны быть чистыми, не должны содержать в себе вредных примесей и обладать прочностью и устойчивостью. Чрезвычайно важным, как мы увидим в главе о бетоне, является размер зерен и зерновой, так называемый гранулометрический состав заполнителей. Под зерновым составом мы понимаем наличие в заполнителе различных количеств зерен по весу тех или иных размеров. На способах определения зернового состава мы остановимся ниже.

Форма зерен и вид поверхности имеет существенное значение для прочности бетона. Угловатые зерна дают более прочный бетон. Шероховатая поверхность зерен, например щебня, дает лучшее сцепление раствора с этим заполнителем. С другой стороны, эти же свойства оказываются на степени пластичности бетона.

Выбор заполнителей, вне всякого сомнения, должен быть произведен в первую очередь с точки зрения должного качества их и пригодности для бетонных и железобетонных работ. Как мы увидим ниже, иногда некоторые мероприятия (промывка, сортировка и т. д.) могут повысить качество материала и сделать его годным для бетонных работ. Эти добавочные операции, конечно, стоят лишние деньги. Однако, если мы можем такие заполнители получить ближе и удобнее, с меньшими затратами по транспорту, то может оказаться выгодным употребить именно их, несмотря на дополнительные затраты. При выборе заполнителей для постройки вопрос о стоимости транспорта их должен быть рассмотрен с исключительным вниманием и для окончательного выбора их должны быть произведены соответственные подсчеты.

## § 27. Песок.

Песок является мелким заполнителем. «Песком называется природная смесь зерен кварцевых или других изверженных пород или же искусственная, получаемая измельчением этих же пород, проходящая через сито с отверстиями в 5 мм».

<sup>1</sup> По ОСТу 3328.

Часть же добавки, остающаяся на этом сите (не прошедшая через 5-миллиметровые отверстия, относится уже к крупному заполнителю.

Песок для бетона и железобетона может быть по происхождению карьерным (овражный, горный), речным, озерным, морским или искусственным, получаемым дроблением камня.

Так, в качестве песка могут вполне быть использованы чистые, не засоренные землей высевки, остающиеся от дробления щебня на самой постройке.

Можно употреблять для некоторых видов бетона мелкий заполнитель из доменных и котельных шлаков, равно как и пемзовую мелочь.

Песок прежде всего должен быть свободен от примесей, загрязняющих его. Этими примесями в первую очередь являются пыль и глина.

Содержание глины должно быть не больше 2% по весу, а всего пыли и глины должно быть не более 5% по весу.

## § 28. Содержание глинистых и пылевидных веществ.

Определение количества глинистых и пылевидных веществ в песке производится методом отмучивания. Отвешивают 1 кг сухого песка и насыпают в стеклянный цилиндр или какой-нибудь иной сосуд. В этот сосуд наливается вода и песок тщательно с ней перемешивается. Вода мутнеет. Более тяжелые крупные частицы песка быстро оседают. Воду с мутью осторожно сливают. После этого вновь наливают воду и перемешивают ее с песком. Сливают муть и т. д., продолжая это делать до тех пор, пока вода, наливаемая в сосуд, после перемешивания с песком и оседания крупных частиц не окажется чистой и прозрачной. Эту воду вновь осторожно сливают. Оставшийся в сосуде песок высушивают и взвешивают. Таким образом определяют вес песка до отмучивания и вес его после отмучивания. Разница в весе (потеря в весе) даст нам вес пылевидных и глинистых частиц.

Для приблизительного определения содержания в песке пыли и глины можно произвести тот же опыт и, не сливая мутной воды, дать воде с песком и мутью отстояться в сосуде с объемными делениями на нем.

Крупные чистые частицы песка оседают вниз, а над ними образуется как бы корочка из более легких мелких частиц (пыли и глины), выше которой будет чистая вода. Толщина этой корочки и отношение объема ее, прочитанного по делениям на мензурке (цилиндре с делениями), к общему объему песка и даст нам приблизительное содержание пыли и глины в песке.



## § 29. Загрязнение органическими примесями.

Чрезвычайно важной для прочности бетона является чистота употребляемого песка в отношении органических примесей. К последним относятся вредные примеси, образовавшиеся от перегнивания остатков растений и других веществ. Проба производится методом окрашивания. Ведется она следующим образом. Берут мензурку емкостью в 250 см<sup>3</sup>. До уровня в 130 см<sup>3</sup> насыпают воздушно-сухой песок. Затем до уровня в 200 см<sup>3</sup>, который мы увидим также по делениям на мензурке, наливаем 3-процентный раствор едкого натра. Встряхиваем пробу и оставляем в люке мензурку на 24 часа. Жидкость над песком за этот промежуток времени приобретет известную окраску.

Для сравнения готовят образцовую окраску, так называемый эталон. Цвет эталона — светложелтый. Если цвет раствора над песком при пробе, о которой мы говорили выше, окажется не темнее цвета эталона, песок будет годным. Если же цвет раствора окажется темнее (желто-красный, коричнево-красный, темнокоричневый), то его необходимо дополнительно испытать в растворе с цементом и сравнить его с нормальным песком, требуя для него результатов не ниже, чем для раствора на нормальном песке такового.

В таблице 1 приведено качество песка или гравия в зависимости от окраски его.

Таблица 1.

|    | Окраска                       | Качество песка или гравия                       |
|----|-------------------------------|-------------------------------------------------|
| А. | От прозрачной до светложелтой | Пригоден для бетона в ответственных сооружениях |
| Б. | Яркожелтая                    | Пригоден                                        |
| В. | Желто-красная                 | Пригоден при малом допуске напряжении           |
| Г. | Коричнево красная светлая     | Не пригоден                                     |
| Д. | Коричнево-красная темная      | Не пригоден                                     |

Качество песка улучшается при хранении его на воздухе, иногда же улучшение достигается промывкой его водой.

### § 30. Гранулометрический состав.

Прочность бетона и его экономичность в значительной степени зависят от должного подбора составных частей его, в частности от правильного зернового состава заполнителей. Зерновой состав должен быть подобран таким образом, чтобы между крупными зёрнами располагались более мелкие, между последними еще более мелкие и т. д. Это необходимо в целях обеспечения создания минимального количества пустот, заполняемых вяжущим веществом. Зерновой состав песка надо уметь определить и сравнить его с данными стандарта. Дело это не трудное. Зерновой или гранулометрический состав определяется просеиванием через набор сит и взвешиванием остающихся на различных ситах количеств заполнителя. Просеивание производится следующим образом. Берут несколько сит с отверстиями размерами в 0,15 мм, 0,3 мм, 1,2 мм и 5 мм. Начиная производить последовательно просеивание, а затем взвешивание количества частиц, прошедших через сита. Допустим, для испытания мы взяли 1 кг (1000 г) песка. Через сито с отверстиями в 5 мм должно пройти, согласно стандарту, песка от 85 до 100% веса всего количества, т. е. должно пройти от 850 до 1000 г песка. Песок, прошедший через сито 5 мм, пропускаем через сито с отверстиями 1,2 мм. Пройти должно от 45 до 80% по весу, т. е. от 450 до 800 г. Хороший песок после просеивания должен дать результаты, приведенные в таблице 2.

Таблица 2.

| Размер отверстий сита<br>в миллиметрах | Должно проходить песка в процентах<br>по весу |     |
|----------------------------------------|-----------------------------------------------|-----|
|                                        | от                                            | до  |
| 5                                      | 85                                            | 100 |
| 1,2                                    | 45                                            | 80  |
| 0,3                                    | 5                                             | 30  |
| 0,15                                   | 0                                             | 5   |

Как мы видим из этой таблицы, через самое мелкое сито в 0,15 мм не должно пройти ничего или во всяком случае не более 5%, т. е. в нашем примере не более 50 г. Мелких частиц с размерами зёрен ниже 0,15 мм в песке должно быть ничтожное количество.

### § 31. Обмер песка и приемна.

Песок доставляется на стройку водным путем в баржах, шаландах или железнодорожным — в вагонах. Может он доставляться, конечно, и в грузовиках или прямо в вагонетках, если карьер расположен недалеко от стройки.

При приемке песка производится обмер его. Цена за песок исчисляется за 1 м<sup>3</sup> песка.

Для обмера доставленный на стройку песок укладывается в штабеля в виде усеченных пирамид (рис. 4а), конусов (рис. 4б) или усеченных конусов (рис. 4в). Высота их должна быть не меньше 0,7 м, а объем в среднем 1—5 м<sup>3</sup>. Точный объем этих пирамид и конусов определяется по особым формулам.

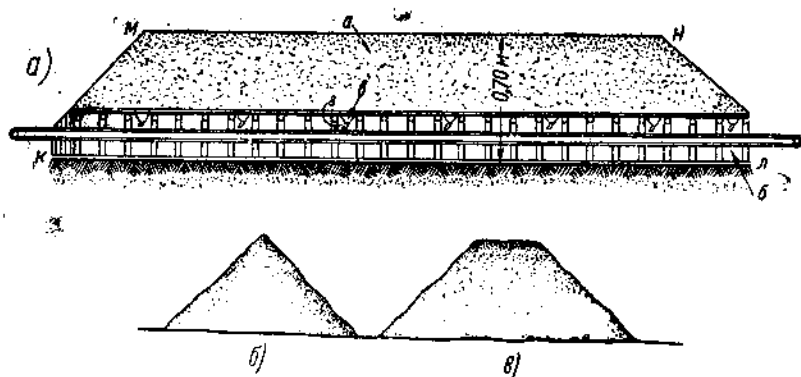


Рис. 4. Укладка инертных в штабеля:

а—усеченная пирамида; б—конус; в—усеченный конус

Если песок доставлен в грузовике или вагоне, то для определения объема песка измеряют длину и ширину внутри вагона или грузовика и высоту загруженного песка. Последнюю узнают, протыкая песок до дна заостренной палкой.

Умножая полученные (в метрах) ширину на длину и на высоту, получаем объем песка.

Например ширина прицепной повозки равна 2,14 м, длина 4,85 м, высота слоя песка 0,50 м. Площадь его равна  $2,14 \times 4,85 = 10,38$  м<sup>2</sup>, объем  $10,38 \times 0,50 = 5,19$  м<sup>3</sup>.

По правилам приемки песок может быть принят и в судне, если он доставлен водой. Судно должно иметь паспорт, в котором указана его кубатура. На судне должна быть отмечена граница, до которой по паспорту должен быть насыпан песок.

Влажность песка влияет на вес единицы объема песка. С повышением влажности до 5% увеличивается объем песка. Это обстоятельство должно учитываться при определении количества песка, при приемке его, а равно при дозировке для приготовления бетона.

Так как влажный песок содержит уже по себе известное количество воды, то при определении количества воды, идущей на приготовление бетона, необходимо учитывать воду, имеющуюся в песке. Для определения влажности необходимо пробу песка высушить, после чего определить потерю в весе.

Вес 1 м<sup>3</sup> песка колеблется в пределах 1250—1650 кг. В среднем, насыпной вес воздушно-сухого песка можно принимать в 1550 кг/м<sup>3</sup>.

### § 32. Гравий.

Крупным заполнителем в бетоне и железобетоне в большинстве случаев служит гравий.

Гравием для бетонных и железобетонных работ называется рыхлая горная порода изверженного или осадочного происхождения, не имеющая следов выветривания и состоящая из зерен крупностью от 5 до 80 мм.<sup>1</sup>

В природе гравий большей частью встречается в смеси с песком, т. е. в виде смеси крупных и мелких частиц. Путем прохочения мы отсеиваем частицы меньшие 5 мм и получаем собственно гравий.

Как и песок, гравий бывает карьерным, овражным, речным и морским.

В зависимости от размеров сечений железобетонных конструкций, густоты арматуры в них и прочих условий гравий может быть употреблен только определенной крупности. Совершенно ясно, например, что для железобетонной плиты толщиной в 8 см употреблять гравий с зернами размерами в 80 мм (8 см) нельзя и т. д. По крупности зерен гравий разделяется на несколько сортов:

- 1) рядовой с размерами зерен от 5 до 80 мм,
- 2) мелкий с размерами зерен от 5 до 20 мм,
- 3) средний с размерами зерен от 20 до 40 мм,
- 4) крупный с размерами зерен от 40 до 80 мм.

### § 33. Испытание гравия.

Для бетонных и железобетонных работ может быть употреблен гравий только испытанный в лаборатории. Испытания гравия почти одинаковы с испытаниями песка.

<sup>1</sup> По ОСТу 3327.

Гравий прежде всего должен быть чист. Глинистых и пылевидных частиц должно быть не более 1% по весу. Порядок определения содержания этих частиц следующий:

3 кг сухого гравия всыпают в сосуд емкостью около 5 л. Затем в этот сосуд вливают воду и перемешивают гравий с водой. После оседания крупных частиц воду сливают. Эту операцию повторяют несколько раз до получения после перемешивания чистой и прозрачной воды. Вылив воду и высушив гравий, взвешивают его. Разница в весе между взятым для опыта гравием и взвешенным после опыта, выраженная в процентах, показывает процентное содержание в гравии пылевидных частиц и глины.

Загрязнение гравия органическими веществами определяется способом окрашивания, о котором мы говорили уже при испытании песка.

Степень пригодности гравия устанавливается в зависимости от полученной окраски, согласно таблице 1.

Так как ход испытания совершенно одинаков с таким же для песка, останавливаться на нем мы не будем.

Кроме выяснения чистоты гравия, необходимо знать его зерновой, гранулометрический состав.

Для этого производится просеивание 10 кг гравия последовательно через десять сит со следующими размерами отверстий: 15; 0,30; 0,60; 1,20; 2,5; 5,0; 10; 20; 40 и 80 мм. При просеивании взвешиванием определяют состав гравия на каждом сите (по весу).

Если мы просеем имеющийся у нас гравий через сита, то через какое-либо одно из них пройдет не менее 95% по весу от всего количества. Размер отверстия этого сита обозначим через  $D$ . Тогда по Техническим условиям, при просеивании через набор сит хороший состав гравия должен удовлетворять следующим требованиям (см. таблицу 3). Возможно применение гравия и другого состава.

Таблица 3.

| Размер отверстия в свету                      | Должно проходить гравия в % по весу |     |
|-----------------------------------------------|-------------------------------------|-----|
|                                               | от                                  | до  |
| Размер сита $D$                               | 95                                  | 100 |
| Размер сита равный половине $D$ , т. е. $D/2$ | 40                                  | 70  |
| Размер сита 5 мм                              | 0                                   | 10  |

Доставка гравия и приемка его производится по тем же правилам, что и для песка; поэтому останавливаться на них мы не будем.

### § 34. Щебень.

Кроме гравия, для бетонных и железобетонных работ употребляют и щебень. Последний можно получить искусственно, раздробляя камень, или в естественном виде из каменных осыпей. Так как поверхность щебня шероховата, сцепление его с раствором лучше, чем у гравия, имеющего гладкую поверхность.

Щебень должен быть подвергнут тем же испытаниям, что и гравий. Показатели его зернового состава и чистоты те же, что и для гравия.

Кроме щебня прочных пород, для бетонных и железобетонных работ может быть употреблен щебень кирпичный, получаемый дроблением кирпичного половника и боя. Мелочь в щебне допускается в размерах не более 15% от общего количества. Кирпичный щебень предварительно (3—4 раза за 1—2 дня до употребления его в дело) поливается водой. Щебень надо проверить на прочность и отсеять от алебаstra, извести и т. д.

### § 35. Шлаки котельные.

Из других заполнителей, получивших значительное распространение, следует отметить котельные шлаки.

Котельные шлаки при употреблении их в бетоне не должны содержать в себе негашеную известь, серу, окислы железа, разные соли и значительный процент несоревнившихся частиц угля (всего не выше 35%).

Для освобождения от вредных примесей, имеющихся почти всегда в свежем шлаке, его необходимо выдерживать значительное время (1½—2 месяца) на воздухе, обильно в течение этого времени поливая водой.

Котельные шлаки должны быть проварены в лаборатории до пуска их в дело. Употребляют их главным образом для изготовления шлакобетонных камней, сплошных заполнения стен из шлакобетона, в качестве утепляющих слоев на крышах и т. п. О других заполнителях бетона мы будем говорить ниже в главе о разных бетонах.

### § 36. Подготовка заполнителей.

Самым правильным методом подготовки материалов заполнителей для бетона является подготовка их на самых карьер-

рах и прочих местах добычи. На карьерах должна быть организована промывка, грохочение, сортировка, а также лабораторные испытания этих материалов. На местах добычи должны быть созданы склады этих материалов по сортам, в зависимости от крупности, зернового состава и т. д., с напортом для каждого сорта, как это имеет место для цемента, кирпича и т. д. В этом случае стройка в состоянии будет заказать тот именно песок, гравий или щебень, который ей нужен, и тем избежать излишней работы на самом строительстве. Такой путь даст возможность наиболее целесообразно механизировать эту работу, дать полную загрузку механизмов и выпускать продукцию, которая будет полностью удовлетворять потребителя. Вместо с тем при таком методе доставки заполнителей не будет перевозки излишнего груза, идущего в отсев и возможен будет наилучший и наиболее экономный подбор бетона. Все эти факторы значительно снизят себестоимость строительства и повысят качество работ.

Америка широко применяет организацию таких складов заполнителей.

### § 37. Разработка карьеров.

Большие работы по добыче материалов-заполнителей производятся специальными машинами — экскаваторами (рис. 5). Емкость ковшей, которыми экскаватор захватывает

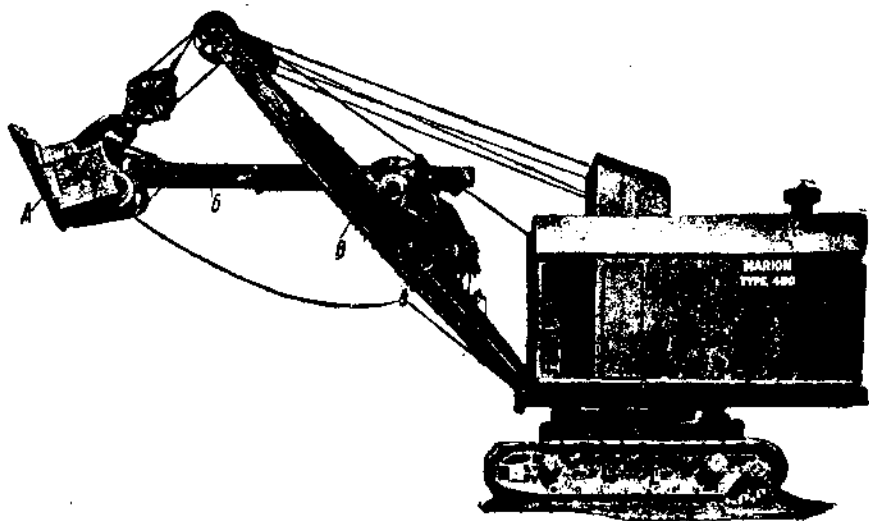


Рис. 5. Экскаватор.

вает материал, различна. У наших экскаваторов она колеблется в пределах от  $\frac{1}{3}$  до  $1,5 \text{ м}^3$ . В Америке применяются и мощные экскаваторы с ковшами в  $6-8 \text{ м}^3$ , наиболее же распространены экскаваторы с ковшами в  $2,5-3 \text{ м}^3$ .

Так как обычно песок и гравий в карьерах залегают несколько ниже поверхности земли, то предварительно необходимо вскрыть и удалить верхние слои земли или непучковых пород. Эта работа может производиться размывом и смытием их мощной струей воды под напором до 60 атмосфер. Работа производится, при помощи мощных насосов, специальными аппаратами, называемыми гидромониторами.

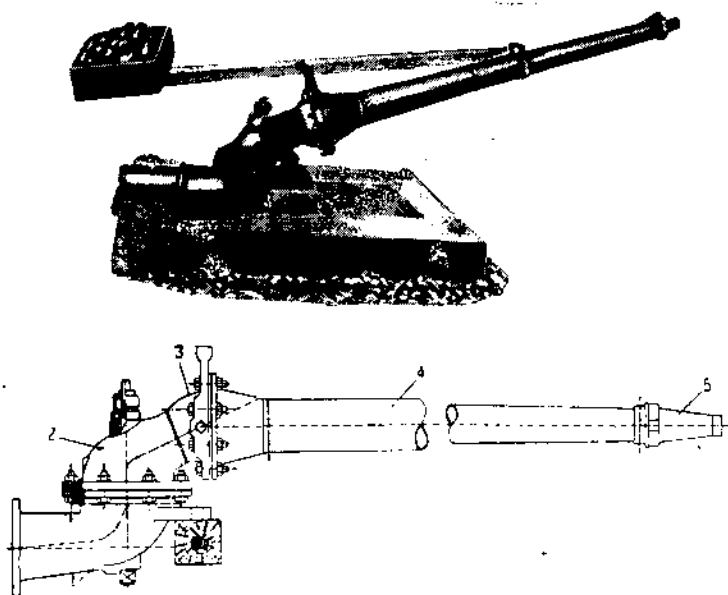


Рис. 6. Гидромонитор (общий вид и разрез).

(рис. 6). Такой способ ведения работ, называемый «гидромеханизацией», в настоящее время начинает широко применяться у нас в СССР при производстве земляных работ, а также и при разработке карьеров. Выгода этого способа заключается не только в том, что грунт размывается и открывается таким путем нужные нам слои, но и в том, что размываемый грунт уносится, транспортируется струей воды на значительные расстояния.

Для облегчения разработки каменных карьеров применяют инструменты, работающие сжатым воздухом, — перфораторы.



ры. Для добычи песка или гравия, речного или морского, употребляют землечерпалки или драги.

Погрузка в вагонетки, автомашины или вагоны производится теми же экскаваторами.

### § 38. Влияние транспорта на стоимость заполнителей.

Стоимость транспорта играет решающую роль в общей стоимости заполнителей. В самом деле, материал этот сам по себе особой ценности не представляет и стоимость его в неразработанном карьере невелика. Добыча его, разработка карьера, особенно при условии механизации, также значительных расходов не вызывает.

Резкий скачок в стоимости начинается с момента начисления стоимости транспорта. При этом необходимо учесть: а) транспорт из карьера к месту отгрузки, если линия железной дороги или водный путь не проходит через место разработки; б) погрузку для отправки; в) самый транспорт водой или железной дорогой; г) выгрузку; д) транспорт (автомобильный или гужевой) от места выгрузки до склада на стройке, если железнодорожный путь не проходит непосредственно на территорию стройки, и, наконец, е) в большинстве случаев еще на самой стройке заполнители приходится возить тачками или вагонетками к месту приготовления бетона. Все эти транспортные операции несомненно сильно отражаются на конечной стоимости заполнителей и заставляют при выборе их считаться с этим фактором.

### § 39. Транспортировка заполнителей и цемента.

Транспорт песка или гравия на карьерах и стройке в пескомойки, гравиемойки и сортировки должен быть механизиро-

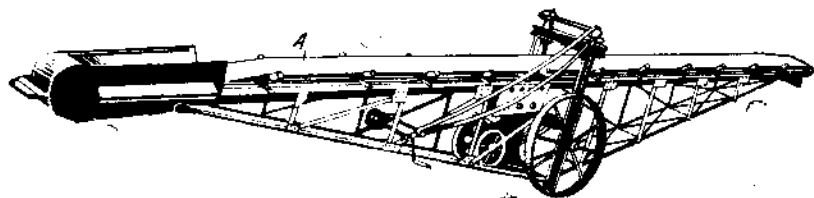


Рис. 7. Транспортёр.

ван. Для этого главным образом употребляют транспортеры (рис. 7) или ленточные конвейеры. Транспортеры легко перевозятся с места на место. Приводятся они в действие электромотором, смонтированным на самом транспортере. Длина транспортеров различна (обычно от 3 до

15 м). Ширина резиновой ленты А. по которой перемещается сыпучий груз. — 350, 500 и 800 мм.

Транспортер может быть поставлен под разными углами, круче и положе. Благодаря такому устройству транспортеры возможно применять в самых разнообразных условиях и не

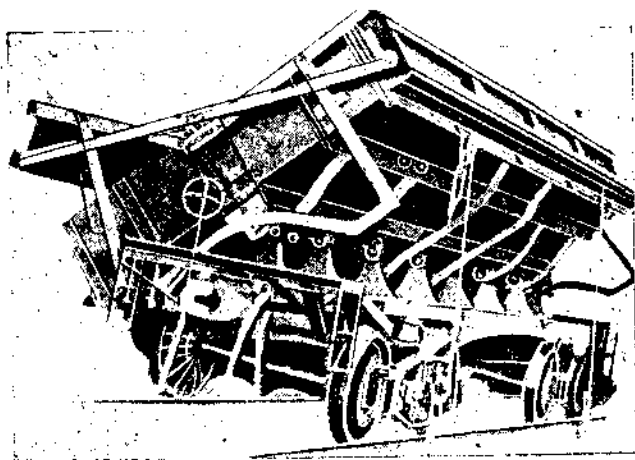


Рис. 8. Домпкар.

только для передачи груза по горизонтальному направлению, но и по вертикальному. Часто устанавливают ряд транспор-

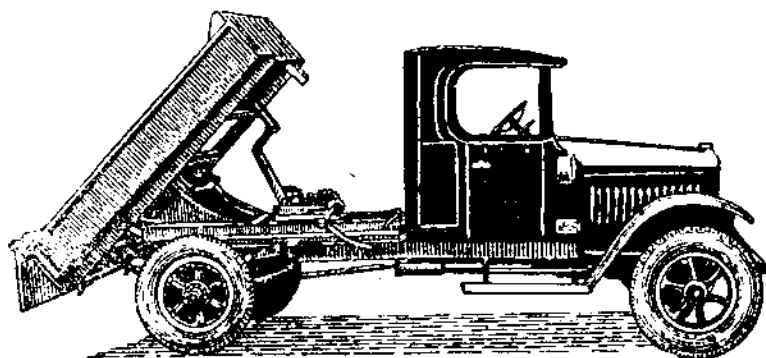


Рис. 9. Грузовик с опрокидывающимся кузовом.

теров один за другим и передают таким путем грузы на значительное расстояние.

Легкая передвижка, удобство установки и пуска в ход, возможность самых разнообразных комбинаций, наряду с легкостью обслуживания, сделали транспортер необходимой и весьма распространенной машиной на стройке.

При наличии железнодорожной ветки для перевозки за-полнителей употребляют саморазгрузочные платформы, так

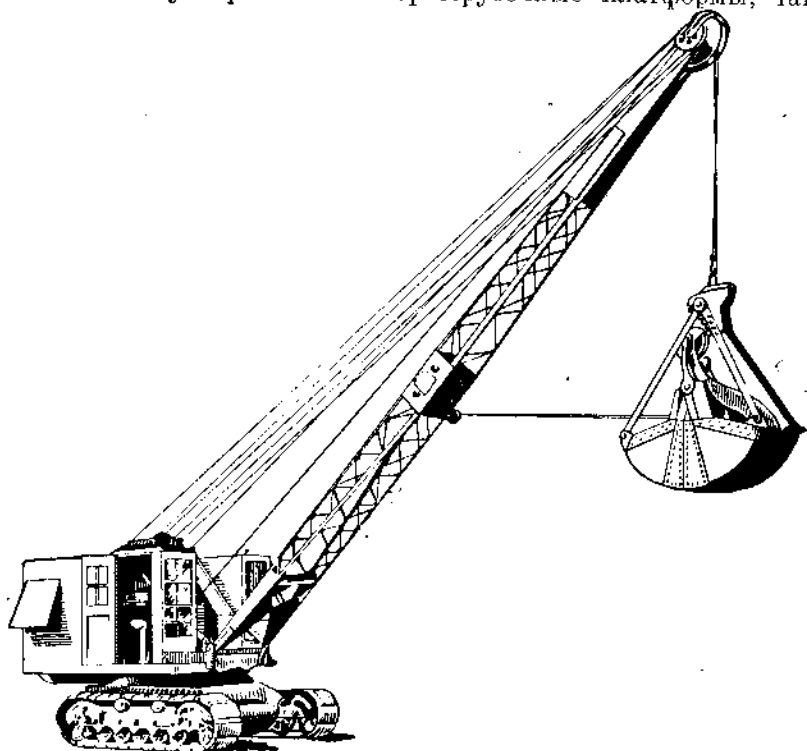


Рис. 10. Поворотный кран к грейфером.

называемые домкраны (рис. 8). В домкранах кузов опрокидывается набок. Кроме таких платформ употребляют платформы с открывающимся днищем.

Домкраны изготавливаются в СССР на заводе «Красное Сормово». Емкость их — 15 м<sup>3</sup>. Кроме того трест «Строймеханизация» выпускает опрокидные платформы «Вестерн», емкостью от 2,5 до 5 м<sup>3</sup>.

Грузовики применяются также с опрокидывающимися кузовами (рис. 9).

Разгрузка материалов из баржи производится помощью транспортеров, одного или нескольких, устанавливаемых

один за другим, или же краном. Один из таких поворотных, передвижных кранов с грейфером, захватывающим материал, показан на рис. 10.

Кроме того заполнители, доставленные на строительство в баржах, выгружаются помощью кранов Деррика (рис. 11), мощностью от 1 до 10 тонн. На стройках за границей имеют-ся деррики мощностью в 10 тонн со стрелой (А) 30—35 м; максимальная стрела у нас — 18 м. Выгрузка производится в специальные бункера, из которых каждый предназначен для того или иного сорта гравия, песка или щебня.

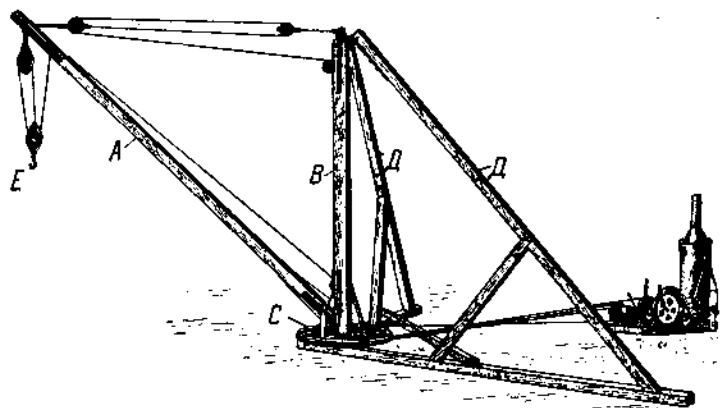


Рис. 11. Кран „Деррик“.

Часто заполнители подвозят непосредственно к месту загрузки, ковшевому элеватору, которым засыпают их в бункера, помещенные над местом загрузки бетономешалки.

Такой элеватор мы видим на рис. 12. Иную схему расположения загрузки бетономешалки мы видим на рис. 13.

Подача цемента производится следующим путем. Цемент подают в бочках в закрытых вагонах или грузовиках. Разгрузка производится краном. При доставке цемента в мешках, его можно разгрузить помощью конвейера или ленточного транспортера.

Со склада цемент подается россыпью помощью ленточного конвейера.

К месту приготовления бетона цемент может подаваться специальными подъемниками (рис. 14).

Разгрузка цемента из специальных вагонов, в которых он подан россыпью, может быть произведена помощью насоса, которым цемент перекачивается по трубам. Это так называемый пневмотранспорт.

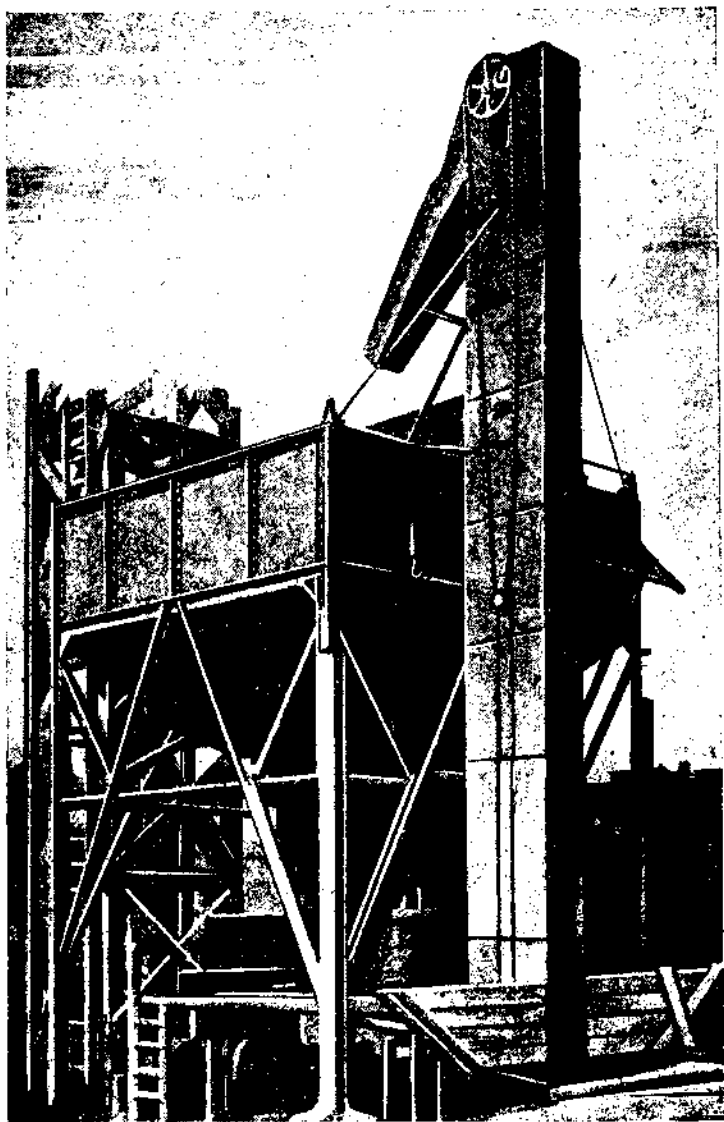


Рис. 12. Ковшевой элеватор.

Таким же путем цемент подается со складов к месту приготовления бетона.

Пневматический трапозпорт чрезвычайно удобен и постепенно входит в строительную промышленность. Америка его широко применяет. У нас он применен на бетонном заводе на Свирьстрое.

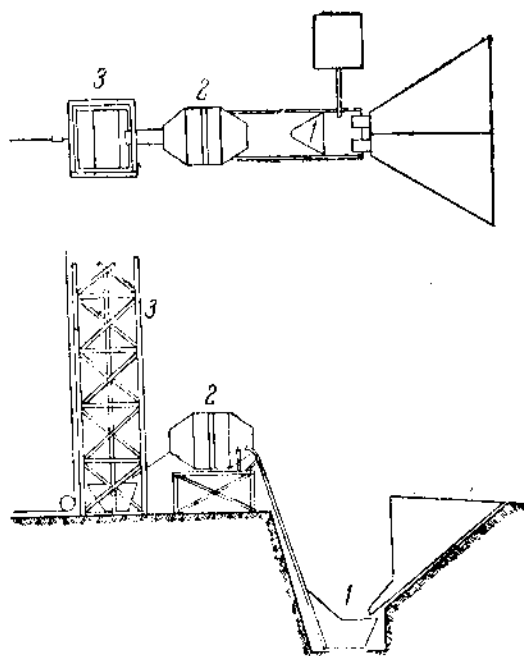


Рис. 13. Схема расположения подъемник и бетономешалки.

1 — загрузочный конус; 2 — барабан бетономешалки;  
3 — подъемник.

Для транспорта мелких заполнителей (песка) и цемента иногда применяют винтовые транспортеры (шнеки). Винтовая поверхность шнека, при вращении вала в кожухе транспортера, подает вперед загружаемый с одного конца материал.

#### § 40. Промывка и сортировка.

Для заготовки щебня из каменных пород, на больших стройках или на карьерах устанавливают специальные камнедробильные и сортировочно-промывочные устрой-

ства. Эти устройства показаны на схеме, представленной на рис. 15.

При промывке и сортировке песка и гравия и дроблении камня на карьерах употребляют те же механизмы, что и на самой стройке, с той лишь разницей, что на карьерах, при моссовой заготовке, машины берут с большей производительностью и мощностью.

При небольших количествах материалов на стройках иногда применяют ручную сортировку, мойку и разбивку щебня. Этот ручной метод встречается на наших стройках все реже и реже. Проведение в жизнь постановления XVII Нартий-ного съезда о 80-процентной механизации всего строительства совсем изгонит со стройки ручную работу там, где она может быть механизирована. Ручная работа останется только там, где устанавливать механизмы из-за малого количества подготавливаемых материалов невыгодно. Это будет главным образом при ремонтных работах и там, где нужно очень малое количество бетона.

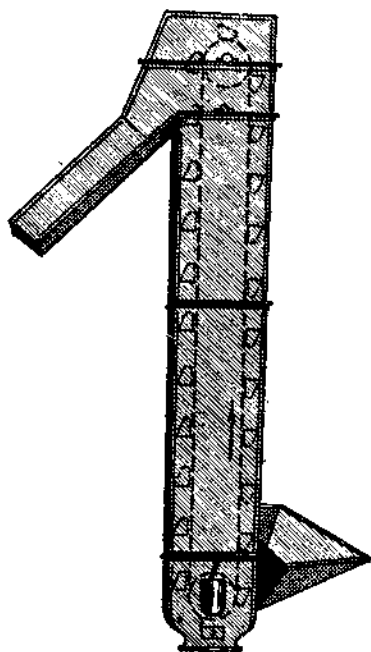


Рис. 14 Подъемник для цемента

Ручная мойка производится перелопачиванием гравия на наклонно поставленном грохоте или, чаще всего, в ступенчатых желобах (рис. 16). В первый лоток, навстречу струе воды, рабочие бросают идущий в промывку материал. Постепенно, помощью черпалок или лопаты, рабочие перегребают песок или гравий в следующие лотки, давая возможность встречной воде промывать его. Из последнего лотка промытый материал поступает прямо в тачки и вагонетки или же складывается тут же для последующей отвозки.

На стройках употребляют целый ряд кустарных мочных приспособлений. На них, как уже отживающих свой век, мы останавливаться не будем.

Ручная сортировка происходит на обыкновенных грохотах, представляющих собой металлическую сетку, набитую на рамку, сделанную из досок на ребро. Сетки эти бывают раз-

ных размеров, от более крупных до мелких, как и сита, о которых мы говорили выше. Подбирая размеры отверстий

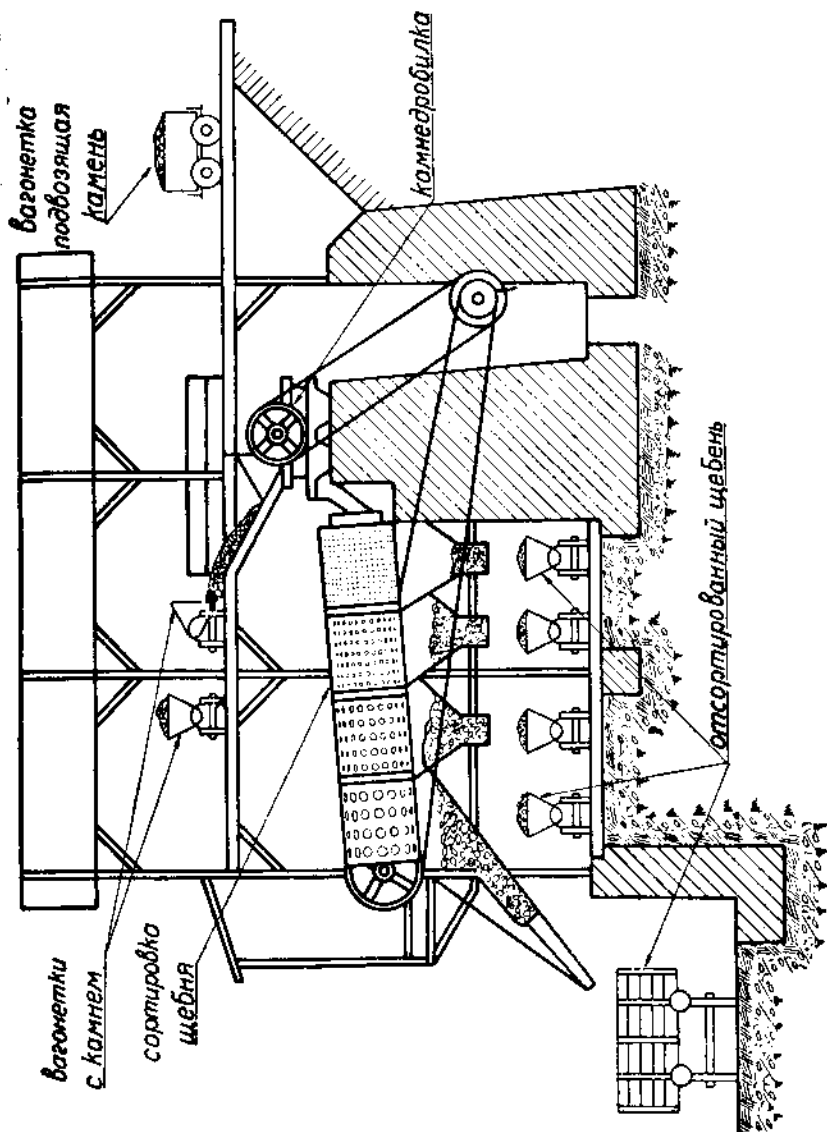


Рис. 15. Схема каннедробильного завода.

грохотов, мы можем через них просеять гравий или песок и получить пушистый нам материал. Грохота при работе устана-



вливаются наклонно. Иногда употребляют и горизонтальные качающиеся грохоты.

Для промывки гравия и песка употребляют механизмы, называемые песко- и гравиемойки. Наиболее употребительны гравиемойки, в которых одновременно с промывкой происходит и сортировка. Обычный тип этих меха-

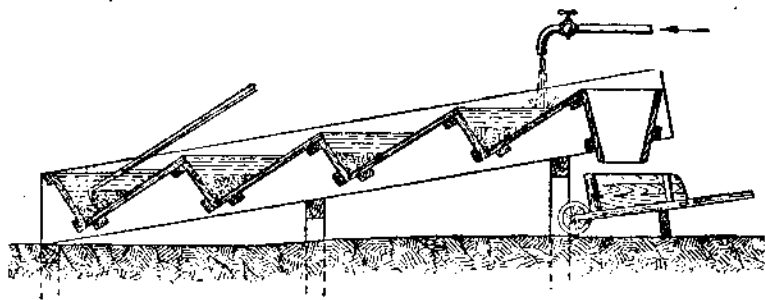


Рис. 16. Ручная гравиемойка.

низмов — вращающийся цилиндр. В стенках этого цилиндра проделан ряд отверстий (рис. 17). Вначале идет часть цилиндра с мелкими отверстиями, затем более крупными и т. д. Таким образом сортировка представляет собой как бы ряд

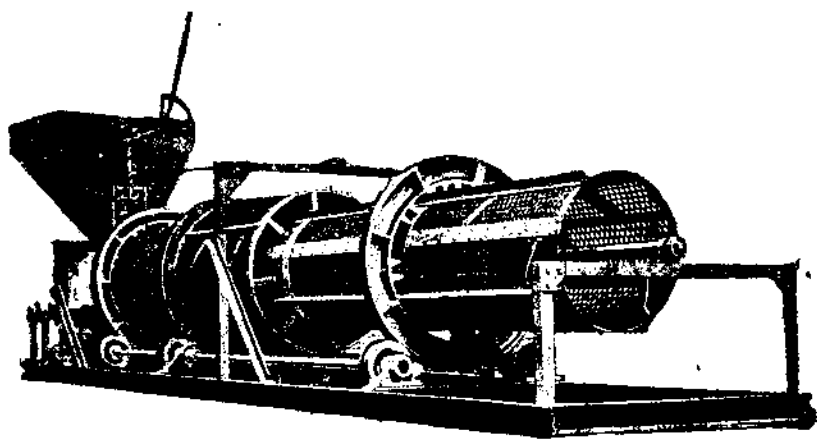


Рис. 17. Гравиесортировка.

сит, свернутых в цилиндр большого диаметра.

Песок и гравий проходит вдоль оси вращающегося механизма. Навстречу движущемуся материалу направляется из подведенного водопровода струя воды. По мере вращения

цилиндра промытый материал выбрасывается через отверстия в стенках его. Под грависортировкой, по группам отверстий в ней, устанавливают загородки или бункера. В случае устройства бункеров, в которые собирается однородный материал, под ними устраиваются узкоколейные пути, по которым увозится промытый материал. Это видно хотя бы на схеме камнедробильного завода (рис. 15).

Если непосредственная отвозка не производится, то необходимо под грависортировкой установить деревянные щиты, отделяющие материал разной крупности один от другого. Полезно устанавливать их в шахматном порядке, открытой стороной поочередно в разные стороны механизма. При таком способе легче предохранить материалы от смешивания. Под грависортировкой надо устроить сплошной досчатый настил для промытого материала, а также обеспечить хороший сток

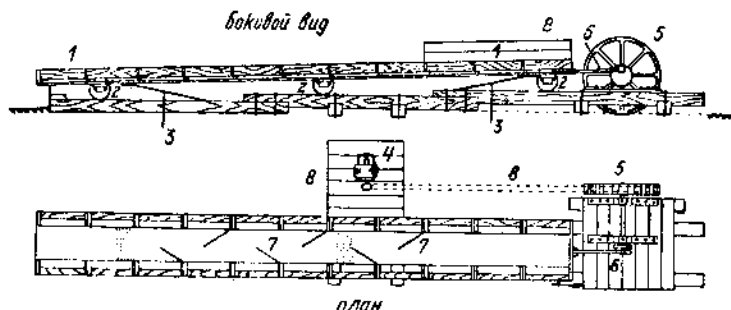


Рис. 18. Промыватель-трясучка.

грязной воды и уносимых грязных частиц. Так как при такой промывке возможен унос мелкого песка, пригодного для других строительных работ (например штукатурных), то перед местом спуска загрязненной воды устраивают частую сетку и по мере накопления вычерпывают оттуда этот мелкий песок.

Кроме цилиндрических и конусообразных гравиемоек, употребляются гравиемойки плоского типа, просеиватели-трясучки и гравиемойки-качалки.

Промыватель-трясучка (промыватель-ползун) устроен следующим образом (рис. 18). На роликах 2—2—2 установлен лоток 1—1. Мотор 4 через шкив 5 и кривошип 6 дает лотку 1—1 движение при одновременном сотрясении его. Для лучшего перемешивания на лотке поставлены лопатки 7.

Гравиемойка-качалка «Строймеханизация» требует двигатель в 3 л. с. Производительность таких гравиемоек —

6 м<sup>3</sup> в час. Обычная производительность гравиемоек 6—7 м<sup>3</sup> в час. Производительность гравиемойки «Ибаг» — 12 м<sup>3</sup> в час.

## § 41. Приготовление щебня.

На стройках можно еще встретить ручную разбивку щебня. В 8-часовой день рабочий разбивает кирпичного щебня от 2,2 м<sup>3</sup> при малом размере щебенки (2,5 см) до 3,9 м<sup>3</sup> при крупной щебенке (от 4,1 см). Из камня средней и высокой твердости норма выработки еще меньше.

Камнедробилки дают щебня от 3,5 до 5, 8—10 и выше м<sup>3</sup> в час. Норма выработки на одного рабочего при малой камнедробилке составляет 29 м<sup>3</sup> за 8-часовой рабочий день. В его работу входит только загрузка камня в приемник дробилки с загрузочной площадки или подноски больших камней на расстояние до 1,5 м. На обязанности этого рабочего лежит также проталкивание камня ломом, если он застрял в жерле камнедробилки.

## § 42. Камнедробилка.

Для дробления камня и пород механизированным путем применяются камнедробилки трех типов. Самым распространенным типом является челюстная камнедробилка (рис. 19 и 20), названная так потому, что она работает наподобие челюстей. Челюсти (1 и 3) представляют собой стальные плиты, имеющие рифленную поверхность. Одна челюсть закреплена на станине наглухо, другая движется (4 — ось качания щетки), приближаясь и удаляясь от закрепленной. Во время сближения челюстей и происходит дробление камня. Размер сближения челюстей может регулироваться и устанавливаться в зависимости от размеров щебня, который надо получить. На Днепрострое были установлены камнедробилки с земом 1200—1500 м.м.

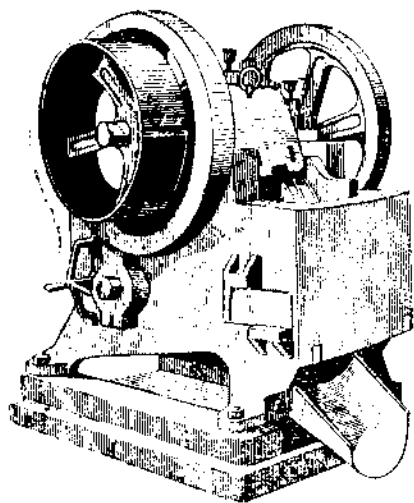


Рис. 19. Челюстная камнедробилка  
Блака. Общий вид.

Из челюстных камнедробилок у нас распространены камнедробилки Блека. Кроме челюстных, употребляются еще так называемые конусные вращающиеся камнедробилки (рис. 21). Этот тип камнедробилок представляет собой круглый металлический кожух, внутри которого вращается стальной конус, насаженный на шпиль с эксцентричным подшипником.<sup>1</sup> Конус и кожух взяты таких размеров, что между ними имеется щель. Вследствие эксцентричного вращения

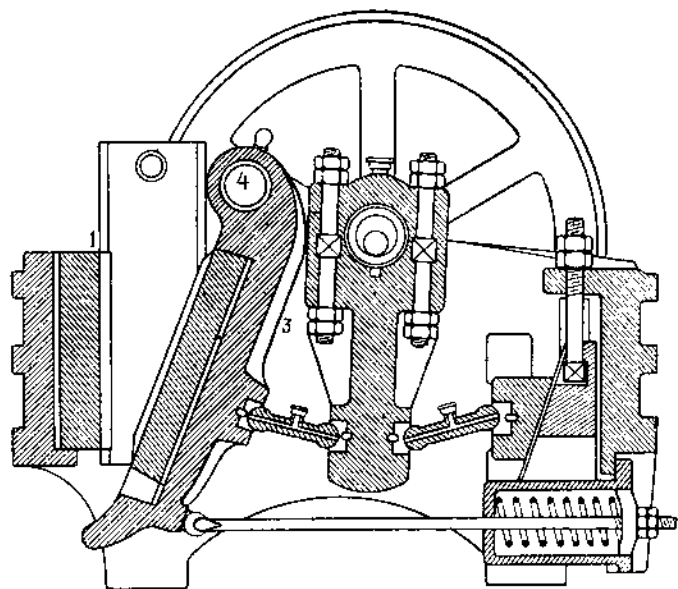


Рис. 20. Челюстная камнедробилка Блека. Разрез.

конус то приближается к внутренней поверхности кожуха, то отдаляется от него. Камень, попадая в щель между конусом и кожухом, во время их сближения дробится. Конусные камнедробилки отличаются большой производительностью, так как вращение в них происходит непрерывно.

Третьим типом камнедробилок являются вальцовые дробилки. Из них известны камнедробилки «Ибаг» (рис. 22), в которых дробление происходит между вальцовыми цилиндрами. Вальцы эти (А и В) находятся на некотором расстоянии друг от друга, заранее отрегулированном. Камень,

<sup>1</sup> Эксцентричным он называется потому, что насажен на шпиль не в центре, а в стороне от него, т. е. не центрирован.

попадают в щель между этими вальцами, дробится при их вращении.

Эти камнедробилки имеют следующее остроумное приспособление. Цилиндр удерживается при помощи особой пружины.

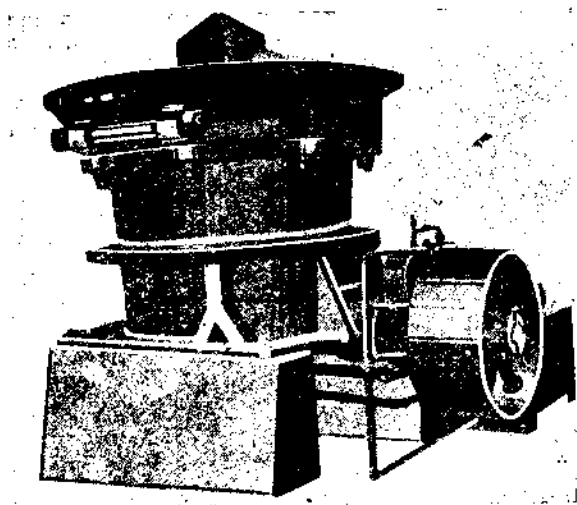


Рис. 21. Коническая вращающаяся камнедробилка.

жины, подобранной таким образом, что как только попадает более твердый камень, чем его могут раздробить вальцы, пружина несколько сдает, щель между цилиндрами увеличивается и слишком твердый камень проходит без раздробления. Таким путем вальцы предохраняются от поломки.

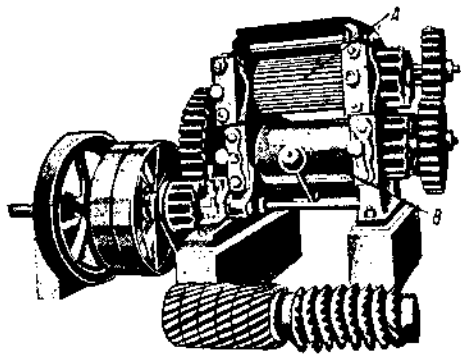


Рис. 22. Вальцовая камнедробилка Ибег.

Камнедробилки небольшого типа монтируются на тележках и являются передвижными. Более мощные закрепляются наглухо на фундаментах, т. е. делаются стационарными (постоянными).

Следует отметить передвижные камнедробилки, соединенные с сортировочным барабаном и смонтированные на одной тележке (рис. 23).

На больших постройках устраиваются специальные дробильные и сортировочные заводы. О них мы уже говорили выше (рис. 15).

### § 43. Вода.

Вода, как и другие составные части бетона, по своему качеству должна удовлетворять техническим условиям, предусматривающим отсутствие вредных примесей, что в сомнительных случаях устанавливается испытанием.

Болотную, торфяниковую, загрязненную фабричную и заводскую, а также минерализованную воды для приготовления бетона употреблять нельзя.

Пригодна вода водопродная и незагрязненная озерная и речная. При предварительном исследовании воды подлежит установить присутствие в ней кислот и сернокислых соединений.

Кислотность воды определяют с помощью лакмусовой бумаги. Эта бумага, выпускаемая в продажу небольшими полосками, обработана так, что синяя лакмусовая бумажка, будучи погруженной в раствор кислоты, краснеет (розовеет). Испытание воды производят следующим образом. В пробирку (узкий стеклянный цилиндр) наливают испытываемую воду и погружают в нее (примерно на час) синюю лакмусовую бумагу. Если эта бумага порозовеет, — это указывает на присутствие кислоты: такую воду для бетона употреблять сразу нельзя и ее необходимо тщательно испытать в лаборатории для окончательного установления ее пригодности.

Второе испытание воды производят для определения наличия в ней сернокислых соединений. Для этого в пробирку наливают испытываемую воду и подкисляют ее соляной кислотой (количеством в 10% от взятой пробы). После этого добавляют некоторое количество 10-процентного раствора хлористого бария. Если в воде имеются соли серной кислоты, то выпадает белый осадок. Это указывает на сомнительное для бетона качество воды.

Кроме исследования воды, идущей на приготовление бето-

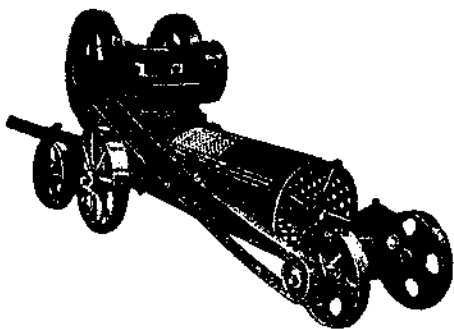


Рис. 23. Передвижная камнедробилка с сортировкой.

на, необходимо испытать и воду, в которой будет находиться бетонное сооружение в период его эксплуатации. Такие случаи в обычном строительстве возможны, например при закладке фундаментов ниже уровня грунтовых вод и т. д.

В случаях устройства сооружений в морской или минерализованной воде, как мы уже говорили выше, необходимо каждый раз разрешать вопрос о выборе цемента, применяя пуццолановый или шлаковый портланд-цемент взамен обыкновенного портланд-цемента.

Вода должна быть проведена по всей постройке таким образом, чтобы во всех местах ее потребления были водоразборные краны.

Линия проводится временной. Во избежание провисания водопроводных труб, на некотором расстоянии друг от друга устанавливаются козлы, поддерживающие трубопровод. Если предполагено работы вести зимой, необходимо предохранить проводку от замерзания, обернуть ее войлоком и закрыть деревянными коробками с засыпкой их сухими опилками и т. п.

При устройстве временного водопровода необходимо обеспечить подачу воды по высоте стройки.

Так как одновременно может работать целый ряд механизмов, надлежит учесть общий единовременный расход воды на постройке во избежание перебоев в работе за отсутствием воды.

Для промывки заполнителей на 1 м<sup>3</sup> их расходуют 1230 л воды. К этому надо прибавить некоторое количество воды на потери ее (утечку и т. п.).

### Контрольные вопросы.

1. Что называется заполнителями?
2. Какой материал в бетоне будет активным?
3. Какие заполнители употребляются чаще всего?
4. Чем следует руководствоваться при выборе заполнителей?
5. Как по размерам зерен разделяются песок и гравий?
6. Что называется песком?
7. Каким условиям должны удовлетворять песок и гравий, чтобы быть годными для бетона?
8. Что такое отмучивание?
9. Что такое гранулометрический состав заполнителей?
10. Какие сита употребляются для просева песка, гравия?
11. При какой окраске при испытании песка и гравия раствором едкого натра эти материалы должны быть дополнительно изучены до употребления в дело?
12. Какой определен максимальный размер для зерен гравия и щебня?

13. Каковы условия применения кирпичного щебня?
14. Каким условиям должен удовлетворять щебень, годный для бетона?
15. Какие механизмы употребляют при разработке карьеров?
16. Как транспортируют заполнители из карьеров?
17. Для чего употребляют гидромониторы?
18. Как устроена гравиемояка?
19. Какие бывают виды камнедробилок?
20. Какие требования следует предъявлять к воде для бетона?
21. Как узнать, есть ли кислота в воде?
22. Какие цементы необходимо применять в том случае, когда бетонное сооружение возводится в морской воде?
23. Сколько воды надо израсходовать на промывку 100 м<sup>3</sup> гравия?

## Глава третья.

### БЕТОНЫ.

Целевая установка: Ознакомить с дозировкой растворов и бетонов и их классификацией. Осветить значение научного подбора состава бетона и влияние различных факторов на качество бетона. Дать понятие о марках бетона и методах испытания и контроля его. Ознакомить с новыми видами бетона.

**Содержание:** Известковый, смешанный и цементный растворы. Гидравлические растворы, классификация и составы бетонов. Консистенция бетона. Водоцементный фактор. Факторы, влияющие на прочность бетона. Подбор состава бетона. Марки бетона. Пробные кубики и балочки. Тяжелые (легкие) бетоны. Пенобетон и газобетон. Прочие бетоны. Вредные влияния на бетон. Контрольные вопросы.

#### § 44. Известковый, смешанный и цементный растворы.

Раствором называется смесь из вяжущего вещества, мелких заполнителей и воды. Основными растворами, употребляемыми в строительстве, являются: известковый, смешанный и цементный.

При гашении извести добавлением воды мы получаем известковое тесто. Это известковое тесто, при смешивании его с песком и добавлением воды, даст известковый раствор. Известь и песок для приготовления раствора берутся в известных объемных соотношениях. Наиболее употребительные соотношения (пропорции) известковых растворов 1:3; 1:3½; 1:4. Это значит, что на одну часть извести берут три, три с половиной или четыре части песка. Части эти отмеряют специальными мерными ящиками.



Растворы, составляемые на основе извести, твердеют только при свободном доступе воздуха. Поэтому они называются **воздушными**.

Для получения более прочных растворов употребляют так называемые **смешанные растворы**. В этих растворах, кроме извести и песка, добавляется цемент. Составление этих растворов точно так же происходит в различных пропорциях. Так как при этих растворах мы применяем три составных части, то и состав раствора выражается тремя числами.

Чаще всего применяют растворы:

1:0,5:5; 1:0,5:6; 1:1:7; 1:1:8; 1:2:10 и 1:2:12.

В этих пропорциях первое число относится к цементу, второе к извести и, наконец, третье к песку. Эти части берутся по объему. Например 1:0,5:5 означает: одна часть цемента, полчасти извести и пять частей песка и т. д.

Наконец, наиболее прочным раствором является цементный. В цементном растворе имеются, кроме воды, две составные части — цемент и песок, соотношения которых указаны в пропорции 1:1, 1:2, 1:3, 1:4 и т. д., т. е. на одну часть цемента взяты одна, две, три, четыре и т. д. части песка.

Растворы употребляются при каменной кладке и для штукатурки.

## **§ 45. Известково-пуццолановые растворы и теплые растворы.**

За последнее время находят себе применение новые виды смешанных растворов, в которых в качестве вяжущего вещества применяется воздушная известь с гидравлическими добавками. В частности нашел себе большое применение известково-трепелный раствор.

Эти растворы, являясь гидравлическими, имеют преимущество перед известковыми. Однако они недостаточно прочны в условиях сухой среды и недостаточно морозостойки. Для улучшения качества этих растворов к ним часто добавляют портланд-цемент, и тогда получаются удовлетворительного качества цементно-известково-пуццолановые растворы.

Если в растворах вместо песка применяется какой-нибудь легкий пористый заполнитель, например мелкий котельный шлак или пемзовая мелочь, то такой раствор, обладая меньшим объемным весом и меньшей теплопроводностью, называется «теплым». Теплые растворы применяются для кладки стен из теплобетонных камней, для кладки стен при уменьшенной ее толщине и для теплых штукатурок.

Дозировки растворов изменяются в зависимости от требуемой от них прочности.

## § 46. Классификация и составы бетонов.

Бетоны могут различаться как по вяжущим веществам, примененным для их приготовления, так и по объемному весу, теплопроводности, консистенции, способу укладки и т. п.

а) По вяжущему, взятому для бетона, различают бетоны: портланд-цементные, известковые, пуццолано-портланд-цементные и т. д.

б) По своим теплотехническим свойствам и объемному весу бетоны бывают теплые и холодные. Теплые бетоны в то же время и более легкие бетоны.

в) Бетоны могут быть плотными и пористыми (например пенобетон и др.).

г) В зависимости от консистенции различают бетоны: жесткий или трамбованный, пластичный и литой.

д) В зависимости от специальных приемов укладки бетона можем подразделить бетоны на вибрированный, центрофугированный и т. д.

е) Наконец можно выделить еще специальные бетоны, как например, кислотоупорный и т. д.

Состав бетонов точно обозначается отношением трех чисел, например 1:2:4, где первое обозначает объемную часть цемента, второе — песка и третье — гравия или щебня. Однако употребление объемных соотношений еще не гарантирует правильного составления раствора и бетона. В самом деле, если мы возьмем два мерных ящика, насыплем в них цемент и свесим, то увидим, что тот ящик, в который цемент насыпался более плотно, будет весить больше, а следовательно, и материала в него вошло больше. Гарантировать одинаковую засыпку по плотности, конечно, трудно. При таком способе отмеривания цемента мы не можем быть уверены в точном количестве взятого материала и будем подчас расходовать его больше, чем надлежало бы, что вызывает перерасход дефицитного материала-цемента. Поэтому в настоящее время дозировка цемента по объему запрещена Техническими условиями производства работ. На всех постройках с правильной организацией работ цемент дозируют по весу, для чего устраиваются весы или простого типа, коромысловые (рис. 24), или автоматические специальные аппараты, употребляемые в Америке, показанные на рис. 25. Самым правильным и обеспечивающим заданный состав бетона является, конечно, дозировка всех составных частей по весу.

Еще не так давно при указании составов бетона не устанавливалось вовсе дозировки воды. Последнюю брали без

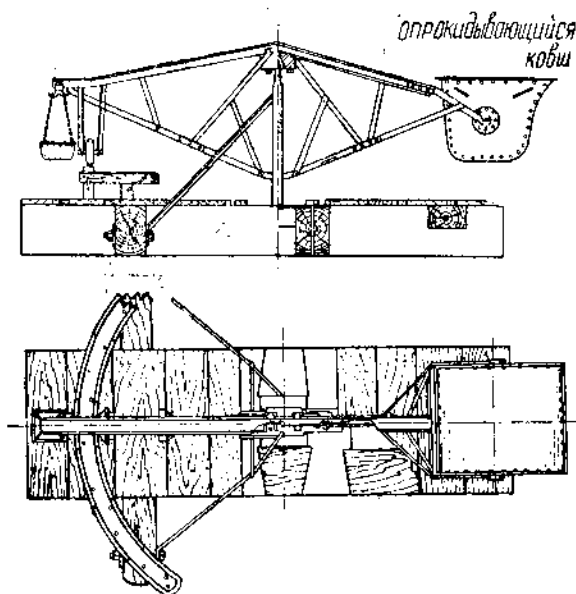


Рис. 24. Коромысловые весы.

всякой меры, «на-глаз», лишь бы было удобнее работать. Однако, как показал целый ряд работ виднейших ученых:

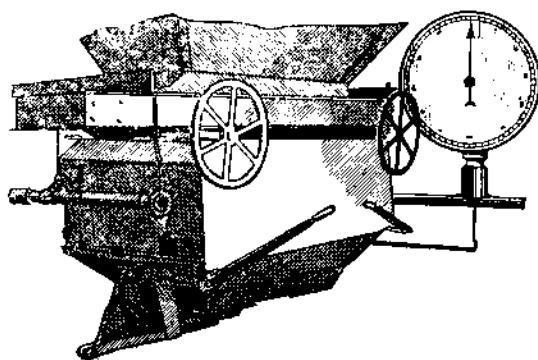


Рис. 25. Аппарат для весовой дозировки.

проф. Абрамс (Америка), проф. Графф (Германия), проф. Беляев (СССР) и др., количество воды, взятое для затворе-

ния бетона, в значительной степени влияет на прочность получаемого бетона. Чем больше воды мы берем для затворения бетона, тем (при прочих равных условиях) мы получаем менее прочный бетон. Лишняя добавка воды ослабляет бетон. Чтобы компенсировать это ослабление прочности бетона от излишней добавки воды, мы должны увеличить количество взятого цемента. Следовательно излишнее количество воды вызывает перерасход дефицитного и наиболее дорогого материала в бетоне — цемента. Вот почему в настоящее время, одновременно с точной дозировкой материалов для приготовления бетона, задается и строго определенное количество воды.

У бетономешалок должны быть автоматические бачки с водой, дающие возможность точной дозировки воды.

### **§ 47. Консистенция бетона.**

Бетон, вышедший из бетономешалки, может быть в зависимости от своей подвижности и удобообрабатываемости жестким, пластичным или литым. Свойство бетона, которым характеризуется его подвижность, называется консистенцией бетона.

Одновременно с дозировкой составных частей и воды задается и требуемая консистенция бетона, характеризующаяся, как мы увидим ниже, осадкой конуса Абрамса.

### **§ 48. Факторы, влияющие на прочность бетона.**

Основным и необходимым условием прочности бетона является доброкачественность употребляемых для его приготовления материалов, вяжущего вещества, заполнителей и воды.

Все эти материалы должны быть своевременно, до начала работ, проверены в лаборатории и только тогда пущены в дело.

На прочность получаемого бетона, как показал целый ряд опытов, имеет большое влияние количество взятой для затворения воды. Чтобы получить наиболее прочный бетон, нужно было бы взять только такое количество воды, какое полностью может соединиться с цементом и образовать цементный камень без пустот. Излишнее количество понижает прочность бетона. Однако иногда вводят этот излишек в той или иной степени необходимо по условиям укладки бетона. Количество воды характеризуется величиной, называемой водоцементным фактором.

Водоцементный фактор представляет собой отношение количества воды к количеству цемента. При подборе состава бетона задаются, в зависимости от требуемой прочности и консистенции бетона, определенным водоцементным фактором, так как между ним и прочностью бетона легко установить зависимость. Чрезвычайно важным обстоятельством, влияющим на прочность бетона, является и качество самого вяжущего вещества. Чем выше активность цемента, тем меньше нужно взять его для получения бетона одинаковой прочности при той же консистенции. При одинаковом количестве вяжущего, чем выше активность его, тем большую прочность бетона мы получим при прочих равных условиях.

При выборе заполнителей надлежит руководствоваться не только чистотой их, отсутствием вредных примесей, но и гранулометрическим (зерновым) составом их, формой и поверхностью зерен.

Хорошо, если зерна имеют угловатую форму и шероховатую поверхность. В этом случае заполнитель лучше сцепляется с раствором. Прочность бетона получается более высокой. Правильный подбор заполнителей для бетона в смысле зернового состава точно так же в значительной степени способствует повышению прочности и плотности бетона.

Для прочности бетона имеет значение тщательность приготовления и укладки его. Применение машин для приготовления бетона, соблюдение определенной длительности перемешивания его, плотная укладка путем трамбования, вибрирования и т. д. повышают прочность бетона.

Среда, в которой происходит твердение бетона, влияет на его прочность. Для получения бетона большей прочности он должен твердеть во влажной среде. Если не будет достаточно влаги внутри бетона, часть цемента останется без взаимодействия с водой и это сильно отразится на прочности бетона. Вот почему необходимо первое время после укладки бетона поливать его водой несколько раз в день и закрывать его влажным брезентом, предохраняя от высыхания.

Температура, при которой происходит твердение бетона, оказывает большое влияние на его прочность. Чем ниже температура, тем медленнее происходит твердение бетона. Морозы, при которых замерзает вода, могут вообще прекратить твердение бетона. Слишком высокая температура воздуха точно так же замедляет твердение бетона, так как в этом случае может быстро наступить высыхивание бетона. Высокая температура и влажная среда ускоряют процесс твердения бетона.

Среда, окружающая бетон, также оказывает значительное

влияние на прочность бетона. Бетонные части и сооружения (канализационные трубы, колодцы, набережные, фундаменты и т. д.) часто подвергаются разрушительному действию окружающей их воды (углекислые воды, морская вода, минерализованная грунтовая вода, и т. д.). В этих случаях для придания долговечности бетонам, необходимо применять специальные вяжущие вещества: пуццолановые портланд-цементы, шлако-портланд-цементы и др.

Но не только вода, содержащая вредные для бетона примеси, разрушает его. Постоянное действие воды на бетон, изменяющееся давление воды на бетон, приливы и отливы воды в конечном итоге разрушают бетон. Вода постепенно проникает в тело бетона, насыщается там известью и вымывает ее из бетона, разрушая его. Происходит выщелачивание свободной извести, находящейся в бетоне.

Наилучшими мерами борьбы с разрушительными действиями воды опять-таки является применение в этих случаях пуццолановых портланд-цементов и тщательный подбор и укладка бетона.

#### § 49. Подбор состава бетона.

Установление решающего влияния воды на прочность бетона и наличие строгой зависимости между количеством воды и цемента заставили техников при приготовлении бетона брать воду уже не «на-глаз», а в строго определенных, измеренных количествах, как и прочие материалы для бетона. Так как в нормальных условиях 1 л воды весит 1 кг, воду можно отмеривать, а не взвешивать. Однако для уверенности в том, что вода берется в должном, заранее заданном количестве, для отмеривания воды следует употреблять специальные приборы, по возможности автоматические.

Но как бы точно мы ни установили при предварительных подсчетах количество воды, заполнители под влиянием влажности воздуха, дождей и т. д. могут быть более сырыми и сухими. В зависимости от этого изменения и состав бетона также будет изменяться. Количество воды, вливаемой для затворения, может быть поэтому большим или меньшим. Полевая лаборатория, кроме первоначального подбора состава бетона, должна постоянно контролировать правильность дозировки составных частей и изменять заданное количество воды в зависимости от той или иной влажности заполнителей.

Количество воды и цемента, соотношение цемента и заполнителей гранулометрический состав их находятся в тесной связи.

Имея на стройке заполнители, не удовлетворяющие нас по данным просеивания, дающие плохие соотношения крупных и мелких частиц, мы можем всегда соответственной добавкой пужного количества заполнителей той или иной крупности зерен улучшить зерновой состав заполнителей, повысить качество бетона.

До начала работы по приготовлению бетона, необходимо лабораторным путем произвести подбор состава бетона.

Под подбором состава бетона<sup>1</sup> следует понимать определение количества материалов на 1 м<sup>3</sup> бетона; заполнителей (с их разбивкой по фракциям), цемента и воды.

Состав бетона подбирают такой, чтобы он отвечал заданной прочности и потребной консистенции. Для этого тщательно выбирают заполнители, цемент, дозировку этих материалов и воды. Подбор состава производится в лаборатории стройки. По выбранному в лаборатории составу бетона определяют его рабочий состав с учетом влажности материалов и устанавливают количества материалов, необходимых для разгрузки на один замес в бетономешалку. Этот рабочий состав должен быть вывешен у бетономешалки и в нем точно указано, сколько какого материала и воды надо загрузить в ковш и барабан. Соблюдение этой дозировки чрезвычайно важно для получения бетона необходимой прочности и консистенции.

Научный подход к подбору состава бетона дал возможность при меньшем расходе цемента, но правильном подборе составных частей получить необходимую для данного сооружения прочность. Только этим путем можно получить экономию дефицитного цемента, не нанося ущерба качеству строительства.

## § 50. Марки бетона.

В зависимости от важности и назначения сооружения, в котором производится железобетонные и бетонные работы, нужна, конечно, и соответственная прочность бетона. Техническими нормами установлен для бетона ряд марок, характеризующихся значениями временного сопротивления для каждой марки.

Уясним себе прежде всего, что такое временное сопротивление. Под действием какой-либо нагрузки в теле возникают внутренние напряжения. Тело сопротивляется действующей

<sup>1</sup> По определению проф. Н. М. Беллева («Новое в железобетоне»).

нагрузке. Чем больше действующая на тело нагрузка, тем большее напряжение возникает в теле. Нагрузка может быть так увеличена, что материал не в состоянии будет сопротивляться ее действию и разрушится. То напряжение, при котором наступает разрушение материала, называется временным сопротивлением. Измеряется оно в килограммах на квадратный сантиметр ( $\text{кг/см}^2$ ). Величина этого временного сопротивления для каждого материала определяется опытным путем.

Доводить напряжение в материале до временного сопротивления, значит доводить конструкцию до состояния разрушения. Это, конечно, недопустимо. Поэтому при определении размеров сечения элементов конструкции исходят не из временных сопротивлений, а сохраняют известный, как говорят, запас прочности, т. е. в материале допускают напряжения от  $1/2$  до  $1/10$  части временного сопротивления. Это напряжение, при котором конструкция будет работать надежно и безопасно, называется допускаемым напряжением. По допускаемым напряжениям производятся конструкторские расчеты.

Прочность бетона как материала для бетонных и железобетонных сооружений характеризуется маркой его, показывающей временное сопротивление бетона. Например марка бетона 110 означает, что временное сопротивление этого бетона  $110 \text{ кг/см}^2$  и т. д. Как видно из таблицы 4, в настоящее время нормы устанавливают семь марок.

Таблица 4.

| Временное сопротивление в $\text{кг/см}^2$ (и марки) | 210 | 170 | 130 | 110 | 90  | 65 | 45 |
|------------------------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----|----|
| Марки бетона (принятые ранее)                        |     |     | I   | II  | III |    |    |

Каждая марка носит наименование соответствующего ей временного сопротивления. Например говорят: марка 110, марка 90 и т. д.

Марки 65 и 45 допускаются только для бетонных частей здания. Наиболее употребительными являются марки 90, 110 и 130. Более высокие марки 170 и 210 употребляются в наиболее ответственных частях сооружения и выбор их должен быть достаточно обоснован. Для подбора состава бетона обя-



зательно задается принятая при расчетах марка бетона. Указание на принятую марку бетона обязательно делается на рабочем чертеже.<sup>1</sup>

## § 51. Прочность и консистенция бетона и методы их определения.

Прочность бетона, укладываемого в сооружение, должна соответствовать проектной прочности, указанной на чертежах.

Как же судить заранее о прочности бетона и каким образом проверять качество изготовленного бетона? Прочность определяется путем испытания пробных образцов-кубиков или балочек.

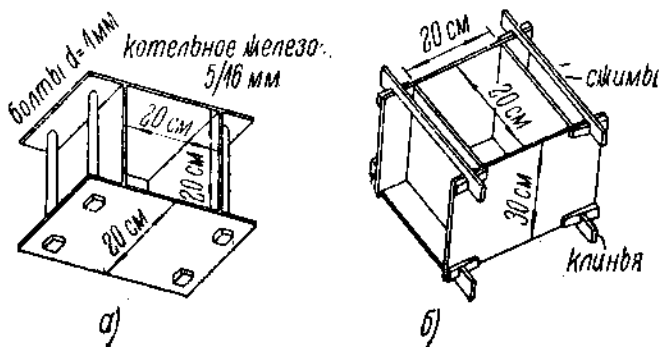


Рис. 26. Формы для пробных кубиков.

Как уже указывалось, подбор состава бетона заключается в определении расхода материалов (цемента, песка, гравия и воды) для получения бетона, потребной консистенции и заданной прочности.

Приготовив несколько пробных замесов из различных составов бетона (трех или двух), изготовляют из каждого замеса несколько кубиков (три или шесть), для чего бетон укладывается в деревянные или металлические формы (рис. 26). Размер форм  $20 \times 20 \times 20$  см или  $30 \times 30 \times 30$  см, в зависимости от крупности гравия. Кубы  $20 \times 20 \times 20$  см укладываются в два слоя. Каждый слой тщательно протыкивается железным стержнем 56 раз. Через 48 часов боковые стенки формы снимают.

<sup>1</sup> Технические условия.

Освобожденные таким образом от боковых стенок, кубики оставляют стоять на днище еще 24 часа. После этого кубики снимают с днища. Дальнейшее хранение кубиков производится во влажных опилках или во влажном песке. При забетонирования кубика, на нем проставляют номер его, номер партии и дату изготовления.

Эти кубики, выдержанные 7 и 28 дней (по три кубика на каждый срок) испытывают в лаборатории раздавливанием на специальных прессах. При этом определяется разрушающий груз. Разделив величину разрушающего груза на площадь основания кубика, мы определим временное сопротивление бетона сжатию. Кроме этих предварительных испытаний бетона, входящих в подбор состава, надлежит во время производства работ, для контроля прочности укладываемого в сооружение бетона набивать кубики из рабочего бетона, взятого непосредственно при выходе его из бетономешалки.

Хранение кубиков и испытание их производится таким же образом, как мы говорили выше. Таким путем может быть определено качество бетона, уложенного в данное перекрытие и т. д. Кроме форм приведенных выше размеров, применяют и формы размерами  $7 \times 7 \times 7$  см.

На железобетонных работах ведется особый журнал и ведомость изготавливаемых кубиков.

В некоторых случаях, вместо кубиков, изготавливаются пробные балочки. Правила изготовления и хранения их те же, что и кубиков. Затем с помощью специальных приборов производится их испытание.

Помимо прочности, бетон должен удовлетворять определенной наперед заданной консистенции, характеризующей подвижность бетонной массы перед укладкой. По консистенции бетоны могут быть разделены на жесткий, пластичный и литой.

Так как определение консистенции на-глаз, по внешнему виду, может не совпадать у отдельных лиц, ее оценивающих, то теперь определяют консистенцию бетона с помощью специальных приспособлений. Так, проф. Абрамс (Америка) для определения консистенции бетона предложил способ определения ее помощью конусов, так называемых конусов Абрамса (рис. 27).

Конус Абрамса изготавливается из листового оцинкованного железа в виде конуса со срезанной вершиной, так называемого усеченного конуса. Верхний диаметр его равен 10 см. нижний диаметр — 20 см; высота равна 30 см. Верхнего и нижнего днищ нет, конус открыт сверху и снизу. Внутренняя поверхность конуса должна быть совершенно гладкой.

Все соединения надо делать только с наружной стороны. Конус снабжен двумя ручками, а внизу приклепаны планки.

Консистенция бетона конусом Абрамса определяется следующим образом. Приготавливают бетон необходимой и удобной для данной части конструкции густоты. Бетон этот не-

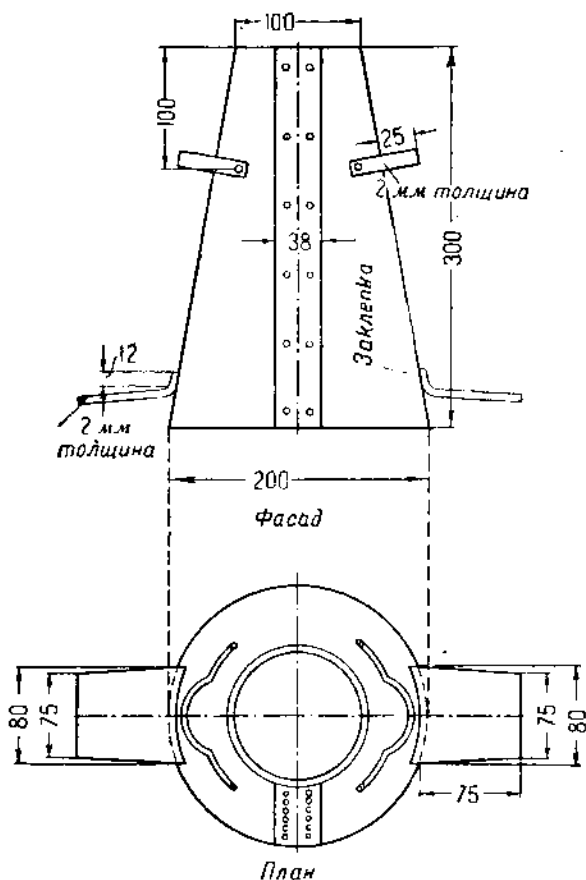


Рис. 27. Конус Абрамса.

сколькими слоями, прощтыковывая их железным стержнем, набивают сверху в конус. Работу производят, установив предварительно конус на гладкую площадку. Когда бетон набьют до верха конуса, излишек его срезают линейкой и сглаживают верх. Затем конус осторожно снимают, не сдвигая бетонной массы, и ставят рядом с ней на площадке (рис. 28)

Бетон, освобожденный от формы, несколько оседает. В зависимости от консистенции бетона, взятого для набивки, конус оседает то больше то меньше. Положив линейку на поставленную рядом с осевшим конусом форму, мы легко измерим осадку (спływ) конуса. Осадка эта измеряется в сантиметрах и характеризует консистенцию бетона. Мы можем таким образом задать заранее бетоном с осадкой конуса, например, в 10 см и т. п.

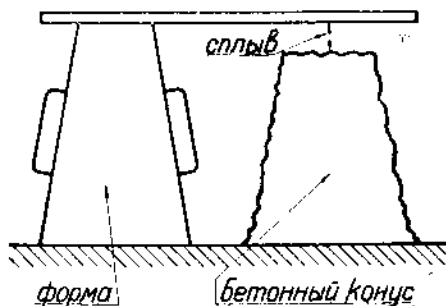


Рис. 28 Проба конусом.

Наиболее употребителен бетон с осадкой конуса около 5—7 см. В тонких, густоармированных частях конструкции применяют бетон с осадкой конуса в 10—15 и до 18 см.

Конус изнутри и площадка перед работой должны быть хорошо смочены водой.

Кроме конуса Абрамса, для определения консистенции бетона употребляют столик проф. Скрамтаева (рис. 29). На этом приборе консистенция определяется углом наклона одного из щитов столика, при котором происходит сползание бетона со столика. Этот прибор состоит из двух щитов размерами  $50 \times 40$  см.

Щиты наложены друг на друга и с одной из малых сторон соединены дверной петлей, дающей возможность раскрывать столик. Верхний щит обит кровельным железом. К нижнему прикреплена дуга из фанеры с нанесенными на нем делениями углом (градусами). Верхняя крышка имеет ручку для подъема крышки.

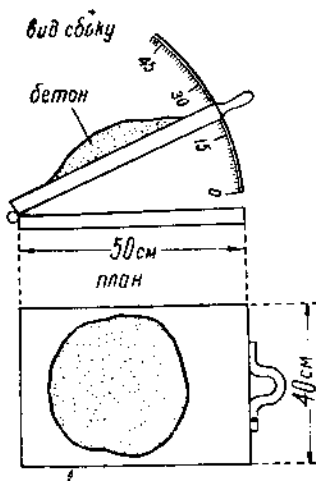


Рис. 29. Столик Скрамтаева.

Испытание производят следующим образом. Пробу бетона в 3 л кладут на верхний щит, который предварительно насухо вытирают, затем бетон разравнивают в виде лепешки диаметров около 30 см. После этого начинают поднимать за ручку верхний щит медленно, без толчков. При некотором угле

наклона столика бетон начинает сползать со столика. Угол наклона, прочитанный на дуге, дает меру консистенции бетона.

Прибор может быть легко изготовлен на любой постройке.

## § 52. Теплые (легкие) бетоны.

Бетон с тяжелыми заполнителями (песок, гравий, щебень) обладает двумя существенными недостатками: значительным собственным весом (1 м<sup>3</sup> весит около 2200 кг) и большой теплопроводностью. Поэтому, как заполнитель в каркасных конструкциях и материал для стен в теплых помещениях он непригоден. Стены из обычного бетона, чтобы они были малотеплопроводными, пришлось бы делать очень толстыми и потому очень дорогими. Этих недостатков лишен так называемый **теплый бетон**, который, обладая в значительной степени достоинствами обычного бетона, особенно в части производственного процесса, отличается большей легкостью и меньшей теплопроводностью. Достигается это применением легких заполнителей.

Объемный вес теплых бетонов в зависимости от заполнителей колеблется в пределах от 800 до 1600 кг в 1 м<sup>3</sup>.

Заполнителями для теплового бетона служат шлаки, пемза и туфы, обладающие пористой структурой.

Пемза, очень легкая и пористая, является одним из лучших заполнителей для приготовления теплых бетонов. Затрудняет применение ее только то, что залежи ее у нас имеются только в Закавказьи. Стоимость ее, из-за больших транспортных расходов, велика.

Весьма распространенным видом легкого заполнителя являются котельные шлаки, получающиеся как отход от различных топочных установок, работающих на угле.

Бетоны с применением шлака носят название **шлакобетона** и могут быть приготовлены на различных вяжущих веществах. У нас шлакобетон нашел широкое применение как в виде монолитного бетона, так и в виде отдельных шлакобетонных камней и блоков, из которых уже на постройке возводятся стены.

Приблизительный состав шлакобетона выражается соотношением 1 : 3 : 4 или 1 : 4 : 8 и т. д. В первом случае берется одна часть цемента, три части мелкого шлака, четыре части крупного шлака. Применяют и составы с добавлением песка.

Шлаки должны быть предварительно проверены в лаборатории для установления отсутствия в них вредных примесей.

В работу бетонщика входит также и приготовление камней и целых блоков из теплых бетонов. Эти камни бывают самых

разнообразных видов и размеров. В большинстве случаев они имеют пустоты и в этом случае носят название пустотелых. Несколько образцов таких камней мы приводим на рис. 30.

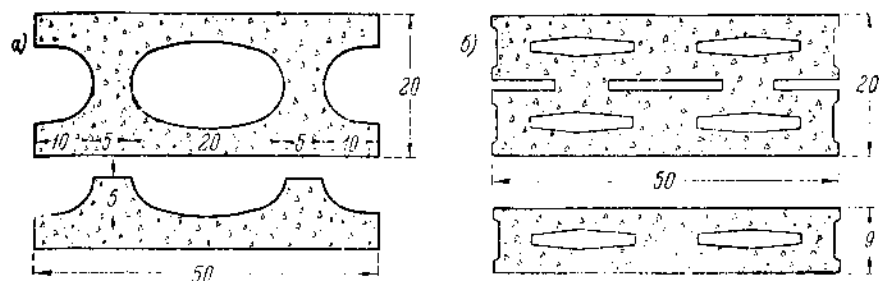


Рис. 30. Пустотелые камни.

### § 53. Пенобетон и газобетон.

Из среды легких, теплых бетонов необходимо выделить мелкопористые (ячеистые) бетоны, из которых особую известность и распространенность у нас получил пенобетон.

Пенобетон изобретен сравнительно недавно (в 1925 г.). В СССР применяются два способа приготовления пенобетона. При обоих способах употребляется в качестве вяжущего вещества цемент, главным образом портландский.

Кроме цемента употребляется эмульсия, которая при газировании с водой образует прочную пену. От этого бетон и получил название пенобетона. Пена не спадает 3—4 часа. В некоторых случаях применяют пенобетон с третьей составляющей — песком, размолотым в специальных шаровых мельницах.

Приготавливают пенобетон в специальных машинах — пенобетоньерках.

Пенобетон выпускается плитами размеров  $1 \times 0,5$  м, толщиной 8—20 см и  $1 \times 1$  м, толщиной до 0,5 м; его можно также набивать прямо на месте в опалубку по требуемым размерам.

Пенобетон очень удобен в работе и легко распиливается обыкновенной ручной пилой. Употребляют его для утепления стен, железобетонных перекрытий и т. д.

Пенобетон легок:  $1 \text{ м}^3$  его весит около 400—500 кг. В настоящее время пенобетон получает все большее развитие и применение в строительной практике. Для приготовления его стройорганизации оборудуют специальные заводы.

Родственным пенобетону по своей ячеистой структуре является газобетон.

Газобетон получается смешиванием цемента с порошком алюминия (алюминиевой пылью). Иногда добавляется гашеная известь и тонко размолотый песок. Газобетон изобретен шведом Эриксоном в 1925 г. Для получения газобетона насухо смешивают цемент, гашеную известь, алюминиевую пыль и песок, после чего при непрерывном перемешивании приливают тонкой струей горячую воду.

При вспучивании приготовленной таким образом массы, ее разливают в деревянные формы.

В СССР газобетон не получил еще распространения. Развитию его очевидно будет сильно способствовать расширение у нас алюминиевого производства, при котором несомненно окажется значительное количество свободной алюминиевой пыли.

#### **§ 54. Прочие бетоны. Вредные влияния на бетон.**

Кроме рассмотренных нами видов бетонов, в строительную практику входят все новые и новые виды бетонов для различных областей строительства. Так, в дорожном строительстве нашел себе применение асфальтовый бетон, изготовленный на основе вяжущего из асфальта и гудрона. За последнее время большой интерес вызывает к себе кислотоупорный бетон, применяемый в строительстве химической промышленности. Вяжущим для такого бетона применяется жидкое стекло с добавкой кремнефтористого натрия.<sup>1</sup> В качестве заполнителей применяются такие кислотоупорные материалы, как андезит (горная порода на Кавказе), кварцит, пшот и др.

Изучение составов кислотоупорного бетона и условий их применения сейчас проводится на ряде опытных участков.

Потребность в получении в некоторых случаях весьма плотного водонепроницаемого бетона вызвала применение ряда добавок к составам бетона, придающих им в той или иной степени большую плотность. В настоящее время, однако, преобладает стремление достигнуть плотности бетона за счет правильного подбора составляющих его и применения механизированного способа укладки (вибрированный бетон, торкрет-бетон, центро-фугированный бетон).

Стремление увеличить сопротивление бетона изпосу (например для бетонных полов) выдвинуло «сталебетон», в котором

<sup>1</sup> Обычный портланд-цемент не может быть применен для этих целей ввиду его растворимости в кислотах.

в качестве заполнителя применяется железная стружка и опилки.

В целом ряде случаев бетонам предъявляются особые требования водонепроницаемости.

В литературе недавно приводились данные об увеличении водонепроницаемости бетона путем введения в него, при приготовлении, от 8 до 10% микроасбеста. Однако все эти попытки находятся в стадии опытов.

Развитие применения пуццолановых портланд-цементов и исследование работы пуццолановых бетонов показало, что при одном и том же весовом количестве вяжущего вещества бетон на пуццолановом портланд-цементе получается более плотным и более водонепроницаемым.<sup>1</sup>

За границей для водонепроницаемого бетона применяют специальные цементы: сикофикс-цемент, антиаква-цемент и т. д.

Для придания большей водонепроницаемости бетонной или железобетонной конструкции с успехом применяют торкретирование бетона, при котором бетон покрывается несколькими слоями бетона, наносимыми на его поверхность под большим давлением. Опыткатурка поверхности бетона (со стороны воды) жирным цементным раствором (1:2; 1:1) слоем 1,5—2 см с последующим железнением дает иногда, при добро-совестной работе, положительные результаты.

Железнение поверхности производится следующим образом: свежая поверхность бетона затирается деревянными терками, затем присыпается сухим цементом и затирается (до получения темной поверхности с металлическим блеском) стальными терками. Применяется иногда покрытие бетона цементным раствором, затворенным на воде с добавкой специальных веществ, как-то: перезита, гидрозита и пр., но все эти меры являются временными и при значительном напоре воды не дают желаемых результатов.

Как на одну из наиболее рациональных мер, можно указать на применение изоляционных слоев (руберонд. толь), наклеиваемых (на битумах, клеемассе) на бетонную поверхность таким образом, чтобы этот слой прижимался к бетону под давлением воды. Обычно при большом напоре воды устраивают вначале одну бетонную рубашку более тощего бетона, на нее наклеивают два-три изоляционных слоя руберонда, толя<sup>2</sup> или пергамина и затем зажимают этот слой второй бетонной или железобетонной рубашкой, в зависимости от требования расчета и проекта.

<sup>1</sup> Проф. К и д. Специальные цементы.

<sup>2</sup> С толя предварительно должен быть снят песок.



Работы по устройству изоляционных слоев проводятся специальными рабочими и в обязанность бетонщика не входят.

Устройство водонепроницаемых бетонных и железобетонных частей здания требует значительных подсобных работ по водоотливу, шпунтам и т. д., которые детально здесь не могут быть рассмотрены.

Конкретизируя сказанное о водонепроницаемом бетоне, можно указать, что водонепроницаемость достигается применением плотных, желательнo пуццолановых бетонов, специальными методами приготовления бетона, как-то: центрофугированием, вибрацией и первибрацией, а главное — исключительной тщательностью как в подборе материалов и состава, так и укладке бетона.

Мы уже говорили о разрушающем действии на бетон морской и минерализованной воды и целого ряда кислот.

Соли действуют на бетон различно. Некоторые из них, как поваренная соль (хлористый натр), безвредны; другие, как например, сериюкислые — очень вредны. Сахар, животные растительные жиры, попавшие в бетон во время затворения, не дают бетону схватиться. Разрушающе действует на бетон моча. Бетон портится от жидкостей, которые подвергаются брожению. В то же время некоторые жидкости, как например, вина, фруктовые соки, варенья, эфирные масла, не портят бетон, а портятся от него сами. Оказывает вредное действие на бетон сероводород.

При приготовлении бетона все составные части его (цемент, заполнители и вода) должны быть абсолютно чисты от вредных примесей. Мерами борьбы являются: 1) тщательная проверка всех материалов, идущих в дело; 2) предохранение бетона во время приготовления и схватывания от попадания в него посторонних веществ; 3) учет всех условий, в которых будет находиться бетон, и применение соответствующего бетона (пуццоланового, кислотоупорного) и 4) покрытие бетона соответственными флюатами, окраской или предохранительными плитками, гудронами и т. д.

### Контрольные вопросы.

1. Что называется бетоном?
2. Какие растворы мы знаем?
3. Как правильно дозировать цемент для приготовления бетона?
4. Что значит подобрать состав бетона?
5. Что такое марка бетона?
6. Какие марки наиболее употребительны?
7. Что такое временное сопротивление?
8. Как изготовить пробный кубик?

9. Как хранить пробный кубок?
10. Как испытать готовый бетон?
11. Что показали исследования Абрамса?
12. Отчего нельзя брать излишнее количество воды для бетона?
13. Что такое водоцементный фактор?
14. Как применить конус Абрамса?
15. Для чего применяют столик Скрамтаева?
16. Как подразделяются бетоны?
17. Какой бетон более водонепроницаем, плотный или пористый?
18. В каких случаях следует применять пущолоановые бетоны?
19. Чем теплый бетон отличается от нормального бетона?
20. Какие теплые бетоны мы знаем?
21. Что такое пенобетон?

## Глава четвертая

### ПРИГОТОВЛЕНИЕ БЕТОНА.

**Целевая установка:** Дать представление о способах приготовления бетона — ручном и механизированном. Ознакомить с основными типами бетономешалок и указать приемы организации работ при бетономешалке.

**Содержание:** Отмеривание составных частей. Ручное приготовление бетона. Машинное приготовление бетона. Бетономешалки. Работа на бетономешалке. Продолжительность перемешивания. Организация работы. Коэффициент использования и др. Бетономешалки разных систем. Контрольные вопросы.

#### § 55. Отмеривание составных частей.

В главе III мы уже говорили о дозировке бетона, составных частях его и необходимости весовой дозировки.

Цемент берется по весу, заполнители — по объему или также по весу. Для отвешивания цемента употребляются приспособленные для этого простые весы (рис. 24) или специальные весы (рис. 25). Однако иметь специальные весы для отвешивания составных частей бетона не всегда удастся. Для отвешивания цемента можно легко изготовить из дерева или листового железа простой прибор,<sup>1</sup> схема которого приведена на рис. 31а. Вес сосуда и засыпанной в него порции цемента для данного замеса уравнивается гириями *Б*. Гири *Б* передвигаются по рычагу *Е*. Определив потребное весовое количество цемента на замес, устанавливают гири *Б* таким образом, чтобы

<sup>1</sup> Инж. Еремин, Механизация и оборудование бетонных работ.

прибор был уравновешен для этой порции цемента, и дальнейшее отвешивание цемента происходит уже без передвижки гирь.

В сосуд *А* цемент поступает из расположенного над ним силоса, при открывании верхней заслонки *Д*. Нижняя заслонка *Д* открывается при высыпании отвешенной порции цемента. Бруски *Г* предохраняют сосуд от опрокидывания. С достаточной точностью можно пользоваться и простыми коромысловыми весами с опрокидывающимся ковшом<sup>1</sup> (рис. 24). Американцы употребляют также весы,

на которых имеется возможность одновременного отвешивания всех трех составных частей бетона.

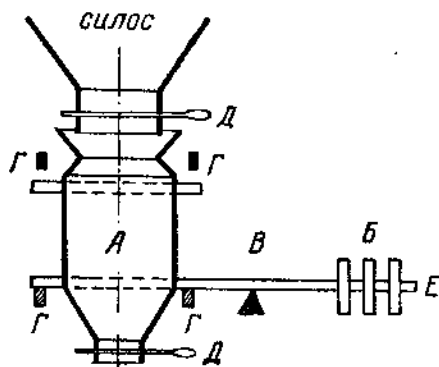


Рис. 31а. Весовой прибор для цемента.

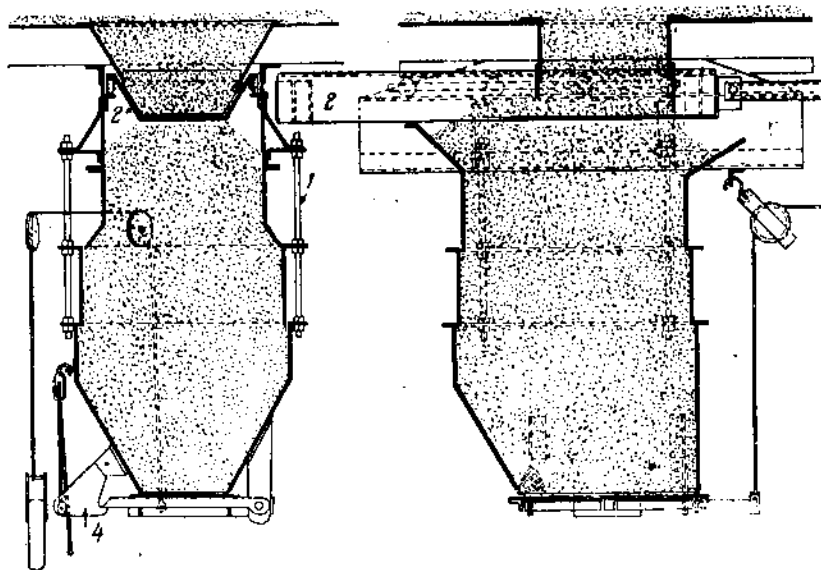


Рис. 31б. Объемный мерник для заполнителей.

<sup>1</sup> Г. Д. Лукасян и К. К. Дондо, Практика бетона.

Для объемного отмеривания заполнителей существуют также мерные приборы, облегчающие точное отмеривание, чего, конечно, трудно добиться при употреблении для этой цели обычных тачек.

Мерные приборы бывают разных типов. Один из таких мерных бункеров представлен на рис. 316.

Ящик этот состоит из трех секций. Секции скреплены между собой болтами, помощью которых можно подтягивать секции и регулировать таким путем потребные нам объемы. Мерный ящик верхней частью прикрепляется к бункеру, из которого подается материал. В верхней части ящика устроен затвор 2, установленный на роликах. Внизу мерник снабжен затвором с защелкой 4. После выпуска материалов затвор захлопывают посредством троса с противовесом у защелки 4.

Удобнее всего устанавливать одновременно два таких мерника: один для мелкой составляющей (песка), второй для крупной (гравия и щебня).

Отмеривание заполнителей может производиться дозировочными деревянными тачками. В этих тачках у передней стенки устраивают иногда (трест «Строитель», Москва) досчатый щит, вращаемый на парнире. Поворачивая этот щит внутрь тачки, мы можем уменьшить объем этой тачки до нужной нам величины. Песок и гравий насыпаются вровень с краями тачки. Тачки должны быть прочны и храниться, как инвентарь, в закрытом помещении. Рекомендуется во избежание смешивания с другими тачками окрашивать их в яркий цвет.

Мы уже говорили о том большом значении, которое имеет количество воды, взятое для приготовления бетона. Поэтому вода также должна строго отмеряться. Для отмеривания воды употребляют специальные бачки (рис. 32), смонтированные на машинах для приготовления бетона. Бачки эти приводятся в действие специальными рычажками или действуют автоматически.

На рис. 32а дан бачок системы Рансома.<sup>1</sup> В этом бачке *A* — вращающийся изогнутый патрубок, *Д* — приемное отверстие, которое можно установить на различной высоте, *Е* — труба, подающая в бак воду.

На рис. 32б представлен другой автоматический бак, смонтированный при бетономешалке «Егер».<sup>2</sup> В этом бачке: 1 — отверстие 150 × 200 мм, 2 — медный поплавок,

<sup>1</sup> Э. Вери, Механизация строительных работ. Госстройиздат, 1934.

<sup>2</sup> А. П. Еремин, Механизация и оборудование бетонных работ.

3 — латунный закрывающий клапан и 4 — приточная труба.

Бачок приводится в действие рычагом. При этом он наклоняется под определенным углом, рычаг упирается в установленный штифт, и вода выливается в барабан мешалки через специальный лоток. Штифт этот может быть установлен раз- но и давать бачку тот или иной уклон в зависимости от того количества воды, которое бачок должен подать в барабан на один замес.

Внутри бачок снабжен клапаном, который автоматически прекращает подачу воды в бачок по наполнении его. Наполнение бачка водой происходит во время перемешивания после возвращения бачка в исходное положение.

Впуск воды в барабан, обратный поворот бачка и т. п. производит тот же рабочий, который управляет работой бетономешалки.

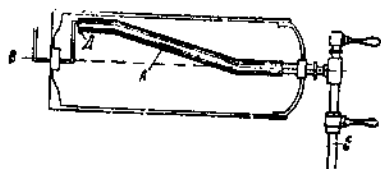


Рис. 32а. Мерный бачок для воды.

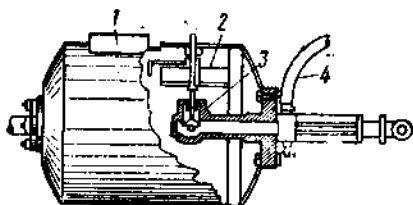


Рис. 32б. Автоматический бак при бетономешалке „Егер“.

Количество воды, потребное на один замес, задается заранее и вывешивается у бетономешалки одновременно с дозировкой остальных частей для бетона, цемента и заполнителей.

Так как 1 л воды при температуре в  $4^{\circ}$  весит 1 кг и вес воды с изменением температуры меняется незначительно, дозировка воды производится по объему.

Приготовление бетона должно быть механизировано. Это обеспечивает лучшее качество бетона, значительную экономию в рабочей силе и ускоряет работу.

Однако при незначительных объемах работы возможно приготовление бетона и вручную. Поэтому на этом способе также следует остановиться.

Конечно, и применение ручного способа ни в коем случае не освобождает стройку от проверки качества материалов и должной их подготовки.

## § 56. Ручное приготовление бетона.

Подвозка заполнителей к месту ручного приготовления бетона производится большей частью тачками. Вагонетками имеет смысл подвозить в тех случаях, когда имеется уже проложенный путь, обслуживающий и другие работы. Прокладывать специальную узкоколейку для небольшого количества бетонных работ, производимых вручную, не всегда целесообразно.

Перемешивание бетона производится на плотном деревянном щите — бойке. Боек представляет собой площадку размерами примерно  $4 \times 6$  м. Делать его необходимо тщательно из досок не тоньше 5 см. При плохо сделанном бойке через неплотно обитые доски уходит раствор, ослабляя таким образом приготавливаемый бетон. Боек должен быть укрыт от ветра и дождя.

Удерживать на деревянном бойке всю воду не удастся. Поэтому точная дозировка воды при ручном способе затруднительна. В этом один из больших недостатков ручного приготовления бетона.

Однако при добросовестной работе и при ручном способе можно получить хороший бетон. Какие меры для этого надо принять, кроме подбора годных в дело материалов?

1) Тщательно отмеривать и отвешивать составные части бетона.

2) Тщательно перемешивать все составные части.

3) Употреблять бетон в дело сразу после приготовления, не допуская в дело бетона, который начал схватываться.

Бетонная масса может оставаться без употребления при сухой и теплой погоде не более одного часа, а при сырой и прохладной погоде — не более двух часов.

4) Бетонную массу, полежавшую даже менее указанных сроков, до пуска в дело надо перелопатить.

5) Замес надо делать только в таком объеме, в каком он может быть сразу уложен в дело.

6) Боек перед каждым замесом должен быть очищен от грязи и остатков старого замеса.

Порядок приготовления бетона вручную следующий.

На вычищенный плотный боек, посредине площадки, поперек к направлению досок, укладывают в виде небольшого вала отмеренное количество песка. В середине этого вала пробирают неглубокую канаву, в которую засыпают потребное количество цемента. Например, если дозировка берется по объему и задана пропорция  $1 : 2 : 3$ , сначала берут два ящика

песка и затем в канавку в песок засыпают один ящик цемента.

Уложив цемент, рабочие засыпают его песком, взятым с концов вала. После этого рабочие (одна или две пары), стоящие друг против друга по обе стороны вала, заминальными лопатами (рис. 33) перелопачивают цемент с песком. Так как песок укладывается в виде валика поперек досок, то перелопачивание происходит вдоль досок и лопаты кромок досок при этом не задевают. В противном случае работа сильно затрудняется и боек быстро изнашивается.

Цемент с песком насухо должен быть перемешан не менее трех раз, во всяком случае до того момента, пока цвет сухой массы не станет однородным, что свидетельствует о хорошем перемешивании. Для лучшего перемешивания смесь пропускается через метлу, которую один из рабочих подставляет, потряхивая, под смесь, падающую с лопат.

Перемешав таким образом сухую смесь песка и цемента и получив смесь однородного цвета, оправляют валик и вновь пробирают в нем неглубокую канавку.

В эту канавку укладывают точно отмеренное количество гравия или щебня (в нашем примере три ящика). Это количество крупных заполнителей предварительно смачивают водой. Таким же путем, как и выше, перелопачивают смесь, добавляя из лейки с сеткой воду постепенно во время перелопачивания. Для лучшего перемешивания полезно употреблять железные грабли

работая ими с торца вала. Перелопачивание производится несколько раз до получения однородной массы бетона.

Необходимо помнить, что после добавления влажного песка, смоченного гравия или щебня и, конечно, воды схватывание цемента может уже начаться. Приготовление бетонной массы должно поэтому производиться быстро; не следует оставлять без употребления ни песка с цементом, ни тем более массы с добавкой смоченных крупных заполнителей.

Бетонная масса, приготовленная таким путем, должна укладываться в дело полностью и быстро.

Для приготовления замеса необходимы двое рабочих для перелопачивания и один для поливки, т. е. 3 рабочих, или же,



Рис. 33. Заминальная лопата.

при двух парах перелопачивающих, — 5 рабочих.<sup>1</sup> В это количество рабочих не входят рабочие на подноску и подвозку материалов, производимые подсобной рабочей силой.

На приготовление 1 м<sup>3</sup> бетона ручным способом с отмериванием и тщательным перемешиванием, по нормам 1935 г., потребно:<sup>2</sup>

|                                          |                 |
|------------------------------------------|-----------------|
| при жестком бетоне со щебнем или гравием | 2,58 чел.-час., |
| при пластичном бетоне                    | 1,86 чел.-час.  |

## § 57. Машинное приготовление бетона.

Можно без преувеличения сказать, что ни один из видов строительных работ не механизирован в такой степени, как работы по приготовлению бетона. В этих работах, благодаря исключительному вниманию технической мысли к бетону и железобетону, в области механизации достигнуто очень много. Поиски наиболее усовершенствованных машин для приготовления бетонной массы выявились в чрезвычайном разнообразии типов этих машин — бетономешалок. Имеются машины различной производительности — малые и крупные, машины подвижные и стационарные. Имеются машины специально для дорожных работ и т. д.

Бетономешалки выпускаются различных размеров со вместимостью барабана, в котором происходит перемешивание бетона, от 150 л до 2000 л и более. На заводах «Союзстроймашины» намечены к выпуску бетономешалки емкостью до 2000 л.

Прежде чем перейти к рассмотрению основных типов этих машин, необходимо несколько остановиться на общих положениях, обеспечивающих правильную работу механизмов и оправдывающих применение их на стройке.

Применение машин будет тем выгоднее, чем больше налажено полное использование ее. Если мы устанавливаем несколько механизмов, работающих последовательно один для другого, то производительность их должна быть между собой увязана. Иначе одна машина будет загонять или задерживать другую. Если машина обслуживается во всем остальном ручным трудом (например ручная подача материалов к бетономешалке), то необходимо поставить на подвозку столько рабочих, сколько требуется для того, чтобы обеспечить правильную бесперебойную работу механизма.

<sup>1</sup> В последнем случае работа, конечно, пойдет гораздо быстрее.

<sup>2</sup> ЕПН 1935, отд. 4, стр. 21.



Наконец, необходимо помнить, что строительная машина, как и любой заводской станок, требует тщательного ухода за ней. Машина затупленная будет работать с перебоями, вызывать простои рабочих, срывать работу.

Постановление XVII Партийного съезда требует от нас доведения механизации строительного процесса до 80%. Это значит, что строймашина войдет равноправным членом на каждую стройку; это значит, что она для нас становится тем же станком, который не может останавливаться во время рабочего дня, который не может дольше содержаться в таком виде, в каком он содержится на большинстве строек до сих пор: это значит, что строймашина, как и стройплощадка, должны быть в абсолютном порядке и чистоте.

### § 58. Бетономешалка.

Бетономешалки в основном различаются по способу перемешивания и по характеру своей работы.

По способу перемешивания различаются два типа машин:

1) Первый тип — это так называемые бетономешалки с вольного падения (с вращающимся барабаном) системы Егер, Кайзер, Смит, Рансом, Регулус, Шторер, Симплекс и др.

Перемешивание составных частей бетонной массы у этих бетономешалок происходит в барабане — основной части машины, внутри которого имеются лопасти, укрепленные на внутренней стенке барабана.

Барабан, в который загружается цемент, заполнители и вода, приводится во вращение. Загруженный материал, увлекаемый лопастями, подымается вверх, затем вследствие вращения барабана падает вниз и т. д. При свободном падении масса разбивается и перемешивается, ударяясь о лопасти и стенки барабана.

2) Второй тип машин — это машины принудительного действия. Они снабжены неподвижным барабаном (системы Хюттенмат, Гаспари, Гауе-Гоккель, Ибаг и др.). В отличие от машин свободного падения, в этих бетономешалках внутри барабана, который сам неподвижен, вращается ось с лопастями, кулаками или бегунами. Вращаясь, лопасти захватывают загруженные материалы и перемешивают их.

Из машин обоих типов предпочтительнее первые, так как в бетономешалках второго типа происходит быстрое изнашивание лопастей и возможны частые поломки, вследствие попадания и застревания между лопастями крупных зерен гравия или щебня. Кроме того и расход энергии в бетономешалках

свободного падения меньше. Этими обстоятельствами объясняется большее распространение последних на стройках.

Вторым различием типов бетономешалок друг от друга является характер их работы.

Обычно работа в бетономешалке происходит следующим образом: а) загружают определенную порцию материалов, б) перемешивают его вращением барабана или вала с лопастями, в) выгружают массу.

Во время перемешивания и выгрузки одной порции бетона следующая порция не может быть загружена в бетономешалку. Вследствие этого работа идет с перерывами, т. е. периодическим. Это бетономешалки периодического действия (системы Вгер, Кайзер, Смит, Рансом и др.).

Перечисленные выше операции соответствуют одному циклу работы бетономешалки. Промежуток времени между двумя последовательными загрузками называется длительностью цикла или продолжительностью одного замеса. Объем загружаемой порции (по количеству сухих загружаемых материалов) зависит от емкости барабана.

Имеется, однако, и второй тип машин, в которых перемешивание на время загрузки барабана не приостанавливается. В машинах этого типа поворот барабана для загрузки не производится. Барабан в них открыт с двух противоположных концов. С одного конца непрерывно подаются в определенных порциях (дозах) материалы для бетона. Проходя через барабан, материалы перемешиваются и через противоположное подаче отверстие готовый бетон непрерывно выходит из машины.

Этот тип бетономешалок называют бетономешалками непрерывного действия. Эти машины дают возможность подавать готовый бетон непрерывно, что особенно важно при литом бетоне, когда необходимо разливать бетон непрерывным потоком (системы Ибаг, Регулус, Торенборг и др.).

Бетономешалки эти имеют еще целый ряд конструктивных недостатков. Практика однако показала, что при хорошо налаженной и продуманной работе можно добиться и на машинах периодического действия весьма значительных темпов приготовления бетона.

К достоинству машин периодического действия надо отнести также возможность регулирования как времени перемешивания, так и выпуска продукции, и большую однородность выпускаемого бетона. При машинах непрерывного действия этого достигнуть нельзя. Эти соображения показывают, что преобладающим типом бетономешалки для обычного граж-

данского и промышленного строительства пока является бетономешалка периодического действия.

Кроме разделения по способу перемешивания и по характеру своей работы, мы различаем бетономешалки по способу установки их и перемещения.

Большинство бетономешалок, употребляемых на строительстве, смонтированы на специальных колесных тележках. Эти машины легко передвигаются с места на место, очень удобны благодаря своей подвижности. Их мы относим к типу *передвижных*. Однако при больших количествах бетона, при устройстве специальных бетонных заводов, работать на таких легких, небольшой производительности машинах нецелесообразно. При таких работах применяют машины большей производительности, устанавливаемые и закрепляемые на специальных фундаментах, смонтированные на неподвижных рамах. Эти бетономешалки называются *стационарными*.

Имеется и промежуточный тип машин, которые можно переносить с тележки на неподвижную раму, т. е. которые применяются в качестве то подвижных то стационарных машин. Их называют *полустационарными*.

### § 59. Работа на бетономешалке.

Бетономешалки могут приводиться в действие электромоторами, смонтированными в большинстве случаев на общей с ними раме, или двигателями внутреннего сгорания.

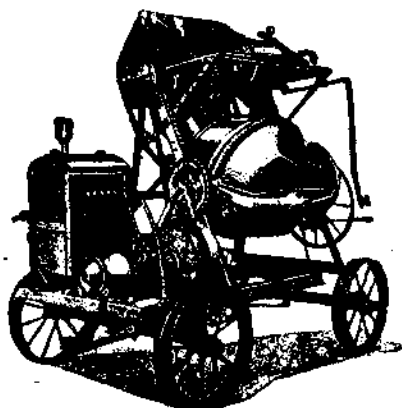


Рис 34а. Бетономешалка типа „Егер“. Общий вид.

Для того чтобы получить ясное представление о работе бетономешалки, рассмотрим наиболее распространенный тип ее, выпускаемый важнейшими западными странами и в СССР, — передвижную бетономешалку типа Егер, периодического действия и свободного падения (рис. 34а и б).

Основной частью этой машины является барабан А. В одной из сторон он имеет отверстие, через которое производится загрузка материалов и выгрузка готовой смеси. Барабан можно поворачивать вокруг поперечной оси таким обра-

зом, что в момент загрузки материалов и перемешивания он устанавливается отверстием вверх и, наоборот, в момент выгрузки отверстие барабана направлено вниз, вследствие чего бетонная масса свободно из него выходит.

Барабан при включении мотора или двигателя приводится во вращательное движение вокруг продольной оси. Загруженные материалы, падая и ударяясь о лопасти внутри барабана, перемешиваются.

Загрузка материала производится посредством подъемного ковша *В*. Ковш этот в нормальном положении установлен

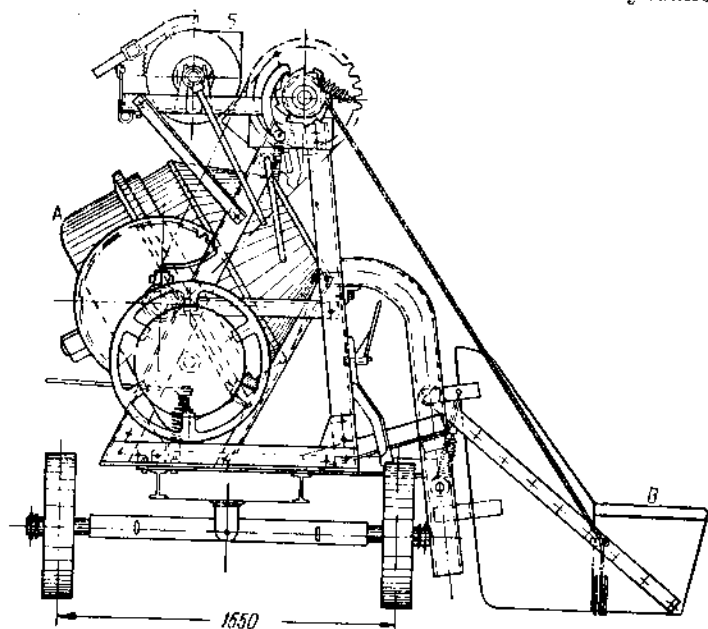


Рис. 346. Разрез.

таким образом, что его приемное отверстие находится внизу, несколько ниже или на уровне площадки или земли, на которую производится подача материала. Материалы загружаются в ковш в падающей пропорции, после чего ковш поднимается вверх, выходной желоб входит в отверстие барабана, и материалы высыпаяются в барабан. Над барабаном имеется бачок с водой *В*, к которому подведена вода. Работа на бетономешалке Егер проходит следующим образом:

- 1) Ковш опущен вниз.
- 2) Барабан установлен отверстием вверх.

3) Ковш загружается материалами, а в барабан подается вода.

4) Ковш поднят и материалы сами пересыпаются в барабан.

5) Ковш опущен.

6) Одновременно с опусканием ковша приводится в движение барабан и в это же время идет загрузка ковша для второго замеса.

7) Барабан после перемешивания повернут отверстием вниз, бетонная масса вытекает в бункер или тачки.

8) Барабан возвращается в исходное положение и весь цикл работ повторяется.

## § 60. Продолжительность перемешивания.

Вопросы длительности перемешивания и порядка добавления воды служили предметом многократного изучения.

Целый ряд опытов доказал, что предварительное перемешивание сухих материалов является излишним и что при добавлении воды до подачи остальных материалов и перемешивании уже сырой смеси результаты получаются лучшими; поэтому воду лучше всего подавать в барабан до его загрузки остальными материалами.

Существенную роль в отношении качества бетона играет время перемешивания. С увеличением продолжительности перемешивания прочность бетона в общем возрастает, однако до определенного предела продолжительности перемешивания. Увеличивать продолжительность перемешивания сверх этого предела не имеет смысла из-за малой эффективности этого мероприятия. В то же время слишком краткий промежуток перемешивания плохо отражается на качестве бетона. Необходимая продолжительность перемешивания зависит от состава бетона и его консистенции.

На основании целого ряда наблюдений и испытаний, техническими условиями и нормами проектирования и возведения бетонных и железобетонных сооружений на 1934 г. установлена следующая продолжительность перемешивания:

1. Бетон для ответственных железобетонных и бетонных конструкций;

а) для бетонов с расходом цемента более 200 кг на куб. метр бетона, при пластичном бетоне — не менее 45 секунд, при жестком бетоне — не менее 1 минуты;

б) для бетонов с расходом цемента менее 220 кг на куб. метр, в том числе и для теплых бетонов — 1,5 мин.

2. Бетон для ответственных частей сооружений и конструкций — не менее 30 секунд.

Практически время перемешивания составляет в среднем от 1 до 1,5 минуты.

Этими нормами и надлежит руководствоваться при перемешивании материалов в барабане бетономешалки.

### § 61. Организация работы.

Для учета работы бетономешалки необходимо иметь представление о времени, затрачиваемом на один замес. На загрузку барабана<sup>1</sup> нужно в среднем 20 сек. (при своевременном заполнении ковша), на перемешивание — от 45 до 90 сек. Разгрузка барабана требует около 13 сек. Таким образом при времени перемешивания 1 мин. (т. е. 60 сек.) на один замес необходимо  $20 + 60 + 13 = 93$  сек., и в час (т. е. в 3600 сек.) мы сможем получить замесов  $3600 : 93 =$  около 38. При уменьшении времени перемешивания до 45 сек. количество замесов может быть увеличено. Часовая производительность машин германских фирм по прейскурантам их предполагает 40 замесов в час.

Проф. Скрамтаев в своей книжке «Как организовать работу бетономешалки» приводит следующие данные о времени, необходимом для работы бетономешалки емкостью до 500 л:

|                                    |            |
|------------------------------------|------------|
| Подъем, выгрузка и опускание ковша | 19—28 сек. |
| Перемешивание                      | 60 "       |
| Выгрузка барабана                  | 12—36 "    |
| Продолжительность цикла            | 91—124 "   |
| Число замесов в час                | 28—39      |
| " " 8 час.                         | 224—312    |

К этим же нормам мы придем, если рассмотрим работу бетономешалки типа Егер.

Производство одного замеса состоит из следующих операций:

|                                         |         |
|-----------------------------------------|---------|
| Подъем ковша                            | 15 сек. |
| Выгрузка материалов из ковша в барабан  | 10 "    |
| Обратный спуск                          | 5 "     |
| Перемешивание массы (вращение барабана) | 45 "    |
| Опорожнение барабана                    | 15 "    |
| Поворачивание барабана для загрузки     | 5 "     |

<sup>1</sup> По данным Э. Барн, Механизация строительных работ, 1934 г.

За время, затрачиваемое на перемешивание массы (45 сек.) и опорожнение барабана (15 сек.), должна быть произведена вся работа по загрузке ковша новой порцией материалов.

Таким образом в среднем на один замес потребно 95 сек.

Если мы имеем бетономешалку емкостью в 250 л, дающую в один замес 0,16 м<sup>3</sup> готового бетона (160 л), мы получим следующую производительность: за 1 час (т. е. 360 сек.) замесов будет  $360 : 95 = 3,8$ , а за 8 часов:  $3,8 \times 8 = 30,4$  замеса.

За 38 замесов в час можно получить  $3,8 \times 0,16 = 0,61$  м<sup>3</sup> бетона, а за 8-часовой рабочий день — около 50 м<sup>3</sup> бетона ( $0,61 \times 8 = 4,88$  м<sup>3</sup>). Необходимо, однако, заметить, что при обычной работе возможны небольшие задержки, остановка машины, отдых и т. д., вследствие чего количество замесов и получение бетона за 8 часов фактически меньше. При нормальной работе<sup>1</sup> количество замесов за 8-часовой рабочий день колеблется от 212 до 243, а машина емкостью в 250 л даст за 8-часовой рабочий день от 35 до 40 м<sup>3</sup> бетона.

Как же усилить темп работы? Первым и необходимым условием является бесперебойная и безотказная работа самой машины. Спуск, подъем ковша, повороты барабана, вращение его должны производиться легко и быстро, без заеданий и остановок. Материалы должны быть расположены как можно ближе к машине.

Ковш машины имеет три открытых стороны. Загрузка материалов быстрым опрокидыванием тачек и выгрузкой ящика с заранее отвешенным цементом должна производиться по возможности одновременно, сразу с трех сторон. С широкой, средней стороны ковша загружаются крупные заполнители, с одного бока ковша — песок и с другого — цемент. При таком методе работы никому не придется ждать, и ковш будет загружен сразу (см. схему расположения на рис. 35).

Для облегчения загрузки ковша при машинах с емкостью более 375 л и отмеривании заполнителей мерными ящиками, о которых мы говорили в начале главы, надо их устанавливать над ковшом таким образом, чтобы материалы из бункера попадали через них прямо в ковш. Это значительно ускоряет операцию загрузки. При бетономешалке на специальной доске должна быть указана дозировка бетона и количества всех материалов, потребных на один замес. На контрольной доске у машины надлежит отмечать количество произведенных замесов.

При подвозке материала тачками прогаты надо проклады-

---

<sup>1</sup> С. А. Гершберг и А. П. Холмогоров, Производство бетонных работ.

зять таким образом. чтобы рабочие, опорожнившие тачки, свободно отъезжали в сторону и к ковшу шел новый поток тачек с материалом.

Тачка всегда должна ожидать спуск ковша, а не наоборот.

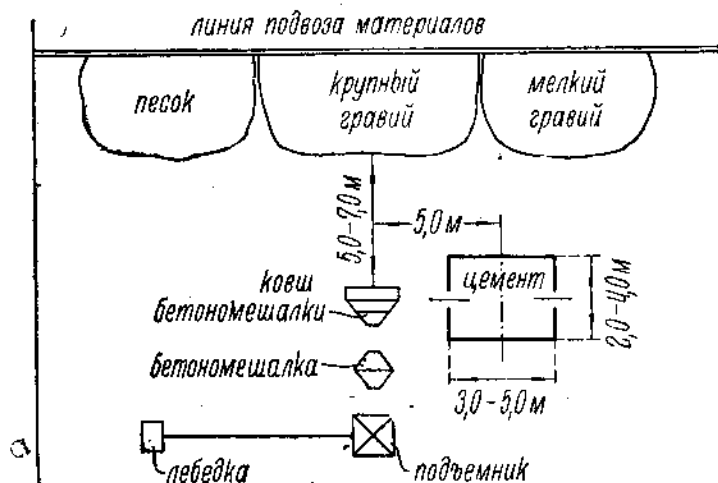


Рис. 35. Схема расположения бетономешалки и материалов.

По данным проф. Скрамтаева, для работы у бетономешалки, при емкости в 250 л и числе замесов до 30—40 в час, необходимо:

|                           |               |                         |
|---------------------------|---------------|-------------------------|
| Рабочих по загрузке ковша | 4             |                         |
| На подъеме и выгрузке     | $\frac{1}{2}$ | } т. е. один<br>рабочий |
| На перемешивании          | $\frac{1}{2}$ |                         |
| Уборщик                   | 1             |                         |

Итого 6 чел.<sup>1</sup>

По нормам 1935 г. на бетономешалке в 250 л, при времени перемешивания 45 сек. и выработке машины в 8 час. — 53,2 м<sup>3</sup> (304 замеса) потребно звено рабочих, кроме одного у машины и уборщика: на доставке цемента (до 10 м) — 1 чел. (3 разр.), песка (до 20 м) — 2 чел. (3 разр.) и гравия (до 20 м) — 5 чел.

Необходимо установить бесперебойное опорожнение барабана. Если бетон принимать прямо в тачки, то часть его будет выбрасываться мимо тачек, или время замены одной тачки другой (весь замес в одну тачку, даже при малой машине, не вместится) будет задерживать опорожнение барабана.

<sup>1</sup> Без учета рабочих на отвозку бетона к месту укладки.



Поэтому обычно у выхода бетона из барабана устраивают деревянный (обитый железом) бункер с двумя выходными отверстиями, закрываемыми заслонками-щитками, открывающимися вверх и располагаемыми снаружи. Этот бункер должен вмещать все содержимое барабана, и масса в тачки или вагонетки поступает уже прямо из бункера. При двух отверстиях можно ставить две тачки, одну за другой, и наполнять их сразу.

## § 62. Коэффициент использования машины.

Всякая машина должна быть использована полностью и работать бесперебойно все 8 часов.

Для контроля работы механизмов вводится специальный учет, отмечающий число замесов (если это бетоньерка), простои и т. д. Для характеристики работы машин на стройках и степени использования их вводится коэффициент использования машины, коэффициент эксплуатации и т. д.

Допустим, бетономешалка работала бесперебойно все 8 часов за день. Коэффициент использования ее за этот день будет равен единице. На следующий день она работала только полдня, а четыре часа стояла. Значит, коэффициент использования ее за этот день равен  $\frac{1}{2}$ , т. е. 0,50. Таким образом коэффициент использования машины равен отношению времени фактической работы машины во всех сменах ко всему рабочему времени, которое механизм должен был работать. Поясним это примером. Допустим, что бетонирование должно продолжаться 10 дней, т. е. 80 рабочих часов. Машина взята на прокат на это время. Однако из-за задержек, порчи и т. д. она работала только 40 часов; значит, коэффициент использования ее за это время равен:

$$\frac{40}{80} = \frac{1}{2} \text{ или } 0,50.$$

Учитывая возможные простои машины из-за порчи ее и т. д., для каждой машины устанавливают обязательный минимальный коэффициент ее использования. Коэффициент использования меньше единицы.

Кроме учета коэффициента использования машины на данной стройке за время ее работы, должен быть учтен и среднегодовой коэффициент ее использования. Он показывает, как использовалась машина в течение целого года, как производилось маневрирование машиной и т. п. Учет всех показателей, характеризующих работу и использование машин, обязателен для каждой стройорганизации и стройки.

### § 63. Бетономешалки других систем. Уход за машиной.

Среди разного типа бетономешалок следует отметить своеобразную машину «Симплекс» (рис. 36). Эта бетономешалка не имеет загрузочного ковша. Вагонетка или тачка,<sup>1</sup> загруженная материалом, въезжает в отверстие в середине барабана. Войдя в барабан, кузов вагонетки опрокидывается и материал попадает в барабан; вагонетка остается на месте барабана.

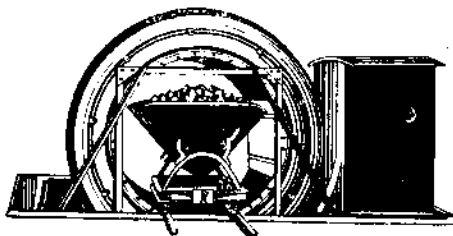


Рис. 36. Бетономешалка „Симплекс“.

Затем включают мотор, и барабан некоторое время вращается, перемешивая массу. После этого дают обратный ход. Готовый бетон при остановке барабана выбрасывается в стоящую внутри барабана вагонетку или тачку. Емкость бетоныерки этого

типа — 150 и 500 л. Эти машины относятся к типу машин периодического действия и работают по принципу свободного падения.

Из машин, в которых барабан не поворачивается вокруг оси для загрузки и выгрузки, можно отметить бетономешалку периодического действия, со свободным падением, системы Рансома. Общий вид стационарной машины показан на рис. 37. Барабан машины расположен горизонтально и имеет два

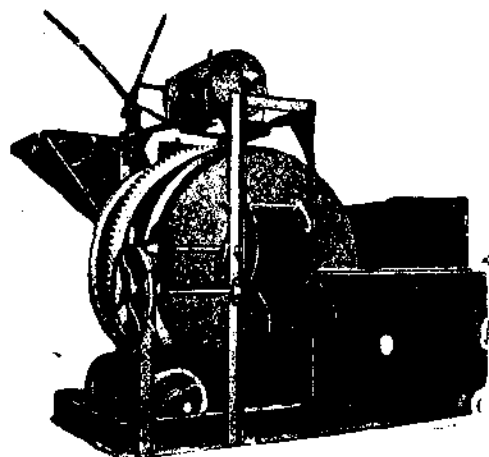


Рис. 37. Бетономешалка системы „Рансом“.

открытых отверстия — загрузочное и выгрузочное. Выгрузка производится через специальный желоб, наклоняющийся вниз в момент выгрузки. Неудобство этих машин заключается в том, что через желоб разгрузка идет довольно медленно и очистка барабана затрудняется.

<sup>1</sup> Существуют машины как для одного, так и для другого вида подачи.

На машинах других систем, которых, как уже указывалось в начале главы, имеется значительное количество, мы

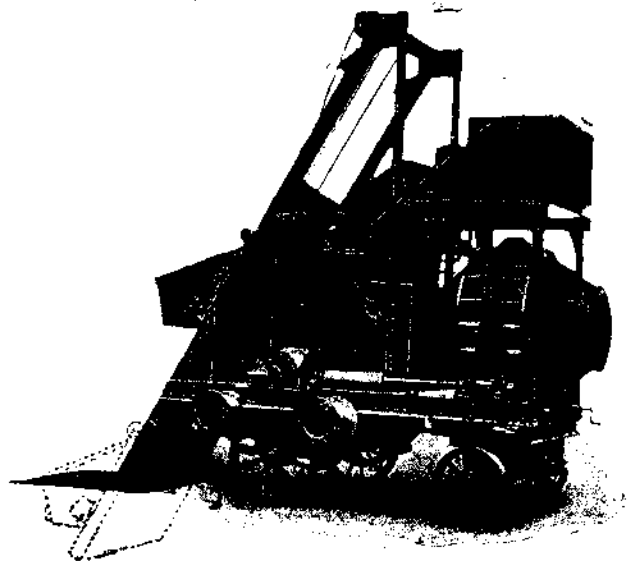


Рис. 38. Бетономешалка системы „Патент Кайзер“.

останавливаться не будем. Приведем только несколько рисунков наиболее применимых из них.

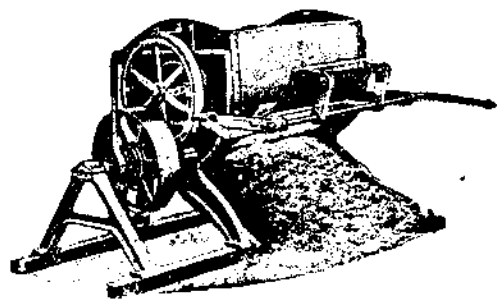


Рис. 39. Бетономешалка SM-28 („Строймеханизация“).

Бетономешалка системы Патент-Кайзер (рис. 38) с концевой загрузкой и выгрузкой. В этих машинах барабан может вращаться в обе стороны. При вращении в одну сторону происходит перемешивание, при вращении в обратную — выгрузка готового бетона.

Из наших бетономешалок с опрокидным

барабаном следует назвать машину SM-28 („Строймеханизация“, рис. 39). Емкость барабана — 150 л; производительность — 3 м<sup>3</sup> в час; потребная мощность — 6 л. с.

Следует отметить так называемую шишковую мешалку системы Торенберг (рис. 40), употребляемую у нас, главным

образом, в качестве растворомешалки для приготовления раствора для кладки. Перемешивание в ней производится помощью шнека (длинный вал с лопастями).

Кроме перечисленных машин, следует указать на специальные бетономешалки, применяемые на дорожных работах. Эти машины смонтированы на гусеничном ходу (рис. 41).

Машины, о которых мы говорили, имеют каждая свои положительные и отрицательные стороны. Идеальных механизмов мы еще не знаем. Однако при умелом обращении, при уходе, ежедневной тщательной очистке и проверке действия машины до и после работы мы можем извлечь из них значительные выгоды, ускорить и удешевить работу.

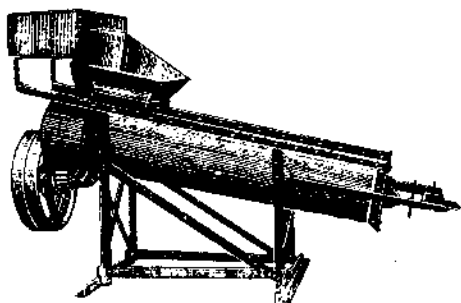


Рис. 40. Шнековая растворомешалка системы Торенберг.

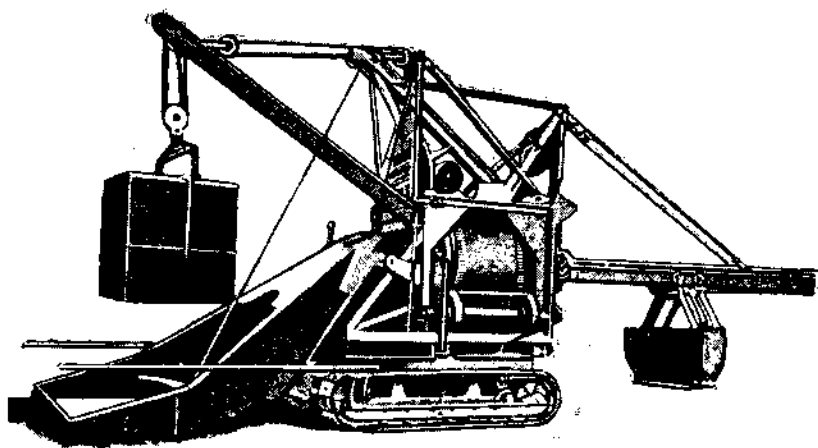


Рис. 41. Дорожная бетономешалка.

На какой из машин следует остановиться при заказе? Конечно, на той, которая наилучшим способом обеспечит работу, и на той, бесперебойность работы которой мы сможем обеспечить. Поэтому брать машину непрерывного действия надо тогда, когда поток пойдет непрерывно. Если же отвоз

и укладка бетона не могут идти беспрерывно, а нуждаются в небольших перерывах, надо взять машину периодическую и т. д.

При работе бетономешалки, когда требуется большая часовая производительность, надо брать подходящую машину. Но машина с большой производительностью при малом количестве бетона будет только мешать, так как придется создать большую отвозку и укладку бетона, а фронт работ этого не позволит.

При всех типах бетономешалок необходимо тщательно проверять дозировку загружаемых материалов и воды. У загрузочного ковша машины должна быть вывешена заданная лабораторией дозировка на каждый день (так как количество воды из-за разной влажности заполнителей может меняться).

При работе бетономешалки надлежит наблюдать за правильной загрузкой барабана. Недогруз барабана, равно как и перегрузка его, вредно отражается на качестве бетона, снижая его прочность. Емкость барабана указана в паспорте машины.

Для получения надлежащей работы бетономешалки за ней должен быть установлен соответствующий уход. До начала работы все части машины должны быть тщательно проверены, очищены, смазаны. После окончания работы, при перерывах на обед и т. д., длящихся более 30 мин., барабан машины необходимо несколько раз промыть водой с гравием. Машина должна быть поручена определенному лицу, отвечающему за ее работу и сохранность. Рубильник, которым включается ток для пуска машины, должен быть закрыт ящиком, ключ от которого хранится у лица, ведающего машиной.

Что же в конечном итоге дает нам бетономешалка?

1) В машине материал перемешивается тщательнее, чем при ручном способе, что повышает качество приготовленного бетона.

2) При перемешивании в машине возможно точно дозировать воду, что также значительно повышает качество работ.

3) Машина ускоряет темп работы.

4) Машинное приготовление бетона не требует квалифицированной рабочей силы, кроме моториста и наблюдающего за загрузкой. Этим смягчается недостаток квалифицированной рабочей силы.

5) Машинное приготовление бетона значительно удешевляет работу.

Приведем некоторые данные по машинному приготовлению

бетона (ЕПН, 1935 г.): при бетономешалке в 250 л на время перемешивания в 60 сек.  
На 1 куб. м. бетона (на гравии) в деле требуется 1,29 чел.-час.  
при машине в 500 л. 1,11 чел.-час.

### Контрольные вопросы.

1. Как правильнее всего отмеривать материалы для приготовления бетона?
2. Что такое боек?
3. В каком порядке насыпать материалы на боек?
4. Как лить воду при ручном способе?
5. В каком направлении укладывать доски для бойка?
6. Что такое бетономешалка?
7. На какие типы подразделяются бетономешалки по характеру работы?
8. Как еще подразделяются бетономешалки?
9. Какие известны машины периодического действия?
10. В чем достоинство бетономешалки непрерывного действия?
11. Какие основные части бетономешалок?
12. Как устроена бетономешалка Егер?
13. В чем заключаются достоинства бетономешалки Егер?
14. Из каких операций состоит работа на бетономешалке?
15. Когда пускать воду в барабан машин?
16. Сколько времени надо на замес?
17. Что такое коэффициент использования машины?
18. Что дает нам применение бетономешалки вместо ручного способа?

## Глава пятая

### ОПАЛУБКА. АРМАТУРА.

**Целевая установка:** Ознакомить учащегося с основными требованиями, предъявляемыми к опалубке и арматуре. Показать важность всех стадий железобетонных работ для прочности всего сооружения. Указать на взаимную связь опалубки, арматуры и бетона в комплексе работ и обязанностей бетонщика.

**Содержание:** Опалубка. Материалы для нее. Стационарная опалубка. Разборно-переносная опалубка. Подвижная (ползучая) опалубка. Металлическая опалубка. Строительный подъем. Стойки и леса. Распалубка. Арматура. Общие сведения. Материал для арматуры. Ржавчина. Заготовка и сборка арматуры. Защитный слой. Контрольные вопросы.

#### § 64. Опалубка. Материал для нее.

Бетон укладывается в деревянные или металлические формы, называемые опалубкой. Наиболее распространенной является деревянная опалубка. В железобетонных конструкциях до укладки бетона в опалубке устанавливается желез-

ный каркас, так называемая арматура. Так как опалубка и формы для бетона должны выдержать значительную нагрузку (1 м<sup>3</sup> железобетона весит 2400 кг), они должны быть сделаны прочно и надежно, чтобы не рухнули под тяжестью арматуры, бетона и собственного веса и чтобы не было распираания форм (например балок, колонн, стен и т. д.) от действия уложенного бетона.

Опалубка основывается на стойках и подмостях, которые должны обеспечить устойчивость и прочность ее.

Необходимо иметь в виду, что стоимость опалубных работ, вследствие употребления дорогого материала — леса — составляет значительную часть стоимости всего железобетона. Стоимость опалубки разна, примерно, одной трети полной стоимости железобетонной конструкции. Поэтому на рациональное, бережное и правильное устройство опалубки должно быть обращено самое серьезное внимание.

Правильно сделанной опалубкой мы можем назвать не только хорошо и верно по чертежам выполненную опалубку, но и такую, которая, удовлетворяя всем требованиям качества, предусматривает при изготовлении возможность быстрой и легкой расопалубки с сохранением леса, употребленного на опалубку.

Материалом для опалубки служит пиленный и круглый лес; последний употребляется для стоек. Доски употребляют разной толщины, главным образом от 19 мм до 60 мм. Нормальная ширина досок от 14 до 26 см. Так как узкие доски коробятся меньше, то предпочтительнее выбирать узкие доски.

В зависимости от того, какая поверхность бетона нам нужна, употребляют доски строганные и чистообрезные или, наоборот, нестроганные, полуобрезные и т. д. В особо ответственных работах, где необходимо получить гладкую и точную поверхность без штукатурки ее, употребляют шпунтованный лес. Употребляя чистообрезной лес и хорошо притертую опалубку без неровностей и щелей, мы можем получить достаточно гладкую поверхность бетона и без штукатурки. В фабрично-заводских зданиях, где часто штукатурка бывает необязательной, вопросу выбора леса для опалубки надлежит уделить особое внимание для получения чистой поверхности бетона без штукатурки.

Лес для опалубки не следует брать слишком сухим, так как он будет поглощать из бетонной массы воду, необходимую для твердения бетона. Кроме того необходимо учесть и то обстоятельство, что опалубка часто до бетонирования (во время армирования) находится некоторое время под действием солнечных лучей, высыхая еще больше, что увеличи-

вает щели между досками. Поэтому до бетонирования опалубку необходимо сильно смачивать водой: доски слегка разбухнут и сплотятся.

На устройство подмостей под опалубку, кроме пиленого леса (досок на ребро), употребляется круглый лес — бревна, часто тонкие сорта его, так называемый подвязник, толщиной в отрубе от 13 до 16 см. В зависимости от веса перекрытий конструкции опалубки и лесов, выбирается и толщина употребляемого для нее круглого леса. Для подмостей употребляются специальные стойки, о которых мы скажем ниже.

Из остальных материалов на опалубку идут гвозди, болты, полосовое железо, проволока и скобы.

### § 65. Стационарная опалубка.

Опалубка может изготавливаться таким образом, что при разборке ее мы получим только лесной материал, правда, могущий вновь быть пущенным в дело, но при условии изготовления всех форм вновь. Доски после распалубки надо очищать от приставшего к ним бетона. Эта очистка может быть произведена на специальных станках «Вампир» (рис. 42).

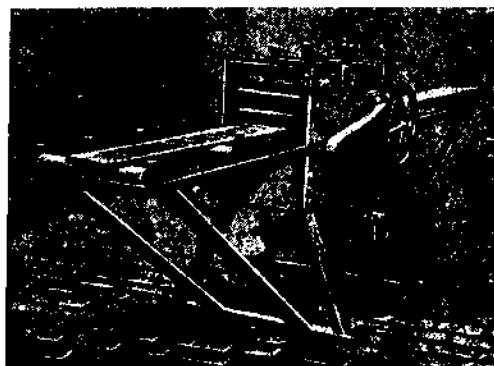


Рис. 42. Станок „Вампир“.

Опалубка, которая не может быть несколько раз собрана и разобрана из тех же элементов, а сбивается из досок самостоятельно для каждой постройки, называется стационарной опалубкой. Примеры такой опалубки для железобетонного ребристого перекрытия, состоящего из балок и плиты между ними, мы видим на рис. 43 и для колонн — на рис. 44.

### § 66. Разборно-переносная опалубка.

Указанная выше опалубка постепенно вытесняется разборно-переносной опалубкой. Последняя состоит из отдельных элементов, легко собираемых и разбираемых. Опалубка плит состоит из целых щитов, собираемых на месте



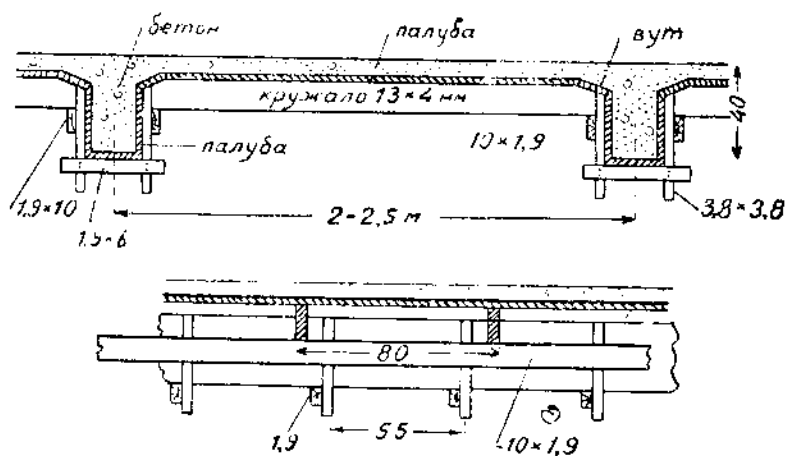


Рис. 43. Опалубка ребристого перекрытия.

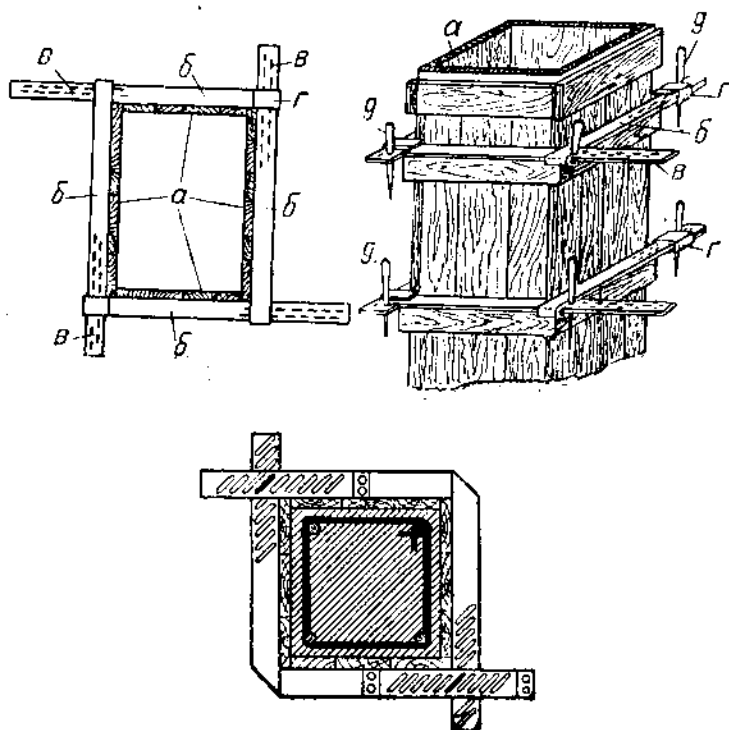


Рис. 44. Опалубка колонны.

работ. Такая опалубка представляет собой уже не материал, а инвентарь стройки, и используется многократно. Она должна быть сделана прочно, тщательно выстрогана и промазана олифой со стороны бетона. Хомуты колонны в случае подобной опалубки должны быть сделаны металлическими раздвижными, годными для разных размеров колонн. Пример такого хомута мы видим на рис. 44. В зависимости от размера колонны планки б могут сдвигаться, раздвигаться и закрепляться в нужном нам положении. Имеется несколько разновидностей таких инвентарных хомутов.

### § 67. Подвижная (ползучая) опалубка.

Задачи, поставленные строителям при возведении высоких железобетонных силосов, башен, дымовых труб, коллекторов большого диаметра, высоких многоэтажных зданий и т. д.,

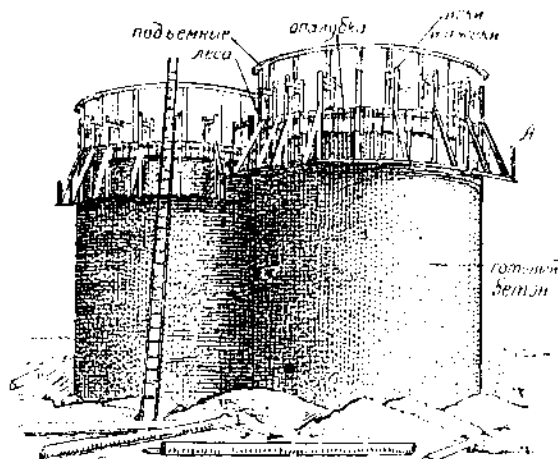


Рис. 45. Подвижная опалубка.

наконец, появление быстротвердеющих цементов, — не могли не найти своего отражения и в производстве опалубочных работ. Появилась подвижная или иначе называемая ползучая опалубка. Идея ее заключается в том, что сначала бетонируют нижнюю часть силоса, башни и т. д. и как только она окрепла (при быстротвердеющих цементах это происходит уже через несколько часов), опалубку передвигают выше, закрепляя нижним краем у забетонированной уже части. Так, постепенно передвигая одну и ту же опалубку все выше и выше, бетонируется все сооружение.

Применение подвижной опалубки расширяется ввиду развития у нас строительства элеваторов, зернохранилищ, силосов, цементных заводов и т. п. объектов, обладающих формой наиболее удобной для применения этой опалубки.

Общий вид подвижной опалубки в работе приведен на рис. 45.

Подвижная опалубка состоит из двух стенок *А* и *Б*, скрепленных между собой рамами, которые называются «иока».

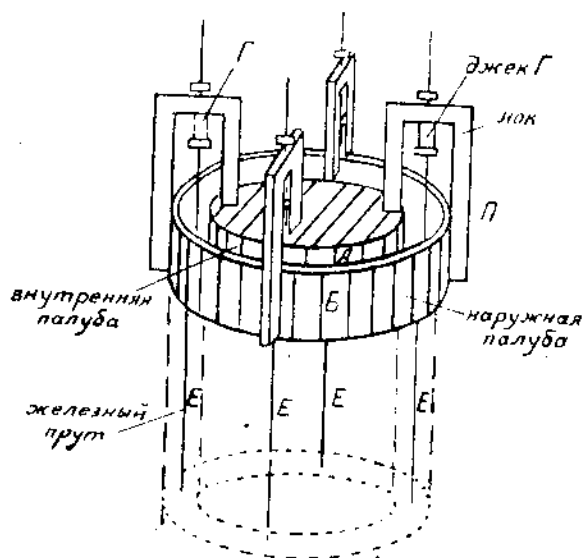


Рис. 45а.

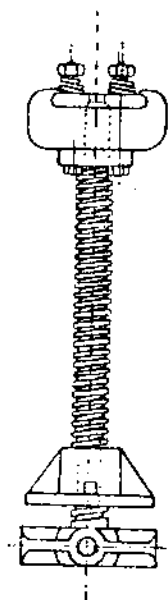


Рис. 45б.

ми» (рис. 45а). На иоках укреплены винты «джеки» (рис. 45б), ведущие подъем.

Джек насаживается на вертикальные прутья *Е* из круглого железа диаметром в 2,5 см и средней длиной в 5 м. По мере производства работ по бетонированию, прутья эти наращиваются.

При бетонировании первого, нижнего бетонного или железобетонного кольца прутья устанавливаются вертикально в свежий бетон кольца, по окружности его, и по окончании бетонирования оказываются прочно заделанными в бетонную стенку. Во время бетонирования необходимо следить за тем, чтобы прутья не были сдвинуты и сохраняли как свое вертикальное положение, так и намеченное для них место в бе-

тоне. В целях облегчения подъема опалубки, расстояние между внутренней и внешней опалубками должно быть сверху несколько меньше, чем внизу. Для этого при устройстве и установке опалубки ребра нижней обвязки делают на 3 мм меньше верхней.

Стенки подвижной опалубки с обеих сторон схвачены поясами а—в (рис. 45 в). Кроме того устанавливают схватки д—д, связывающие не всю опалубку. Эти схватки во все время работы держат внутреннюю и внешнюю стенки на заранее установленном расстоянии друг от друга (рис. 45а).

Высота пояса опалубки делается от 1,25 до 1,60 м.

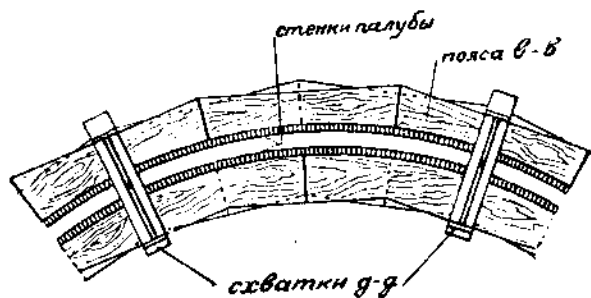


Рис. 45в.

При устройстве подвижной опалубки, снаружи устраивают скрепленный со всей конструкцией настил с барьером, с которого работают арматурщики и бетонщики. Настил этот вместе с опалубкой поднимается вверх по мере хода бетонирования.

Кроме подвижной опалубки, движущейся вверх, применяется и опалубка, ползущая вперед (например в тоннелях, больших канализационных коллекторах и т. д.).

Большое преимущество подвижной опалубки, кроме непосредственных выгод по экономии леса и рабочей силы, заключается еще в том, что при такой опалубке в холодное время легко закрыть бетонируемую часть на время работы легким тепляком из парусины, подбитой мешками с соломой, очень дешевым и удобным. Этот тепляк будет подниматься вместе с опалубкой.

Для легкости подъема стенки опалубки должны иметь гладкую поверхность, для чего они покрываются олифой или мылом.

## § 68. Металлическая опалубка.

Кроме деревянной опалубки употребляется еще металлическая сборная опалубка. Эта опалубка является инвентарем строек. Проектирование сооружений должно заранее считаться с наличием такой опалубки, с размерами ее и формами, которые возможно из нее собрать. Наличие такой опалубки может дать значительную экономию в расходах. Вследствие дефицитности металла, металлическая опалубка в СССР пока широкого распространения не получила.

## § 69. Строительный подъем.

После забетонирования балки и прочие элементы конструкции могут дать легкое провисание. Такое провисание, даже самое незначительное, портит вид здания и создает впечатление непрочной конструкции. Чтобы избежать этого, необходимо заблаговременно при изготовлении опалубки придать ей небольшой, так называемый строительный подъем. При таком подъеме балка, провисая, даст ровную горизонтальную линию.

Днище короба балки по длинной ее стороне делается несколько выпуклой внутрь балки. При конструкции кровли, нижний пояс ферм точно так же делается слегка приподнятым от краев к середине (вспарушенным). Строительный подъем дается примерно равным от  $1/400$  до  $1/1000$  пролета. Вопросу строительного подъема необходимо уделить надлежащее внимание. Это должно интересовать не только плотника, делающего опалубку, но и бетонщика, работа которого при отсутствии строительного подъема легко может быть обезобразжена.

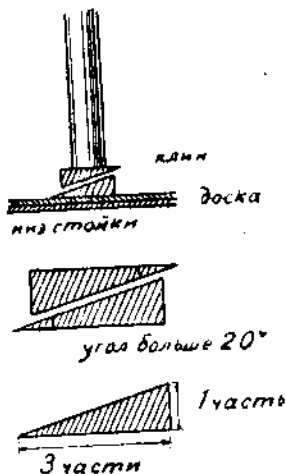


Рис. 46. Клинья под стойки опалубки.

## § 70. Стойки и леса.

Опалубка должна быть укреплена на стойках. Стойки не устанавливаются прямо на землю, а под них прокладываются доски на выровненную поверхность грунта. Чтобы можно было вывесить опалубку и не выбивать стойки из-под опалубки сразу, а дать им и всей железобетонной конструк-

ции медленно осесть, под стойки, между стойкой и доской, лежащей на земле, загоняются клинья (рис. 46), изготовляемые из твердых пород дерева, дуба, бука, березы.

Кроме этих простых приспособлений, стойки могут быть установлены на специальные горшки с песком, представляющие собой открытый сверху металлический цилиндр. Последний заполнен крупным сухим песком, поверх которого ходит деревянный поршень (болванка), лучше всего дубовый. В цилиндре, в части, засыпаемой песком, имеется ряд отверстий, в которые вставлены пробки. При необходимости осадить стойки мы постепенно вынимаем пробки и выпускаем через отверстие песок. Устройство их ясно видно из рис. 47.

Другим приспособлением для той же цели является домкрат, устанавливаемый под стойками (рис. 48).

Количество стоек в среднем равно одной стойке на квадратный метр площади перекрытия.

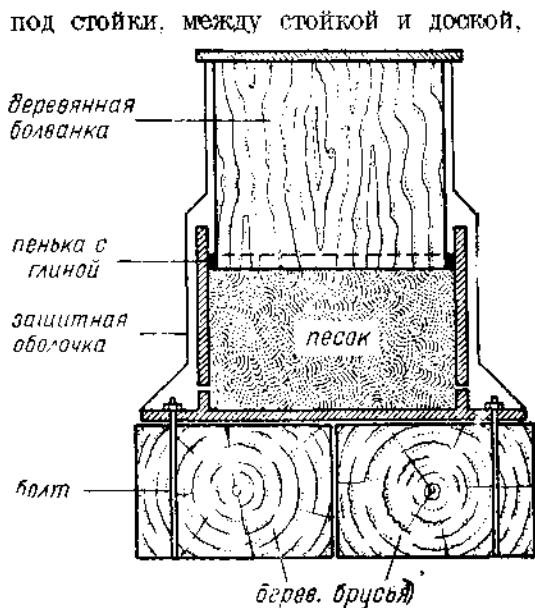


Рис. 47. Песочный горшок.

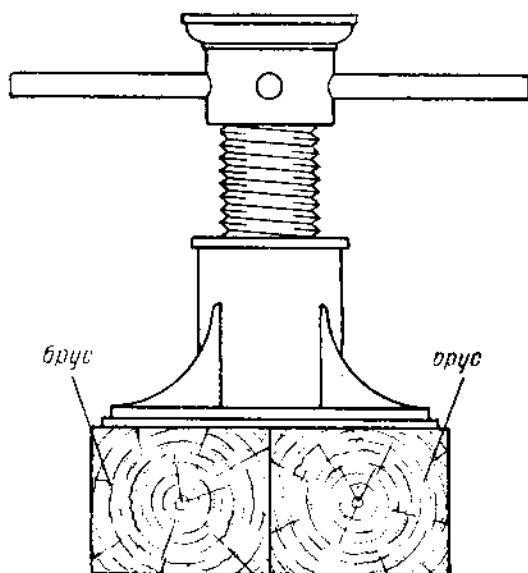


Рис. 48. Домкрат для опалубки.

Особое внимание должно быть обращено на установку стоек в тех случаях, когда их оставляют на зиму. Во избежание выдувания грунта под ними вследствие промерзания стойки, их надо заглублять в землю на глубину не менее 1,80 м или во всяком случае внизу отеплять.

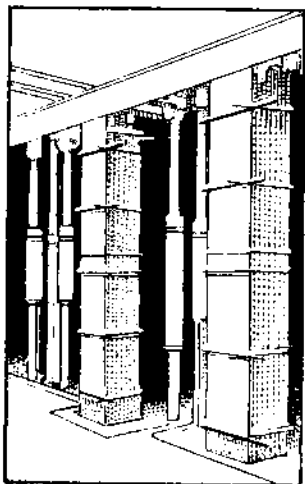


Рис. 49. Общий вид опалубки с раздвижными стойками.

Как при устройстве колонн, так и прочих частей опалубки обычные бревенчатые стойки постепенно заменяются инвентарными стойками, могущими быть приспособленными для разных высот. Примеры таких стоек мы видим на рис. 49 и 49а. Раздвижные стойки могут быть установлены при высоте от 2,50 до 4,50 м.

Леса, употребляемые при железобетонных работах, при механизированной подаче материалов почти отсутствуют; строятся только стрелки для подъема рабочих.

Если материалы не подаются кранами, шахтными подъемниками и

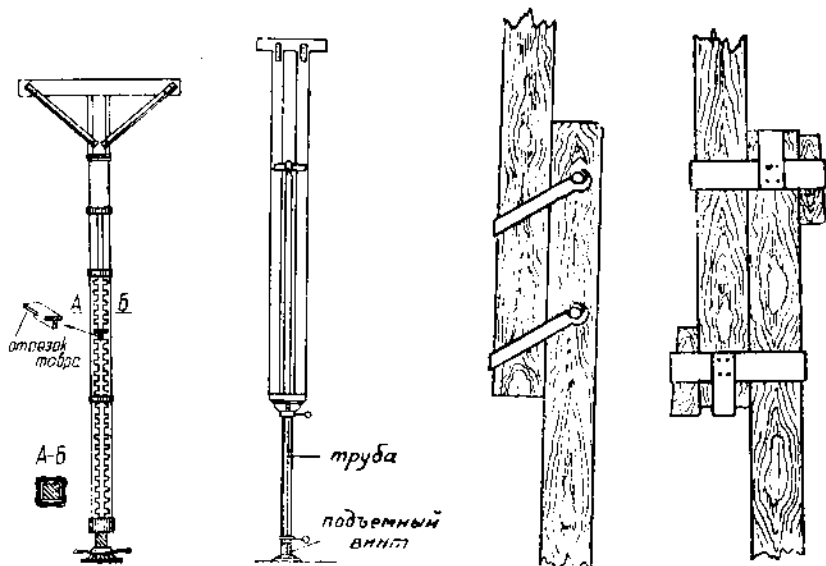


Рис. 49. Раздвижные стойки.

т. п., а подносятся и подвозятся рабочими, устраиваются широкие прочные стремянки как для прохода по ним рабочих, так и для провоза тачек.

## § 71. Распалубка.

По истечении некоторого времени выдержки бетона в опалубке производится снятие опалубки и освобождение от нее бетона. Этот процесс работы называется распалубкой. Сроки распалубки не одинаковы для различных элементов конструкции и зависят от среднесуточной температуры воздуха. Для обычного бетона, достигающего своей расчетной прочности через 28 дней, последними нормами 1934 г. установлены следующие сроки распалубки:

- 1) для боковых поверхностей балок, колонн и т. п. . . . 4 суток
- 2) для опалубки плит пролетом до 25 м . . . . . 8 .
- 3) для несущей опалубки форм и подмостей всех прочих конструкций . . . . . 18 .

Указанные сроки установлены для бетона, находившегося в течение указанного периода в среднем при температуре от  $+10$  до  $+15^{\circ}\text{C}$ . При более высокой температуре воздуха эти сроки немного понижаются (на один-два дня); наоборот при понижении температуры, т. е. когда становится холоднее, сроки эти значительно возрастают. Так, например, для конструкции п. 3, при температуре от  $5$  до  $10^{\circ}$  срок распалубки составляет уже не 18 суток, а 24.

При цементах высокосортном, дающем расчетную прочность уже через 7 дней, сроки распалубки значительно сокращаются. В последнем приведенном нами примере срок распалубки, при высокосортных цементах, установлен не 24 суток, а 9.

При производстве распалубки необходимо особенно бережно снимать пиленный лес, чтобы можно было применить его для другой опалубки еще несколько раз и тем удешевить как стоимость самой опалубки, так и соответственно стоимость железобетонной конструкции.

## § 72. Арматура. Общие сведения.

После установки опалубки приступают к установке арматуры.

Арматурные работы состоят из заготовки и укладки арматуры, представляющей собой железный каркас, скелет железобетонной конструкции. Арматура укладывается в готовые формы и опалубку железобетонного сооружения. Заготовка



арматуры производится одновременно с устройством опалубки. Установка арматуры может быть произведена только после сборки и тщательной выверки опалубки.

### § 73. Материал арматуры.

Арматура изготавливается главным образом из литого круглого железа марок «сталь 2» и «сталь 3». Кроме того могут быть употреблены и повышенные сорта — «сталь 5», кремнистая сталь, а также немаркированное товарное железо. Наиболее употребительные диаметры — от 5 до 40 мм. Арматура толщиной выше 40 мм употребляется сравнительно редко. Для вязки каркасов употребляется вязальная проволока толщиной в 1 мм (№ 17) и  $\frac{3}{4}$  мм (№ 18).

Кроме круглого железа, представляющего собой так называемую гибкую арматуру, употребляется арматура жесткая из фасонного железа — углового, таврового, двутавровых балок, корытного железа. Делают арматуру и из клепаных железных балок. За границей употребляют, кроме того, специальное железо, Рансома и др.

Литое круглое железо, употребляемое для арматурных работ, должно быть до употребления в дело испытано. Полевое испытание железа (на холодный изгиб) чрезвычайно просто. Испытуемый прут загибают вокруг прута с диаметром в два раза большим, чем диаметр испытуемого прута. Если с наружной стороны изгибаемого прута, т. е. в растянутой его части, не появилось трещин, железо пригодно и его можно гнуть в холодном виде.

Кроме обычного круглого железа, в продажу выпускается железо неполного диаметра, иногда овальной формы и т. д. Это так называемый недокат. Последний может быть также употреблен в дело, но с соответственным учетом уменьшения его сечения.

### § 74. Ржавчина.

Важным вопросом при разрешении пригодности железа является вопрос о ржавчине. Легкий налет ржавчины на железе, не отстающий от него, не вреден. При наличии его получается даже большее сцепление бетона с железом. Наоборот, ржавчина отслаивающаяся вредна, и до пуска в дело такое железо должно быть очищено от нее металлическими щетками. Бетонщикам особо надлежит наблюдать, чтобы арматура не была грязной. Грязь, жир, масло и т. п., если они покрывают арматуру, не дадут сцепления бетона с железом и не обеспечат прочности конструкции.

## § 75. Заготовка арматуры.

Заготовка арматуры должна производиться строго по чертежам. Заготовка железа состоит из резки железа на прутья надлежащей длины и загибании их по чертежам. Прутья арматуры снабжаются на концах крючками. Резка железа может производиться вручную, помощью простого зубила и молотка, или распиливаться ножовкой. Более совершенной является резка железа ручными специальными ножницами. Наконец, имеются машины для резки, приводимые в действие электромоторами и полностью механизующие эту работу.

Загибание железа может быть произведено вручную на верстаках с закрепленными на них планками с тремя или четырьмя штырями. Загибание производится помощью специальных клюшек.

Кроме такого кустарного приема заготовки арматуры, можно загибать арматуру на специальных ручных станках, значительно упрощающих эту работу.

Полностью механизированной является работа по загибанию арматуры на приводных специальных машинах («Рекорд», «Футура» и т. д.), дающих очень большую производительность.

В настоящее время имеются приводные станки, на которых одновременно производится и резка и заготовка арматуры. Станки по заготовке и резке арматуры в достаточной мере совершенны и дают возможность полностью механизировать эту работу. Арматурный станок представляет собой машину небольших размеров, легко передвигается и без затруднения переносится со стройки на стройку.

Правильная заготовка арматуры необходима. Это не только важно для должного качества работ и прочности конструкции, но и тесно связано с опалубочными и бетонными работами. Появим это примером.

Если арматура заготавливается неправильно и размеры взяты хотя бы незначительно больше, чем это следовало по чертежам (даже если она уложится в формы), то для покрытия ее придется уложить больше бетона, чем это предусмотрено по проекту. Наоборот, если размеры арматуры уменьшены, особенно в высоте балки или плиты, арматура будет лежать не в надлежащем месте.

Точно выполненные арматурные работы легко выявляют допущенные неправильности и в опалубке. Поэтому при же-

железобетонных работах все части их должны быть выполнены исключительно тщательно, так как они все тесно связаны друг с другом.

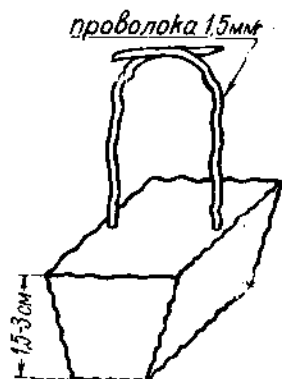


Рис. 50 Бетонная подкладка.

## § 76. Защитный слой.

Арматура обязательно должна быть предохранена от атмосферных и других влияний защитным слоем бетона. Этот защитный слой для плит и стенок должен быть не менее 1 см, а для балок и колонн — 2 см. Расстояние от наружной поверхности бетона до хомутов должно быть не менее 1 см. Если железобетонное сооружение подвергнуто влиянию дыма, кислоты, газов, сырости и т. д., защитный слой должен быть еще увеличен не менее

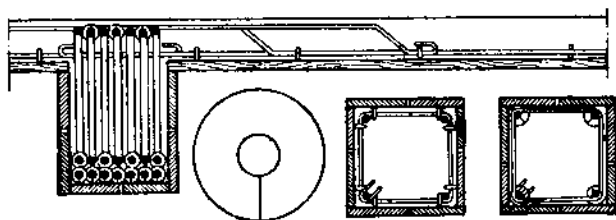
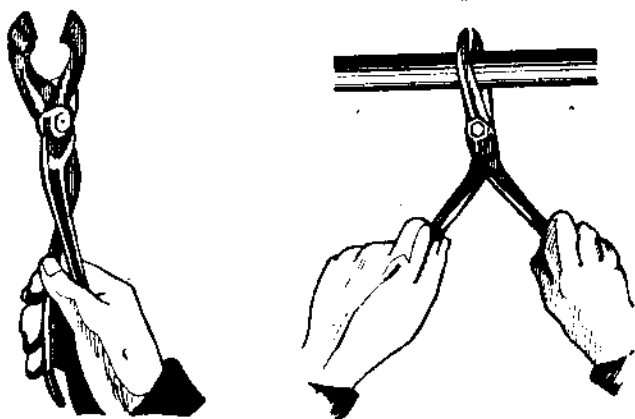


Рис. 51. Принадлежность для точной установки арматуры.

чем на 1 см. Чрезмерно увеличивать защитный слой также нельзя, так как при слишком большой толщине он будет трескаться, отставать от бетона и окажет совсем противоположное действие.

Для сохранения защитного слоя во время бетонирования под арматуру подкладывают специальные бетонные подкладки (рис. 50) или бетонные брусочки, которые, удерживая арматуру в определенном по отношению к опалубке положении, оказываются потом забетонированными в общей массе бетона.

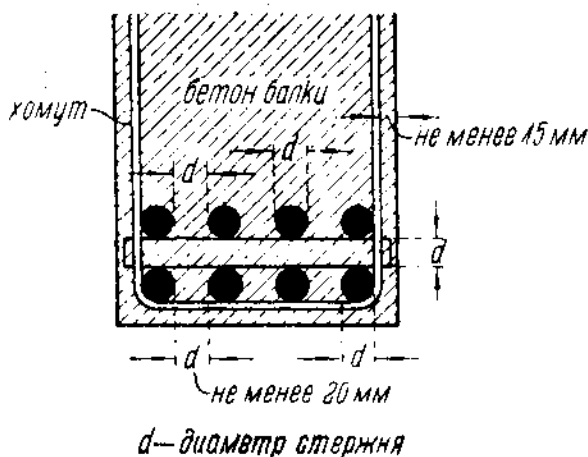


Рис. 52. Расположение арматуры в балке.

Соблюдение правильного расположения арматуры в бетоне чрезвычайно важно. В одном из последних немецких журналов<sup>1</sup> приводится простое приспособление для удержания арматуры в должном расстоянии как друг от друга, так и от опалубки. Оно представляет собой плоское железное кольцо с прорезью (рис. 51). Ширина железа равна толщине защитного слоя или же потребному просвету между прутьями арматуры.

На рис. 52 показано правильное расположение арматуры. Бетонщик во время работ по бетонированию должен следить за тем, чтобы его работа не портила и не ломала сделанного и уложенного арматурщиками каркаса. Каждый прут должен быть окружен слоем бетона, прутья не должны быть сдвинуты вместе.

<sup>1</sup> См. «Строительная промышленность», 1934 г., № 5.

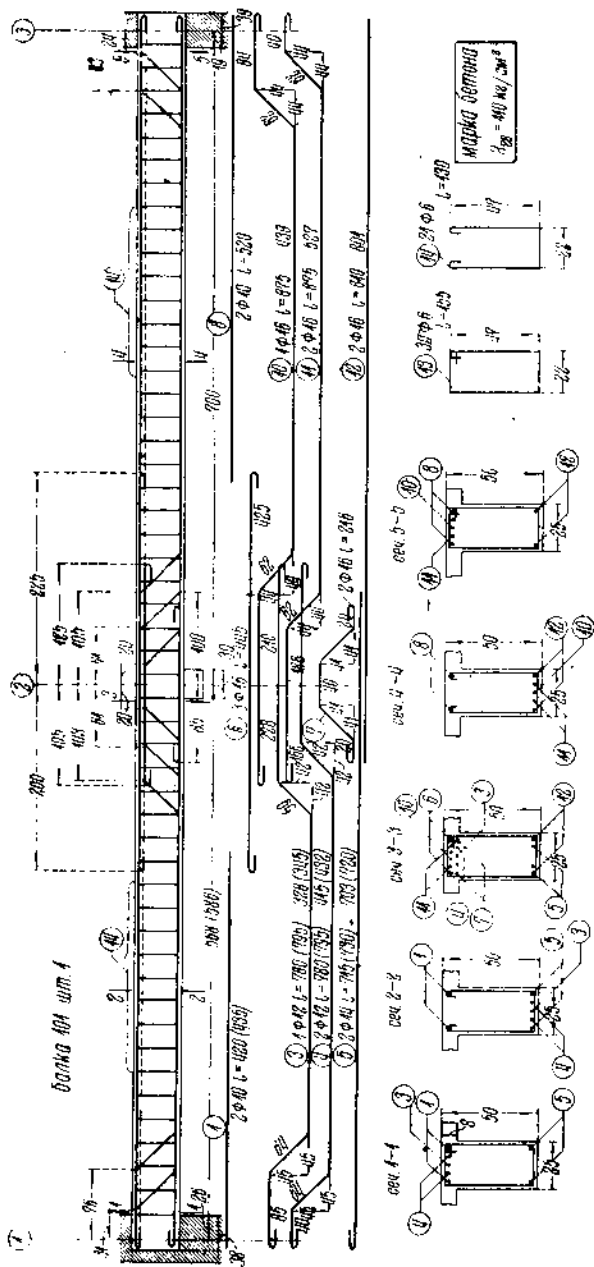


Рис. 53. Арматура в железобетонной балке.

Спецификация к рисунку 53. <sup>1</sup>

| Спецификация |    |    |     |    |       | Выборка арматуры                                                                                            |       |       |       |
|--------------|----|----|-----|----|-------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|
|              | №  | Ø  | l   | n  | nl    | Ø                                                                                                           | enl   | q     | qΣnl  |
| Б-101 шт. 1  | 1  | 10 | 420 | 2  | 8,40  | 6                                                                                                           | 73,80 | 0,222 | 16,48 |
|              | 3  | 13 | 780 | 1  | 7,80  | 12                                                                                                          | 23,40 | 0,888 | 20,80 |
|              | 4  | 12 | 780 | 2  | 15,60 | 10                                                                                                          | 18,80 | 0,617 | 11,50 |
|              | 5  | 14 | 715 | 2  | 14,30 | 14                                                                                                          | 14,30 | 1,21  | 17,30 |
|              | 6  | 16 | 445 | 3  | 13,35 | 16                                                                                                          | 60,10 | 1,58  | 36,5  |
|              | 7  | 16 | 215 | 2  | 4,30  | $\frac{Q}{V} = 1625 \text{ кг}$ $\frac{Q}{V} = 1,67 \text{ м}^3$ $= \frac{1625}{1,67} = 975 \text{ кг/м}^3$ |       |       |       |
|              | 8  | 10 | 520 | 2  | 10,40 |                                                                                                             |       |       |       |
|              | 10 | 16 | 875 | 1  | 8,75  |                                                                                                             |       |       |       |
|              | 11 | 16 | 875 | 2  | 17,50 |                                                                                                             |       |       |       |
|              | 12 | 16 | 810 | 2  | 16,20 |                                                                                                             |       |       |       |
|              | 13 | 6  | 155 | 30 | 46,50 |                                                                                                             |       |       |       |
|              | 14 | 6  | 130 | 21 | 27,30 |                                                                                                             |       |       |       |

Пример армирования железобетонной балки показан на рис. 53. На этом чертеже см. спецификацию) приняты следующие обозначения:

Значок Ø означает диаметр (Ø 16 означает один прут диаметром в 16 мм),

l — длина прута в см,

n — число прутьев,

nl — общая длина n прутьев,

Σnl — общая длина всех прутьев одного диаметра данной балки,

q — вес одного погонного метра прута данного диаметра,

qΣnl — вес n прутьев, длиной каждый по l см.

V — кубатура бетона в балке,

Q — вес всей арматуры в балке в килограммах,

$\frac{Q}{V}$  — количество железа в килограммах на 1 м<sup>3</sup> бетона.

### Контрольные вопросы.

1. Что такое опалубка?
2. Каких типов бывает опалубка?
3. В чем заключаются преимущества устройства подвижной опалубки?
4. Что такое строительный подъем?
5. Можно ли производить распалубку сразу или надо вести ее отдельными частями?
6. Какой материал употребляют для арматуры?
7. Вредна ли всякая ржавчина?
8. Что такое защитный слой и для чего его делают?

<sup>1</sup> Спецификация помещается обычно в правом нижнем углу чертежа.

## ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ БЕТОНА.

Целевая установка: Разобрать существующие виды транспорта бетона от самого простого, ручного, переходя постепенно к наиболее совершенному, механизированному. Указать на связь между приготовлением бетона и транспортировкой его.

**Содержание:** Тачки разных видов. Вагонетки. Баукрафт. Моторные тележки. Бадьи Штюбнера. Вертикальный транспорт. Краны и укосины. Шахтные подъемники. Литой бетон. Транспортер. Бетононасос. Общие выводы. Контрольные вопросы.

### § 77. Тачки разных видов.

Транспортировка бетона после приготовления его в бетономешалке может быть произведена различно. Выбор вида транспорта зависит от количества бетона, подлежащего укладке в дело, от расстояния и сооружения, которое бетонируется.

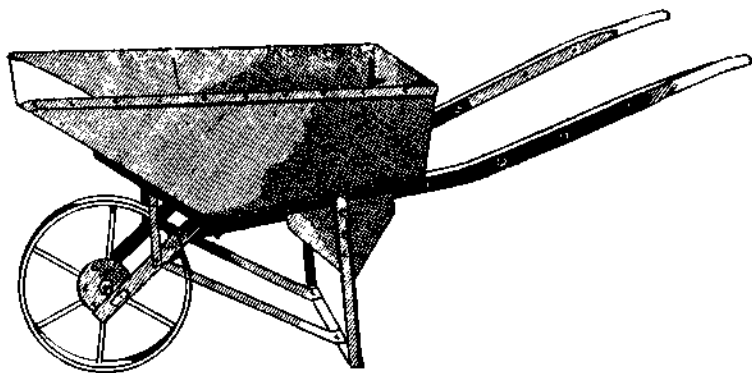


Рис 54. Металлическая тачка для бетона

Транспорт готового бетона от места его приготовления до места укладки может быть механизирован почти полностью. Однако при небольших количествах бетона на стройках малого масштаба бетон большей частью перевозят вручную.

Самым простым приспособлением для ручной перевозки бетона является тачка. Прежде для этой цели употреблялись деревянные тачки. Перевозка бетона в настоящее время в деревянной обычной тачке землекопа совершенно недопустима и запрещена. При пользовании такой тачкой пропадает значительное количество бетона, вытекает раствор и т. п. Для

перевозки в тачках применяют специально сделанные глубокие деревянные тачки для бетона, обитые изнутри кровельным железом. Лучше применять металлическую тачку, более легкую, стандартного типа емкостью в 75—100 л (рис. 54).

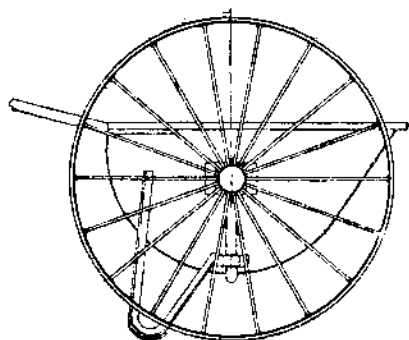


Рис. 55. Двухколесная тачка для бетона.

В настоящее время появились тачки на гусеничном ходу, сделанном у передней части тачки, вместо колеса. Для удобного провоза тачек должны быть сделаны хорошие прокаты, уложенные на подставках. Прокаты должны быть сделаны



Рис. 56. Прокаты для двухколесных тачек.

прочно и тщательно, так как излишняя экономия на них затрудняет работу, заставляет часто переделывать и в конечном итоге обходится слишком дорого.

Еще удобнее и практичнее для перевозки бетона двухколесная тачка (рис. 55) емкостью в 75 л.

Эти тачки легко передвигаются благодаря большому диа-



метру своих колес (80—100 см). Кузов у них опрокидной и легко опоражнивается. Применение этих тачек значительно облегчает труд рабочих. Для работы на двухколесных тачках требуется устройство широких проездов. Последние делаются из деревянных щитов, укладываемых на деревянные же банкетки (рис. 56). Прокаты эти представляют собой инвентарь постройки. Затраты на них лишь в незначительной степени падают на каждую постройку и вполне окупаются.

## § 78. Вагонетки.

Другим видом горизонтального транспорта бетона является перевозка в вагонетках по узкоколейной дороге. Вагонетки употребляют с опрокидными кузовами. Вагонетку

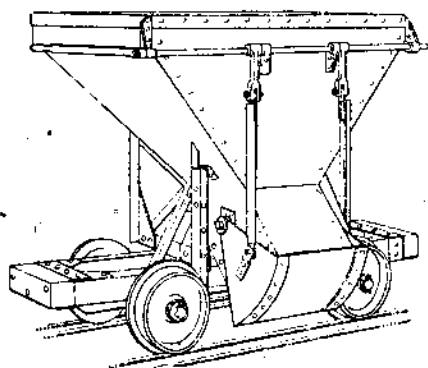


Рис. 57. Вагонетки с секторной задвижкой.

подводят прямо под бункер бетономешалки, затем, подвезя куда нужно, опрокидывают на месте укладки в желоб или в ковш подъемника.

Вагонетки с опрокидными кузовами имеют, однако, тот недостаток, что требуют значительного усилия при опрокидывании. За границей нередко применяются вагонетки с секторными задвижками (рис. 57). Задвижка открывается помощью рычага, и бетон легко вытекает из вагонетки.

## § 79. Баукрафт.

Развозка бетона тяжелыми и требующими двухрельсового пути вагонетками возможна и удобна только внизу, на уровне земли. Поднимать вверх тяжелые, наполненные бетоном вагонетки и устраивать на высоте пути для них трудно. На перекрытиях развозят бетон в тачках или на специальном однорельсовом пути, называемом «баукрафт».

По этому пути движется двусторонняя тележка с закрепленными на ней двумя ковшами. Из этих ковшей бетон легко выгружается в нужном месте. Такой путь «баукрафт» представлен на рис. 58.

## § 80. Моторные тележки.

Для горизонтальной перевозки грузов в последнее время применяют моторные тележки с платформами и прицепкой. На такую платформу ставят или тачки или специальные бадьи для бетона.

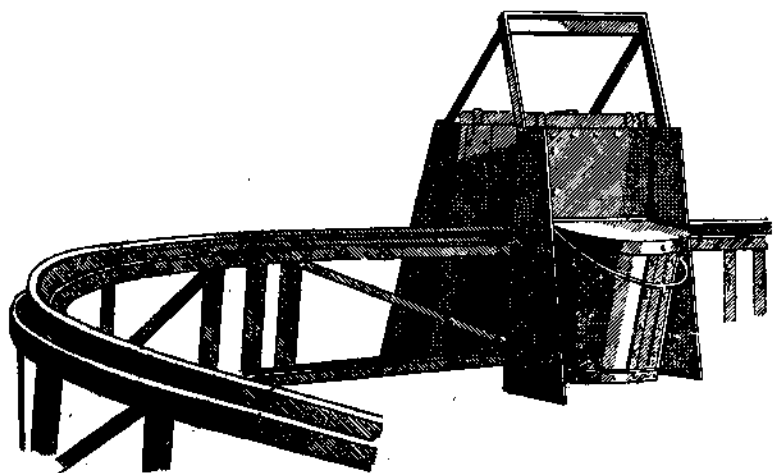


Рис. 58. Баукрафт.

## § 81. Бадьи Штюбнера.

На Свирьстрое и на Днепрострое для перевозки бетона употреблялись бадьи системы Штюбнера (рис. 59). Эти бадьи бывают емкостью от 0,50 до 2,40 м<sup>3</sup>. Бадьи эти устанавливают на платформы узкоколейного пути или грузовиков и подвозят их к месту подъема, где с помощью крана захватывают бадьи крюком и поднимают на нужную высоту. Благодаря откидному дну и специальной форме бадьи, разгрузка ее происходит весьма быстро.

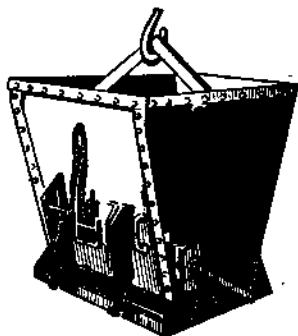


Рис. 59. Бадья Штюбнера.

При работе с бадьями Штюбнера необходимо соблюдать ряд предосторожностей. Никогда нельзя стоять под грузеной бадьей, так как возможны случаи самооткрывания их на высоте. Опускать бадью к месту

укладки надо спокойно, не раскачивая ее. Для этого при опускании надо осторожно задерживать ее лопатами.

Бадьи опускают на расстояние от поверхности укладки 50—70 см. При открывании бадьи на большей высоте, бетонщик легко может быть поражен рычагом бадьи.

Раскачивающуюся бадью нельзя раскрывать ни в коем случае.

Открывая бадью, снимают сначала цепочку. Затем два рабочих берутся за середину ручки бадьи и, упираясь одной ногой в стенку бадьи у днища, тянут ручку к себе. В это время рядом стоящий бетонщик приподнимает лопатой, а не рукой защелку на бадье.

После выпуска бетона бадья должна быть тщательно вычищена лопатой.

## § 82. Вертикальный транспорт бетона. Краны и укосина.

Подъем бетона может быть произведен с помощью передвижных кранов, кранов Деррика и т. д. Поднимать бетон с помощью кранов можно в специальных ковшах, из которых бетон выгружается непосредственно на места укладки. При помощи тех же кранов можно поднимать платформу, на которую устанавливают одновременно несколько тачек с бетоном. При подъеме платформы на нужную высоту тачки с бетоном развозят по прокатам к местам укладки. В то же время платформу загружают порожними тачками. Работу надо наладить таким образом, чтобы не задерживать крана.

Подъем тачек на платформе можно производить и с помощью крана-укосины (рис. 60), приводимого в действие электролебедкой и смонтированного на специальной мачте. Небольшим краном-укосиной удобно поднимать одну тачку с бетоном не на платформе, а зацепляя тачку за колесо и обе ручки.

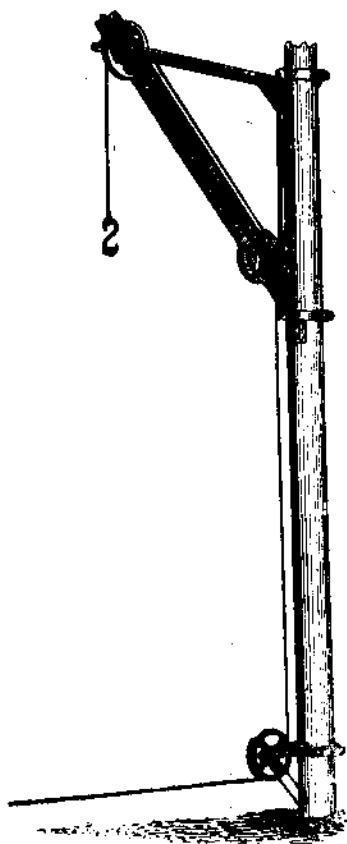


Рис. 60. Кран-укосина.

Очень удобен для подъема грузов кран «Механизатор» треста Ленинградстрой (ныне Ленпромстрой). Этот кран не требует установки специальной мачты, легко закрепляется на месте установки и без затруднений может быть передвинут на другое место.

Кран «Механизатор» переставляется как вдоль, так и вверх по мере подъема здания. Этим он выгодно отличается от обычного крана-укосины.

### § 83. Шахтные подъемники.

В зависимости от объема работ часто применяют для вертикального транспорта шахтные подъемники, приводимые в действие электролебедкой.

Подъемники эти бывают одноковшовые (рис. 61) и двухковшовые. Вторые более рациональны, так как в то время, когда один ковш, наполненный бетоном, поднимается вверх, второй пустой опускается вниз.

Подъемник и бетономешалку устанавливают обычно так, чтобы без лишней перевозки внизу нагужать бетон из бункера бетономешалки непосредственно в ковш подъемника (см. рис. 13).

Подъемники, конечно, могут быть использованы и для подачи раствора, кирпича и других материалов. В этом случае применяют уже не ковшевой подъемник, а шахтный с платформой, на которой можно устанавливать тачки с кирпичом, раствором, бетоном и т. п.

### § 84. Литой бетон.

Вопрос транспорта бетона как горизонтального, так и вертикального, составляет одну из задач, чрезвычайно интересных техников. Применение литого бетона ввело много нового в транспорт. Идея литого бетона заключается в том, что бетону придается такая консистенция, при которой бетонная масса передвигается под действием собственной тяжести, самостоятельно при известном наклоне, придаваемом желобам, по которым разливается бетон. Для этого бетон готовится с большим количеством воды, чем надлежало бы употребить при бетоне обычном. Это, как нам известно, понижает прочность бетона и требует для компенсации значительного расхода цемента. Перерасход цемента, однако, иногда окупается значительной экономией на транспорте бетона, на рабочей силе и ускорении темпов работы.

Неудобство литого бетона заключается в том, что необхо-

димо иметь специальное оборудование и сооружать довольно сложные установки.

В некоторых случаях при бетонировании не на высоте, а ниже уровня земли, можно транспортировать литой бетон

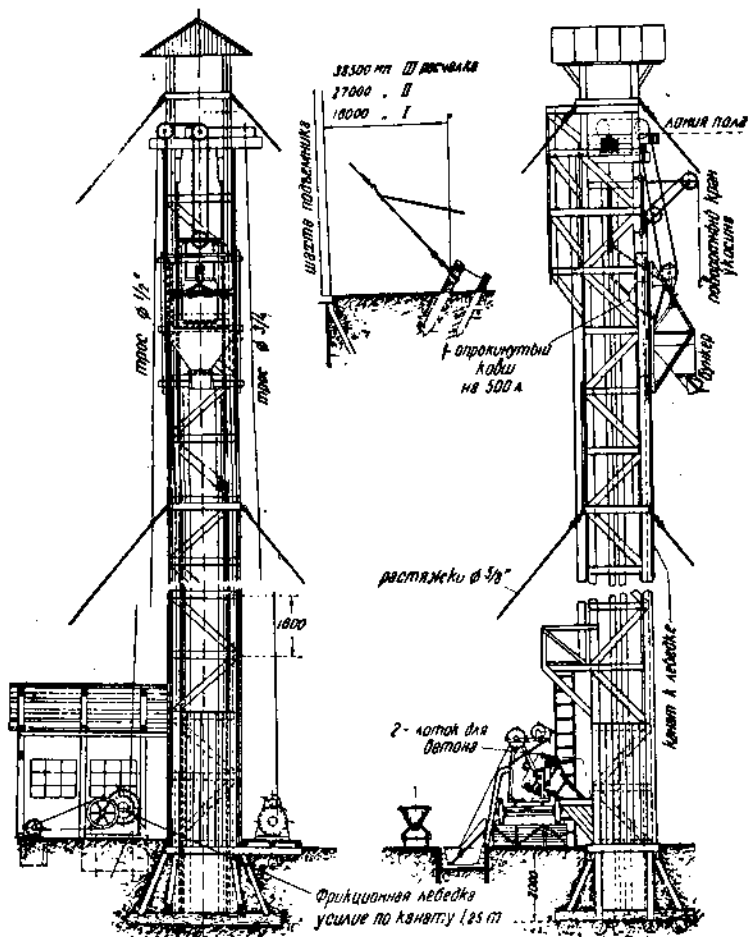


Рис. 61. Шахтный подъемник.

по желобу непосредственно из бетоньерки, без сложного устройства башни.

Обычный способ транспортировки литого бетона состоит в следующем. Устанавливается специальная башня, деревянная или металлическая, достигающая иногда высоты

145 м.<sup>1</sup> Металлические башни нормального типа имеют высоту до 45 м. В башне устанавливается ковшевой подъемник бетона. Бетономешалку устанавливают так, чтобы бетон из бункера бетономешалки выходил в ковш подъемника. В верхней части башни имеется силос, емкостью равный двух- или трехкратной емкости ковша.

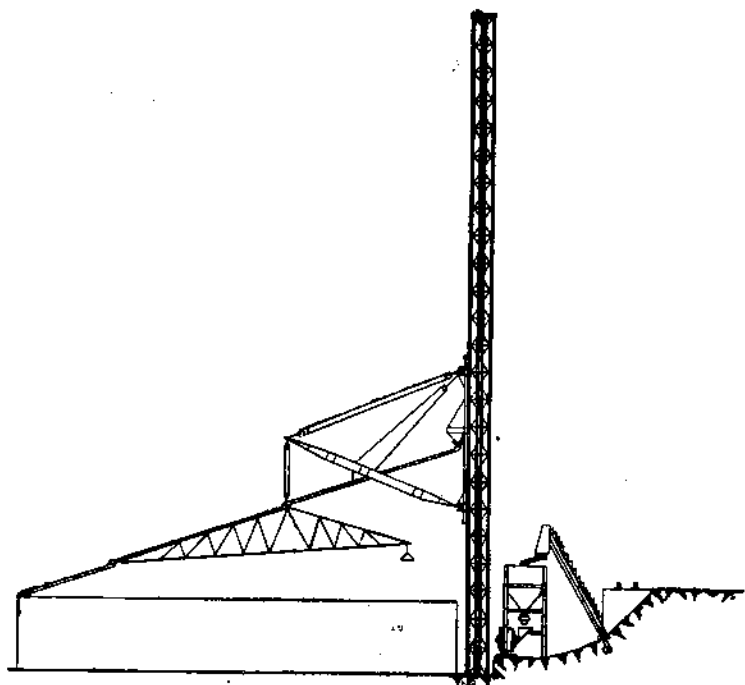


Рис. 62. Бетонная башня.

В этот силос (бункер) попадает бетон непосредственно из ковша. Из силоса бетон поступает в систему желобов, по которым он и разливается к месту укладки.

Образец такой башни с системой желобов показан на рис. 62. Желоба делаются разной длины (от 3 до 15 м). Делают их железными или деревянными обитыми железом. Уклоны, придаваемые желобам, могут быть различны и зависят от консистенции бетонной массы, от размера и формы заполнителей, а также от дальности передачи бетона.

Наиболее употребительный уклон от 1 —  $2\frac{1}{2}$  до 1 :  $2\frac{3}{4}$ .

<sup>1</sup> При сооружении одной плотины в Америке.

При башне высотой до 48 м, при помощи добавочных желобов, можно подавать бетон на расстояние до 30 м и обслуживать план здания по окружности с диаметром в 60 м.

### § 85. Ленточный транспортер.

С ленточным транспортером мы уже встречались, когда говорили о транспортировании материалов. В некоторых случаях он может быть применен и для транспорта бетона. Если бетон транспортируется только по горизонтальному направлению и лента транспортера движется без подъема, передвижение бетона по ней не вызывает затруднений.

Подъем же на высоту, даже небольшую, затруднен небольшим углом наклона, который может быть при этом придан транспортеру.

Для жесткого бетона угол наклона транспортера делают равным  $32^\circ$ , при пластичном бетоне он еще меньше, а именно —  $20^\circ$ . Круче ставить транспортер нельзя, так как бетонная масса, которая держится на ленте одним лишь трением бетона о нее, будет сползать вниз и машина будет работать вхолостую.

### § 86. Бетононасос.

В 1930 г. германская фирма «Торкрет» выставила на Лейпцигской строительной выставке новую машину для транспорта бетона — бетононасос «Пумпкрет», изобретенный Гизе-Гелем. Эта машина была использована на практике уже в год ее появления.

В 1931 г. бетононасос был применен в СССР (в Москве).

Бетонолитные башни, значительно упрощающие транспорт бетона, все же имеют ряд таких недостатков, как сложность и дороговизна их установки, продолжительность сборки и т. д.

Точно так же дороги и громоздки кабельные краны, канатные передачи и т. д.

Бетононасос, общий вид которого приведен на рис. 63, в отличие от прочих установок для транспорта бетона, представляет собой подвижную, смонтированную на металлической раме (на колесах) установку с двигателем, находящимся на той же раме. Устройство бетононасоса ясно из рис. 64.

Бетононасос дает возможность передавать бетон по трубам как по горизонтальному, так и вертикальному направлению.

Общая длина труб, которую насос может обслужить при работе в горизонтальном направлении, — 200 м. Наибольшая высота подачи бетона — 45 м. Эти довольно значительные

цифры говорят сами за себя. Конечно, если одновременно подается бетон и в горизонтальном и вертикальном направлениях, расстояние несколько уменьшается.

При одновременной подаче по горизонтали на 119 м, вверх бетон можно подать на 20 м.

Бетононасос устанавливают вместе с бетономешалкой, из которой бетон переходит в приемный ковш насоса. Схема такой установки представлена на рис. 65. Желоб из бетономешалки направлен под углом в  $45^{\circ}$ .

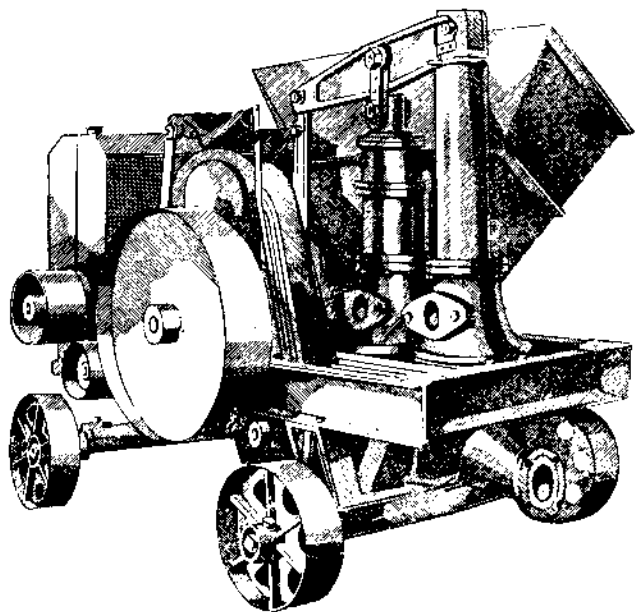


Рис. 63. Бетононасос. Общий вид.

Производительность бетононасоса 7—10 м<sup>3</sup> в час. Следовательно и бетоньерка должна быть взята той же производительности. Такую производительность даст машина в 375 л. Однако, если мы не уверены, что удастся наладить 30—40 замесов, обеспечивающих на бетономешалке в 375 л эти 7—10 м<sup>3</sup> в час, надо взять бетономешалку большую, например в 500 л.

В настоящее время имеются бетононасосы различных систем и типов, вертикальные и горизонтальные. Двигатель, приводящий в действие насос, смонтирован в большинстве случаев на одной с ним раме.



Бетон из насоса передается по стальному трубопроводу с внутренним диаметром в 120 мм. Деталь такого трубопровода и способ соединения двух отдельных труб приведены на рис. 66.

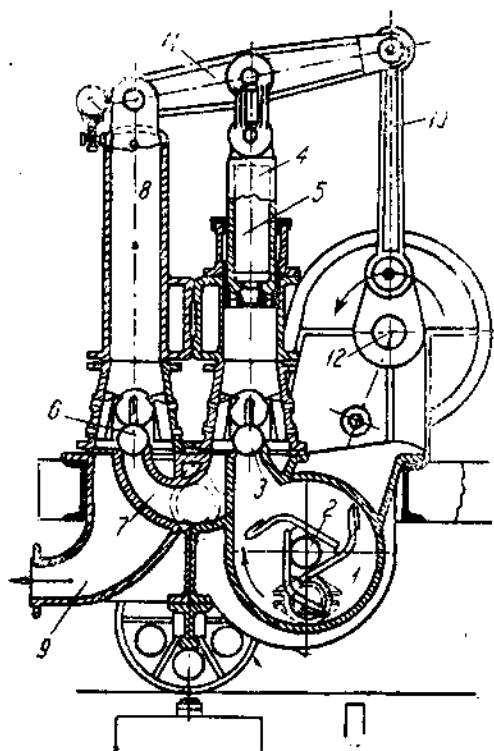


Рис. 64. Бетононасос. Разрез.

#### Схема работы

Бетонная масса из бункера идет в камеру 1. Перемешивается в ней лопастным валом 2 и движется по всасывающему клапану 3. При движении поршня 4 вверх клапан 3 открывается, масса поступает в нижнюю часть цилиндра 5. При движении поршня 4 вниз клапан 3 закрывается, клапан 6 открывается, масса из цилиндра 5 через камеру 7 переходит в цилиндр 8, а оттуда в выходную трубу 9 и в трубопровод. 10—шток; 11—коромысло; 12—кривошип.

Подача бетона производится на расстояние до 200 м (сдвоенным насосом до 350 м) и высоту до 30 м.

Из других видов бетононасосов<sup>1</sup> следует упомянуть вертикальный насос системы Фегеле. Этот насос с двигателем в 25 л. с. подает бетон до высоты 40 м и на горизонтальное расстояние до 200 м. Применялся этот насос в Голландии и Франции. Бетононасос системы О. Кайзера, при бетономешалке в 500 л дает 8—12 м<sup>3</sup> бетона в час. Подача бетона производится примерно на те же расстояния, что и при насосе системы Фегеле.

Более совершенным и распространенным в настоящее время является стационарный горизонтальный бетононасос системы Койман. Общий вид и разрез этого насоса показаны на рис. 67а и б. Насос этот введен и в СССР. Производительность этих насосов от 10 до 20 м<sup>3</sup> в час.

В Америке употребляют насосы сдвоенные (дуплекс) с производительностью в 45 м<sup>3</sup>/час.

<sup>1</sup> Инж. Кроль. Бетонные насосы, «Строит. промышл.», 1934 г.

Расход рабсилы на 1  $\text{м}^3$  бетона — 0,30 до 0,50 чел.-час, не считая машиниста. При работе бетононасосом бетон должен быть удобообрабатываемым, специально подобранным. В Америке на одной из строек 16 720  $\text{м}^3$  бетона были уложены на-

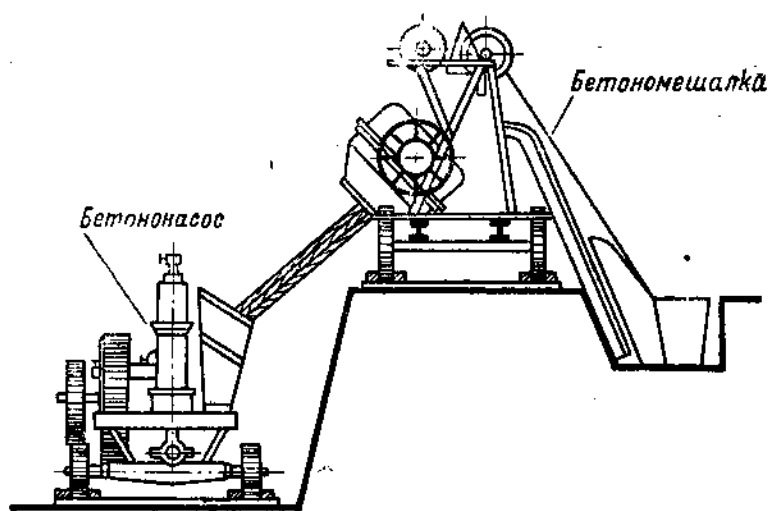


Рис. 65. Схема установки бетономешалки с бетононасосом.

сосом в 20 дней при 24-часовой работе с суточной выработкой в 940  $\text{м}^3$ , а среднечасовой 35  $\text{м}^3/\text{час}$ . Дальность подачи — 300 м.

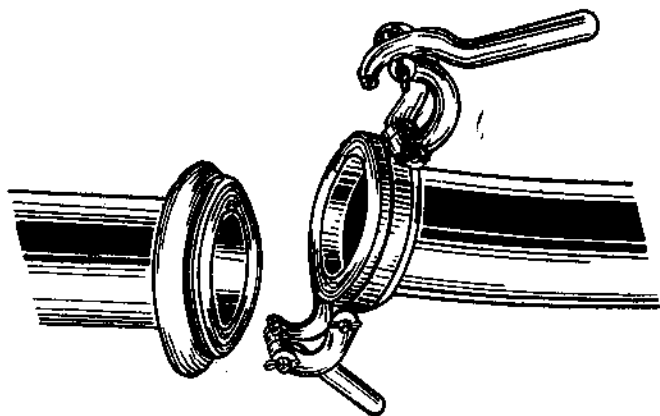


Рис. 66. Деталь трубопровода для бетона.

## § 87. Общие выводы.

Мы рассмотрели транспорт бетона на стройке от самого примитивного — ручного при помощи тачки, до наиболее в настоящее время совершенного — бетононасосом. Для достижения эффективных результатов транспортировки необходимо

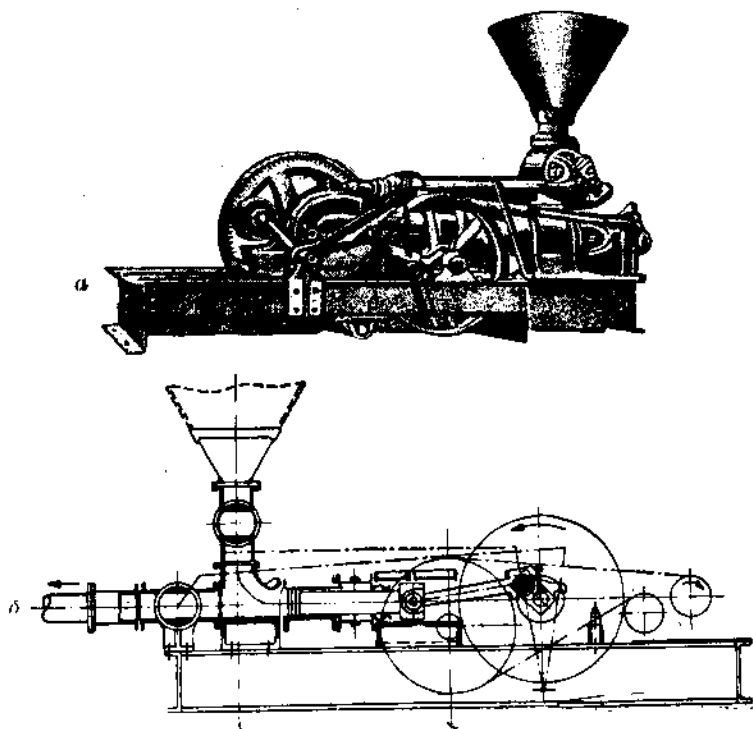


Рис. 67. Горизонтальный насос системы Койман.

*a*—общий вид; *б*—разрез.

продумать рациональность применения того или иного способа в каждом отдельном случае. Если на стройке с небольшим количеством бетона уже стоит шахтный подъемник для тачек с кирпичом, следует его же использовать и для подъема тачек с бетоном, а не устанавливать новый ковшевой и т. д. Каждая установка должна быть предварительно проверена с учетом объема работ и требуемой мощности. При установке машин, работа которых связана друг с другом, одинаковая производительность каждой из них является

обязательным условием правильной и рентабельной механизации стройки.

Если же мы установим бетононасос в  $10 \text{ м}^3$  в час и соединим с ним бетономешалку в  $150 \text{ л}$  с фактической часовой производительностью в  $2,7 \text{ м}^3$  в час, т. е. в три раза меньшей, чем мощность насоса, мы ничего, кроме плохо налаженной работы, не получим.

### Контрольные вопросы.

1. Какие тачки употребляют в настоящее время для развозки бетона?
2. Какие вагонетки наиболее удобны для транспорта бетона?
3. Какова наиболее ходовая емкость тачек для бетона?
4. Что такое «баукрафт» и когда удобно его применять?
5. В чем перевозят бетон на платформах?
6. Какие виды транспорта бетона, кроме рельсового вы знаете?
7. Каким наиболее простым путем осуществляется подъем бетона?
8. Какой подъемник удобнее: одно- или двухковшевой?
9. В чем выгоды применения литого бетона?
10. В чем заключаются недостатки транспорта бетона помощью башен и желобов?
11. Что такое бетононасос?
12. Какой из видов транспорта бетона наиболее удобен?
13. На какое наибольшее горизонтальное расстояние можно насосом передавать бетон?

### Глава седьмая.

## БЕТОННЫЕ ЗАВОДЫ.

Целевая установка: Ознакомить с назначением и работой бетонных заводов с точки зрения наиболее рациональной работы по приготовлению бетона и повышению качества продукции. Бетонные заводы — один из путей перехода строительства на заводской метод.

*Содержание:* Местные бетонные заводы. Районные бетонные заводы. Транспорт готового бетона и приготовление бетона в пути. Контрольные вопросы.

### § 88. Местные бетонные заводы.

Большое количество бетона, подлежащего приготовлению и укладке на крупных стройках, требует специальной организации этих работ. Подача материалов для бетона, подготовка этих материалов, перемешивание бетона и развозка его — все эти процессы тесно увязываются друг с другом и

концентрируются в одном месте, в организуемом специально бетонном заводе, выпускающем готовый бетон.

В зависимости от потребности, эти заводы могут быть небольшими, состоящими из одной бетономешалки и единичных агрегатов или нескольких бетономешалок потребной мощности и соответствующего количества гравиемоек, камнедробилок и т. д.

Схема расположения таких простейших заводов видна на рис. 68, а более сложного, со складом материалов — на рис. 69.

Бетонные заводы могут быть устроены на одной стройке или же, как независимые заводы, для целого ряда строек.

При устройстве бетонных заводов на стройке, машины устанавливают таким образом, чтобы как можно большее количество материалов попадало в них силой своей тяжести.

В схемах заводов мы видим, как поланные к бункерам заполнители пересыпаются в них под действием собственной тяжести и затем таким же способом переходят в бетономешалку. Готовый бетон собственной же тяжестью переходит в грузовики для отвозки на место укладки и т. д.

Бывают случаи, когда удается использовать рельеф местности для расположения машин и материалов на разных отметках земли и тем облегчить подачу материалов.

По схеме простого бетонного завода (рис. 68) проследим ход его работы. Грузовик доставляет заполнители. Разгрузка последних механизирована, грузовик имеет опрокидной кузов. Из кузова грузовика материал попадает в загрузочную воронку элеватора, а из нее опять-таки механизированным путем попадает в одно из отделений бункера, в зависимости от того, прибыл песок или гравий. Разгрузка материала в бункер происходит автоматическим опрокидыванием ковша. Элеватор, обслуживаемый мотором в 3—5 л. с., может пропустить от 20 до 40 м<sup>3</sup> в час.

Бункер снабжен автоматическими мерными ящиками, в которые материал пересыпается непосредственно из бункера.

Из мерных ящиков материалы силой тяжести попадают в загрузочную воронку бетономешалки.

Высота расположения бетономешалки, а следовательно и бункеров, зависит от способа отвозки готового бетона.

Если бетон отвозят в вагонетках или тачках, бетономешалку устанавливают ниже, если в грузовиках, то, конечно, выше.

Особое внимание надлежит обратить на выбор размеров бункеров. Они должны вмещать в себе не менее часового за-

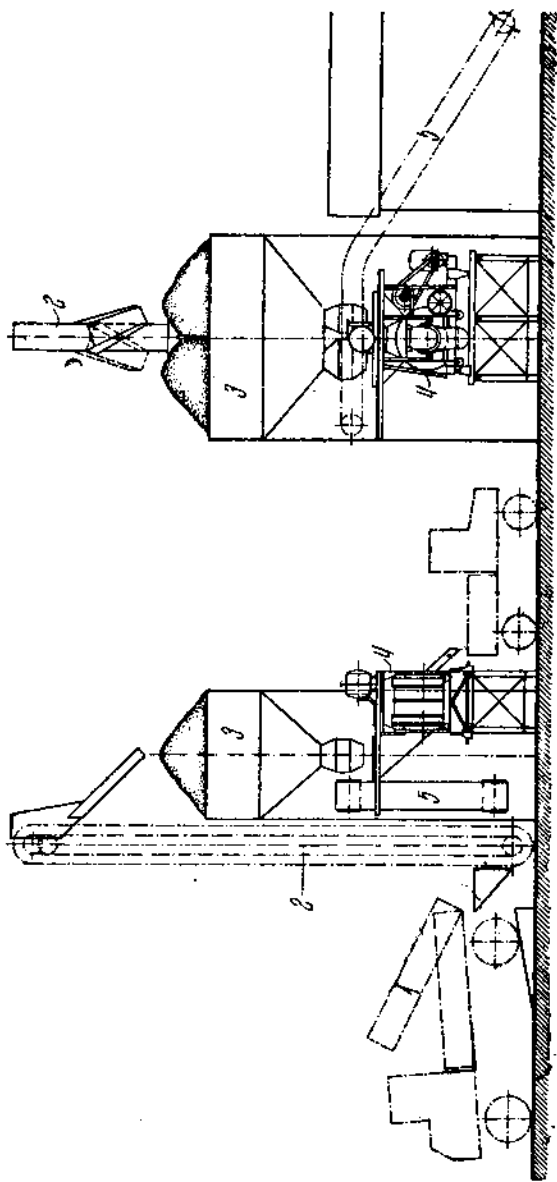


Рис. 68. Схема бетонных заводов.

1—грузовик; 2—элеватор; 3—бункер 4—бетономешалка; 5—транспортер для цемента.

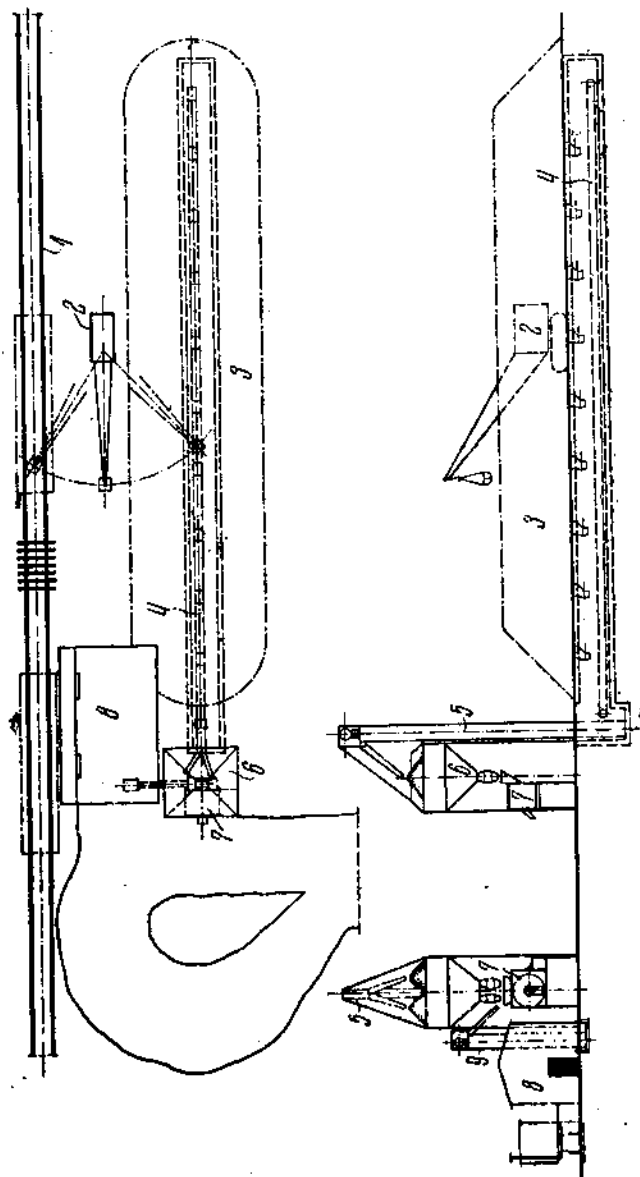


Рис. 69. Схема бетонного завода со складом материалов.

1—подъездной путь; 2—поворотный кран; 3—склад песка и гравия; 4—ленточный транспортер; 5—ковшевой элеватор; 6—бункер; 7—бетономешалка; 8—склад цемента; 9—элеватор для цемента.

паса работы бетономешалки. Только в этом случае легко наладить бесперебойную подачу материалов.

Доставка цемента производится элеватором.

Устройство более сложного завода, со складом заполнителей непосредственно на заводе, основано на тех же положениях, что и в только что описанном заводе. Для разгрузки и нагрузки заполнителей часто пользуются поворотными кранами.

В соединении с камнедробильными и механизированными складами песка и гравия мы можем создать на стройке мощный, четко и бесперебойно действующий завод. На таком заводе, конечно, легче, чем при разбросанном приготовлении бетона, установить надлежащий контроль за качеством употребляемых в дело материалов и выпускаемого бетона.

Прекрасно оборудованные, вполне оправдавшие свое назначение бетонные заводы работали на стройках Овирьстроя, Днепростроя, Магнитостроя и в целом ряде других мест.

Суточная производительность таких заводов часто должна быть очень высокой (в две, три и более тысяч куб. метров бетона в сутки). Чтобы судить о потребных количествах бетона на стройке, достаточно указать на Днепрострой, где всего требовалось уложить около 1 100 000 м<sup>3</sup> бетона.

## § 89. Районные бетонные заводы.

Устройство бетонного завода на строительстве не может, однако, полностью удовлетворить требования индустриализации стройки. При создании бетонного завода на стройке, последняя вынуждена считаться с наличием имеющихся у нее механизмов, невозможностью все время закупать новые механизмы для одного завода, легко сменять свое оборудование и пр. Кроме того совершенно очевидно, что стройка может пользоваться только теми заполнителями, которые доставлены на стройку. Иметь же значительный выбор заполнителей для должного подбора состава бетона и т. д. не всегда возможно.

Наилучшее использование механизмов и подбор материала достигаются созданием централизованных районных бетонных заводов, продающих не отдельные материалы, а готовую бетонную массу потребной марки и консистенции.

На этих заводах может быть просеян, разбит и промыт песок, гравий и щебень самых разнообразных сортов, использованы все отсеивы и т. п.



Все процессы производятся в заводском масштабе, а потому и установки могут быть более совершенными, чем на каждой отдельной стройке.

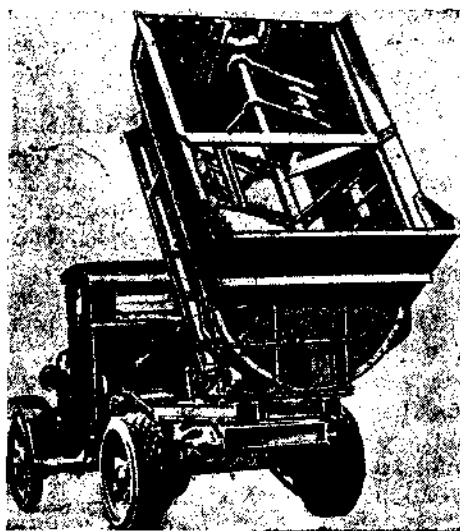


Рис. 70. Грузовик для транспорта готового бетона.

Такие бетонные заводы получили особое развитие в Америке. Завод принимает заказ на бетон известной прочности, консистенции и т. д.

Доставка этого бетона в Америке производится двумя способами.

Первый способ предусматривает полное приготовление бетона на самом заводе и транспорт его в таком же готовом виде в специальных грузовиках, с опрокидывающимся кузовом цилиндрической формы (рис. 70).

На этих грузовиках имеются специальные приспособления для перемешивания бетона в пути во избежание расслоения.

Продолжительность такой перевозки должна быть не больше часа от момента затворения. Этот промежуток времени,

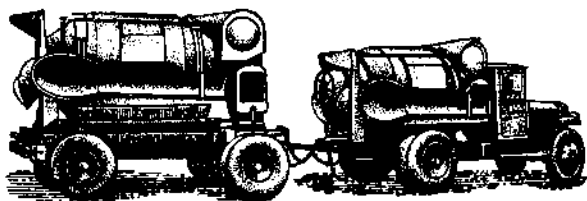


Рис. 71. Грузовик и бетономешалки.

конечно, желательно сократить. Временем этим обуславливается сфера (район) действия одного бетонного завода.

Во втором случае грузовик, представляющий собой горизонтальную бетономешалку, загружается на заводе сухой

смесью. Не доезжая до места постройки, шофер из мерной бачки выпускает в барабан потребное количество воды и приводит эту бетономешалку в действие. Таким образом в пути происходит приготовление бетона. По прибытии на место стройки кузов опрокидывается и бетон выходит в специальные бункера, откуда развозится по месту укладки.

Общий вид таких грузовиков-бетономешалок дан на рис. 71.

Большее распространение получил первый тип автомобилей, перевозящих готовый бетон.

Совершенно естественно, что доставка готового бетона на автомобилях рентабельна и возможна только в тех случаях, когда к строительству ведут хорошие дороги. В противном случае машина пойдет медленно, может останавливаться в пути и вместо бетона мы получим брак.

Поэтому в тех случаях, когда строительство и район, в котором оно находится, таких дорог не имеет, вопрос решается в пользу местных, а не районных бетонных заводов. Устройству районных заводов должно быть уделено особое внимание. Они, как мы уже указывали выше, обеспечивают наиболее экономную, рациональную постановку дела и возможность контроля за качеством бетона.

### **Контрольные вопросы.**

1. Каково устройство бетонного завода (показать по схеме)?
2. В чем заключаются выгоды устройства бетонного завода?
3. Как транспортируется бетон на районного бетонного завода?
4. Какие применяются способы приготовления бетона на районном заводе?

### **Глава восьмая.**

### **УКЛАДКА БЕТОНА.**

Целевая установка: Ознакомить с методами укладки бетона с точки зрения экономии рабочей силы и цемента, повышения качества продукции и механизации этих работ.

*Содержание:* Общие положения. Подготовка опалубки. Ручное трамбование. Пневматическое трамбование. Механическое трамбование. Укладка пластичного и литого бетона. Бетонирование под водой. Вибрационный способ укладки бетона. Вибраторы и перовибраторы. Центрофугированный бетон. Торкрет. Бетонирование под водой. Рабочие швы бетонирования. Уход за бетоном. Испытание готового бетона в конструкции. Контрольные вопросы.

## § 90. Общие положения.

В предыдущих главах мы останавливались на способах приготовления бетона и транспорта его к месту укладки. Следующей стадией является укладка бетона в заготовленную опалубку. До последнего времени, за исключением специального бетона — торкрета, эта работа велась примитивно, ручным способом. Появление литого бетона внесло значительное упрощение в дело бетонирования. Однако слишком дорогое оборудование и значительный перерасход цемента при литом бетоне оставили вопрос о механизированном бетонировании открытым. Точно так же применение торкрет-бетона не дало окончательного ответа по механической укладке бетона.

Пу микрeтбетон (бетон, подаваемый насосом), поступающая непосредственно к месту укладки и распространяясь по опалубке по мере поворота шланга, по которому подается бетон, требует специального подбора всех составных частей бетона, заполнителей и т. д., связывая таким образом подбор состава бетона не только требованием известной прочности, но и возможности укладки его.

Исследования, произведенные над бетонными и железобетонными сооружениями, показали, что одной из главных причин разрушения бетонов, вне зависимости от различных влияний на него, служит неплотность уложенной бетонной массы, значительная пористость ее. Причинами неплотности и пористости бетона являются небрежная укладка его и излишек воды. При слишком жидком бетоне на поверхности скапливается цементное молоко и образуется тонкая цементная корка. Этот цементный слой легко разрушается под действием мороза и открывает возможность дальнейшего разрушения других слоев бетона. Поэтому на тщательность укладки бетона, на получение при этом плотной бетонной массы, обеспечивающей хорошее качество бетона, бетонщиком должно быть обращено серьезное внимание.

Внедрение в последнее время вибрированного бетона в значительной степени упрощает работу, позволяя употреблять в дело жесткий бетон, и повышает в то же время качество бетона. Употребление для некоторых конструкций центрофугированного бетона также в значительной степени упростило задачу бетонирования.

Бесспорно, что дальнейшие работы в области механизации укладки бетона полностью разрешат и эту задачу.

Перейдем к рассмотрению существующих приемов укладки бетона.

## § 91. Подготовка опалубки.

До начала бетонирования должна быть проверена правильность установки опалубки: размеры ее, вертикальность колонн, горизонтальность перекрытий. На больших стройках эта работа производится помощью специальных геодезических инструментов (нивеллиров).

Вертикальность колонн может быть проверена с помощью отвеса, горизонтальность опалубки, плиты и балок — с помощью уровня.

Самым тщательным образом надлежит проверить леса, поддерживающие опалубку, клинья под стойками и наличие строительного подъема (см. § 73). Обязательно следует проверить установку хомутов у колонн, так как при неправильной и небрежной установке их возможно распирание опалубки при укладке бетона: колонна будет выпученной и искривленной. Точно так же должно быть проверено закрепление боковых стенок балок.

При слабом закреплении боковых щитов балок, неправильной установке подкружальных досок и самих кружал балки могут быть искривленными, плита провисшей.

В железобетонных конструкциях приходится иметь дело большей частью с элементами небольших сечений. Балки, плиты, колонны остаются открытыми. В промышленных зданиях оштукатуривание железобетонных частей, могущее исправить дефекты опалубки, часто не производится. Поэтому малейшее искривление, малейшая ошибка в опалубке видны сразу. Одна слегка провисшая балка или плита, кривая колонна может испортить весь вид большого помещения и т. д.

Кроме того провисшая или искривленная во время бетонирования железобетонная часть конструкции работает неправильно, а следовательно дефекты в опалубке отражаются на прочности конструкции.

Особо надо проверить установку стоек, поддерживающих опалубку, клинья и т. д.

Если опалубка остается на зиму, стойки надо предохранить от выпучивания грунта.

Для этого надо или заглубить стойки в землю ниже глубины промерзания (1,80—2,00 м) или утеплить низы стоек, засыпая травием, опилками и т. п.

До бетонирования надо проверить клинья под стойками, подклинить, где это требуется, расшить стойки и т. п.

В некоторых случаях для получения чистой поверхности бетона без штукатурки, а главное для раскрытия щелей, палубу полезно покрыть до укладки арматуры бумагой «Герку-

лес» или толем низкого сорта. Если плотник после разборки, снимая эту настилку, будет бережно к ней относиться, а арматурщик и бетонщик не будут рвать ее во время работы, бумагу эту можно использовать несколько раз.

Для того чтобы иметь гладкую поверхность бетона, палубу делают иногда из строганых и шпунтовых досок. Полезно опалубку смазывать мылом до бетонирования. В этом случае доски опалубки легко отстанут при ее разборке. Покрывать опалубку мылом можно лишь в том случае, если бетон не будет штукатуриться.

Вся опалубка должна быть тщательно очищена от мусора, щепы и т. п. Очистка опалубки производится метлами, а в местах густой арматуры — и руками. Кроме того должна быть произведена тщательная промывка опалубки. Для очистки опалубки колонн внизу короба должны быть оставлены окна, через которые можно было бы вынуть согнанный вниз мусор, щепу и т. п.

Все щели в опалубке перед самым бетонированием должны быть закрыты. Это достигается тщательной и продолжительной поливкой опалубки водой. Под влиянием полива доски разбухают и щели закрываются.

Если поливка не достигает своей цели, можно заделать щели рейками или закрыть полосками толя. Примерно за час или за два до укладки бетона надо полить опалубку водой. Это делается для того, чтобы лес опалубки не всасывал в себя воду из бетона, что отразится на его прочности и может вызвать в нем от преждевременного высыхания трещины.

Поливка опалубки производится пожарными шлангами.

Поливку в жаркое время года полезно начинать за несколько дней до начала бетонирования.

После промывки опалубки необходимо согнать воду, которая останется в опалубке, особенно на коробах балок. Если этого не сделать, вода попадет в укладываемую массу бетона и ослабит его.

Для стока воды в днищах коробов или в других частях опалубки, где задержалась вода, просверливаются небольшие отверстия.

До укладки бетона должна быть проверена укладка арматуры. Все поямные части арматуры должны быть выправлены и установлены точно по чертежам. Также должно быть проверено наличие подкладок под арматуру, обеспечивающих сохранение должных размеров защитного слоя. Дежурный плотник должен во все время работы следить за опалубкой, а арматурщик за арматурой.

## § 92. Ручное трамбование.

Бетон надо завозить на опалубку не в одно место, а равномерно распределять по всей опалубке. Доставленный в опалубку жесткий бетон разравнивается лопатами, забрасывается в опалубку и трамбуется слямями, толщиной не более 15 см. Работа по трамбованию производится пневматическими или ручными трамбовками.

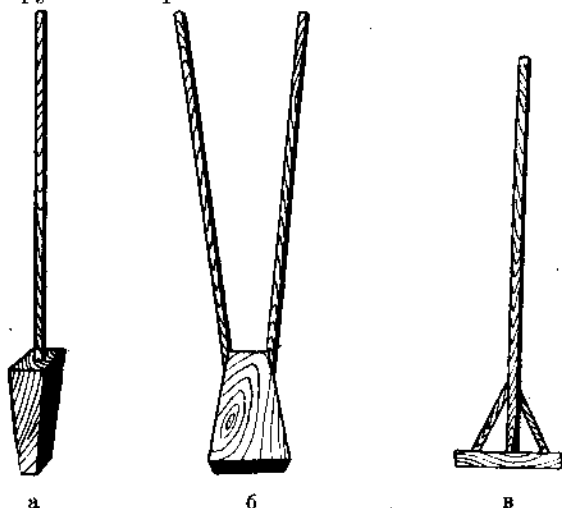


Рис. 72. Ручные трамбовки.

Ручные трамбовки (рис. 72а, б и в) снизу обивают кровельным или полукотельным железом. Площадь основания таких трамбоек  $10 \times 10$  см, вес их от 12 до 16 кг. Трамбованный жесткий бетон разрешается применять только тогда, когда может быть обеспечено надлежащее трамбование и имеется опытный рабочий персонал.

Работа производится опытными рабочими, в зависимости от объема работ, подлежащих трамбованию. На участок шириной около полуметра ставят одного рабочего. Рабочих расставляют в два-три ряда в шахматном порядке, чтобы каждый получил свой участок для трамбования. Перед трамбованием часть рабочих разравнивает привозимый бетон.

Трамбование следует производить тщательно до тех пор, пока трамбуемая поверхность не заблестит от выступившей влаги. В особенности внимательно надо протрамбовывать места у стенок опалубки, в углах и т. д., во избежание получения раковин. Обязательно простукивание опалубки колонн во время бетонирования.

Трамбование нужно производить быстро, наблюдая за тем, чтобы лишний слой не схватился до укладки верхнего, так как в последнем случае мы не получим монолитности бетона. Поэтому не должно быть и перерывов в бетонировании. После окончания трамбования каждого слоя поверхность его обрабатывается жесткими метлами или граблями для придания ему шероховатого вида.

Иногда, при укладке бетона в больших массивах, уплотнение массы производится просто ногами. Так утаптывался пластичный бетон на плотине Днепрогостроя.

Чтобы обеспечить надлежащую производительность и выработку бетонщиков при укладке бетона, необходимо дать им достаточный фронт работ и обеспечить бесперебойную подвозку бетона.

По данным О. А. Гершберга и А. Холмогорова,<sup>1</sup> одному рабочему на день необходимо обеспечить следующий объем работ в зависимости от типа конструкции:

- Для плит толщиной 8—10 см—40 м<sup>2</sup>
- » балок сечением 20 × 40 см—50 пог. м
- » колонн сечением 30 × 40 см—30 пог. м

При бетонировании плиты рабочие устанавливаются примерно на расстоянии 1—2 м один от другого и идут назад, разравнивая, трамбуя или штыкуя подвозимый бетон.

Подвозить бетон надо по катальным доскам, создавая кольцевое движение тачечников.

Бетон подвозят с места, противоположного тому, где начато бетонирование. Таким образом по свежему бетону бетон не развозится. По мере хода бетонирования, катальные доски снимаются и переносятся на другое место. Подвозимый бетон выкладывается из тачек перед бетонщиком, разравнивающим и трамбующим бетон. Тачечник, выбросив бетон в указанное место, отвозит тачку в сторону, не мешая бетонщику, разравнивающему бетон.

### § 93. Пневматические трамбовки.

Совершенно очевидно, что ручное трамбование, во-первых, отнимает много рабочего времени и, во-вторых, не дает монолитного равномерно уплотненного бетона.

В практике укладки бетона для устранения недостатков ручного трамбования и экономии рабочего времени упо-

<sup>1</sup> О. А. Гершберг и А. М. Холмогоров, Производство бетонных работ, Москва 1934 г.

требляют пневматические трамбовки (рис. 73), приводимые в действие сжатым воздухом, подаваемым из компрессора при давлении в 5—7 ат. Вес такой трамбовки 12—14 кг. Количество ударов в минуту — от 400 до 700. Такие трамбовки из-готовляют, в частности, в Германии и Америке. Производительность такой трамбовки в 4—5 раз больше, чем обыкновенной ручной.

Употребление пневматических трамбовок требует установки специального аппарата для подачи сжатого воздуха — компрессора, и потому применение их рационально только в тех случаях, когда количество укладываемого бетона довольно значительно. Правила укладки и трамбования бетона пневматическими трамбовками те же, что и при ручном трамбовании.

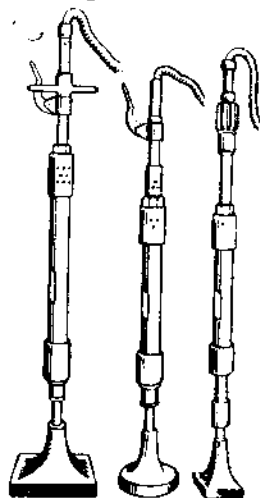


Рис. 73. Пневматические трамбовки.

#### § 94. Укладка пластичного и литого бетона.

Доставленный на место укладки пластичный бетон укладывается в опалубку и для лучшего заполнения промежутков прощтыковывается железными прутьями (рис. 74). По техническим условиям, бетонирование пластичных бетонных балок, плит и т. п. должно производиться с

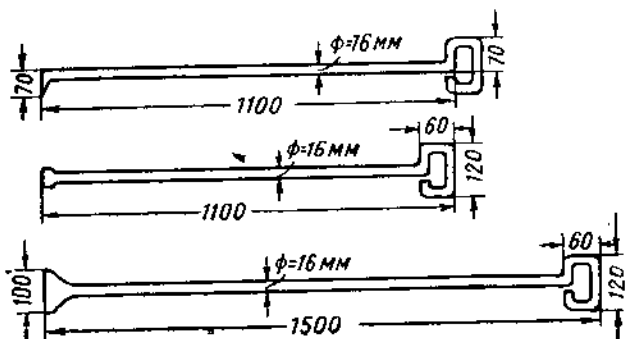


Рис. 74. Железные прутья для штыкования бетона.

легким трамбованием, штыкованием и поколачиванием по формам.



При укладке бетона в плиты его разравнивают рейкой. Для выдерживания при бетонировании постоянной толщины плиты устанавливают специальные маячные рейки на брусочках (рис. 75). Высота от верхней грани рейки до нижней грани брусочка равна толщине плиты. Перекладывая эту рейку по мере хода бетонирования плиты, регулируют правильность уложенной толщины бетона. Во время бетонирования, для проникновения бетона под арматуру, крючками с длинной ручкой приподнимают арматуру плиты и встряхивают ее. О мерах для сохранения должной толщины защитного слоя мы уже говорили выше. Бетон плиты укладывается одновременно с бетоном балки.

При бетонировании колонн дежурный рабочий должен снаружи деревянным молотком простучивать опалубку, заставлять ее вибрировать. Этим достигается полное заполнение бетоном всей формы.

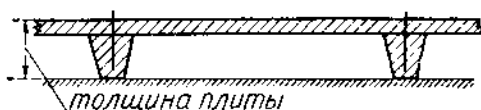


Рис. 75. Рейки, употребляемые при бетонировании плит.

При подаче пластичного бетона бетононасосом бетон из выходного отверстия трубы подается непосредственно на опалубку и заполняет приготовленные для него армированные короба. Дежурный рабочий прощтыковывает укладываемый бетон металлическим прутом. Распределение и заполнение форм литым бетоном производится так же, как и пластичным, но с еще меньшей затратой времени на прощтыковывание и разравнивание бетона.

Высота падения литого бетона из конца желоба не должна превышать 2 м. Заливать бетоном надо толстыми слоями и по возможности всю бетонируемую часть сразу. При перерывах следует очищать поверхность стыка и поливать таким же раствором, какой идет на приготовление данного бетона.

Во всех случаях бетонирования и трамбования пластичным или литым бетоном, после перерыва стыковую поверхность надо очистить от мусора, пыли, цементной пленки и т. д. Затем металлическими граблями или насечкой придают стыку шероховатый вид. До укладки нового слоя бетона необходимо нанести слой раствора того же состава, который применяется при данном бетоне.

## § 95. Вибрационный способ укладки бетона.

Выше уже указывалось, что несмотря на значительные упрощения в укладке бетона, внесенные применением бетононасоса, литого бетона и т. д., облегчающих в значительной степени транспорт и подачу бетона, вопрос укладки бетона все же в полной мере остается неразрешенным. Несмотря на применение при укладке бетона штыкования и трамбования, плотность бетона не всегда получается желательной, а между тем это один из важнейших факторов для получения водонепроницаемого бетона.

Рассмотренные нами способы укладки бетона требуют значительного расхода рабочего времени, даже при пневматическом трамбовании, и далеко не совершенны.

На помощь строителю приходит вибрированный бетон. Вибрацией называется колебание, дрожание, получаемое вследствие каких-либо ударов, сотрясения и т. д.

Если сообщить бетону такое колебание, вибрацию, то, как показали опыты, бетон получается не только более прочным, но и более плотным, так как объем пустот в смеси доводится при этом до ничтожного количества. Кроме того вибрированный бетон получается из жесткого или полужесткого бетона без излишнего количества воды, а следовательно и без излишнего расхода цемента, идущего на погашение этой добавки воды.

Во Франции инж. Фрейсинэ в 1917 г. и в Америке Маккарт в 1918 г. впервые начали конструирование аппаратов для вибрирования бетона. В настоящее время вибрированный бетон широко применяется в Америке и Западной Европе. В СССР вибрированный бетон применялся в порядке опытных работ на Днепрострое, Свирьстрое и др. Нет никакого сомнения, что в ближайшее время он выйдет из рамок опытных работ и вытеснит трамбование и штыкование. «Укладка без вибрирования должна стать столь же редкой, как и перемешивание бетона вручную» (С. Гинзбург, «Строитель» № 2, 1934 г.).

## § 96. Вибраторы и первибраторы.

Для укладки бетона методом вибрирования применяют специальные приборы — вибраторы и первибраторы.

Вибрация бетона может быть достигнута вибрированием наружным, поверхностным или вибрированием внутренним.

Для вибрирования наружного и поверхностного применяют вибраторы,

Вибрация внутренняя достигается применением приборов, работающих внутри бетонной массы называемых первибраторами.

Лучшие результаты получаются при внутренней вибрации (первибрации). Таким образом и применение первибраторов более рационально. По роду энергии аппараты для вибрирования бетона бывают электрическими и пневматическими.

Разновидностей и систем вибраторов и первибраторов в настоящее время имеется довольно много.

Вибраторы бывают поверхностными и наружными. Кроме того для изготовления бетонных и железобетонных изделий в формах пользуются так называемыми станковыми вибраторами, представляющими собой вибрирующие столы-площадки, на которые устанавливают формы, заполненные бетоном (рис. 76).

Рис. 76. Вибрационный стол-площадка.

Поверхностный вибратор устанавливается непосредственно на поверхность бетонной массы. Примером такого поверх-

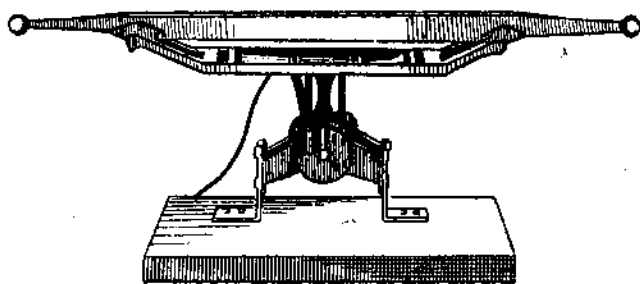


Рис. 77. Поверхностный вибратор Жаксона.

ностного вибратора может служить вибратор Жаксона (Америка), представленный на рис. 77. Приводится он в действие электромотором. Производительность его 10 м<sup>3</sup> в час. Этот вибратор применяется для подготовок под полы и дороги плит больших пролетов и большой протяженности массивов.

На рис. 78 и 79 показан бетон сразу после выгрузки его и поверхность бетона после применения поверхностного вибратора.

Наружное вибрирование бетона производится установкой наружных вибраторов на опалубке. Применяют их для сте-



Рис. 78. Поверхностное вибрирование. До вибрирования.

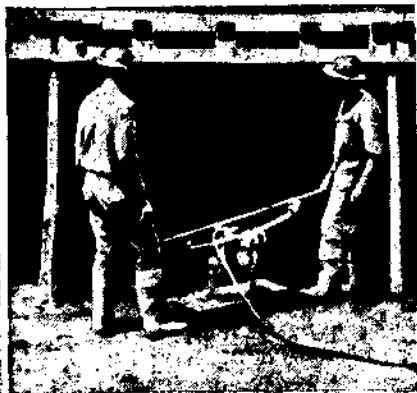


Рис. 79. После вибрирования.

нок, балок и колонн с густой арматурой. Примером такого электрического наружного вибратора, укрепленного на опалубке, может служить вибратор системы Адамовича и Банаса, изображенный на рис. 80. Этот вибратор применялся на Днепрострое. Работал он при моторе в 0,35 кет. Частота вибрации — 3000 колебаний в минуту.

Пневматический наружный вибратор системы Авакова приведен на рис. 81.

Применявшийся на Днепрострое пневматический наружный вибратор дал положительные результаты при сравнительно небольшом районе действия. Электромагнитный вибратор инж. Петрунькина, разработанный Институтом сооружений, приведен на рис. 82.<sup>1</sup>

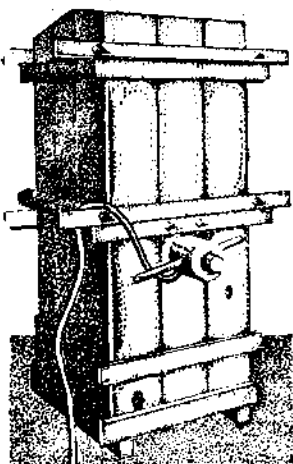


Рис. 80. Наружный вибратор.

<sup>1</sup> В книге инж. Сорокера «Вибрационный бетон», издание Госстройиздата 1934, приведен целый ряд приборов для вибрации бетона. Из этой книги взяты и основные данные для настоящей книжки.

Поверхностный вибратор требует двух рабочих, которые переставляют его по мере хода вибрации с места на место.

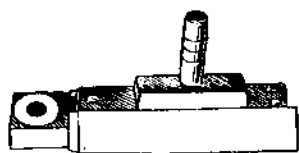


Рис. 81. Пневматический наружный вибратор Авакова.

Рабочие во время действия вибратора должны становиться на доску, на которой закреплен вибратор. Вибрирование производят на слоях бетона толщиной не больше 15—20 см. Вибрирование продолжается обязательно до появления на поверхности бетона молока. В зависимости от размеров элемента, частоты колебаний, состава бетона и т. д. продолжительность вибрации может быть от 3 до 15 минут.<sup>1</sup> Применение и работа с вибратором должны быть на стройках строго регламентированы, и рабочий персонал должен иметь точные инструкции, как с ним работать, так как неправильная работа может испортить дело.

Первибраторы (внутренние вибраторы) бывают двух типов: а) невсплывающие, т. е. передвигаемые по мере бетонирования рабочим, и б) всплывающие, как поплавки, без посторонней помощи по мере бетонирования.

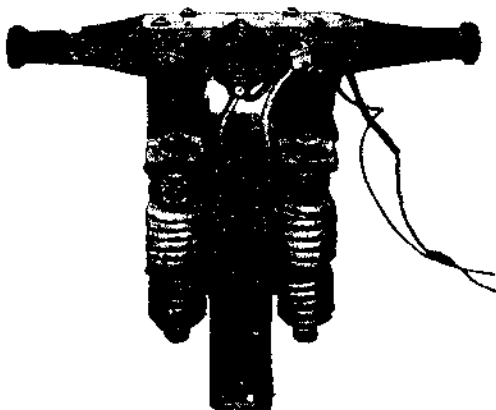


Рис. 82. Электромагнитный вибратор Петрунькина.

Первибраторы (внутренние вибраторы) бывают двух типов: а) невсплывающие, т. е. передвигаемые по мере бетонирования рабочим, и б) всплывающие, как поплавки, без посторонней помощи по мере бетонирования.

Первибраторы, так же как и наружные вибраторы, могут быть пневматическими и электрическими. Приведем несколько видов первибраторов.

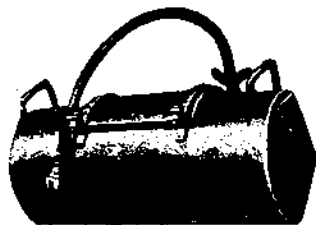


Рис. 83. Всплывающий первибратор для стен.

Примером всплывающих первибраторов может служить пневматический первибратор (французский), употребляемый при бетонировании стен (рис. 83). Производительность его 2 м<sup>3</sup> бетона в час. Для укладки

<sup>1</sup> См. «Временную инструкцию по сборным железобетонным сооружениям» Научно-исследовательского института промышленных сооружений.

бетона в колонны и столбы в зависимости от сечения применяются первибраторы диаметров 16, 22 и 30 см (рис. 84),

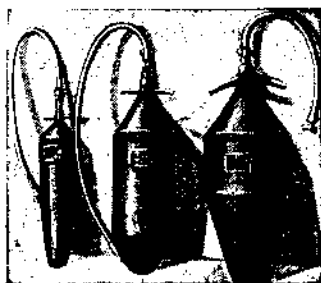


Рис. 84. Первибратор для колонн.

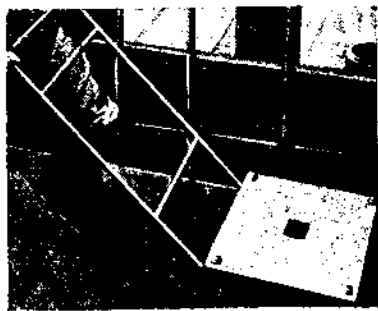


Рис. 85. Первибратор для плит.

также работающие на сжатом воздухе. Производительность этих первибраторов — 0,50, 1,0 и 1,60 м<sup>3</sup> в час.

Плиты вибрируются специальными пневматическими первибраторами (рис. 85) с производительностью 2,50—4 м<sup>3</sup> в час.

Объемный вес всплывающих первибраторов меньше объемного веса бетона; поэтому они и плавают в бетоне. Первибраторы устанавливаются на слой бетона в 10—15 см. Затем загружают бетон вокруг первибратора, наблюдая за тем, чтобы первибратор был все время вертикален. Бетон надо равномерно загружать со всех сторон первибратора, не закрывая его полностью до самого верха.

Первибратор другого типа, невсплывающий представлен на рис. 86. Этот первибратор применяется для сильно армированных элементов малых сечений.

На рис. 87 представлен пневматический первибратор-игла, производительностью от 0,50 до 1,0 м<sup>3</sup> в час.

В Америке достигнута предельная производительность первибраторов в 120 м<sup>3</sup> бетона в смену. На Днепрострое пневматический первибратор насаживался на ручку и управлялся рабочим (рис. 88). Максимальная полу-



Рис. 86. Невсплывающий первибратор.

ченная производительность пневматических первивибраторов на практике равнялась около  $3 \text{ м}^3$  в час.

Несомненно, что вибрирование в ближайшем будущем займет должное место в укладке бетона, как требующее меньшей затраты рабочего времени, цемента и повышающее качество бетона.

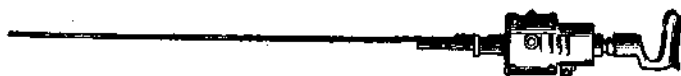


Рис. 87. Первивибратор-игла.

По ориентировочным опытным данным (инж. Е. Пороцкий), вместо расхода в  $330 \text{ кг}$  цемента на  $1 \text{ м}^3$  взятого для невибрированного бетона марки  $110 \text{ кг/см}^2$ , при применении вибрации можно взять только  $260 \text{ кг}$  цемента на  $1 \text{ м}^3$ .



Рис. 88. Управляемый первивибратор Днепростроя.

Вибраторы и первивибраторы должны содержаться в абсолютной чистоте и порядке. Только тогда они будут исправно работать и давать требуемую от них производительность. Ежедневно по окончании работы их надо очищать от бетона и промывать. Электропроводка или трубопровод сжатого воздуха должны содержаться в порядке и проверяться до начала работы. Перемены в вибрировании, могущие произойти вследствие порчи аппаратов, принесут вред конструкции, давая неравномерный, разно работающий

бетон. Только правильная и непрерывная работа аппарата может обеспечить должное качество продукции.

## § 97. Центрофугированный бетон.

Если мы поместим бетон в форму, ограниченную двумя цилиндрами разных диаметров, из которых меньший находится внутри большего, набьем эту форму (т. е. пространство между стенками обоих цилиндров) мягким, пластичным бетоном и заставим такой двойной цилиндр вращаться со значительной скоростью вокруг его оси, то частицы бетона

вследствие появления центробежной силы при вращении цилиндра уплотнятся и, как показал опыт, дадут бетон повышенных качеств.

Этот метод приготовления называется центробежным методом или центрофугированием. Применение центрофугированного бетона для железобетонных труб, благодаря повышенной водонепроницаемости их, дало блестящие результаты и, по словам инж. Марквардта, произвело настоящий переворот в изготовлении железобетонных труб.

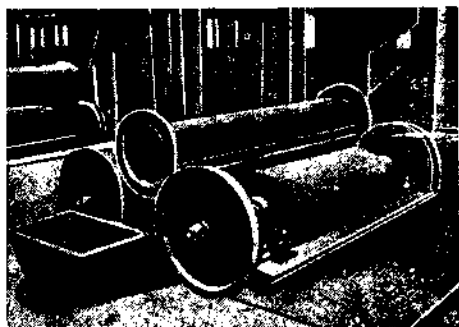


Рис. 89. Одноместный станок для центрофугирования.

При изготовлении железобетонных свай центрофугированный бетон находит также широкое применение. В круглую форму

закладывают арматуру, заполняют форму бетоном и вращают с большой скоростью вокруг ее продольной оси. Вследствие развиваемой при этом центробежной силы бетон прижимается к стенкам, излишняя же вода остается внутри формы и стекает. Вращение производят в течение 3—10 минут. Получаемый бетон водонепроницаем и прочен.

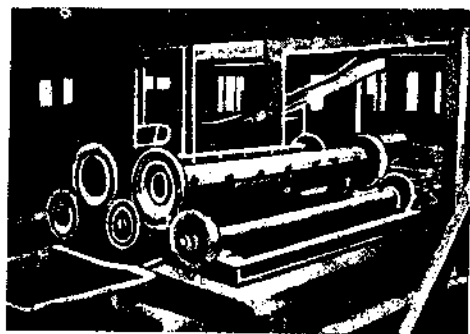


Рис. 90. Двухместный станок для центрофугирования.

Вращение форм производится на шпиндельных станках или роликовых станках одноместных (рис. 89) и двухместных (рис. 90).

## § 98. Торкрет.

Торкретированием называется набрызгивание с большой скоростью (около 100 м в секунду) раствора или



бетона помощью сжатого воздуха на какую-либо поверхность. Торкретирование объединяет два процесса — подачу и укладку бетона.

Часть третьего процесса приготовления раствора — смешение сухой смеси с водой — происходит во время работы по торкретированию и выполняется тем же аппаратом.

Торкретирование происходит следующим образом: с помощью специальной машины — цемент-пушки (рис. 91), сухая смесь материалов вводится в шланг и под давлением сжатого воздуха подается к месту укладки. В конце шланга имеется наконечник сопло (рис. 92), в которое из водяного шланга подается вода, увлажняющая сухую смесь. Из этого наконечника со скоростью до 100 м в секунду выбрасывается на покрываемую поверхность раствор, нарастающий на нем слой за слоем.

Торкрет-бетон обладает большой плотностью и жирностью и, следовательно, является бетоном повышенного качества.

Торкрет употребляют при специальных работах. В тех случаях, когда требуется водонепроницаемость бетона, нанесение нескольких слоев торкрет-бетона создает изолирующий слой, не пропускающий воду. Особенно ценен торкрет-бетон в случаях ремонта железобетонных конструкций, исправления в них повреждений, а также необходимости усилить ту или иную конструкцию.

Благодаря подаче под большим давлением, наносимый торкрет-бетон забивает трещины и прочно соединяется со старым бетоном. Возможно, например, железобетонную колонну

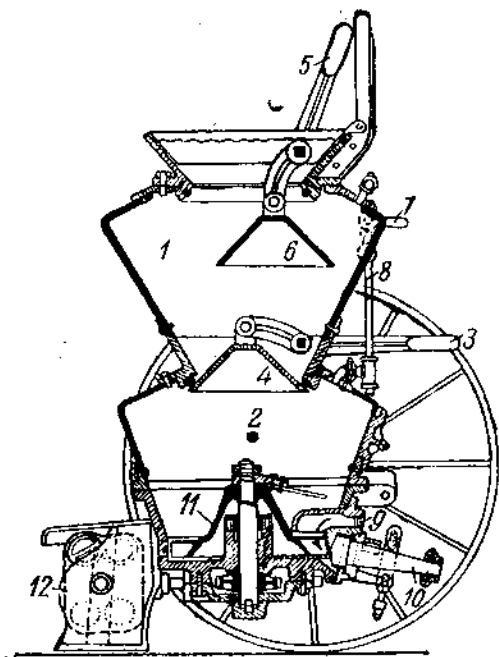


Рис. 91. Цемент-пушка.

обмотать добавочной арматурой и, нанеся затем торкрет-бетон, получить желаемое усиление колонны.

Рассмотрим самый процесс торкретирования и аппараты, применяемые для нанесения торкрета.

Основным прибором является цемент-пушка (рис. 91). Цемент-пушка состоит из двух резервуаров 1 и 2. Оба резервуара соединяются отверстием, закрываемым колоколом 4. Колокол 4 открывается и закрывается рычагом 3. До засыпки колокол 4 поднимают и соединяют оба резервуара. Открыв отверстие между резервуарами 1 и 2, рычагом 5 открывают колокол 6. В верхний резервуар засыпают сухую смесь цемента с песком, не доводя ее на 5 см до верха. В нижнем резервуаре в это время находится сжатый воздух, подаваемый из отдельно стоящего компрессора. Засыпав смесь, закрывают наружное отверстие колоколом 6 и открывают кран 7. Тогда сжатый воздух переходит по соединительной трубке 8 из нижнего резервуара в верхний. При уравнивании давления в обоих резервуарах колокол 4 закрывается.

Питание сжатым воздухом идет из особого, отдельно стоящего аппарата, называемого компрессором, через воздушный резервуар патрубком 9. Шланг присоединяется к выходному патрубку 10.

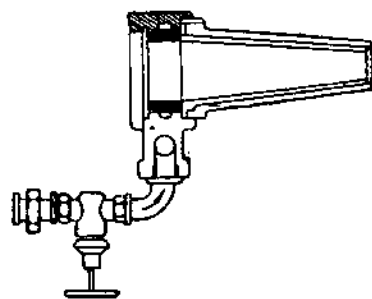


Рис. 92. Сопло для торкретирования.

Сжатый воздух вместе с сухой смесью через патрубок 10 по шлангу идет к соплу.

Из воздушного резервуара сжатый воздух по второму пути (см. схему рис. 93) идет в водяной бак, а из него по шлангу к соплу.

С другой стороны из цемент-пушки через патрубок 10 идет под давлением сжатого воздуха сухая смесь.

Таким образом у выхода из сопла (рис. 92 и 93) сталкиваются идущие под давлением сжатого воздуха сухая смесь и вода, перемешивающиеся друг с другом у выхода. Давление в машине поддерживается в 2—3 ат.

Необходимо отметить еще одну важную деталь: коническая тарелка 11, находящаяся внизу резервуара 2, имеет ряд карманов, заполненных смесью. Мотор 12 приводит во вращение тарелку 11. При начале работ пропускают воздух прямо в подающий шланг. Давление дают до 1 ат. После этого пу-

ском воздуха в мотор заставляют вращаться тарелку и увеличивают давление до 2,5—3 ат.

Тарелка подводит смесь из карманов к патрубку 9, а оттуда струя сжатого воздуха, захватывая смесь, уносит ее через патрубок 10 к соплу (форсунке).

После израсходования смеси помощью рычага закрывают колокол 4 и обе камеры 1 и 2 разделяют. Из верхней камеры 1 выпускают сжатый воздух. Так как в нижней камере 2 будет в это время находиться сжатый воздух, колокол 4 еще сильнее прижмется к краям отверстия, соединяющего обе камеры 1 и 2.

В это время через воронку, открытую опусканием колокола 6, засыпается новая порция смеси.

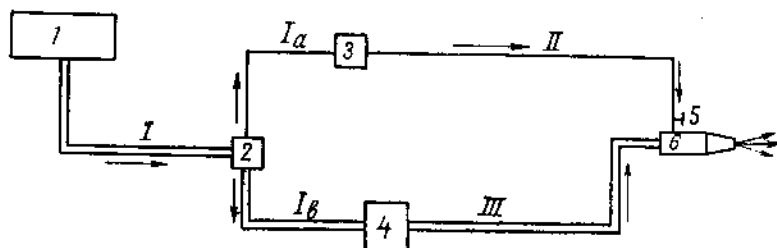


Рис. 93. Схема установки для торкрета.

1—компрессор; 2—воздухоочиститель; 3—бак для воды; 4—цемент-пушка; 5—орган для регулирования подачи воды; 6—сопло.  
I—воздушный шланг от компрессора к воздухоочистителю; Ia—то же от воздухоочистителя к баку; Ib—то же от воздухоочистителя к цемент-пушке; II—водяной шланг; III—шланг для массы.

Схема общей установки представлена на рис. 93.

На этой схеме 1 — компрессор для приготовления сжатого воздуха. В компрессор воздух попадает через фильтр, очищающий его от пыли. Из компрессора сжатый воздух идет в резервуар 2, откуда по двум путям расходится в цемент-пушку 4 и в резервуар с водой 3. Из пушки и бака сухая смесь и вода под давлением сжатого воздуха из воздушного резервуара подходят к соплу (форсунке) 6.

Поверхность, на которую набрасывается торкрет-бетон, необходимо предварительно очистить и обильно смочить водой. Смачивание можно производить той же форсункой. Сопло от бетонируемой поверхности надо держать на расстоянии около одного метра, следя за тем, чтобы струя шла к торкретируемой стене под прямым углом.

Большим преимуществом торкрет-бетона является значительное сокращение расходов на леса и опалубку. Торкрет может наноситься только при односторонней опалубке. Если сетка перегородок очень мелка, то при достаточном опыте рабочего можно не ставить опалубки совсем, а направлять бетон прямо на сетку. Слои надо наносить за один раз не толще 5 см, делая их в несколько приемов, если надо получить более толстый слой. Расстояние сопла от торкретируемой поверхности 0,70—1 м, причем струя должна быть направлена нормально к торкретируемой поверхности.

Работа по набрасыванию производится одним рабочим, держащим сопло (форсушку). Таким образом необходимы только легкие передвижные подмости для стояния одного рабочего с соплом.

За аппаратурой торкрет-бетона необходим тщательный уход. Очищать приборы нужно ежедневно.

Цемент-пушки имеются различных размеров с производительностью от 0,5 м в час. За 8-часовой рабочий день при толщине слоя в 2 см можно покрыть от 100 до 250 м<sup>2</sup> поверхности, в зависимости от мощности пушки.

Выше уже указывалось, что торкрет в основном применяется как защитный слой для придания бетону водонепроницаемости, защиты от действия кислот, огня и т. д. При исправлении поверхности в бетоне и железобетоне и усилении конструкции торкрет неocenим. Как основной материал в железобетонных конструкциях торкрет применяется реже; его можно употребить в тонких стенках, плитах и т. д. При изготовлении балок торкрет не применяется, так как дает отрицательные результаты. При желательности применить торкрет, балки бетонируют обычным путем, а плиту торкретируют. Значительное применение торкрет панелей в железобетонном судостроении.

Состав торкрета довольно разнообразен. Он меняется, конечно, в зависимости от назначения торкрета. При необходимости получить водонепроницаемый слой применяют более жирный состав. Из составов сухой смеси применяют: 1:1½; 1:2; 1:3 и 1:4.

Так как во время работы по торкретированию часть песка (около 25%) отсекаивает, состав бетона на деле получается более жирным.<sup>1</sup> Поверхность, которую надлежит торкретировать, должна быть тщательно очищена от остатков разрушенного раствора, частиц песка, гравия и т. п. и тщательно промыта. При торкретировании бетонной поверхности на ней

<sup>1</sup> Э. Барн, Механизация строительных работ.

надо сделать неглубокие насечки. Промывание надо делать таким образом, чтобы промытая поверхность не была слишком мокрой (на очень мокрую поверхность торкрет ложится плохо).

Торкрет находит применение и в покрытии железных конструкций. Этим путем, нашедшим широкое применение в Америке,<sup>1</sup> железо предохраняется от ржавления. В старых конструкциях, в которых железо уже частично проржавело, слой ржавчины очищается и накладывается несколько слоев торкрета. Таким путем в Америке было произведено усиление нескольких мостов.

## § 99. Бетонирование под водой.

При бетонировании под водой, несмотря на способность бетона твердеть и в воде, приходится сталкиваться с рядом обстоятельств, усложняющих ведение подводного бетонирования. Протекающая вода может размывать бетон и вымыть из него раствор до схватывания его. Опуская бетон под воду, мы не видим его и не можем укладывать его, как следует. Кроме того неизбежно происходит добавление воды в бетон, что понижает его прочность.

Для предохранения бетона от размыва укладывать его приходится при помощи ящиков или труб.

Деревянные или железные ящики снабжены раскрывающимися днищами, через которые после опускания ящика на надлежащую глубину к месту укладки выбрасывается бетон. Днище открывается путем выдергивания веревкой сверху крюка, закрывающего створки днища. Кроме ящиков, бетон под воду можно опускать через деревянные или металлические трубы, достигающие до места укладки и передвигающиеся по мере хода бетонирования.

Трубы эти внизу снабжаются уширенной воронкой.

Деревянные трубы для облегчения движения по ним бетона обивают изнутри железными листами. При укладке небольших количеств бетона применяют мешки. В эти мешки накладывают бетонную массу и опускают в воду на место укладки. Последний способ хуже, так как между мешками плотное соединение не получается.

Наилучшие результаты подводного бетонирования получают при шведском способе, разработанном фирмой «Контрактор». Процесс работы при нем следующий.

<sup>1</sup> Проф. С. Дружинин и инж. О. Глужге. Торкрет и его свойства, Госстройиздат, 1934 г.

Железная труба диаметром в 30 см, снабженная сверху воронкой, устанавливается на дно бетонируемого участка. Воронка от трубы отделена заслонкой, которая до первого заполнения воронки бетоном остается закрытой. По заполнении всей воронки бетоном, заслонку открывают и бетон падает вниз по трубе, вытесняя из нее воду. При этом в воронку добавляют бетон, чтобы уровень его сразу был выше горизонта трубы.

Приподымая трубу, заставляют бетон вытекать и подниматься выше низа трубы.

Постепенно подымая трубу и все время заполняя ее через воронку бетоном, достигают положения, при котором уровень бетона на месте укладки выше низа трубы на 1 м (рис. 94). Этот слой в 1 м поддерживают во все время бетонирования.

Таким образом сущность этого способа заключается в том, что труба передвигается только в вертикальном направлении и бетон растекается от нее в стороны.

Предел растекания бетона в сторону — 3 м. Поэтому сооружение надо разбить на участки  $6 \times 6$  м, которые можно бетонировать одной трубой. Бетонирование при этом способе должно вестись без перерывов.

Технические условия для подводного бетонирования разрешают применять только пластичный бетон.

Количество цемента против нормального для данной марки бетона должно быть увеличено не менее чем на 10%. Укладка бетона должна производиться слоями толщиной до 40 см.

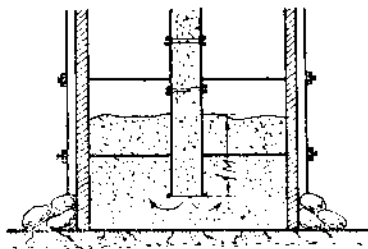


Рис. 94.

### § 100. Рабочие швы бетонирования.

Бетонирование, как правило, должно идти без разрывов. Однако это не всегда удается и в большинстве случаев приходится бетонирование прерывать. Таким путем в местах этих разрывов образуются так называемые рабочие швы. Расположение этих швов не может быть произвольным, а должно приходится на места наименее опасные, в которых эти стыки не могут оказывать влияние на прочность конструкции.

Бетонирование балок и плит производится одновременно. Рабочий шов должен располагаться на некотором расстоянии от балки. Примеры правильного расположения рабочих швов

в плитах и балках приведены на рис. 95, *a*, *b*, *c* и *d*. Если бетонирование ведется в направлении главных балок, рабочий шов располагается в средней части пролета главной балки между второстепенными балками. В тех случаях, когда

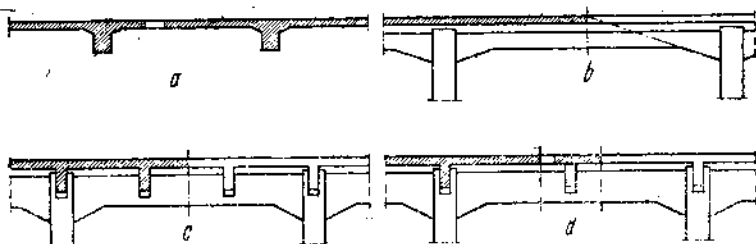


Рис. 95. Рабочие швы в плитах и балках.

направлению бетонирования и второстепенных балок совпадает, рабочий шов делается поперек второстепенных балок (рис. 96).<sup>1</sup>

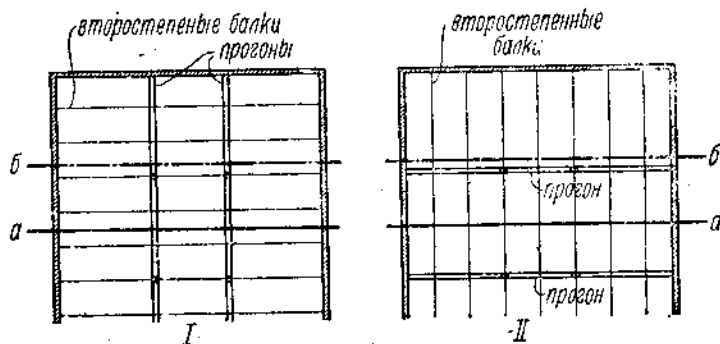


Рис. 96. Расположение швов (правильное) в зависимости от направления бетонирования.

*I*—ход бетонирования в направлении вдоль прогонов; *II*—ход бетонирования в направлении балок; *a*—правильный шов; *б*—неправильный шов.

При бетонировании колонн рабочий шов надлежит оставлять по линии *I—I* (рис. 97). На рис. 97, *б* показано неправильное расположение рабочего шва. На рис. 98, *a* мы видим правильное расположение стыков в другой конструкции. На

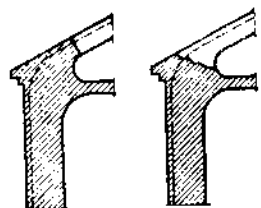
<sup>1</sup> Технические условия и нормы железобетонных и бетонных конструкций и сооружений. ОНТИ, 1934 г.

том же рис. 98, б показано неправильное расположение стыков.

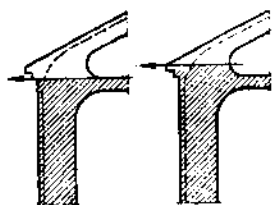
Так как на производстве, при сложных конструкциях, не всегда легко установить наиболее рациональное расположение стыков, места дозволешных стыков должны быть нанесены техническим руководством стройки на рабочих чертежах.

Правила расположения рабочих швов литого, трамбованного и других видов бетона одинаковы.

При перерыве в бетонировании бетон в балках ограждается опалубкой во избежание сплыва и образования пологого откоса (рис. 99).



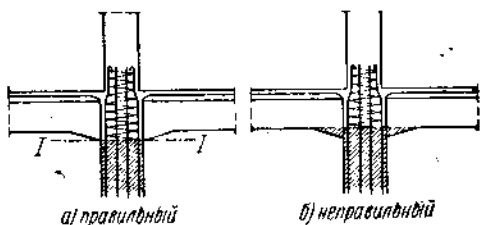
*а) правильные стыки*



*б) неправильные стыки*

Рис. 98. Расположение стыков при бетонировании в раме.

*а* — правильное; *б* — неправильное.



*а) правильный*

*б) неправильный*

Рис. 97. Рабочие швы в колоннах.

*а* — правильно; *б* — неправильно.

Место стыка старого бетона с новым при укладке нового бетона должно быть тщательно очищено от мусора, пыли и цементной пленки. Очистка от мусора и пыли производится тщательной промывкой старого бетона. Цементная пленка счищается металлическими щетками. Остатки затвердевшего цемента смываются водой. Место стыка должно быть ровным. Эта неровность бетону придается насечкой или граблями. Очищенная поверхность покрывается до нового бетонирования цементным раствором состава, идущего на приготовление данного бетона.

В случаях бетонирования больших массивов, нормы возведения бетонных и железобетонных сооружений предусматривают устройство стыков выступами или впадинами, причем рекомендуется в место стыка закладывать короткие железные стержни, другой своей частью входящие в новый бетон.



## § 101. Уход за бетоном.

Только правильный уход за свежесуложенным бетоном может обеспечить надлежащее его качество. Бетон сразу же после укладки должен быть защищен от холода, дождя, ветра и воздействия солнечных лучей. Бетон надо закрыть досками, матами, мешками или тонким слоем песка.

Под действием палящего солнца и ветра свежий бетон слишком быстро высыхает и в нем появляются усадочные трещины.

Свежий бетон следует поливать водой в течение не менее семи дней, по нескольку раз в день. Если простая поливка недостаточна, необходимо бетон покрыть соломенными матами или рогожей и все время держать их мокрыми.

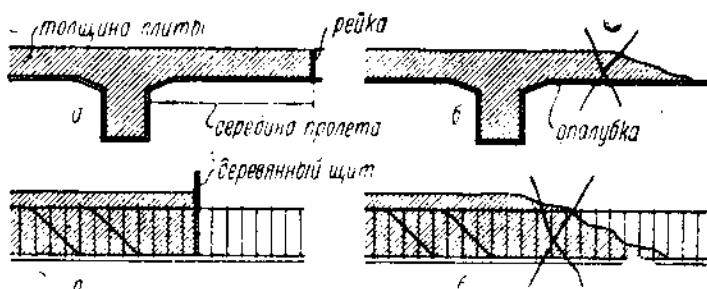


Рис. 99. Ограждение разрывов при бетонировании.

а—правильный шов; б—неправильный шов.

По свежесуложенному бетону в течение нескольких дней нельзя ходить, устанавливать стойки, нагружать чем бы то ни было и т. д.

Точно так же воспрещается пробивка бетонных и железобетонных конструкций. Технические условия возведения этих сооружений требуют, чтобы в случае крайней необходимости производилось просверливание дыр, а не пробивка их.

Если тем не менее пробивка вручную иногда и производится, то пробивать отверстия надо обязательно снизу вверх или с двух сторон.

Выстоявший установленное время в опалубке бетон освобождается от нее путем так называемой распалубки. Сроки распалубки приводятся выше. Во всяком случае начинать распалубку, даже при выдерживании сроков по техническим условиям, можно только тогда, когда имеется уверенность в прочности сделанного бетона. Это определяется прежде всего путем простукивания бетона молотком или то-

пором. Хороший бетон звенит. Глухой звук при ударе показывает, что надлежащего качества нет и бетон не готов еще к распалубке. Однако одно только простукивание не является решающим фактором для определения качества бетона. Окончательно этот вопрос решается испытанием контрольных кубиков из бетона, употребленного при бетонировании конструкции.

Как общее правило, съемка боковой опалубки может быть произведена при достижении бетоном 25% его проектной прочности, а всей опалубки — при достижении 70% этой прочности.

Распалубка должна производиться осторожно, без полтомок кромок балок, колонн и т. д. Кроме того нижняя опалубка должна быть опущена равномерно, а не снята сразу, толчком.<sup>1</sup> В противном случае железобетонное перекрытие может сразу сесть, что повлечет нежелательные результаты. После снятия опалубки надо немедленно затереть раковины в бетоне и места, в которых случайно вышла наружу арматура.

## § 102. Испытание бетона в конструкции.

Если мы не уверены в том, что бетон изготовленной конструкции обладает требуемой прочностью, или если прочность бетона вообще неизвестна и требуется ее определить, надо непосредственно из тела самой конструкции выпилить образцы и испытать их в лаборатории помощью прессы.

Так как это довольно затруднительно, то проф. Скрамтаевым предложено определять прочность обычного бетона в готовом сооружении при помощи стрельбы.<sup>2</sup> В освобожденный от опалубки бетон стреляют из револьвера системы Наган на расстоянии 8 м с упора. При попадании в бетоне образуется воронка. По объему воронки можно судить о прочности бетона. Для бетона с временным сопротивлением

|                         |                     |                               |
|-------------------------|---------------------|-------------------------------|
| в 90 кг/см <sup>2</sup> | объем воронки равен | 5 см <sup>3</sup> ,           |
| в 110 »                 | »                   | 3,5 см <sup>3</sup> ,         |
| в 130 »                 | »                   | 2,6 см <sup>3</sup> , и т. д. |

Само собой разумеется, что это испытание должно быть произведено с принятием соответствующих мер предосторожности, с приглашением охраны и т. п. В случаях, если конструкция особо ответственна или вызывает сомнения и после испытания, применяют к ней пробную нагрузку.

<sup>1</sup> См. главу пятую (Опалубка).

<sup>2</sup> Предложение это в виде приложения внесено в нормы 1934 г.

## Контрольные вопросы.

1. Какие инструменты применяются при ручном трамбовании?
2. Какими слоями надо укладывать бетон?
3. Как обеспечить укладку бетона?
4. Что делать с опалубкой до укладки бетона?
5. Применение каких методов упрощает укладку бетона?
6. Что такое литой бетон?
7. Что такое вибрированный бетон?
8. Какая разница между вибратором и первибратором?
9. В чем достоинства вибрированного бетона?
10. При каком бетоне, литом или вибрированном, получается большая экономия в расходе цемента?
11. Влияет ли на качество бетона эта экономия?
12. Каких типов бывают первибраторы?
13. Что такое центрофугированный бетон?
14. В чем заключаются достоинства центрофугированного бетона?
15. Что такое торкрет?
16. Что нужно иметь для торкретирования?
17. Из чего состоит торкретная установка (дать описание)?
18. Для чего служит компрессор?
19. Где употребляют торкрет?
20. В чем достоинства торкрета?
21. Что такое рабочий шов?
22. В каком месте правильное всего сделать разрыв при бетонировании колонны и балки: до вутов или после них?
23. Где дать стык в бетоне, если бетонирование идет в направлении главной балки?
24. Как обеспечить прочность соединения бетона в стыке?
25. В чем заключается уход за бетоном?

## Глава девятая.

### ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ КОНСТРУКЦИИ. ПОЛЫ И ДОРОГИ.

**Целевая установка:** Ознакомить с различными бетонными и железобетонными конструкциями в разрезе работы бетонщика.

**Содержание:** Фундаменты. Сваи. Колонны. Балки и плиты. Ресристые перекрытия. Безбалочные перекрытия. Железобетонные крыши. Рамные конструкции. Стены и перегородки. Установка трансмиссии. Температурные швы. Резервуары, баки и т. п. Бетонные полы, дороги. Контрольные вопросы.

Область применения бетона и железобетона в строительстве чрезвычайно обширна. Благодаря способности принимать любую форму, приданную опалубкой, в которую набирается или наливается бетон, мы можем изготовить из бетона или железобетона почти любую конструкцию, любую деталь здания. В некоторых же конструкциях и деталях здания бетон почти незаменим.

Рассмотрим основные бетонные и железобетонные конструкции и изделия из бетона и железобетона.

### § 103. Фундаменты.

Фундаменты устраиваются ленточными, т. е. расположенными сплошной лентой под стенами здания, или отдельно стоящими столбами. В зависимости от условий грунта и важности сооружения, под всем зданием может быть устроена сплошная железобетонная плита.

Бетонный фундамент, ленточный или отдельно стоящий столб представляют собой массив, суживающийся кверху и в большинстве случаев сделанный уступами. Форма его обычно такая же, как и у фундамента бутового.

Бетонные фундаменты в большинстве случаев делаются на кирпичном щебне из трамбованного бетона.

До укладки бетона грунт выравнивается и в него втрамбовывается щебень. Таким образом бетон укладывается на чистую поверхность, не загрязняется и не смешивается с грунтом при укладке.

В тех случаях, когда в нижнюю часть фундамента уложена арматура, на щебеночную подготовку укладывается слой того же бетона в 5—10 см.

Бетон фундаментов укладывается в сделанную опалубку или, при наличии плотных не осыпавшихся грунтов, — прямо в открытый котлован.

При устройстве ленточных фундаментов или часто расположенных столбов иногда применяется способ передвижки бетонометалки вдоль линии фундаментов и выгрузка бетона прямо из барабана машины через желоб в места укладки.

Применение такого приема значительно ускоряет работу и при легкой передвижной бетонометалке выполняется без особых затруднений.

Значительную экономию в бетоне фундаментов дает укладка в тело бетона больших камней, булыг, так называемого «изюма». Укладывать «изюм» возможно только в массивных фундаментах. Широкое применение «изюм» нашел на бетонных работах Днепростроя. Перед укладкой в дело «изюм» должен быть обязательно смочен водой. Уложив «изюм», надо сейчас же протрамбовать (утоптать) вокруг него бетон для плотного прилегания его к изюму. Промежуток между опалубкой и «изюмом» должен быть не менее 50 см.

Вместо толстых бетонных фундаментных плит иногда применяют тонкие железобетонные плиты. При этом значительно уменьшается объем земляных работ, объем самого бетона, и,

что особенно важно, обеспечивается лучшая работа фундамента.

Такие железобетонные плиты делаются под колоннами, столбами, трубами и т. д.

У нас под железобетонные колонны часто делают и бутовый фундамент, на котором лежит железобетонная подушка колонны.

Сплошные железобетонные фундаментные плиты могут быть плоскими, как обычная железобетонная плита, соответственно армированная и большей толщины, или могут представлять собой железобетонную плиту с такими же ребрами. Пример такого железобетонного фундамента приведен на рис. 100.

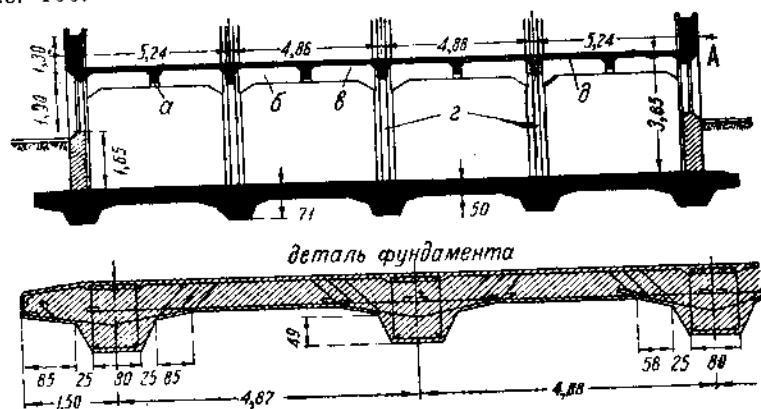


Рис. 100. Фундаментная ребристая плита.

А—ребристое железобетонное перекрытие.

Фундаментные плиты в большинстве случаев представляют собой сильно армированную железобетонную конструкцию.

Бетонирование такой плиты с частой арматурой производится пластичным бетоном. Очень удобно при бетонировании таких конструкций подавать бетон бетононасосом. При отсутствии такового надо стараться подавать бетон из бетономешалки прямо в котлован.

Иногда бетономешалку рационально установить в самом котловане. Все эти вопросы в зависимости от размеров фундамента, его длины и ширины, расположения заполнителей и т. д. должны быть тщательно продуманы в проекте организации работ.

При бетонировании железобетонных фундаментов особое внимание должно быть обращено на качество укладки бетона.

При работах по устройству фундаментов мы часто встречаемся с наличием грунтовых вод, уровень которых лежит выше отметки заложения фундамента.

В главе о различных цементах и бетонах было указано, что некоторые воды (например минерализованные) вредно действуют на бетон, приготовленный на портланд-цементе.

Поэтому до устройства фундаментов в грунте, при наличии грунтовых вод, необходимо исследовать в лаборатории эти воды на предмет влияния их на бетон. При получении результатов исследования, показывающих наличие вредных примесей, надо применять пуццолановые цементы, стремясь обеспечить максимальную плотность бетона подбором его состава и тщательной укладкой. В ряде случаев, когда среда, окружающая бетон, может сильно его разрушать, следует тщательно изолировать его от непосредственного действия воды.

Укладка бетона при наличии грунтовых вод обычно ведется с водоотливом. Водоотлив устраивают таким образом, чтобы не было вымывания грунта из-под фундамента и не было вымывания цементного раствора одновременно с откачиваемой водой. Для этого при бетонировании фундаментов отдельными столбами, водоотлив производят не из самого котлована, в который укладывается бетон, а из соседнего.

Наибольшую опасность при бетонировании представляют текучие, ключевые воды. При наличии движущейся воды цемент до схватывания его может быть вымыт текучей водой. Поэтому при наличии текучей воды ее паддежит отвести в сторону специальными канавами, а при наличии ключей — забить последние. Забить ключ можно оаей или цементным раствором. Этот раствор укладывается в форме колбасы в мешке или парусине, чтобы предотвратить вымывание его. В этих случаях полезно применять быстрохватывающийся, так называемый тампонажный цемент.

Так как бетон обладает способностью твердеть и под водой (конечно не текучей, вымывающей раствор, и не с вредными примесями, разрушающими бетон), можно производить бетонирование пластичным бетоном и без водоотлива, под водой.

В этом случае бетон спускают в котлован по трубе, причем конец трубы должен находиться все время под водой.

При бетонировании под водой количество воды в бетоне бесспорно увеличивается. Это обстоятельство необходимо учесть при подборе состава бетона соответственным увеличением количества цемента, идущего на приготовление бетона.

Бетонирование под водой должно производиться без перерыва, с полным отсутствием швов. Способы бетонирования под водой указывались выше.

## § 104. Сваи.

Фундамент должен быть заложен на грунте, способном выдерживать данную нагрузку на сравнительно умеренной глубине. Когда эти условия отсутствуют и до надлежущих слоев грунта можно дойти только на большой глубине, прибегают к устройству свайных оснований, представляющих собой ряд забитых в землю свай.

Сваи эти в крупных сооружениях делают часто железобетонными.

Формы сечения железобетонных свай довольно разнообразны. В настоящее время наиболее употребительны сваи восьмиугольного и квадратного сечения; употребляют, но реже, сваи и треугольного сечения. Во всех случаях углы свай делают скошенными. Ранее употреблялись сваи круглые, но их приготовление обходится значительно дороже и они вышли из употребления. Нормальная длина железобетонных свай — от 8 до 18 м. Выбор длины свай, конечно, зависит от строения грунта.

Сваи заготавливают в разборных деревянных или металлических формах в лежащем положении, вблизи стройки. Можно, конечно, заготовить сваи и заранее, зимой, в крытом помещении.

Арматура свай вяжется цельными каркасами и укладывается в таком виде в форму.

Бетон для свай употребляют пластичный с достаточной прочностью и плотностью. Сваи до забивки выдерживаются в течение 4—6 недель.

При наличии грунтовых вод с вредными примесями употребляют специальные цементы, пуццолановый или шлаковый портланд-цементы.

Применяется для свай и так называемый центрофугированный бетон. Заполненная бетоном форма от 3 до 10 минут вращается вокруг своей продольной оси с большой скоростью. Бетон в сваях из центрофугированного бетона непроницаем и прочен.

Сваи с конца, забиваемого в землю, заострены, а на острие надевается специальный башмак или чехол из листового железа. Этот башмак или чехол предохраняет острие свай от разрушения при забивке и помогает прорезать грунт.

При бетонировании свай надо наблюдать за тем, чтобы вся продольная арматура заканчивалась на одном расстоянии (в 5 см) от наружного торца свай.

Поверхность головы свай должна быть строго горизонтальной. Только тогда при забивке удары будут передаваться всей свае равномерно.

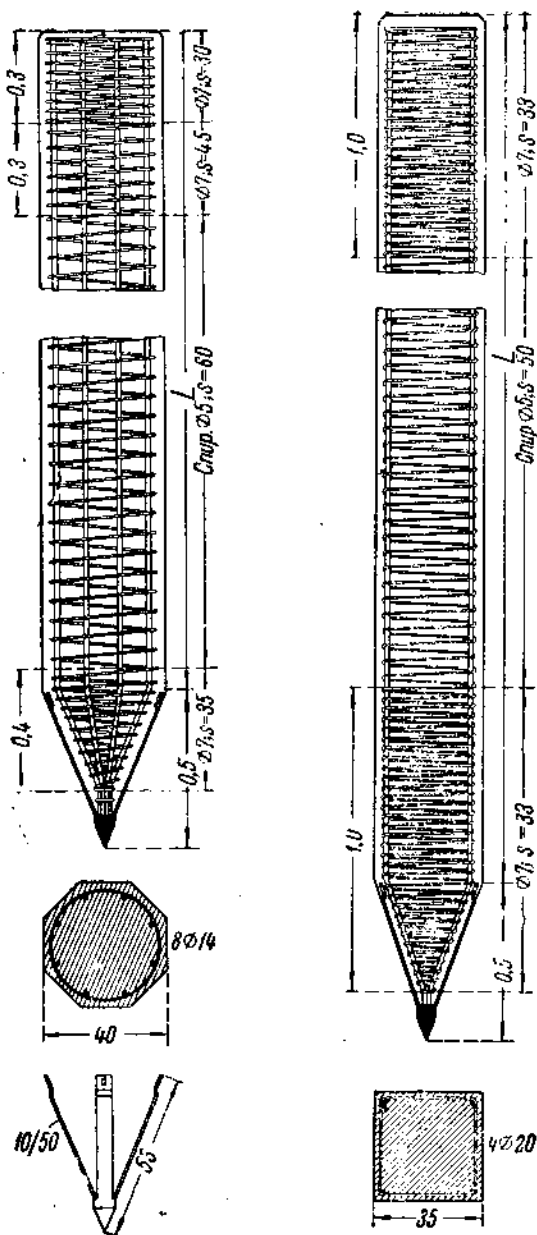


Рис. 101. Железобетонные свай.



Для защиты от разбивания бабой голова сваи имеет оголовок. Иногда вместо оголовка в голове сваи ставят добавочную, более мощную спиральную арматуру в несколько рядов и устанавливают кольца из полосового железа.

В тех случаях, когда необходима значительная длина сваи, их делают пустотелыми. Такие сваи, длиной до 44 м при диаметре в 93 см и толщине стенок в 8,5 см, были забиты при постройке моста в Стокгольме (1921—1924 гг.).

Примеры железобетонных свай мы видим из рис. 101. Сваи забиваются в грунт копрами.

Иногда вместо забивки в грунт железобетонных свай применяют способ укрепления грунта сваями Штраусса.

Для уплотнения грунта этими сваями в него заводятся обсадные железные трубы диаметром 25—40 см буровым способом. Опустив трубу на необходимую глубину, нижнюю часть ее заполняют бетоном, сильно трамбуют его и медленно поднимают обсадную трубу. Бетон заполняет все свободное место в грунте и таким образом уплотняет его.

Эти сваи можно делать и железобетонными. Для этого в обсадную трубу устанавливают железный каркас и заполняют ее бетоном.

## § 105. Колонны.

Железобетонные колонны, устанавливаемые на бетонные, бутовые и железобетонные фундаменты, бывают квадратными, прямоугольными, многоугольными и круглыми. Внизу колонна имеет уширение — башмак и подушку колонны.

Колонна бетонируется пластичным бетоном до вутов балки (см. рис. 97). Бетонировать колонну можно сбоку, помощью устройства в опалубке колонны особых карманов, через которые колонну заполняют бетоном, или сверху, что предпочтительнее из-за экономии в расходе.

Бетонирование колонны сверху производится при высоте колонны не более 5 м. При большей высоте колонны ее бетонируют сначала сбоку, а затем переходят на бетонирование сверху. Во время бетонирования опалубку надлежит простукивать деревянными молотками. Применение вибраторов дает, как мы уже говорили, очень хорошие результаты. Бетонирование тела колонны по всей высоте должно быть произведено без перерывов.

Во время бетонирования колонн сверху бетон надо протыкивать железными стержнями. В тех случаях, когда колонна армирована сеткой или сложными хомутами, опалубку колонны с одной или двух сторон надо наращивать по мере хода бетонирования.

До начала бетонирования колонны место соприкосновения ее с фундаментом должно быть тщательно очищено от мусора и пыли. Опалубка колонны должна быть обильно полита водой для разбухания досок и закрытия таким образом щелей.

Бетон укладывается в колонну таким образом, чтобы он падал по оси формы, а не наклонно к хомутам. Для этого полезно применять длинные деревянные или железные воронки.

Арматура колонн состоит из продольных прутьев и хомутов и изготавливается в виде каркаса, имеющего форму колонны. Часто применяется спиральная арматура, обходящая спиралью продольную арматуру колонны.

### § 106. Балки, плиты, ребристые перекрытия.

Следующими элементами железобетонной конструкции являются железобетонная балка и плита. Балка может быть применена как самостоятельная конструкция или как часть железобетонного перекрытия (например ребристого), в котором балка монолитно связана с плитой. В случаях такого перекрытия балка обязательно бетонируется вместе с плитой. Бетон в балке укладывается и трамбуется или шпателью горизонтальными слоями толщиной 15—20 см по всей длине балки, а не с одного конца ее.

Арматура балок состоит из рабочей продольной арматуры, хомутов и монтажной арматуры, лежащей обычно в верхней части балки и поддерживающей хомуты.

Наиболее распространенным в железобетоне является тип тавровой балки, имеющей форму буквы Т. Эта балка состоит из ребра и плиты. Тавровая балка лежит в основе ребристого перекрытия, о котором мы будем говорить ниже.

Наиболее распространенным видом железобетонной конструкции является ребристое железобетонное перекрытие. Разрезы его и план мы видим на рис. 102б. Общий вид ребристого перекрытия дан на рис. 102а.

Это перекрытие состоит из железобетонных балок с плитой поверх них. Балки могут располагаться в одном направлении или же в двух взаимно перпендикулярных направлениях. В последнем случае в одном направлении идут более мощные, главные балки — прогоны; в направлении, перпендикулярном к ним, располагаются балки второстепенные, более мелких размеров. Таким образом пролет главных балок разделяется на две, три, четыре и более частей. Плита на

Этих балках получается наиболее экономичной при пролете от 2 до 3 м.

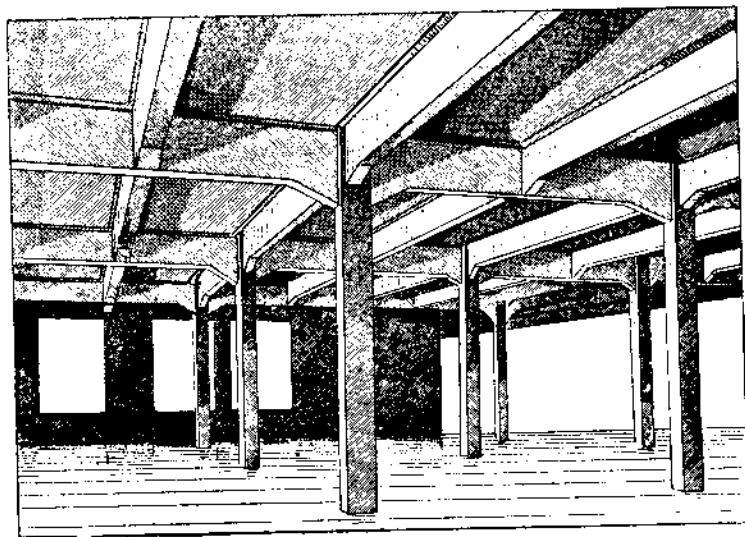


Рис. 102а. Ребристое перекрытие. Общий вид.

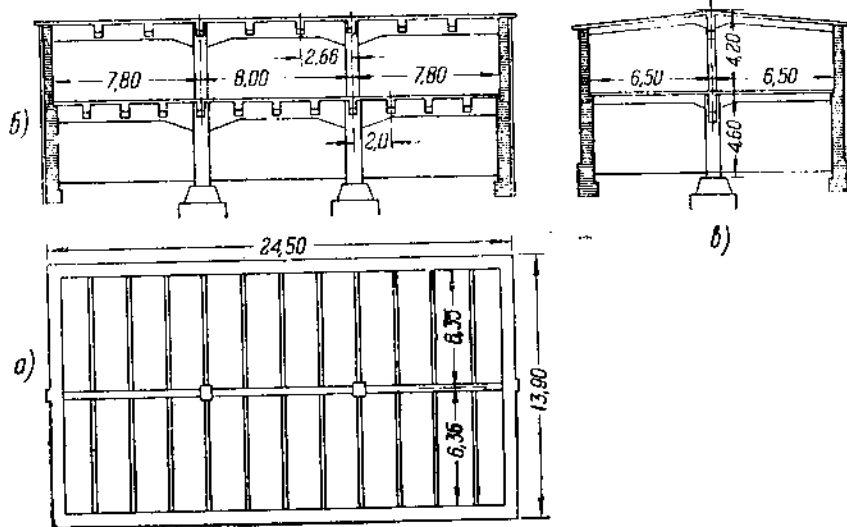


Рис. 102б. Ребристое перекрытие. Разрез.

Главные балки иногда поддерживаются колоннами. При

наличии второстепенных балок они пересекаются с главной над колонной. В местах сопряжений балок с колонной и балок друг с другом делаются скосы-вуты. Железобетонная плита лежит поверх балок, монолитно с ними соединяясь. Арматура плиты пересекается с арматурой балок. В местах соединения плиты с балками также делаются небольшие вуты.

Следует отметить, что в некоторых случаях, из-за той или иной отделки здания и архитектурных соображений, вутов не проектируют.

Как указывалось выше, балки должны бетонироваться вместе с плитой. Для соблюдения запроектированной толщины плиты, в большинстве случаев незначительной, применяют маячные рейки с набитыми на них подкладками (рис. 75). Высота от верха рейки до нижней грани подкладки равна толщине плиты. Такую рейку, устанавливают вниз на опалубку плиты. Верхние грани реек дают нам верхнюю поверхность плиты.

По мере хода бетонирования, рейки вынимают из свежего бетона и место это заполняют бетоном.

Во время укладки бетон разравнивают лопатами, протрамбовывают и сглаживают поверхность гладилкой-трамбовкой (рис. 103). При бетонировании плиты не следует допускать скопления на плите пены (цементного молока). В случае появления ее этот слой бетона на 3—4 см заменяют другим, более густым бетоном.

Наклон вутов как в плите, так и в балках должен быть не круче 1:3. Это значит, что высота вута должна быть не больше третьей части заложения его. Если высота вута равна 3 см, заложение должно быть не меньше 9 см (рис. 104).

Бетонирование ребристых перекрытий идет следующим путем. Сначала бетонируют колонны до вутов. Дальнейшее бетонирование идет или в направлении главных балок или в направлении балок второстепенных.

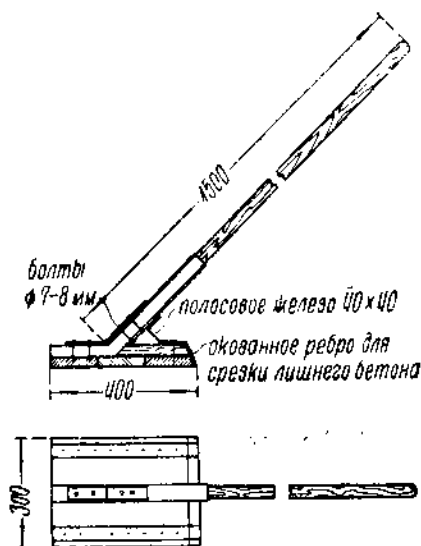


Рис. 103. Гладилка.

Плита бетонируется вместе с балкой; при этом чрезвычайно важно правильно располагать рабочие швы, образуемые вследствие перерывов в работе. По этому вопросу Технические условия (§ 160), указывают:

«В тех случаях, когда бетонирование происходит в направлении главных балок, рабочий шов располагается в средней части пролета главной балки, между второстепенными балками. Если же направление бетонирования и второстепенных балок совпадает, то рабочий шов делается поперек второстепенных балок».

Правильное расположение рабочих швов в ребристых перекрытиях приведено на рис. 95.

В случаях перерыва в бетонировании не следует делать пологого откоса, а необходимо ограждать разрыв отрезками

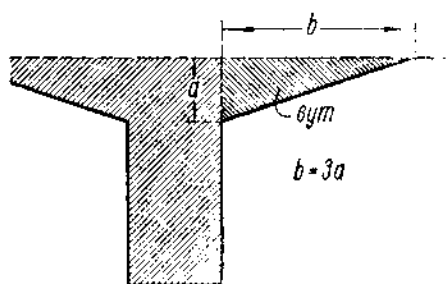


Рис. 104. Вут.

доски во избежание растрескивания бетона (рис. 99).

Толщина плиты обычно невелика, но не должна быть меньше определенных пределов. Минимальная толщина плиты по нормам: для крыш 6 см, для обычных междуэтажных перекрытий 7 см, в промышленных зданиях — 8 см, над проездами не тоньше 10 см.

При бетонировании плит надлежит обратить особое внимание на правильное соблюдение толщины плиты. К сожалению, бетонщики часто уделяют этому вопросу мало внимания, полагая, что лишний сантиметр не имеет значения. Однако, как можно видеть на простом примере, даже толщина в один сантиметр, не говоря уже об уменьшении высоты помещения, может дать значительный перерасход цемента.

Предположим, что мы имеем промышленное здание с размерами 120 м длины и 30 м ширины. Площадь перекрытия равна:  $120 \times 30 = 3600 \text{ м}^2$ . При увеличении толщины плиты только на один сантиметр мы уложим лишних 36 м<sup>3</sup> бетона, увеличим вес самого перекрытия на 72 т, принимая вес бетона в 2000 кг/м<sup>3</sup> и перерасходуем цемента (при среднем расходе на куб. метр 220 кг) 7,92 т (7920 кг).

Как мы видим, цифры перерасхода и излишнего веса получаются довольно значительными.

Вообще следует отметить, что к точному производству железобетонных работ в соответствии с чертежами надлежит

относиться с особой тщательностью. В связи с развитием тонкостенных железобетонных конструкций (например сводов с толщиной в 4 см) вопрос этот приобретает особую остроту.

### § 107. Безбалочные перекрытия.

Безбалочное или, как его иначе называют, грибовидное перекрытие представляет собою плиту, основанную на колоннах. Отличительной чертой перекрытия является полное отсутствие балок и сильно развитая армированная верхняя часть колонны, так называемая капитель. Плита, конечно,

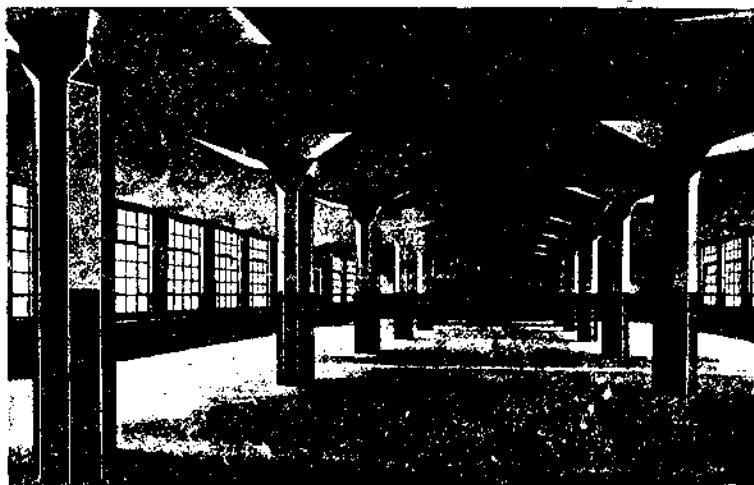


Рис. 105. Безбалочное (грибовидное) перекрытие.

армирована более мощно, чем в обычном ребристом перекрытии.

Общий вид такого безбалочного перекрытия мы видим на рис. 105.

Колонны могут быть четырех- или многогранными. На приведенном рисунке колонны восьмиугольные. Тут же мы видим большую капитель колонн.

### § 108. Железобетонные крыши.

Обычным типом железобетонной крыши является то же ребристое перекрытие, которое мы уже рассматривали. Разница заключается в том, что балкам, представляющим собой

стропильные ноги, придается уклон для получения скатов крыши. Поверх железобетонной плиты укладывается слой

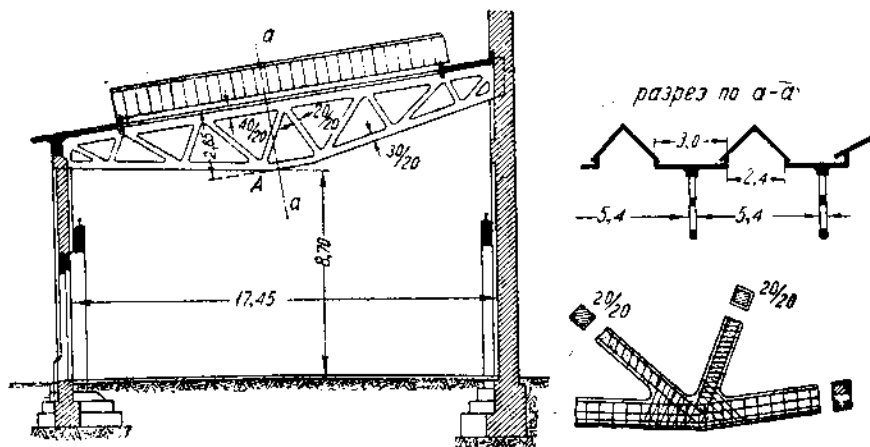


Рис. 106. Железобетонные фермы.

теплого бетона (шлакового, пенобетонного и т. д.), на него наносится цементный слой, а затем наклеивается обычно в 2 ряда толь или рубероид.

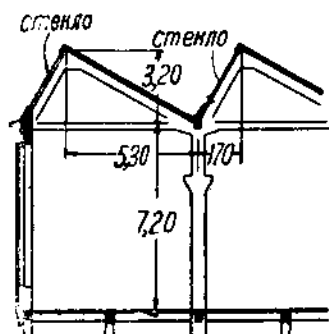


Рис. 107а. Шедовое перекрытие.

При больших пролетах крыш устанавливаются промежуточные колонны, идущие при многоэтажных зданиях от земли через все этажи. Необходимость освещения здания сверху, вследствие значительных размеров современных фабрично-заводских зданий, заставляет устраивать в таких крышах световые железобетонные фонари.

Кроме такого рода крыш, устраиваются крыши со сквозными железобетонными фермами (рис. 106).

Широкое применение в промышленных зданиях находят так называемые пилообразные, шедовые крыши (рис. 107 а и б) с остекленной частью с одной стороны шлада.

Особо следует отметить сводчатые крыши, создающие помещения хорошего вида. В зависимости от ширины здания они устраиваются с фонарями и без них. Пример сводчатого безреберного перекрытия показан на рис. 108.

Бетонирование сводчатых покрытий всегда идет снизу от опоры свода (рис. 109). При бетонировании, для соблюдения должной толщины свода, употребляют такие же рейки с подкладками, как и при бетонировании плиты.

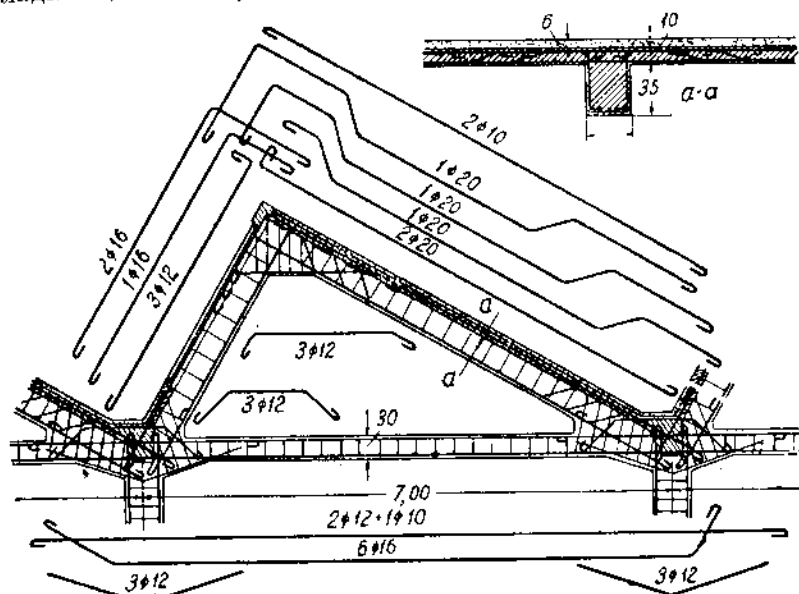


Рис. 1076. Армирование шедового перекрытия.

При бетонировании тонкостенных сводов хорошие результаты дает торкрет.

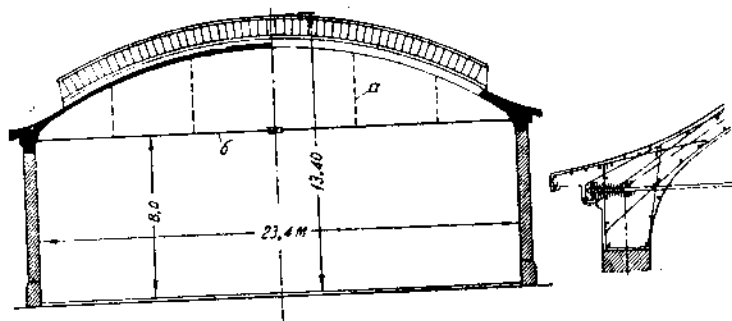


Рис. 108.

Открытые железные затяжки и подвески сводов опасны в пожарном отношении, так как они ломаются при повышении



температуры, что может повлечь за собою обрушение свода. Поэтому их обматывают проволокой и покрывают бетонным слоем. Сводчатые перекрытия при больших пролетах проектируются ребристыми наподобие ребристых перекрытий с той разницей, что ребра принимают очертания свода. Сводчатое перекрытие может быть спроектировано и в виде железобетонных арок, располагаемых одна от другой на известном расстоянии (например в 2 м). По этим аркам бетонируется

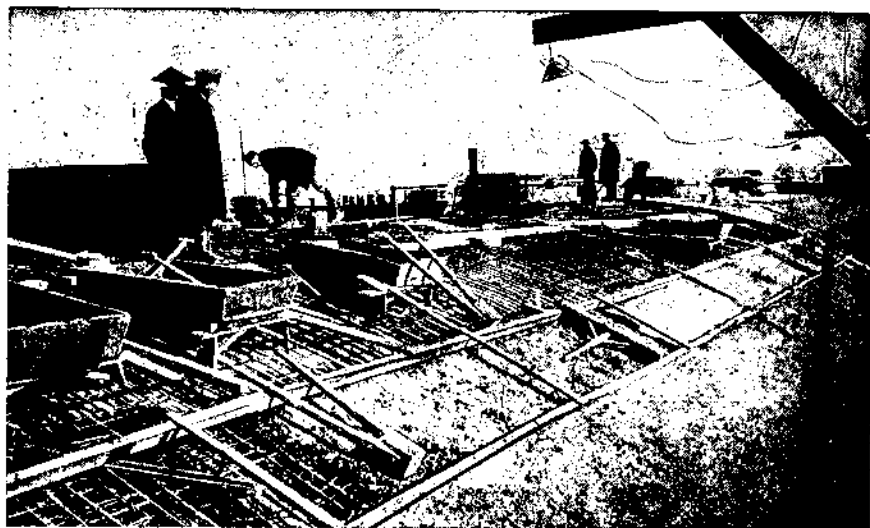


Рис. 109. Бетонирование железобетонного свода.

железобетонная плита, затем наносится слой толстого бетона, цементный слой и наклеивается толь или рубероид.

В настоящее время находят применение тонкостенные сводчатые покрытия, как например системы Кольба, Цейс-Дивидата.

Тонкостенными сводчатыми оболочками можно перекрывать без промежуточных колонн значительные пролеты (до 50 м).

Следует упомянуть и о железобетонных складчатых покрытиях (рис. 110).

Складчатое покрытие представляет собой ряд тонких железобетонных плит, расположенных наклонно друг к другу.

Круглые, овальные и другие залы и здания перекрываются железобетонными куполами.

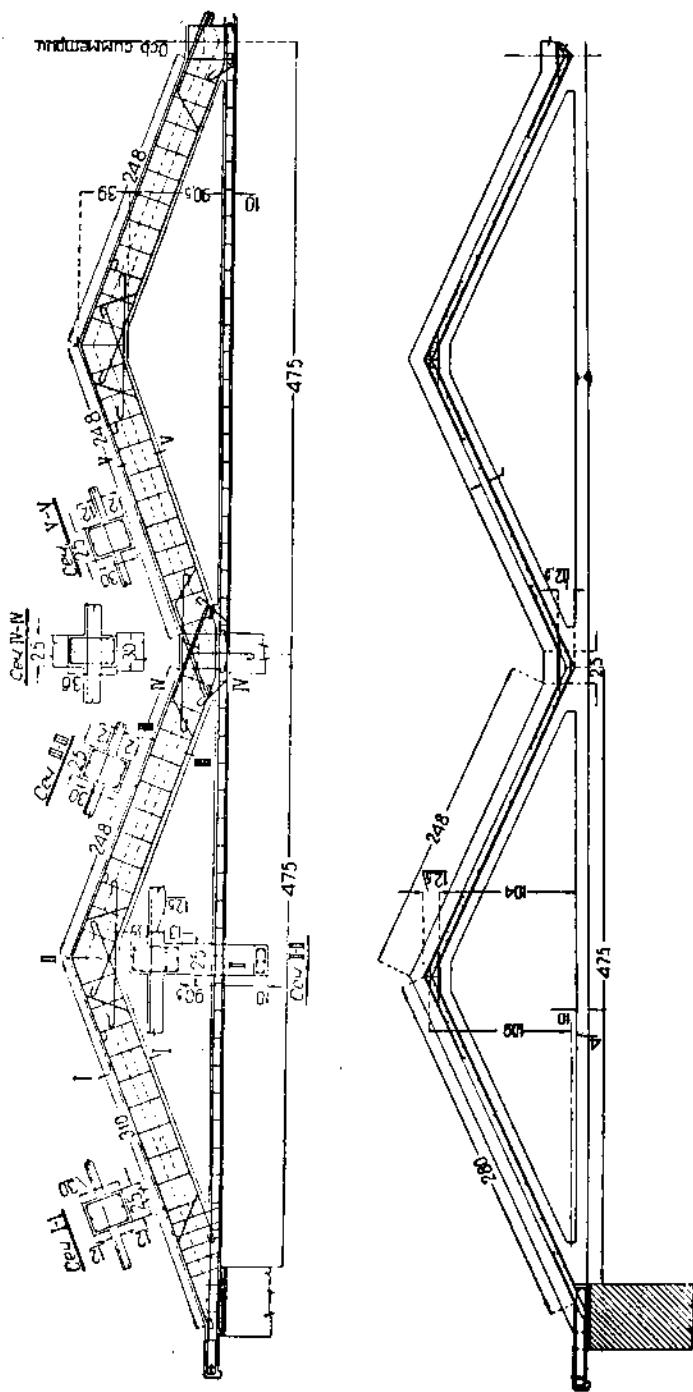


Рис. 110. Гладчатое покрытие

Кроме приведенных нами конструкций железобетонных крыш, в современном строительстве можно еще встретить целый ряд своеобразных перекрытий.

Бетонщику при работе над такими перекрытиями надо помнить следующее: чем смелее конструкция, чем меньше применяемые размеры сечений, тем тщательнее должно быть само производство работ. Только хорошо исполненная работа может обеспечить прочность запроектированной без излишних запасов конструкции.

### § 109. Рамные конструкции.

Возможность создания жестких монолитных соединений, являющихся характерными для железобетона, привела к нап-

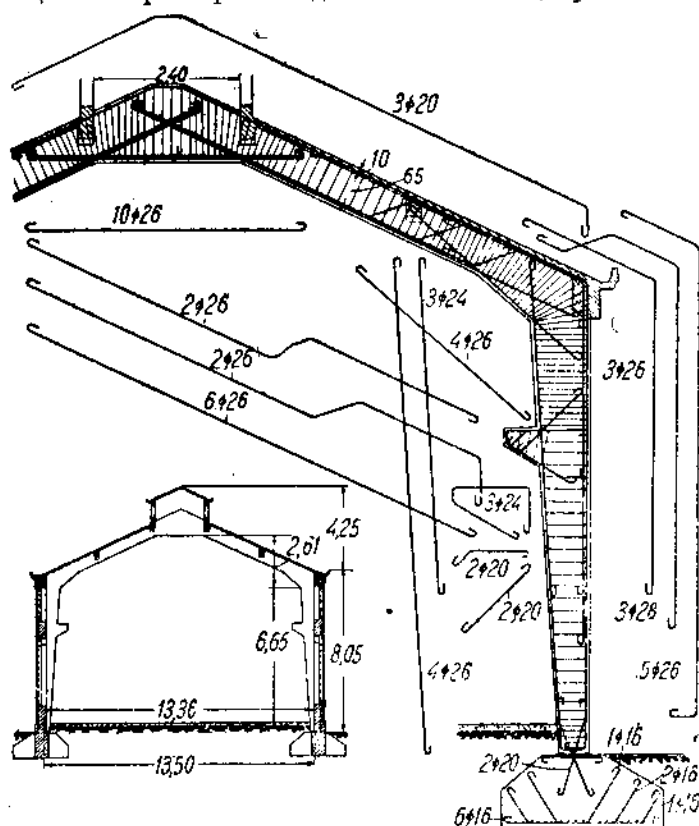


Рис. 111. Двухшарнирная рама.

более распространенной среди них, железобетонной раме. Простейшая железобетонная рама состоит из двух стоек и ригеля между ними. Особенностью рамы являются жесткие узлы в соединении ригеля со стойками.

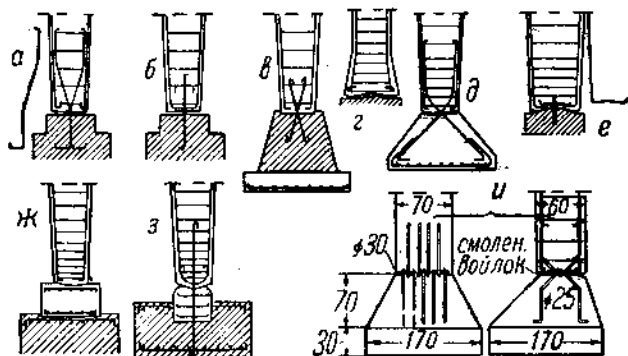


Рис. 112. Шарниры.

Применение рамных конструкций дает значительную экономию.

Стойки соединяются с фундаментами жестко или с помощью шарниров. В нашем примере (рис. 111) мы имеем двухшарнирную раму.

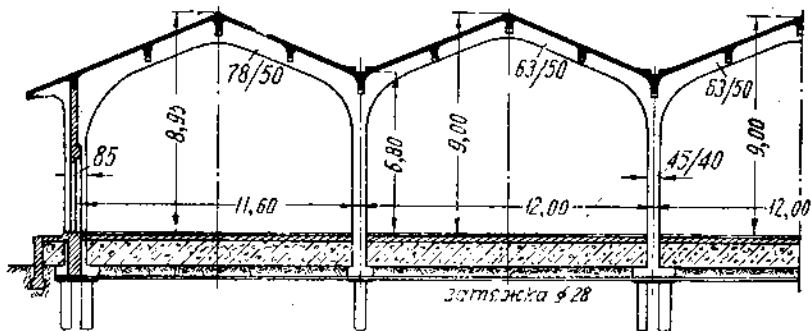


Рис. 113. Многопролетная рама.

Устройство шарнирных опор показано на рис. 112. Между опорными поверхностями шарнира прокладывают толь или смоленый войлок.

Ригель железобетонной рамы может быть прямым и наклонным на два ската, наподобие стропил.

При устройстве междуэтажных перекрытий ригель — горизонтальный; в тех же случаях, когда рама делается для устройства крыши, ригель делается наклонным на два ската.

Рамы устанавливаются на некотором расстоянии одна от другой. Между рамами проходят железобетонные балки, по которым идет плита перекрытия или крыши. Можно, конечно, по рамам делать деревянное или металлическое перекрытие.

В случае двух- или многоэтажных зданий рамы бывают двух- и многоярусными. Рамные конструкции проектируются не только однопролетными, но и двух-, трех- и многопролетными. Обычно каркасные многоэтажные здания проектируются с многопролетными, многоярусными рамами.

Особо широкое применение рамные конструкции находят в зданиях промышленного типа. Пример многопролетной рамы дан на рис. 113.

Бетонирование рамных конструкций производится таким же путем, как колонн, балок и т. д.

Отдельные элементы, как стойки и ригель рам, надо бетонировать без разрывов. На рис. 114 показаны допускаемые швы бетонирования в раме.

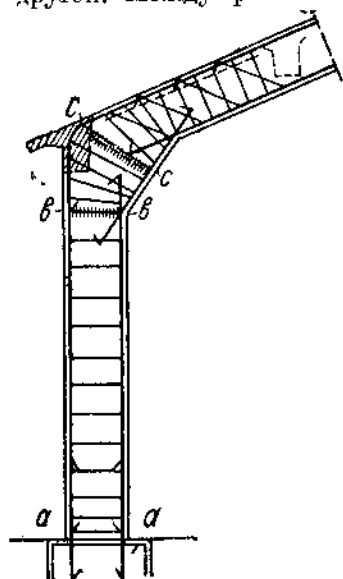


Рис. 114. Швы бетонирования в раме в-в, с-с, а-а.

## § 110. Стены и перегородки.

Наружные стены зданий, вследствие большой теплопроводности бетона, из железобетона не делаются. Обычно в железобетонных сооружениях применяют железобетонные каркасы (рис. 115) с заполнением из теплого бетона (шлакобетона, пенобетона и т. д.) или из кирпича.

Железобетонные стены и перегородки находят применение внутри фабрично-заводских зданий, складских помещений, в общественных сооружениях и т. д.

Они представляют собой стенки толщиной в 8—10 см и армируются сеткой из горизонтальных и вертикальных прутьев с расстоянием между ними в 15—10 см. Вначале

устанавливается одна сторона опалубки, затем устанавливается и вяжется на месте арматура и по мере хода бетонирования устанавливается вторая сторона опалубки. При более пластичном бетоне можно устанавливать опалубку сразу с двух сторон.

При бетонировании пластичным бетоном употребляют легкие тонкие трамбовки, при литом — бетон прошивают железными стержнями.

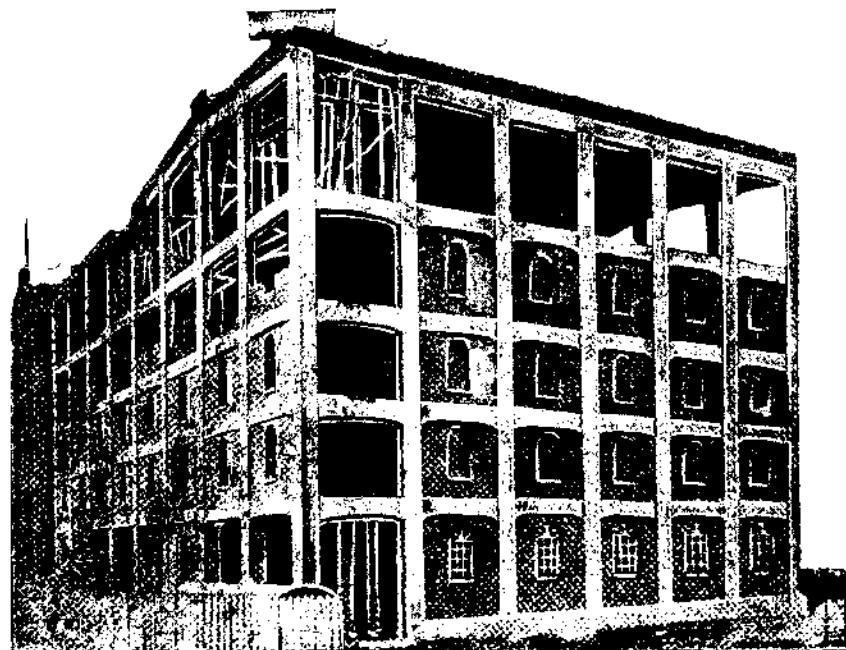


Рис. 115. Железобетонный скелет здания.

При устройстве железобетонных перегородок широкое применение может найти торкретирование. Применение торкрета дает возможность работать с односторонней опалубкой. Иногда при применении частой арматурной сетки и достаточной опытности рабочих можно наносить торкрет и без опалубки.

Железобетонные стенки находят также применение при устройстве подпорных стенок для удержания каких-либо грузов, земляных откосов и т. д., а также для облицовки стен набережных и т. п. Пример подпорной стенки угольного склада приведен на рис. 116. Возведение и бетонирование такой стенки производится обычным путем.

## § 111. Монтажные устройства.

Хороший проект и рабочие чертежи промышленного здания должны предусматривать не только самое возведение

здания, но и все необходимые работы для монтажа оборудования. Одним из крупных недостатков железобетона является трудность пробивки в нем отверстий и невозможность переделок. Кроме того пробивка в ответственных местах вредно отражается на прочности конструкции. Поэтому при возведении железобетонных конструкций должны быть заранее предусмотрены и оставлены необходимые отверстия для трубопроводов, заложены болты и т. д.

Существенную роль играет подвеска трансмиссии. Для крепления их к балкам до бетонирования заводятся отрезки газовых трубок, через которые затем пропускаются болты для укрепления трансмиссии.

Лучшие результаты дает применение специального железа, как например шины Бауера и Иордала, Манца и др. (рис. 117).

Эти шины закладываются в опалубку одновременно с установкой арматуры, до бетонирования.

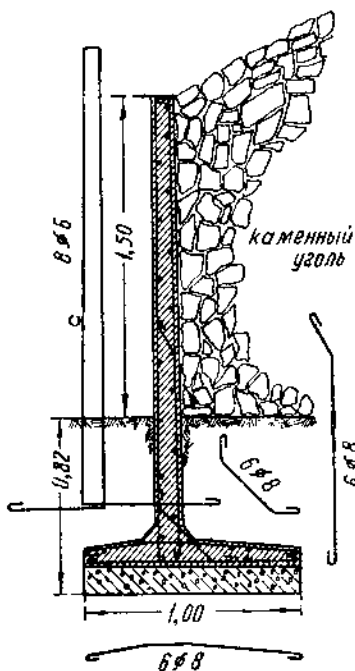


Рис. 116. Подпорная стенка.

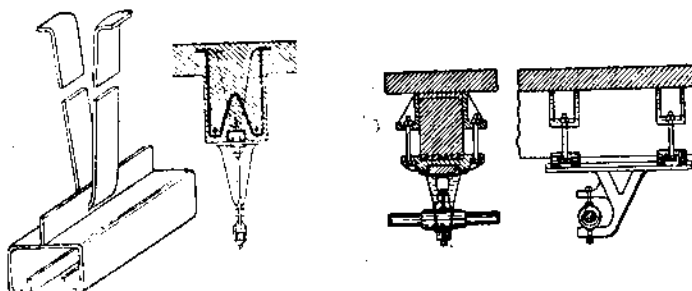


Рис. 117. Приспособление для подвески трансмиссии.

При бетонировании надлежит наблюдать за тем, чтобы не сдвигать шпир с места и сохранить их в заданном при установке положении.

## 112. Температурные и деформационные швы.

Под влиянием изменения температуры, усадки бетона, а также сдвигов от неравномерной осадки опор, в железобетон-

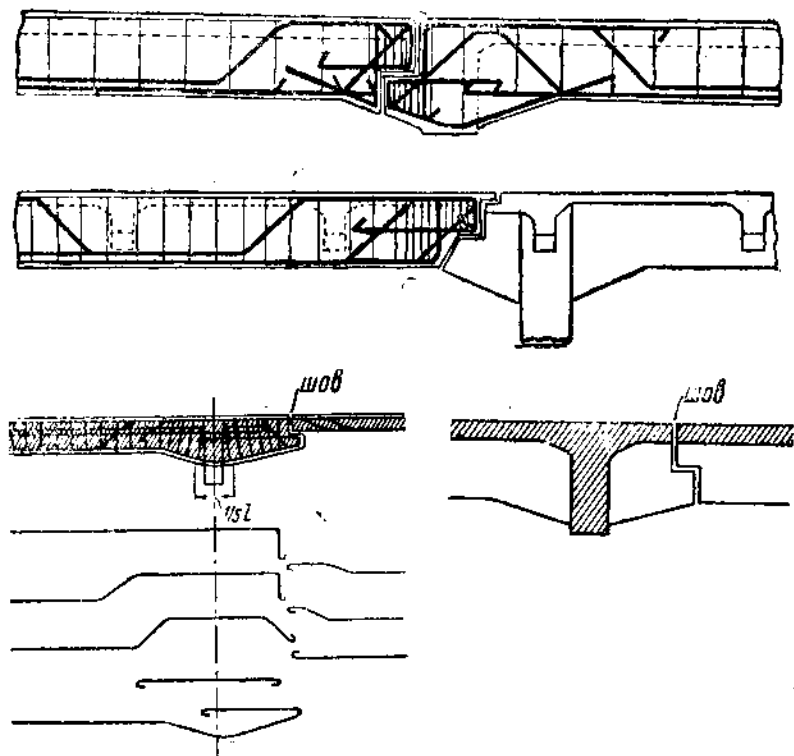


Рис. 118. Детали устройства температурных швов.

ном сооружении происходят известные деформации. Эти деформации могут вызвать трещины в конструкции. Поэтому необходимо принять меры, обеспечивающие сооружению свободу от неизбежных сдвигов.

Таковыми мерами является создание сквозных швов расширения или, как их также называют, температурных швов. Эти швы, разделяя здание на независимые друг от друга



части, дают возможность каждой части деформироваться самостоятельно.

В бетонных сооружениях эти швы располагают через 10—20 м. В железобетонных — через 20—30 м. В случаях возве-

дения смешанных конструкций, например железобетонного здания с деревянным перекрытием, расстояние между швами можно увеличить до 60 м.

Расположение этих швов, как и детали их устройства, должны быть указаны на рабочих чертежах.

Устройство швов должно быть тщательно продумано и согласовано с конструкцией здания.

В температурных швах прокладывается толь, рубероид или другие эластичные прокладки.

Бетонщик при укладке бетона должен точно выяснить, где находится шов, проложить своевременно эту прокладку и ни в коем случае не допускать сплошного забетонирования шва, твердо помня, что отсутствие его может вредно отозваться на прочности и работе сооружения. Арматура у

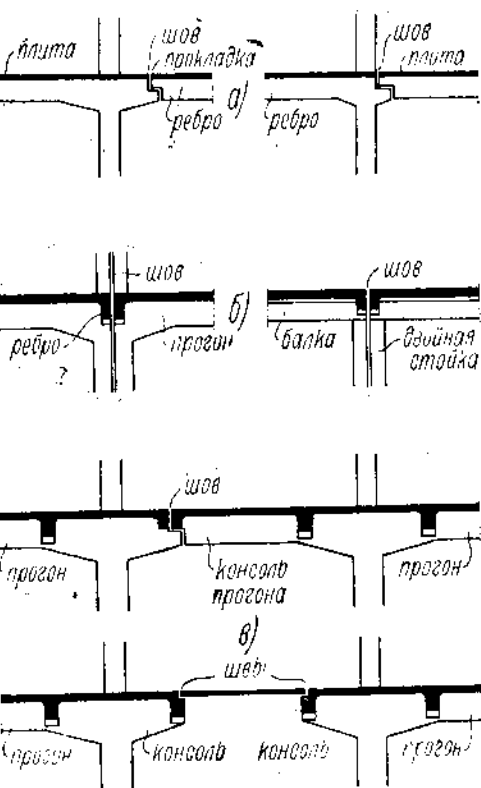


Рис. 119. Примеры расположения температурных швов.

а—швы в плитах и балках; б—шов с двойной колонной и двойной балкой; в—швы расширения в прогонах.

швов также разъединена и ни в коем случае не заходит через шов. Детали устройства этих швов показаны на рис. 118. Зазоры, оставляемые в швах, обычно равны 5—10 мм. Если постройка ведется зимой, зазор в шве надлежит оставлять большим, учитывая, что вследствие расширения конструкции летом может произойти смыкание шва. Для обеспечения сохранения

этого зазора в место шва закладывается дощечка, обернутая фольгой. После удаления этой доски зазор надо заделать паклей. В противном случае шов засорится раствором и мусором.

Наблюдение за многими зданиями и исследование причин появления в них трещин показали, что в большинстве случаев трещины появляются вследствие полного отсутствия швов или по причине оставления недостаточного зазора в шве.

Примеры расположения температурных швов приведены на рис. 119.

### § 113. Резервуары, баки и т. п.

Широкое применение железобетон нашел при устройстве резервуаров, плавательных бассейнов и т. п. В этих сооружениях бетону предъявляется особое требование плотности и водонепроницаемости. Работа бетонщика при бетонировании резервуаров, бассейнов, баков и прочих подобных им сооружений должна быть особо тщательной и аккуратной.

Особое внимание должно быть обращено на устройство стыков в соединениях днища со стенками, в смежных стенах и т. д.

Конструкции этих сооружений состоят из обычных элементов: балок, плит, стенок, колонн и т. п. При устройстве таких сооружений часто применяют торкрет. В некоторых случаях применяют оштукатурку поверхности цементным раствором 1 : 1 и железнение бетона, т. е. затирку металлическими терками с присыпкой во время затирки сухим цементом до получения темного металлического цвета бетона.

Следует, однако, предупредить, что при плохой укладке бетона, при неплотном, неправильно подобранном бетоне никакое железнение и штукатурка не помогут и не дадут должной водонепроницаемости бетона.

Одним из вернейших средств достижения водонепроницаемости, кроме, конечно, употребления специальных бетонов (пунцолановых и др.), является плотный, хорошо изготовленный бетон. Вибрационный способ бетонирования в этом случае принесет несомненную пользу.

### § 114. Бетонные полы, дороги.

Бетонные полы обычно делаются следующим путем. По выровненной, хорошо утрамбованной подготовке из сухого строительного мусора укладывают слой тонкого бетона на кирпичном щебне толщиной в 8—15 см. Бетон тщательно утрам-

бовывается. После того как бетон несколько окрепнет, наносят чистый слой жирного раствора 1:2 или 1:3 (часть цемента и 2—3 части песка), толщиной 1,25—2 см, разглаживают его деревянными гладилками и затирают (железнят стальной теркой), присыпая сухим чистым цементом.

При устройстве других полов — торцовых, асфальтовых и т. п. бетонщику приходится только делать подготовку из тощего бетона. Подготовка укладывается из трамбованного жесткого бетона.

Говоря о полах, необходимо указать на те полы для помещений промышленных зданий, от которых требуется большая прочность и сопротивляемость стиранию.

В этом случае полы изготавливаются из «сталебетона», предложеного германским проф. Клейнлогелем. Приготовление сталебетона заключается в следующем: бетонная масса, идущая на приготовление пола, перемешивается со стальными стружками или опилками и укладывается с тщательным трамбованием. Такие полы обладают большой прочностью.

На московских хлебозаводах в 1933 г. были применены металлоцементные (сталебетонные) полы<sup>1</sup> с дозировкой 1:0:1 (цемент, песок, стружка) по объему. Для очистки от масел металлической стружки применялся непосредственный отжиг ее на огне, с последующим просеиванием стружки через сито с отверстиями в 5 мм. Отжигали стружку на горнах, переносных и постоянных.

Как показали исследования, обработка металлической добавки непосредственным отжигом на огне дала лучшие результаты, чем промывка в керосине, бензине и т. д.

При испытаниях этих полов применялись следующие дозировки материалов:

- 1) 1:0:1 (цемент и стружка без песка),
- 2) 1:¼:½ (1 ч. цемента, ¼ песка и ½ стружки),
- 3) 1:¼:1 (1 ч. цемента, ¼ песка и 1 ч. стружки).

Самой дорогой является первая дозировка, без песка. Расход материалов при ней на 1 м<sup>2</sup> плотной массы металлоцемента следующий: цемента 1410 кг и стружки 1410 кг. В зависимости от облегченных требований, предъявляемых к полам, могут быть применены и более дешевые дозировки (2 и 3), с добавкой песка.

Работа по металлоцементным покрытиям должна быть выполнена тщательно. Воды надо брать мало. Пол должен быть сверху железнен.

<sup>1</sup> Б. Смоляк, «Строительная промышленность», № 4, 1934 г.

Современное развитие автотранспорта потребовало внедрения бетона и железобетона в дорожное дело.

Для укладки бетона на дорогах применяются специальные дорожные бетономешалки на гусеничном ходу. Для уплотнения бетона и сглаживания бетонного слоя имеются специальные отделочные машины, снабженные приспособлениями для трамбования и сглаживания бетона.

Кроме перечисленных выше сооружений, железобетон и бетон находят широкое применение в гидротехническом строительстве и при постройке мостов.

При этих работах с особенной осторожностью должен быть решен вопрос о выборе цемента, подборе бетона и организации работ.<sup>1</sup>

### Контрольные вопросы.

1. Каково основные железобетонные конструкции мы знаем?
2. Какие бывают фундаменты?
3. Можно ли укладывать бетонный фундамент при наличии грунтовых вод без исследования последних?
4. Как забивать ключи?
5. Как укладывать бетон под водой?
6. Какой формы бывают железобетонные сваи?
7. Как бетонировать колонны?
8. Где в колонне разрешается делать рабочий шов?
9. Какое перекрытие называется ребристым?
10. Где можно сделать рабочий шов, если бетонирование ведется в направлении второстепенных балок?
11. Как правильно бетонировать тавровую балку: одновременно с плитой или отдельно от нее?
12. Как проверить во время бетонирования толщину плиты?
13. Как оставлять разрывы в бетоне при бетонировании: наклонными или отвесными?
14. Чем отличаются грибовидные перекрытия?
15. Как бетонировать железобетонные перегородки?
16. Можно ли обойтись одной односторонней опалубкой стен?
17. Какие виды железобетонных крыш мы знаем?
18. Какую конструкцию называют рамной?
19. Что такое ригель рамы?
20. Где в раме можно допустить швы бетонирования?
21. Каким путем облегчаются монтажные работы в железобетонных элементах?
22. Что такое температурный шов?
23. На каком расстоянии в железобетонных конструкциях надо располагать швы расширения?
24. Как сделать хороший бетонный пол?
25. Что такое сталебетон?

<sup>1</sup> Работы по дорожному и гидротехническому строительству в нашу задачу не входят и потому подробно на них мы не останавливаемся.

## ШТУЧНЫЕ ИЗДЕЛИЯ.

**Целевая установка:** Ознакомить с наиболее распространенными видами бетонных и железобетонных изделий. Возможность широкого применения их в строительстве.

**Содержание:** Железобетонные лестницы и т. п. Ступени. Оконные переплеты. Искусственные камни и пр. Контрольные вопросы.

### § 115. Железобетонные лестницы.

Из железобетонных частей устраиваемых внутри зданий следует прежде всего отметить железобетонные лестницы.

Последние могут бетонироваться на месте по установленной опалубке, либо могут быть изготовлены отдельно на строительном дворе из отдельных элементов.

В первом случае косоуры вместе с площадками и ступенями представляют собой единую монолитную конструкцию. Бетонирование таких лестниц производят, как и при обычных конструкциях. Косоуры бетонуются вместе со ступенями. Во избежание порчи бетона и для предохранения неокрепшего бетона от сотрясений и ходьбы по нему, бетонирование марша лестницы надо вести сверху вниз, а не наоборот.

Во втором случае косоуры изготавливаются отдельно в виде железобетонных балок и по ним укладываются железобетонные ступени. Последние также заготавливаются отдельно в разборной опалубке, могущей быть использованной как инвентарь.

Косоур сборной железобетонной лестницы для жилищного строительства представлен на рис. 120. Бетонирование косоура производится в горизонтальном положении в разборных формах, лежащих на плотном основании на земле, трамбованным или вибрационным методом.

Железобетонная ступень такой лестницы и арматура ее видны на рис. 121. Сопряжение косоура с площадочной плитой и деталь узла у лестничной площадки приведены на рис. 122.

Железобетонные лестницы могут быть и бескосоурными. Разрез такой лестницы дан на рис. 123.<sup>1</sup> Ступени в этом

<sup>1</sup> Приведенные чертежи взяты из издания Цекомбанка.

[illegible]

Рис. 120. Косоур сборной железобетонной лестницы.

181



На подмостях марш выдерживают не менее двух недель по окончании кладки всего марша. Разбалчивая болты и вынимая их, медленно опускают среднюю доску, поддерживающую ступени, а затем вынимают и остальные части косоура. Второй косоур, укладываемый у стены, возможно снять и ранее, примерно через 3—4 дня после укладки марша. Вынутые косоуры используются для следующих маршей.

Детали такой бескосоурной лестницы и временного деревянного косоура даны на рис. 124.

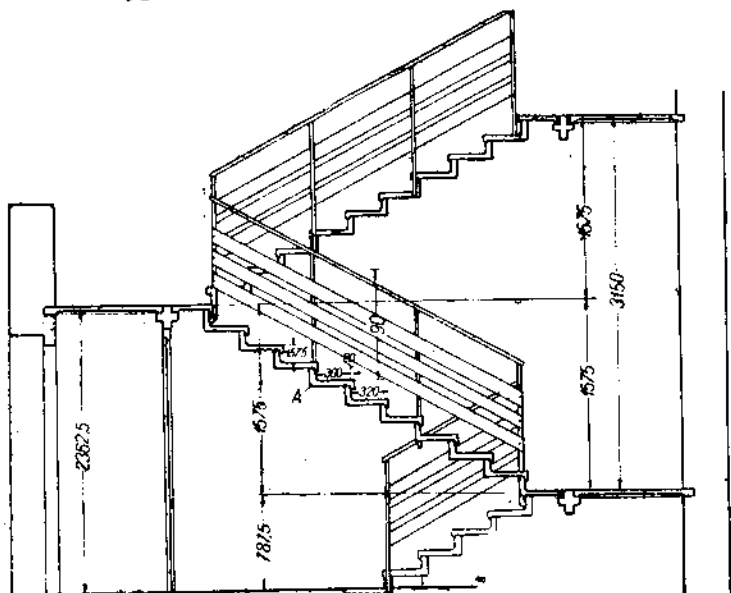


Рис. 123. Бескосоурная железобетонная лестница.

Балконы жилых зданий делают также железобетонными. Бетонируются они прямо на месте.

В фабрично-заводских зданиях иногда делают железобетонными оконные переплеты. Отливаются они в формах металлических или деревянных. Целый ряд других частей зданий, как железобетонных, так и каменных, возводится из железобетона (например карнизы домов и кирпичных стен, набиваемые на месте; подоконники, изготавливаемые в мастерской, на стройке или на отдельном заводе). Железобетонные изделия, как ступени и подоконники, покрываются чистым цементным слоем, отделываются мраморной крошкой и т. п.

Иногда такие изделия покрывают деревом, например ду-





каркасы — арматуру ступени. В заготовленную и заармированную таким образом форму набивают бетон, тщательно слоями трамбуя его трамбовками. Работу по изготовлению ступеней можно производить звеном.

а) Бетонщик 3 разряда собирает и разбирает форму, укладывает готовый железный каркас, укладывает и трамбует бетон.

б) Бетонщик 5 разряда исправляет повреждения, затирает и железнит поверхность, отделявая ступень начисто.

Оба бетонщика совместно укладывают ступень на козлы для отделки и откладывают законченную ступень в сторону.

На 1 пог. метр ступени потребно:

норма времени: при полых ступенях 0,89 чел.-час, при сплошных — 1,05 чел.-час.,

норма выработки звена ступени полые: 9 пог. м, сплошные 7,6 пог. м.

Бетонирование ступеней может производиться и вибрационным методом (так называемым станковым вибрированием). В этом случае формы устанавливают на специальные вибрационные столы с производительностью от 1 до 4 м<sup>3</sup> в час. После укладки и окончания бетонирования поверхность бетона сглаживают мастерком.

Для предохранения наружной кромки ступени от обламывания ее защищают железным уголком или деревянными планками. В первом случае уголок надо закрепить на опалубке, чтобы он связался со ступенью во время бетонирования. Уголок закрепляется в бетоне с помощью заделываемых в бетон и склепанных с уголком железных крючков.

Для возможности удобного прикрепления деревянных планок в бетон ступени при бетонировании закладывают деревянные пробки-брусочки, к которым затем привинчивают планки.

В жилищно-коммунальном строительстве железобетонные ступени отделываются обычно деревом. В этих случаях при бетонировании в тело ступени должны быть также заведены деревянные планки или пробки, к которым прикрепляется затем дерево отделки ступени. Железобетонные ступени могут быть отделаны мраморной крошкой и т. п.

В промышленных зданиях для предохранения ступеней от изнашивания полезно применять металлоцементное покрытие (сталебетон), представляющее собой слой из смеси цемента, песка и металлической стружки. Наносить этот слой надо на свежую поверхность забетонированной ступени. О дозировках металлоцементного покрытия подробно сказано в

главе о бетонных полах. Ступени с таким покрытием были применены на одном из хлебозаводов в Москве.<sup>1</sup>

### § 117. Железобетонные переплеты.

Железобетонные переплеты нашли широкое применение в промышленном строительстве. Они недороги, огнестойки и не боятся сырости, что в фабрично-заводском деле имеет существенное значение.

Изготовление этих переплетов правильнее всего организовать на бетонных заводах. Опалубку надлежит применять разборную — стандартную, деревянную или металлическую.

Ввиду небольших размеров сечения частей переплета, горбылей (около  $45 \times 35$  мм) с шириной фальца в 10 мм и т. д. опалубка должна быть сделана гладкой, строганой, смазана мылом перед бетонированием и сконструирована таким образом, чтобы ее легко было снять. Форма частей переплетов делается простой и гладкой как для удобства и удешевления производства их, так и для удобства очистки от пыли.

В уложенную на досчатом настиле на земле опалубку укладывают довольно несложную арматуру переплетов и заливают формы пластичным бетоном, тщательно протыкивая его.

По окончании бетонирования и снятии форм производится затирка наружной поверхности переплета.

### § 118. Искусственные камни.

Широкое применение в строительстве нашли искусственные бетонные камни, служащие материалом для стен вместо обычного кирпича. Камни эти бывают сплошными и пустотелыми. Вяжущим веществом для изготовления этих камней бывают различные цементы (портландский, пуццолановый и т. п.). Заполнителями являются малотеплопроводные материалы, как то: пемза, шлаки и т. д. Дозировка их различна, например для пемзовых заполнителей 1 : 12 (1 ч. портланд-цемента, 12 ч. пемзового материала) или же 1 : 7 (1 ч. цемента и 7 частей смеси песка и пемзы, причем соотношение песка и пемзы 1 : 1, 3 : 2, 3 : 1), для цементно-шлаковых камней — 1 : 2 : 5 и 1 : 4 : 8 (цемент : песок : шлак). Массу для набивки камней приготавливают в тех же бетономешалках, что и для обычного бетона.

<sup>1</sup> «Строительная промышленность» № 4 за 1934 г.

Изготовление камней производится на специальных станках (рис. 125). Бетонщику, стоящему у станка, подсобные рабочие подносят слева и засыпают в форму заготовленную

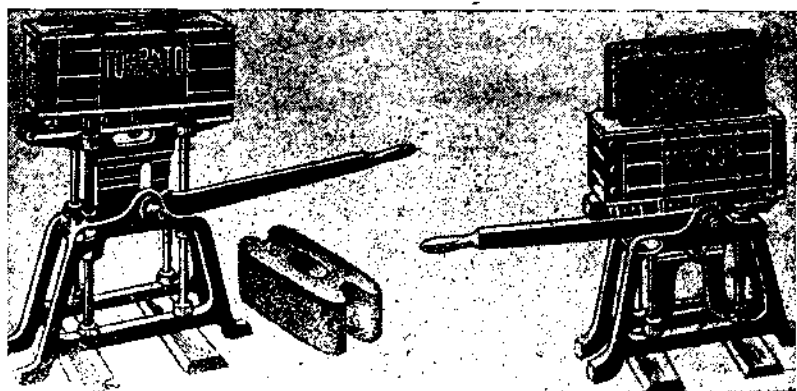


Рис. 125. Станок для изготовления бетонных камней.

массу. Узкой трамбовкой бетонщик протрамбовывает укладываемую массу, после чего помощью рычага поднимает за-

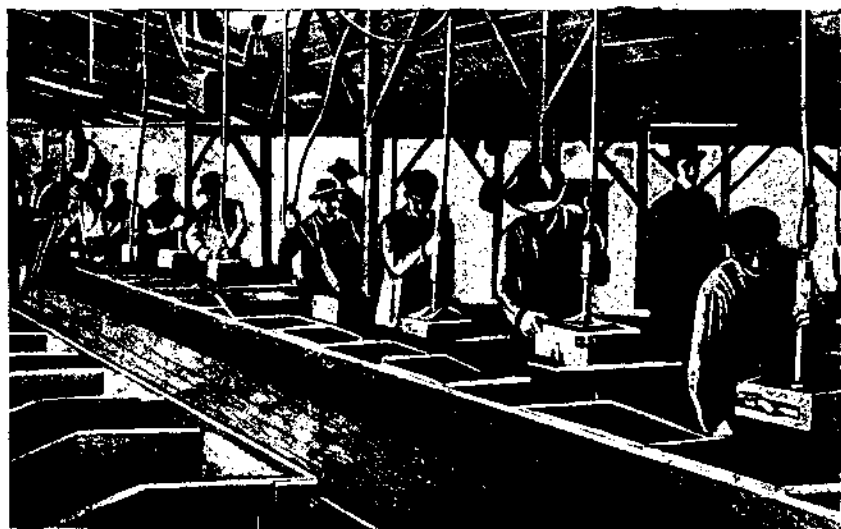


Рис. 126. Изготовление камней на заводе.

трамбованный камень. Подсобные рабочие осторожно, с подкладкой по форме камня, уложенной в станок до набивки массы, относят камень в сторону.

Можно изготовлять камни методом вибрирования на вибрационных столах или с применением вибраторов (наружных). Пример такого изготовления камней с применением вибраторов на одном из заводов в Америке приведен на рис. 126.

Пустоты в камнях образуются специальными вкладышами.

Станки, на которых набивают камни, имеются специальные для каждого типа камней, и в настоящее время это производство широко механизмуется.

Для ускорения твердения камней их помещают в специальные пропарочные камеры, где они находятся во влажной атмосфере при высокой температуре. Этим значительно ускоряется изготовление камней и повышается их качество.

### **Контрольные вопросы.**

1. Какие изделия делают из бетона и железобетона?
2. Какие отдельные детали в зданиях делают из железобетона и бетона?
3. Какие лестницы делают из железобетона?
4. Как делают железобетонную ступень?
5. Как бетонируют переплеты?
6. Какие бетоны и оборудования применяют для изготовления камней?

### **Глава одиннадцатая.**

## **СБОРНЫЙ ЖЕЛЕЗОБЕТОН.**

**Целевая установка:** Ознакомить с идеей сборного железобетона. Сборный железобетон как один из способов перевода железобетонного строительства на рельсы индустриализации.

**Содержание:** Основная идея сборного железобетона. Достоинства и недостатки. Производство работ. Сборные перекрытия.

### **§ 119. Основные идеи и методы производства сборного железобетона.**

Применяемые методы производства строительных работ полностью на стройплощадке, с выносом в мастерские и на стройдворы лишь самого незначительного объема работ, и усложнение этого производства в зимних условиях, естественно, не могут быть признаны удовлетворительными. Необходимо решительный переход строительства на заводский

метод и изыскание путей работы круглый год. Одним из таких путей является применение сборных железобетонных конструкций.

Основная идея этого метода заключается в том, что на стройдворе, вернее — на заводе железобетонных изделий, оборудованном механизмами, складами отсортированных материалов, хорошо оборудованной лабораторией и т. п., заготавливаются отдельные элементы железобетонных конструкций (колонны, балки, плиты и т. п.). Эти элементы доставляются совершенно готовыми на стройку и монтируются там помощью кранов в целое сооружение.

Сборный железобетон дает возможность производить работы круглый год в нормальных условиях заводских помещений. Возможность сконцентрировать на заводе лучшие механизмы, использовать их с максимальной производительностью, создать наилучший подбор заполнителей, применить стандартную, инвентарную опалубку, сосредоточить материалы в одном месте, на заводе, а не разбрасывать их по многим постройкам, освободить строительство от лесов, повысить качество работы, наконец, облегчить и ускорить при заводском методе сборку на месте — все эти положительные факторы обеспечивают сборному железобетону значительное место в строительстве.

К достоинствам сборного железобетона следует отнести также возможность не опасаться усадки и деформации от влияния изменений температуры и возможность легкой разборки, а следовательно и использования частей для другого здания.

Однако и сборный железобетон не лишен некоторых недостатков. Сборный железобетон не имеет той монолитности, которая присуща обычному железобетону, что вызывает перерасход материалов — бетона и железа.

Сборная железобетонная конструкция собирается из отдельных, заготавливаемых или на самой стройке или на заводе элементов. Основными элементами такой конструкции в промышленном строительстве являются:

1) фундаменты — башмаки колонн, 2) колонны, 3) прогоны, главные и второстепенные балки, 4) подкрановые балки, 5) фундаментные балки, 6) отдельные части конструкции кровли (например части арок и т. д.), 7) плиты перекрытий, 8) оконные перемычки и т. д.

Кроме этих основных элементов конструкции, и остальные части здания также собираются из отдельных готовых элементов. Из последних мы назовем: железобетонные оконные и фонарные переплеты, ступени лестниц, подоконники, блоки для заполнения стен и т. д. В зависимости от наличия в

распоряжении строек оборудования, кранов и размеров самого сооружения, отдельные конструктивные части могут быть более тяжелыми (весом до 20 т) и более легкими (весом до 1,5 т). Отдельные изделия весят, конечно, еще меньше.

Самый процесс постройки здания из сборного железобетона в основном состоит из двух частей: 1) заготовки отдельных частей, полуфабрикатов и 2) сборки их на стройплощадке.

Заготовка отдельных частей может производиться или на самой стройке или же заводским путем, на специальных заводах бетонных изделий. Правильнее, конечно, заготавливать их на заводе, так как этим путем скорее можно добиться максимального удешевления и улучшения выпускаемой продукции.

Элементы сборного железобетона бетонируются в разборных стандартных формах. При бетонировании может быть применен или пластичный бетон или жесткий с применением вибраторов и первибраторов. Технические нормы рекомендуют применение вибрационного метода уплотнения бетона. Отдельные детали можно обрабатывать на вибрационных столах. Одновременно, в зависимости от наличия дешевого пара или тока, для ускорения твердения бетона надлежит применять пропаривание или электропрогрев заготовленных элементов.

Грунт, на котором производится бетонирование элементов в уложенных формах, должен быть тщательно выровнен и уплотнен. Элементы надо получать прямыми, без изгибов. Поэтому формы надо укладывать строго горизонтально и обеспечить их от изгибов, провисания и т. д. Элементы конструкции надо располагать таким образом, чтобы продольная арматура была у боковых стенок. При таком способе удобнее укладывать жесткий бетон с более крупными заполнителями и применять внутреннюю вибрацию (первибраторы). Бетонирование элементов никаких затруднений не представляет и производится так же, как и в обычных железобетонных конструкциях — штыкованием, трамбованием или, как мы уже сказали, вибраторами. На постройке Свирской гидростанции, на бетонном заводе, изготовляющем отдельные элементы, были установлены две бетономешалки Егер в 250 м<sup>3</sup> и два транспортера для подачи материалов в них. Ковши с бетоном и готовые изделия транспортировались помощью двух паровых кранов.

Важным вопросом при выборе места бетонирования изделий является вопрос дальнейшего транспортирования готовых изделий и порядок их заготовки. На Днепрозаводстрое

очередь бетонирования была установлена в порядке последовательности монтажа элементов: башмаки, колонны и балки. Пути, по которым на специальных вагонетках развозились к местам установки готовые элементы, были проложены вдоль рабочих мест бетонирования.

Транспорт готовых изделий на заводе, а затем на строительстве может производиться помощью специальных теле

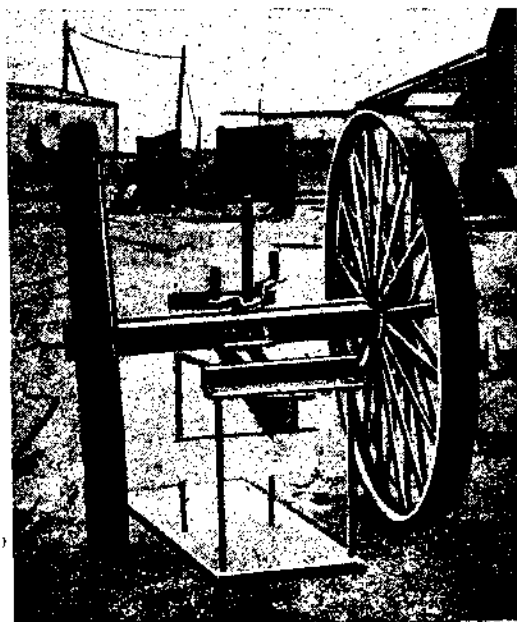


Рис. 127. Тележка с домкратом для перевозки готовых железобетонных элементов.

жек с домкратами (рис. 127). Перевозка элементов с завода на стройку производится на грузовиках или по железной дороге на платформах.

Монтаж на стройке производится помощью кранов. На рис. 128 а и б показана установка железобетонной колонны помощью крана. Краны, применяемые на строительстве для монтажа конструкции, бывают разных типов и мощности. Так, Днепрострой применял краны «Индустриаль» (40 т) и «Деррик», монтируя части весом до 20 т; на постройке Свирской гидростанции применялся «Деррик» на низкой катучей тележке; Челябинскстрой применял краны «Норд-Вест» грузоподъемностью в 19 т и т. д.



Подъем элементов производится захватом их в заранее определенных местах. При проектировании элементов должны быть предусмотрены детали мест захвата. Иногда в бетонируемых элементах для пропуска тросов оставляют отвер-

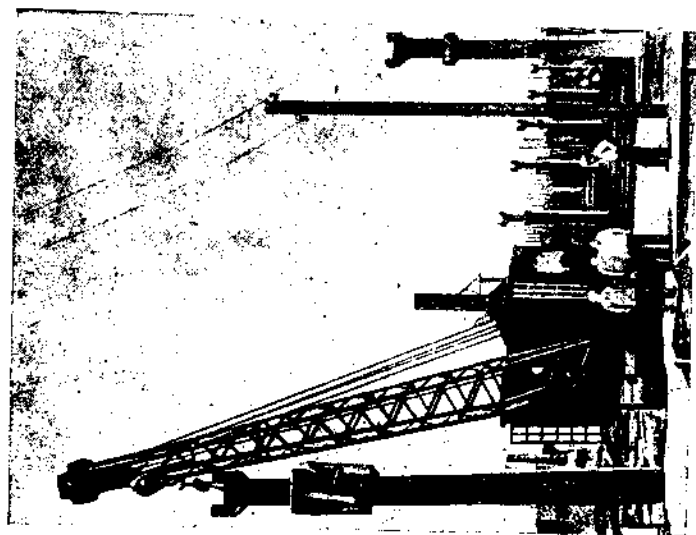
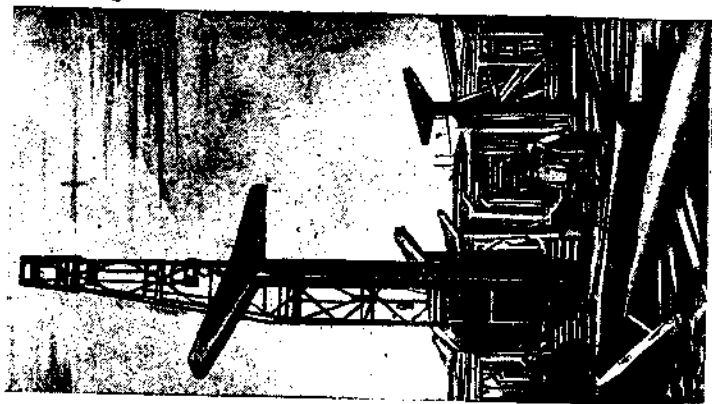


Рис. 128 а и б. Установка краном железобетонной колонны.

стия, устанавливают трубы с заложёнными в них железными стержнями, заделывают петли и т. д. Во время бетонирования все эти части не должны сдвигаться с мест и должны быть тщательно заделаны.

Общий вид собранной конструкции дан на рис. 129. Детали узлов сборных элементов видны на рис. 130, 131 и 132а.

При монтаже отдельных элементов необходимо самым тщательным образом проверять правильность их установки. Правильность, вертикальность и горизонтальность установки и кладки деталей должны быть безупречны.

Выверять установку надлежит помощью геодезических инструментов.



Рис. 129. Общий вид собранной железобетонной конструкции.

Фундаменты под колонны обычно бетонируют или укладывают из бутовой плиты на месте. На фундамент устанавливают башмак колонны. Отверстие башмака, в которое вставляют колонну, должно быть закрыто от загрязнения и перед установкой колонны тщательно промыто.

Устанавливаемые колонны временно закрепляются оттяжками из тросов. При установке в стакан башмака (если принята такая система) колонны закрепляют, кроме того, деревянными клиньями, которые вставляют между стенками колонны и стакана в башмаке. Заделывать колонну в башмаке можно только после окончательной выверки установки колонны.

Для точности установки колонны по высоте на дно стакана подсыпают мелкий гравий.

Бетон набивают в стакан башмака сначала до клиньев и затем, после затвердения этого слоя и возможности удаления клиньев, до самого верха. После окончательной установки фундаментов, башмаков и самих колонн дальнейший мон-

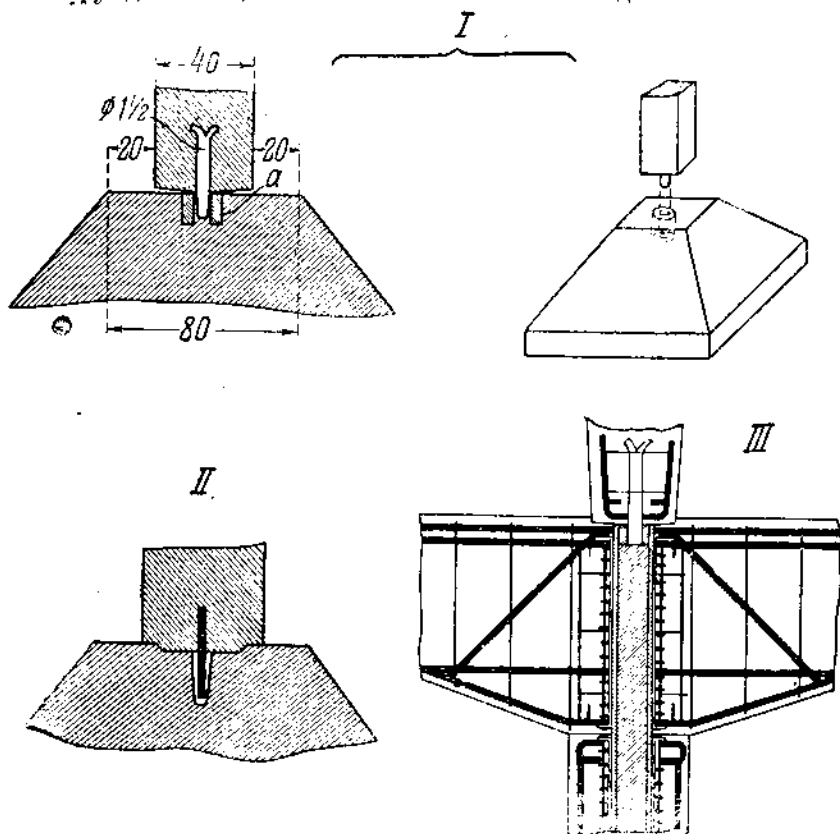


Рис. 130. Детали сборных элементов.

таж производится уже легче, так как основные веши здания — колонны уже установлены.

В тех случаях, когда элементы спроектированы без выпусков арматуры, стыки или образуемые зазоры заполняют после установки цементным раствором. Там же, где имеются выпуски арматуры, стыки сваривают или соединяют на штырях, муфтах и т. д., в зависимости от требований проекта.

После выверки установки элементов и соединения арматуры двух элементов, место стыка заливают цементным раствором или жирным бетоном, в зависимости от размеров стыка.

При соединении сборных железобетонных элементов применяют различные способы. В некоторых случаях в элементах, из которых собирается конструкция, выпускают арматуру, затем стыкуют ее при соединении элементов и место стыка добетонируют. Это — так называемый «метод железобетона».<sup>1</sup>

При этом методе, как мы видели, самый стык производится из железобетона. Стержни арматуры, выпускаемые из каждого элемента, заходят один за другой и снабжаются крючками Консидера. Стержни обматываются вязальной проволокой наподобие обычных стыков арматуры. Опалубка устанавливается с трех сторон, снизу и с боков.

До заливки раствором бетон стыкаемых элементов должен быть очищен от могущей пристать грязи и тщательно промыт. Поверхность сечения элементов в месте стыка при бетонировании должна быть оставлена шероховатой.

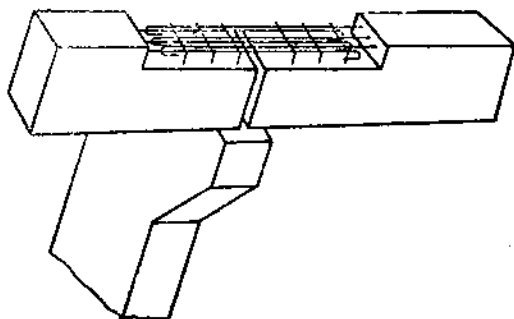


Рис. 131. Деталь узла сборных элементов.

Вместо выпуска оголенной арматуры может быть применено соединение «вилками».<sup>1</sup> Вилка представляет собою согнутый в виде сильно вытянутой буквы П железный прут, на концах которого имеются крючки Консидера.

В железобетонных элементах, соединяемых при помощи этих вилок (рис. 132б), в верхней и нижней части элемента имеются специальные пазы. Верхний и нижний пазы сообщаются друг с другом. В эти пазы закладываются вилки. После установки элементов на место и укладки вилок снизу и с боков устанавливается опалубка. Заливка цементным раствором производится сверху. Раствор подается по концам

<sup>1</sup> «Сборный железобетон». Статьи под редакцией проф. Я. Столярова, Гос. Н.-Т. изд. Украины, 1934 г.

вилок. Разливаясь по нижнему пазу и заполняя его, раствор вытесняет воздух к середине узла и, наконец, показывается в центральной части его. После этого раствор подают и в центральную часть, пока им не будут залиты все пазы.<sup>1</sup>

Вторым методом соединения элементов является «метод металлических конструкций».<sup>1</sup> По системе ниж. Хойера торцы соединяемых элементов закрываются листовым железом с

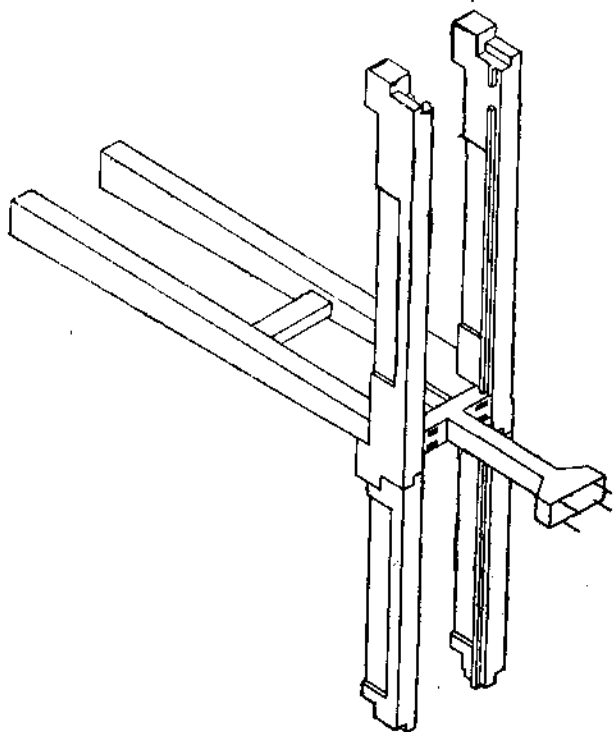


Рис. 132а. Деталь узла сборных элементов.

просверливаемыми дырами для пропуска концов арматуры. Эти концы арматуры имеют винтовую нарезку. При помощи гаек, к концам арматуры привинчиваются отрезки профильного железа, длиной равные высоте сечения соединяемых частей.<sup>1</sup> и <sup>2</sup> После подъема и установки элемента на место производится сбалчивание соединения.

<sup>1</sup> «Сборный железобетон». Статьи под ред. проф. Я. Столярова.

<sup>2</sup> Проф. А. Клейнгогель. Бетонные и железобетонные конструкции из готовых частей.

Широкое двутавровое железо, примененное в стыках Хойера, в СССР не прокатывается. У нас имеется ряд стыков, разработанных по идее стыка Хойера, но с применением железа нашего сортамента. Пример такого стыка инж. Ратца (Шахтострой) приведен на рис. 132в.<sup>1</sup> В этом стыке, кроме того, для соединения металла стыка с арматурой железобетонного элемента применена сварка.

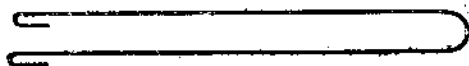


Рис. 132б. Вилка.

Стыковые соединения могут быть покрыты бетоном или цементной штукатуркой по сетке.

Соединения по системе Хойера и др. имеют перед соединениями по методу железобетона то преимущество, что сборная конструкция, в которой применены эти металлические соединения, могут быть сразу же после монтажа и сборки нагружены. При соединениях, в которых стык забетонирован,

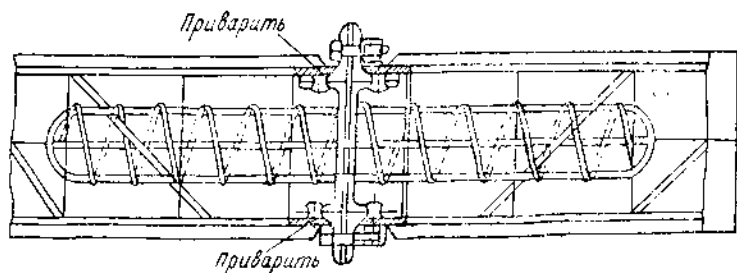


Рис. 132в. Стык.

необходимо выжидать известный промежуток времени (в зависимости от марки примененного цемента) пока бетон стыка приобретет достаточную прочность.

Железобетонные плиты разного сечения также соединяют заливкой зазоров между плитами бетоном. В некоторых случаях, когда от плит не требуется монолитности, их соединяют в четверть или шпунт. Четверти или шпунты должны быть предусмотрены при изготовлении опалубки и бетонировании отдельных плит.

<sup>1</sup> «Сборный железобетон». Статьи под ред. проф. Я. Столярова.

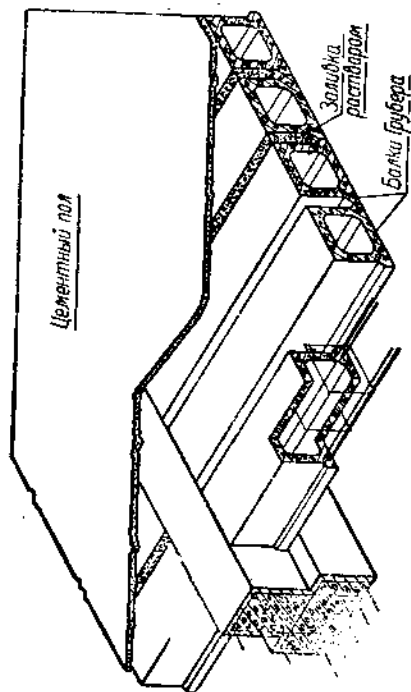
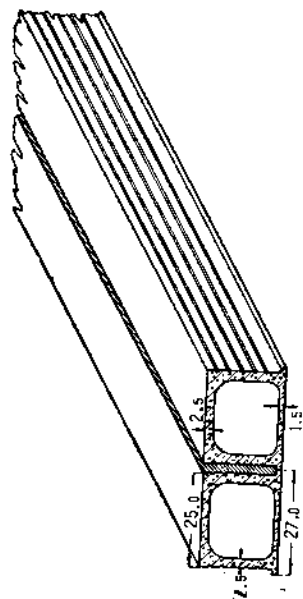
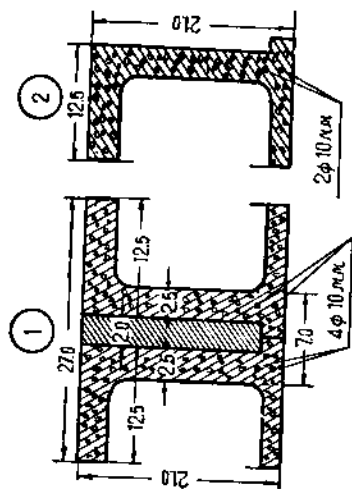


Рис. 133. Балки Глубина.

## § 120. Сборные перекрытия.

К сборному железобетону следует отнести и целый ряд различных систем перекрытий из готовых элементов, изготавливаемых заводским путем. Перекрытия этого типа применяются в зданиях с небольшими нагрузками. Элементы, из которых собираются эти перекрытия, представляют собой балки различной длины, пустотелые, коробчатые, двутавровые и рельсового типа. Приведем несколько примеров таких балок.

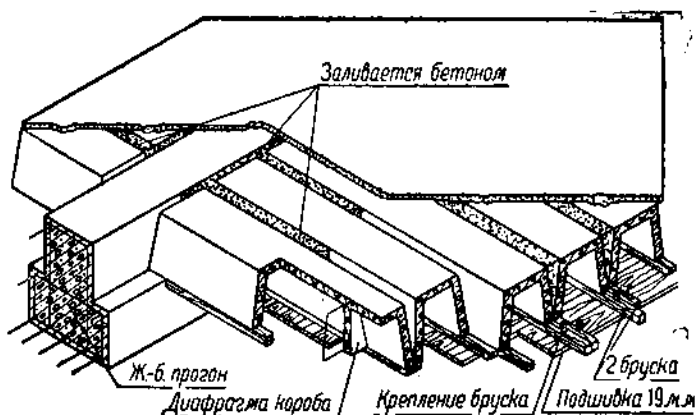


Рис. 134. Коробчатый настил ГИС.

Пустотелые балки системы Грубера (рис. 133) имеют прямоугольное сечение. Толщина стенок верхней и боковых — 2,5 см, а нижней — 1,5 см. Размеры по верху — 25 см, по низу — 27 см. Арматура закладывается в нижние части вертикальных стенок. Изготавливаются эти балки в горизонтальном положении. Бетон применяют пластичный. Опалубка должна быть разборной, сделана тщательно и прочно, для возможности многократного использования ее в случае приготовления балок на стройдворе. Для получения пустоты применяют сердечник, имеющий форму балки. Сердечник этот предварительно смазывают мазутом, чтобы его легче было вытащить. Вынимают сердечник через 36 часов. Боковые щиты снимают через пять дней, а готовые балки укладывают в штабеля через 10 дней. Во время твердения балки должны поливаться водой. При монтаже перекрытия пространство между балками в 2 см, получаемое вследствие большей шири-



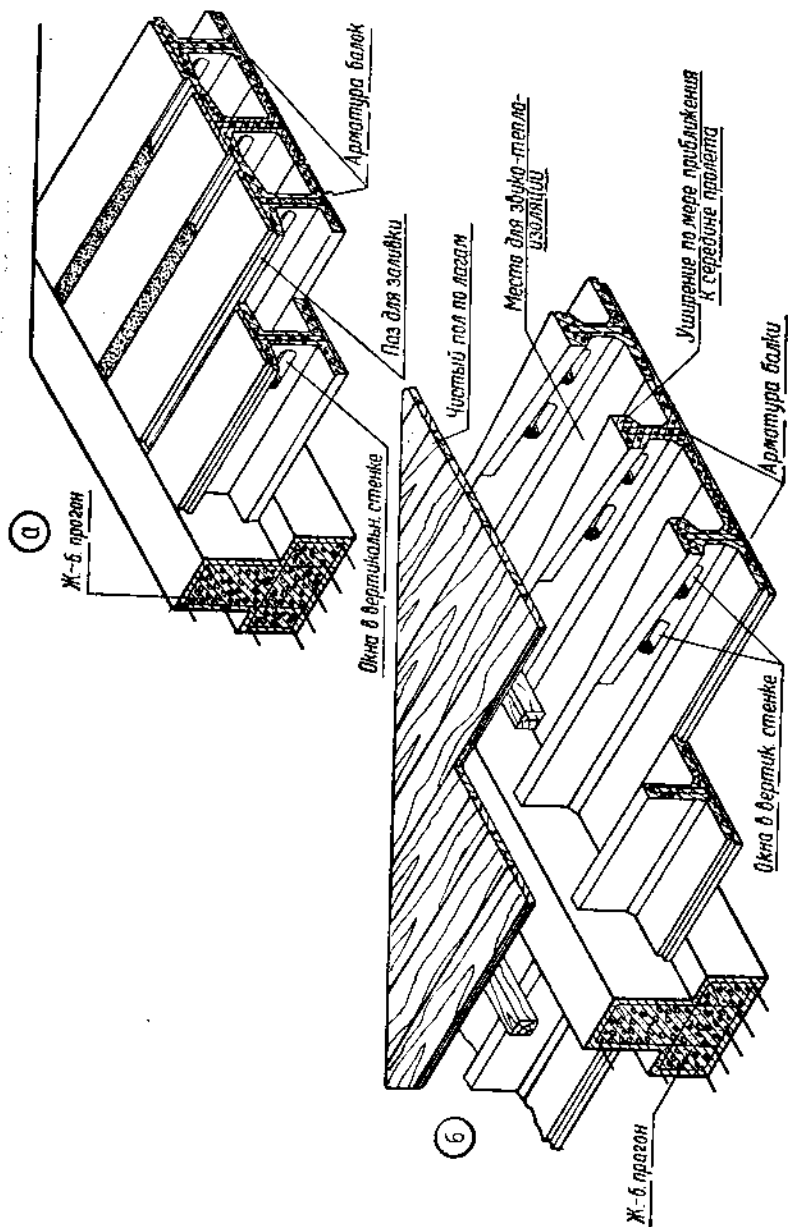


Рис. 135. Балки: а — шпунтованные; б — рельсовые.

ны нижней полки (27 см против 25 см верхней) заливается цементным раствором.

Образцом перекрытия из балок коробчатой формы служит конструкция ГИС (инж. А. Гвоздева, А. Васильева и В. Мурашева). Устройство его ясно из рис. 134.

Длина употребляемых коробов 2,5—8 м, толщина стенок 2—5 см.

Примеры балок двутаврового и рельсового типа приведены на рис. 135, а и б. Кроме указанных, имеется значительное количество самых разнообразных типов сборных перекрытий. Останавливаться на них мы не будем.

Изготовление балок для таких перекрытий должно быть организовано заводским путем. Применение металлической опалубки или, во всяком случае, опалубки, обитой изнутри железом, может значительно облегчить работу и удешевить стоимость ее.

Транспорт готовых элементов на стройке может быть произведен помощью специальных тележек с домкратом (рис. 127).

При перевозке балок с завода на большое расстояние на автомашинах следует укладывать их так, чтобы они не свешивались. Для этого надо брать машину с прицепкой. Укладывать балки на место удобнее всего при помощи деревянных кранов-дерриков или передвижными кранами.

В настоящее время имеется целый ряд крупных промышленных строительных, выполненных с применением сборного железобетона (на заводе «Фрезер» в Москве, Днепрокомбинате, Свирьстрое, Челябинскстрое, заводе «Экономайзер» и т. д.).

### Контрольные вопросы.

1. Что такое сборный железобетон?
2. В чем достоинства и недостатки сборного железобетона?
3. Как изготавливаются отдельные элементы сборного железобетона?
4. Какую опалубку рациональнее всего применять при сборном железобетоне?
5. Каким путем перевозятся на стройку заготовленные изделия?
6. Каков порядок монтажа сборного железобетона?
7. Помощью каких механизмов производится монтаж сборного железобетона?
8. Как закрепляется колонна в башке ее?
9. Как соединяются друг с другом отдельные плиты?
10. Как заливается стык?

## ПРОИЗВОДСТВО БЕТОННЫХ РАБОТ В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ.

Целевая установка: Указать на необходимость ведения бетонных работ круглый год. Ознакомить с методами производства зимних работ.

*Содержание:* Бетонирование в зимнее время. Подогрев материалов, утепленная опалубка, легкие переносные тепляки. Производство работ. Пропаривание бетона. Электропрогрев бетона. Контрольные вопросы.

### § 121. Бетонирование в зимнее время.

До того как наше советское строительство приняло такие огромные размеры, бетонные и железобетонные работы разрешалось производить только при температуре не ниже  $0^{\circ}$  по Цельсию. Затем было дано некоторое облегчение: разрешено было вести работу при холоде, но не ниже температуры  $-5^{\circ}$  по Цельсию. Когда же требовалось, по тем или иным причинам, производить эти работы и после наступления заморозков, строили основательные, дорого стоящие тепляки над зданием, отапливали их, расходовали много лишних средств, материалов, и т. п. Темпы строительства первой пятилетки потребовали отказа от сезонности строительных работ и эта задача, как и целый ряд других, поставленных перед нашим строительством, была решена.

По каким же путям пошло развитие бетонных и железобетонных работ в отношении изжития сезонности? Одним из таких путей было внедрение сборного железобетона. Применяя его, разрешали одновременно и другой чрезвычайно важный вопрос — перевода строительства на заводские методы, т. е. индустриализации строительства. О сборном железобетоне мы уже говорили. В этой главе мы займемся рассмотрением другого решения этого вопроса: ведения бетонных и железобетонных работ непосредственно на площадке в зимнее время и ознакомимся с рядом освоенных новых способов ускоренного твердения, как например пропаривание и электропрогрев бетона.

Прежде чем перейти к дальнейшему, установим, что называется зимними условиями.

По Техническим условиям, «зимние условия вступают в силу при достижении минимальной (наименьшей) температуры воздуха  $-2, -3^{\circ}$  С. когда среднесуточная температура устанавливается в пределах от  $0^{\circ}$  до  $+4^{\circ}$  С. С этого момента уже приходится подогревать воду и укрывать бетон после укладки теплоодеждами».

При укладке бетона зимой, без достаточного отопления его и предохранения от влияния холода, бетон замерзает и процесс твердения в нем прекращается. Если дать затем возможность бетону при наступлении тепла оттаять, процесс твердения в нем возобновится.

Бетон может замерзнуть сразу после укладки до схватывания, через некоторый короткий промежуток времени после схватывания и, наконец, после более длительного промежутка времени, в течение которого он приобрел уже некоторую прочность. Наблюдения показали, что чем больше возраст бетона до замораживания, тем при прочих равных условиях меньше влияние мороза.

Производство работ в зимнее время породило, как и следовало ожидать, ряд различных взглядов. Наиболее спорным являлся вопрос о возможности допускать замораживание бетона до схватывания его и о сроках выдерживания его в тепле до замораживания. По этому вопросу обязательно для нас следующее требование Технических условий и норм проектирования и возведения железобетонных и бетонных сооружений 1934 г.:

«Производство бетонных работ, допускающее замораживание бетона до начала схватывания, не разрешается».

Таким образом бетону до начала замораживания его должна быть обеспечена возможность нормального схватывания и достижение такой прочности, при которой замораживание для бетона становится уже неопасным.

Чем раньше замерз бетон, тем большую часть прочности он теряет, даже при дальнейшем твердении в нормальных условиях.

Бетон, изготовленный при нормальной температуре (около  $+15^{\circ}\text{C}$ ) и замерзший через 72 часа, теряет лишь 10—15% своей прочности в сравнении с условиями нормального твердения. При замерзании же через 24 часа он теряет 40—50% прочности.

Если бетону и была обеспечена возможность схватиться и затвердеть в нормальных условиях, все же до распалубки необходимо проверить, не замерз ли он. Для этого, как рекомендуют Технические условия, надо в опалубке вырезать небольшие ( $10 \times 10$  см) отверстия, через которые бетон надо прогреть паром или горячей водой. Если бетон замерз, а не затвердел, то после прогревания бетон станет мягким или будет крошиться. В этом случае бетон надо отогреть в опалубке и выдержать его в тепловлажной среде.

Бетонные работы в зимних условиях могут производиться

различными способами. Существуют следующие способы: бетонирование в утепленной опалубке, легкие переносные тепляки, пропаривание бетона, электропрогрев. При бетонировании в утепленной опалубке бетон после укладки обычно не подогревается. При работе остальными способами к бетону, после укладки его в конструкцию, подводится тепло извне.

## § 122. Подогревание материалов.

Независимо от способа, который применяется при производстве зимних бетонных работ, бетон, после укладки его в конструкцию, т. е. по окончании штыкования, должен иметь температуру во всяком случае не ниже  $0^{\circ}$ .

Так как составляющие материалы — цемент, песок и гравий имеют температуру наружного воздуха, т. е. ниже  $0^{\circ}$ , то их необходимо подогреть.

В зависимости от способа производства работ и от температуры наружного воздуха устанавливается и температура нагрева материалов. При бетонировании в утепленной опалубке, когда бетон после укладки предоставлен самому себе, температура бетона после укладки должна быть возможно выше. Для этого материалы для бетона должны быть соответственно подогреты.

Вода подогревается до температуры  $+30^{\circ}$  С. Песок — не выше  $+60^{\circ}$  С, а гравий и щебень не выше  $+40^{\circ}$  С. Цемент не подогревается. При более высокой температуре воздуха (т. е. при потеплении), например от 0 до  $+5^{\circ}$  С, уменьшается, конечно, и потребная температура нагрева материалов.

Подогрев воды производится в водомерном баке паром, впускаемым непосредственно в воду, или в змеевик, установленный в баке. При отсутствии на стройке пара вода может подогреваться в кузовах опрокидных вагонеток костром, разложенным под вагонетками. Подогревание щебня или гравия может производиться паром, проходящим по ряду труб, проложенных в самой толще заполнителей.

Хорошие результаты даст подогрев заполнителей на железной плите, представляющей собой несколько листов полукотельного или котельного железа, под которыми устроена топка, дымоходы и т. д. Рабочие стоят вокруг этой плиты и перемешивают насыпанные заполнители во время их нагревания. Таким путем легко разбить и разогреть комья песка или гравия.

В такой плите можно использовать для прогревания материалов и тепло, уходящее в дымоход. Печь-плита для подогрева заполнителей представлена на рис. 136.

Печь другой конструкции для прогрева заполнителей (тип Цинкострой) показана на рис. 137.

Подогревание материалов производится в закрытом помещении — сарае. При наличии на постройке пара, для прогре-

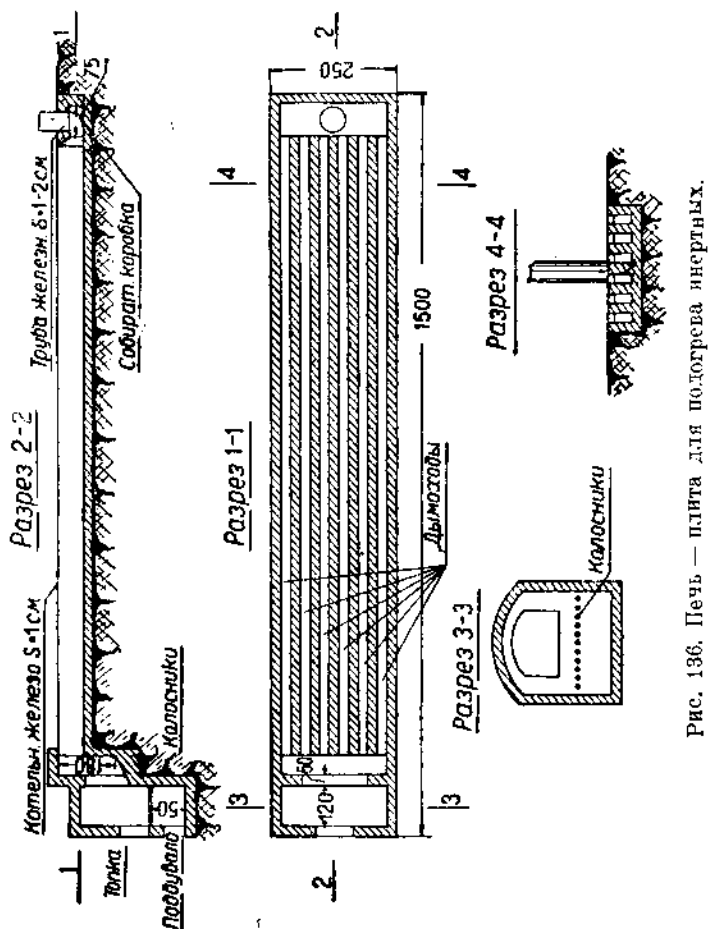


Рис. 136. Печь — плита для подогрева инертных.

ва заполнителей в штабелях применяется так называемая паровая игла. Действие ее ясно из рис. 138.

Подогретый материал должен быть доставлен к месту приготовления бетона без перегрузки в пути. При перевозке в тачках, вагонетках или конках, последние должны быть закрыты деревянными крышками или соломенными матами. Для того чтобы материалы не попадали в

обледеленую тару, последние до загрузки материалов должны быть прогреты паром или обиты горячей водой. Таким же путем надлежит прогреть и промыть бетономешалку.

Шахтные подъемники должны быть обиты со всех сторон. Тачки или вагонетки, в которых перевозятся за-

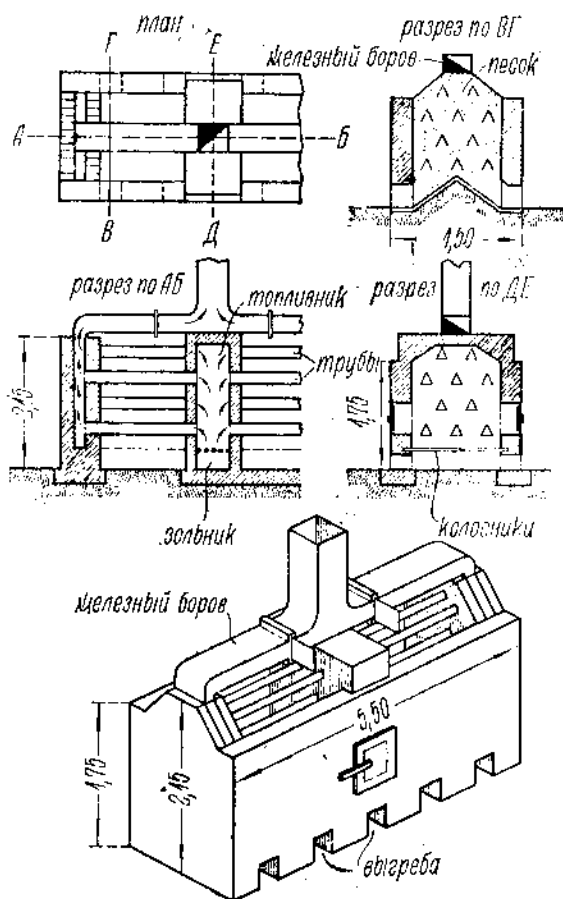


Рис. 137. Печь типа Цинкострой.

полнители, должны быть закрыты крышками, досчатыми или соломенными матами. Те же меры против охлаждения, которые принимаются для транспорта за-полнителей, надлежит применять и для перевозки изготов-ленного бетона.

Укладывать бетон надлежит быстро, без перерывов. Опалубку и арматуру до укладки бетона надо тщательно очистить от снега и льда и перед самым бетонированием прогреть паром или полить горячей водой.

При приготовлении бетона в зимнее время повышается до  $1\frac{1}{2}$  минут время перемешивания в бетономешалке каждого замеса. Для бетонов тощих время перемешивания повышается до 3 минут. Перед началом работ тара и барабан бетономешалки должны быть прогреты паром или горячей водой, причем цемент загружается в ковш машины между порциями песка и гравия.

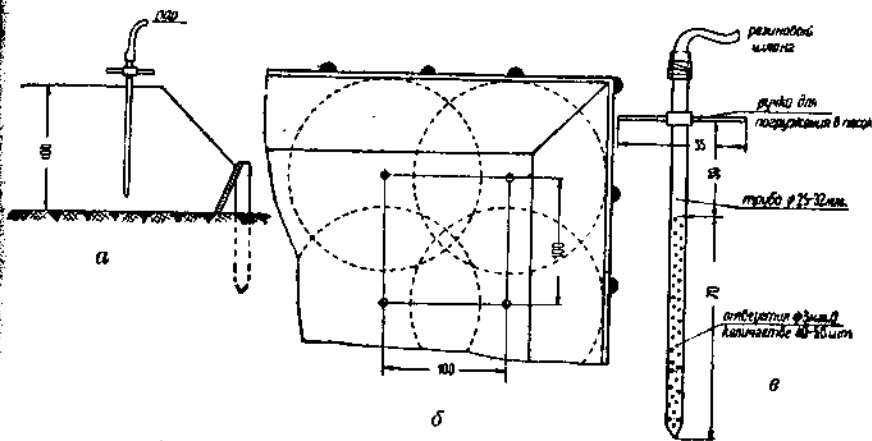


Рис. 138. Паровая игла.

а — разрез штабеля с иглой; б — план расположения игл; в — иглы.

После укладки свежего бетон необходимо аккуратно прикрыть соломенными или другими утепляющим матами, или досками, чтобы предотвратить охлаждение бетона и возможность замораживания его до схватывания. Забетонированную конструкцию надо прогревать снизу или с боков.

Материалы, употребляемые для зимних работ, должны быть высокого качества и тщательно проверены до начала работ. Цемент желательно брать повышенного качества, марки 00 и даже 000.

Количество воды должно быть минимальным. Материалы, подготовленные к зимним работам, должны быть уложены таким образом, чтобы они как можно меньше промерзли. Песок и гравий надо укладывать штабелями, большими, чем в летнее время (высотой около 3 м). В этом случае промерзает только верхний слой, толщиной в 1,25 м, и внутри мы будем



иметь непромерзший песок. Штабеля заполнителей полезны прикрывать брезентами или матами.

Укладывать заполнители надо на досчатый настил.

Иногда устраиваются подогревательные установки с прогревом материалов во время движения их к бетономешалке. Пример такой установки, примененной при постройке моста в Канаде, дан на рис. 139. Движение материалов и ход подогрева их ясны из обозначения на этом же рисунке.

Роль бетонщика и внимательное и добросовестное отношение его к делу особенно важны при ведении бетонных работ в зимнее время. Необходимо тщательно следить, чтобы материал был хорошо пропегрет до указанной техническим надзо-

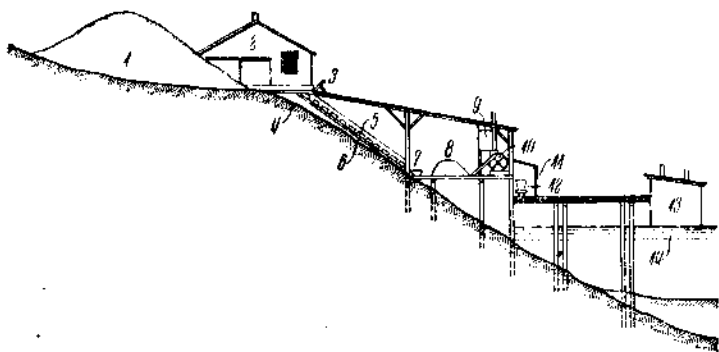


Рис. 139. Установка для подогрева инертных.

1—штабель песка и гравия; 2—цементный сарай; 3—привод к задвижке; 4—насыпь; 5—13 лотков; 6—паропровод на две лотков; 7—тачки; 8—цемент; 9—бак с горячей водой; 10—8 бетоньерки; 11—брезентовые ставни; 12—нагрузка в вагонетки; 13—лебедка и котельная; 14—лед толщиной 0,75—1,00 м.

ром температуры. В заполнителях не должно быть замерзших комьев песка, гравия, не должно быть снега и льда. Перевозка материалов и готового бетона должна происходить быстро и организованно. Всякая задержка в пути охлаждает материалы, влияет на качество бетона.

При бетонировании надо укладывать и разравнивать бетон быстро. Поэтому необходимо достаточное количество рабочих, чтобы бетон не залеживался на перекрытии, быстро закрывался и т. д.

Если продуманная и правильная организация работ имеет колоссальное значение при всяком ведении бетонных работ, то при работах зимних она приобретает первенствующее значение и сильно влияет на качество выполняемых работ.

## § 123. Производство работ.

При бетонировании в зимнее время должен быть принят целый ряд предосторожностей.

Фундаменты надлежит бетонировать на незамерзшем грунте. По мере хода бетонирования фундаменты надо засыпать тающей землей во избежание промерзания основания. Если мы делаем перерыв в бетонировании и присоединяем к остывшему бетону свежеподогретый бетон, надо поверхность стыка предварительно прогреть острым паром. После того как бетон прогреется, песок надо удалить, поверхность бетона очистить и обмыть теплой водой. После этого можно приступить к укладке нового бетона.

В зимнее время перерывы в бетонировании надо делать возможно короче. Рабочий шов надлежит дополнительно утеплять.

## § 124. Работы с подогревом материалов и с устройством утепленной опалубки.

Для предохранения уложенного бетона от быстрого остывания и для поддержания в нем температуры выше  $0^{\circ}$  в течение требуемого времени, опалубка устраивается утепленной. Утепленная опалубка устраивается помощью второй обшивки деревом или матами по основной опалубке. Иногда между второй обшивкой и палубой оставляют воздушный прослой, который возможно засыпать опилками, гарью или другим теплоизолирующим материалом. Обогревание уложенного бетона производится таким же путем. Сверху бетон закрывают или матами или устраивают на подкладках досчатый настил, накрытый матами, и в воздушный прослой между бетоном и этим настилом пропускают нагретый воздух из-под низа перекрытия.

Производство зимнего бетонирования по этому методу может быть признано целесообразным только для конструкций достаточно массивных; в остальных случаях применение утепленной опалубки при низкой температуре наружного воздуха не дает возможности распалубить конструкцию зимой, так как прочность, накопленная бетоном к моменту остывания его до  $0^{\circ}$ , не превышает 30% от проектной его прочности, в то время как для возможности распалубить конструкцию требуется 70% от проектной прочности бетона.

## § 125. Легкие переносные тепляки.

Чрезвычайно распространенным в Америке способом ведения зимних работ является устройство легких переносных

тепляков. В главе об опалубке, при рассмотрении ползучей опалубки, мы уже говорили о таких тепляках.

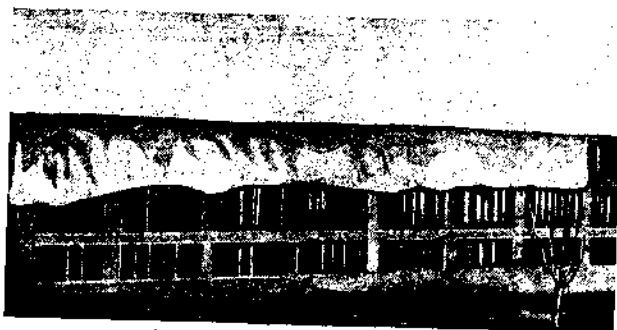


Рис. 140. Переносный брезентовый тепляк.

Брезентами или парусиной с подбитыми к ней шевелиновыми или другими матами закрывают часть здания, подлежащего бетонированию (рис. 140 и 141).



Рис. 141. Переносный тепляк на  
постройке элеватора.

При подвижной опалубке такой переносный тепляк перемещается вместе с опалубкой по мере ее подъема и устройство его чрезвычайно удобно и рентабельно.

Пространство между стенками тепляка и опалубкой прогревается трубопроводом, по которому пущен пар. Там же устанавливаются сосуды с водой. Вода от нагревания паром испаряется, и воздушное пространство между стенками тепляка и бетоном будет насыщено водяными парами.

#### § 126. Пропаривание бетона.

Более совершенным способом ведения бетонных работ в зимнее время является пропаривание бетона.

Пропаривание бетона ускоряет твердение его, т. е. по-

звояет получить большую прочность его в короткие сроки, что особенно важно в зимнее время, так как это дает возможность произвести распалубку конструкции в ранний срок.

Пропаривание бетона может быть применено, как одно из средств ускорения твердения бетона и в летнее время. Оно позволяет усилить темпы строительства, дает возможность быстрой распалубки и т. д.

Для осуществления пропаривания, в среду, в которой происходит твердение бетона, пускается пар при сравнительно высокой температуре ( $+30, +80^{\circ}\text{C}$ ). В случае сборных конструкций свежесобетонированные конструкции или изделия для пропаривания помещают в специально устроенную камеру и подвергают в ней в течение некоторого времени (24—60 часов) действию влажного пара. Иногда применяют пар повышенного давления.

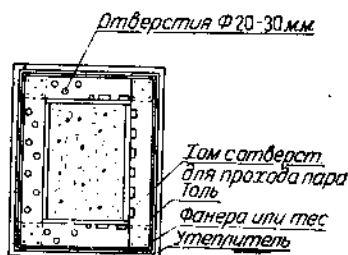
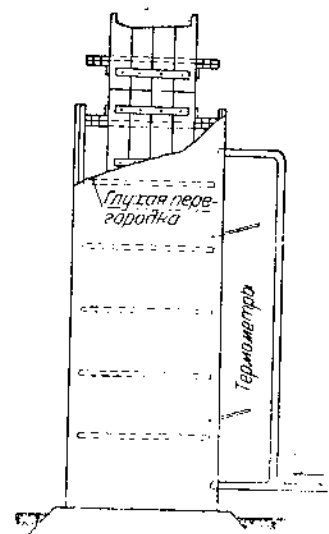


Рис. 142. Схема паровой рубашки для колонны.

Для пропаривания монолитных конструкций устраивается так называемая паровая рубашка. Последняя представляет собой деревянный кожух, устроенный вокруг основной опалубки. Зазор между паровой рубашкой и опалубкой — 8—10 см. В это пространство пропускается пар.

Схемы паровых рубашек даны на рис. 142 и 143 а и б.

## § 127. Электропрогрев бетона.

Наиболее современным и интересным способом прогрева бетона в зимнее время является электропрогрев. Особая ценность электропрогрева заключается не только в том,

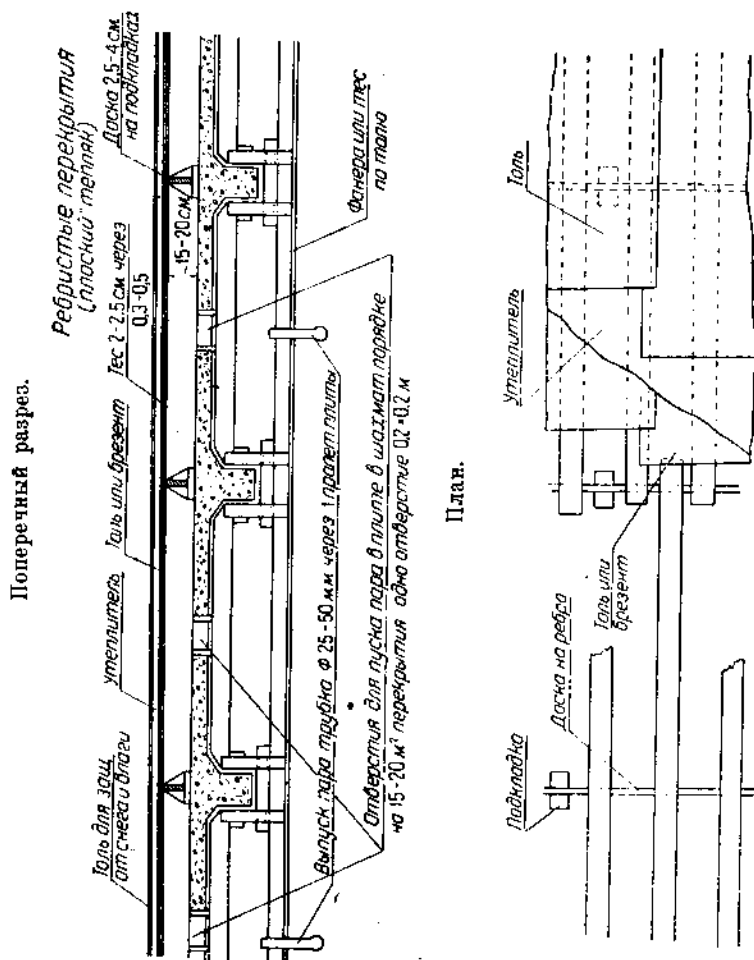


Рис. 148а. Схема паровой рубашки для ребристой плиты.

что он дает наиболее рациональный в настоящее время способ ведения зимних работ, но, будучи применен в летних, обычных условиях, он в более короткий срок доводит бетон до требуемой прочности и позволяет распалубить конструкцию гораздо скорее (примерно через 3—4 суток).

Сущность электропрогрева заключается в следующем. Свежеприготовленный, влажный бетон является проводником электрического тока. Во время прохождения тока через бетон выделяется тепло, за счет которого бетон нагревается. В отличие от пропаривания, при котором бетон получает тепло от среды наружной, при электропрогреве тепло возникает непосредственно внутри бетонной массы. Пропуская ток через бетон, мы можем, регулируя напряжение тока и изменяя расстояние между электродами, регулировать нагревание бетона.

Разрез вдоль балок

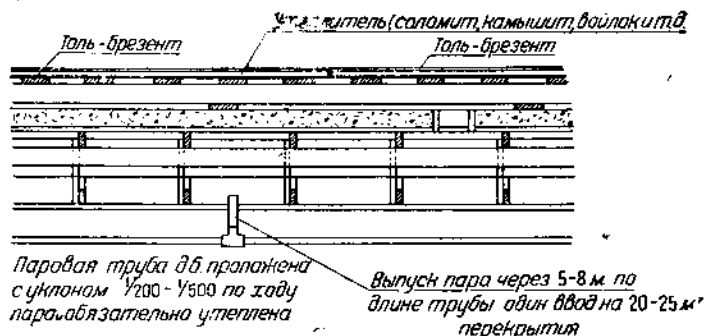


Рис 1436.

Для электропрогрева бетона применяют исключительно переменный (одно- и трехфазный) ток.

Ток берется либо прямо из сети либо через специальные трансформаторы. Потребное напряжение от 60 до 220 вольт. Для тонкостенных конструкций при пластинчатых электродах начальное напряжение надо снижать до 30—40 вольт.

Пропускание тока через бетон осуществляется при помощи электродов. Для колонн, балок и т. д. применяют так называемые стержневые электроды, изготовляемые из обрезков арматурного железа, диаметром 8—12 мм. Для прогрева плит применяют пластинчатые электроды из кровельного или подлочного железа.

Стержневые электроды закладываются в бетон в направлении меньшего размера поперечного сечения и конструкции и одним концом выпускаются через опалубку. К этим концам присоединяются провода.

Пластинчатые (листовые) электроды укладывают на поверхность бетона плиты, свода и т. д. и прикрывают щитом из

досок или парусиной. Кроме электродов пластинчатых и стержневых, применяются сетки из оцинкованной проволоки, закладываемые в одеяло из парусины. Этот метод применялся на строительстве Военной академии в Москве. Следует отметить и применение длинных металлических стержней — «струн», вставляемых в бетон вдоль конструкций. Метод этот, называемый методом струны, применялся на Уралвагонстрое, Днепрострое и т. д. Так как электропрогрев — дело сравнительно новое и по нему производятся еще опыты и наблюдения, решить, какой из указанных выше приемов лучше, сейчас окончательно еще нельзя.

Электропрогрев бетона начинается через  $1\frac{1}{2}$ —2 часа после укладки его. Температура повышается ежечасно в начале прогрева на  $5$ — $6^{\circ}\text{C}$ , а затем до  $+10^{\circ}\text{C}$ . Повышение температуры должно быть постепенным и допускается сначала до  $+50^{\circ}\text{C}$ . Эта температура поддерживается в течение 24 часов. Затем повышают температуру до  $+70^{\circ}\text{C}$ .

После 36 часов обогрева с подъемом температуры до  $+70^{\circ}\text{C}$ , последний прекращают. Если же температуру доводят до  $+50^{\circ}\text{C}$ , то время прогрева увеличивают до 45—48 часов. Электропрогрев производят отдельными участками по  $2\frac{1}{2}$ —3 м<sup>3</sup> бетона (в течение 36—48 часов). Электропрогрев в 60—72 часа, включая в это время и остывание, дает 60—80% нормальной 28-дневной прочности бетона. Через арматуру ток пропускать нельзя.

Во время работы по электропрогреву бетон подлежит увлажнению. Электропрогрев бетона с успехом применялся на ряде строек в Нижне-Тагилстрое, Метрострое, Уралвагонстрое, Днепрострое и других.

Вопросу применения электропрогрева на стройках должно быть уделено самое серьезное внимание, так как опыты его применения дали положительные результаты.

Расход электроэнергии при применении этого метода колеблется в пределах от 80 до 275 квт на 1 м<sup>3</sup> железобетона (проф. А. А. Гармаш).<sup>1</sup>

### Контрольные вопросы.

1. В чем заключается основное положение ведения бетонных работ в зимних условиях?
2. Какие условия считаются зимними?

<sup>1</sup> Материалом для настоящей части послужили, кроме Технических условий, «Бюллетень Всесоюзной конференции по бетону и железобетону 1934 г.» и «Строительная промышленность», 1934 г.

3. Какие способы производства зимних бетонных работ мы знаем?
4. Когда и какой из этих способов наиболее удобен?
5. До какой температуры можно нагревать воду?
6. До какой температуры можно нагревать песок и гравий?
7. Какой цемент желательнее всего употреблять зимой?
8. Как сделать утепленную опалубку?
9. Когда особо выгодно применять переносные тепляки?
10. В чем сущность пропаривания бетона?
11. Можно ли пропаривать бетон и летом?
12. Какую температуру влажной среды надо поддерживать при пропаривании бетона?
13. Что такое электропрогрев?

## Глава тринадцатая.

# ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ НА БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗО-БЕТОННЫХ РАБОТАХ.

**Целевая установка:** Ознакомить с основными мероприятиями техники безопасности бетонных работ, особенно в связи с развитием механизации строительства.

**Содержание:** Основные требования безопасности. Склады цемента. Перемещение грузов и подъемы их. Камнедробилки, бетономешалки, цемент-пушки и т. п. Общие замечания.

## § 128. Основные требования безопасности.

Непрерывно растущие как вширь, так и ввысь, размеры возводимых сооружений, все увеличивающиеся пролеты железобетонных конструкций, внедрение на стройках все большего числа машин самых разнообразных конструкций и размеров, переход на работу почти без лесов в сборном железобетоне, упрощение систем самих лесов, наконец, сильный темп строительных работ, — все эти факторы требуют исключительного внимания к охране жизни и здоровья трудящихся на стройке, вызывая применение особых мер по технике безопасности.

В настоящее время без продуманной организации работ, без ясного плана напихи стройки немислимы. Одним из необходимых и обязательных условий ведения работ является наличие предварительно проработанного проекта как организации работ всего строительства, так и производства самих работ.

На всесоюзной конференции 1934 г. это положение выдвигалось как одно из необходимых условий борьбы с несчастными случаями. И в самом деле, если все заранее продумано, каждая машина стоит на своем, заранее предусмотрен-



ном месте. каждая бригада, каждое звено знает, что, когда и как ему делать, когда все движется по заранее намеченному пути, разве не ясно, что при таком положении работа пойдет лучше и увечий будет значительно меньше.

Однако, кроме этого основного условия, стройка должна принять и целый ряд мер, ограждающих рабочего от увечий на стройке. Обратимся к рассмотрению этих мероприятий.

Следует однако оговориться. Работа бетонщика связана с многими строительными работами. Его безопасность зависит от мер по технике безопасности, принимаемых на других работах, с ним связанных, как то: земляных, плотничных и т. д. Разбирать все эти работы в рамках этой главы мы не можем. Поэтому мы вынуждены остановиться только на работах бетонных и железобетонных.

### **§ 129. Склады цемента.**

Бочки с цементом надлежит складывать в лежачем положении не более как в три ряда, а в стоячем положении не более как в два ряда.

Во избежание раскатывания бочек необходимо устраивать упоры, забивать кольца, прокладывать доски и т. д. Окладывать бочки в лежачем положении в четыре ряда, а в стоячем в три ряда можно только в тех случаях, когда они сложены в сарае от одной стены до другой. При переноске материалов одному человеку воспрещается переносить более 82 кг. Это необходимо учесть при переноске цемента. Бочка цемента весит 160 кг.

### **§ 130. Перемещение грузов и подъем их.**

Работу на механизмах надлежит поручать опытному, хорошо знающему свое дело механику, знающему все правила ухода за механизмами, правила техники безопасности по уходу за машинами и т. д.

Строительные рабочие должны помнить следующие правила:

1. Подвешивание груза к крану должно производиться под наблюдением такелажника.
2. Канат должен быть надет на крюк, как указано на рис. 144. Кроме этого может быть применен безопасный крюк с замком (рис. 145).
3. Категорически воспрещается стоять под поднимаемым или опускаемым грузом, падашкой и т. д.
4. При подъеме краном подвешиваемых тачек (что делается довольно часто) надо внимательно следить за тщательным

закреплением тачки. Тачка закрепляется в трех местах: два конца троса или каната захватывают ручки тачки, третий конец с крюком зацепляет колесо тачки.

На стройках часто бывают случаи тяжелых увечий вследствие срыва поднимаемых грузов, обрывов тросов, канатов и т. п. Поэтому надо до начала работы проверить канат или трос и осмотреть, нет ли на нем повреждений.

5. Бадьи для бетона с открывающимся дном должны быть устроены таким образом, чтобы была исключена возможность для днища открываться во время подъема или опускания бадьи; ручки бадей надлежит устраивать таким образом, чтобы руки рабочего не могли быть зажаты между стенками бадьи и днищем.

6. При подъеме грузов крюк крана должен ставиться в отвес над грузом.

7. Самым тщательным образом должен быть проверен кран «Деррика». На стройках часто срывались стрелы этих кранов.

8. При работе на шахтных подъемниках шахты должны быть залиты досками со всех сторон или защищены металлической сеткой.

9. При установках вышек подъемников надо особенно наблюдать за тем, чтобы они были строго вертикальны; стойки должны быть врыты в землю на глубину 1,5—2 м для предохранения от выпучивания грунта.

Оттяжки должны быть прочно закреплены; надлежит наблюдать за тем, чтобы они были всегда в натянутом состоянии.

Те же требования следует предъявлять и к башням для литого бетона.

10. Правила пользования должны быть вывешены у каждого подъемника.

11. У машины должно быть вывешено запрещение чистить ее на ходу и т. п.

Все необходимые устройства, до пользования ими, должны быть освидетельствованы и испытаны охраной труда.

При перевозке заполнителей или бетона в тачках надо предварительно проверить прочность самой тачки. Наиболее ломкое место тачек — колесо и ручки. Поломка этих частей во время перемещения груза и опрокидывание тачки при



Рис. 144.  
Надевание  
крюка на  
канат.



Рис. 145.  
Безопасный  
крюк с зам-  
ком.

этом могут легко вызвать ранение рабочего, а при перевозке груза на высоте и падении груза вниз — еще более тяжелые увечья.

Катальные доски или щиты должны быть уложены на поверхность земли без ям и бугров. Переходы с доски на доску не должны иметь уступов. Проезды и катальные доски должны содержаться в чистоте, очищаться от грязи и льда зимой и посыпаться песком. Приведенные нами выше примеры перевозки бетона по широким проездам обеспечивают и более безопасную перевозку грузов.

При перевозке на вагонетках уклон рельсовых путей не должен превышать 0 02. Более крупные уклоны допустимы только с особого разрешения.

Между движущимися вагонетками, во избежание возможности наезда одной вагонетки на другую и ранений ведущих вагонетку рабочих, должен быть разрыв не менее 20 м.

Езда рабочих на вагонетках как груженных, так и порожних, должна быть воспрещена.

Воспрещается торможение вагонеток подкатыванием под колеса бревен, досок и т. д. При этом бывали случаи не только тяжелых ранений, но и смертельные. Тормозить надо тормозами или, при отсутствии последних, подкатыванием особых башмаков.

При прохождении через стрелки и поворотные крути скорость не должна превышать 7 км в час.

Работа на транспортерах тоже требует большой осторожности. При работе в выемках надо обращать внимание на укрепление стенок выемки, так как транспортер, стоящий вблизи, может вызвать обрушение их. Мотор транспортера, рубильник и предохранительные коробки должны быть закрыты ящиком.

Электропроводка должна быть заключена в металлические трубки. Воспрещается одевать ремень на ходу, производить чистку во время работы машины и т. д.

Работа на экскаваторе требует большой осторожности и внимания. Рабочие, работающие внизу, не должны ни в коем случае находиться под ковшом экскаватора. Путь ковша при спуске, подъеме и движении должен быть свободен; перед пуском экскаватора машинист обязан давать предупредительный сигнал свистком.

Работу на экскаваторе можно поручать только очень опытным и знающим механикам.

В случае застревания ковша внизу у выемки, до ремонта необходимо удалить свес породы над застрявшим ковшом экскаватора.

## § 131. Камнедробилки, бетономешалки, цемент-пушки и т. п.

При работе на камнедробилке часты случаи вылета-ния камней из ее зева. Поэтому у зева камнедробилки без необходимости не должны находиться обслуживающие рабо-чие, или должны быть сделаны достаточные затраждения против вылетаия камней. Для защиты глаз от осколков ра-бочие должны надевать небьющиеся очки. Вокрут камнедро-билкок распространяется большое количество пыли. Поэтому камень до спуска его в зев надо поливать водой. Полезно применять противопылевые респираторы.

Гравиемойки и пескомойки менее опасны в об-ращении. Приводные ремни и концы валов должны, как и во всех машинах, быть отраждены прочными чехлами.

Бетономешалки в работе особых опасностей не пред-ставляют. Необходимо оградить зубчатые передачи, высту-пающие болты, концы валов и т. д. Рубильник должен быть закрыт в ящик на ключ. Категорически воспрещается чи-стить машину на ходу и залезать в барабан во время работы. На одной из строек при попытке очистить на ходу шнековую растворемешалку в нее был втянут и погиб рабочий.

Применение компрессорных установок, употребляе-мых при работах по торкрет-бетону, требует особой тща-тельности в пользовании ими. Незначительные неисправности в клапанах или неправильная смазка могут вызвать взрыв компрессора. Гибкие шланги должны быть надежны и исправны.

На компрессорных установках исключительно должны ра-ботать опытные специалисты этого дела. При работе с цемент-пушкой рабочие должны обязательно одевать предохра-нительные очки для защиты глаз от брызг и осколков.

Значительное развитие электропроводки на стройке и применение электропрогрева усиливают опасность работы. Ток как высокого, так и низкого напряжения опасен. Поэто-му все провода должны располагаться таким образом, чтобы их не задевали проходящие и работающие рабочие.

Опасность поражения электрическим током возрастает при соприкосновении с толым проводом в сыром помещении, мокрой рукой, при мокрых сапогах на рабочем, при стоянии на земле или влажном бетонном или асфальтовом полу. В этих случаях даже ток от обычной осветительной проводки в 120 вольт очень опасен и может убить человека.

Поэтому вопросу правильного устройства электропроводки должно быть уделено самое серьезное внимание.

## § 132. Общие замечания.

Мы уже говорили о необходимости устройства прочной опалубки и устойчивых лесов. Укладываемая на опалубку арматура и бетон имеют значительный вес. Поэтому до начала бетонных работ опалубка и леса должны быть тщательно проверены, во избежание обрушения, могущего повлечь за собою гибель рабочих.

На лесах и стремянках должны быть сделаны прочные перила. У самого настила стремянок должны быть прибиты бортовые доски, во избежание проскальзывания ноги рабочего за перила. Ослабление частей должно быть тщательно сделано. Ширина стремянок должна быть достаточной (2—3 м).

Стремянки и проходы по лесам должны содержаться в чистоте и порядке. Нельзя класть досок сомнительной прочности с опасными сучками. На этих местах доска легко может сломаться под тяжестью ставшего на нее рабочего.

Рабочее место, территория стройки должны сохраняться в порядке и чистоте.

Нельзя допускать заваливания строек хламом. Сколько несчастных случаев произошло из-за таких, казалось бы, мелочей, как торчащий гвоздь в валяющейся на пути рабочего доске.

Порядок и чистота как в жилье рабочего, в столовой, бане и т. д., так и на производстве, начиная с территории строительства и кончая рабочим местом, не только значительно повышают производительность труда рабочего, но сохраняют ему здоровье, а часто и жизнь.

Машина, работающая на стройке, должна содержаться в абсолютной чистоте и порядке. Чистить ее надо каждый день по окончании работы. Барабан бетономешалки и гравиемоек надо в течение рабочего дня периодически промывать.

Грязная, запущенная, неисправная машина не только работает с перебоями и вызывает простои рабочих, но кроме того ежеминутно угрожает жизни и здоровью рабочего. Особенно недопустимо баловство с машиной. Совершенно справедливо замечает один американский плакат по безопасности: «Машина шуток не понимает и ошибок не прощает».<sup>1</sup>

Постановление XVII Партийного съезда о доведении механизации основных процессов строительства до 80% вызовет несомненно резкое увеличение количества механизмов на

<sup>1</sup> Инж. К. П. Жихор, Техника безопасности в строительной промышленности, 1933 г.

стройка. Оно требует еще более серьезного и внимательного отношения к машине, не только с точки зрения эксплуатации, но и большей бдительности по технике безопасности.

### Контрольные вопросы.

1. Что является основой правильной постановки работы и техники безопасности на стройке?
2. Как устанавливать бочки с цементом?
3. Какие меры безопасности должны быть приняты при перемещении грузов кранами?
4. Как устраивать шахты подъемника?
5. Какие меры предосторожности надо принимать при работе на камнедробилках?
6. Как обеспечить исправную работу механизмов?

### ПРИЛОЖЕНИЕ.

#### РАБОЧИЙ ЧЕРТЕЖ. ОПАЛУБНЫЙ И АРМАТУРНЫЙ ЧЕРТЕЖИ.

**Целевая установка:** Дать представление о рабочих чертежах, опалубных и арматурных и значении их для бетонщика. Ознакомить с понятием о масштабе.

**Содержание:** Чертежи. Масштаб. Опалубный чертеж. Арматурный чертеж. Контрольные вопросы.

#### § 133. Чертеж.

Судить о виде, размерах, устройстве здания, машины и т. п. мы сможем тогда, когда мы нарисуем или начертим это здание или машину. Рисунок даст нам только общее впечатление, вид объекта, без размеров, деталей и т. д. Чертеж же дает точное представление о всех размерах, деталях, соединениях и т. д. Чертеж дает возможность построить здание или машину.

Чертежи бывают эскизные и рабочие. Эскизные чертежи дают только общий вид плана, разреза и фасада здания, без разработки их. Рабочие чертежи дают точные размеры каждой детали, тщательную разработку каждой части конструкции и т. д. В зависимости от сложности сооружения меняется и количество рабочих чертежей, особенно в части чертежей деталей и отдельных элементов.

В основном рабочие чертежи обязательно должны давать план, разрез и фасад.

Если мы разрежем здание (или предмет) горизонтальной плоскостью на какой-нибудь высоте, например на уровне земли,

на уровне 1-го этажа и т. д., мы последовательно получим план фундамента, 1-го этажа и т. д.

Кроме расположения отдельных частей зданий в плане, для постройки необходимо знать также высоту частей его, например высоту этажей, конструкцию перекрытия крыши и т. д. Все это мы увидим, если разрежем здание по высоте в нескольких направлениях (поперечном, продольном и т. д.). Мы получим продольные и поперечные разрезы здания.

Наконец, представление о наружном виде мы получаем из чертежей фасадов; необходимо дать еще разработку отдельных частей, например балконов, окон, дверей, перекрытий, стропил и отдельно железобетонных конструкций. Чертежки железобетонных конструкций состоят из опалубных и арматурных чертежей.

### § 134. Масштаб.

Как же делается чертеж? Как на сравнительно небольшом листе чертежной бумаги наносится большое по размерам сооружение?

Для разрешения этого вопроса техник пользуется так называемым масштабом.

Допустим, что нам необходимо начертить план здания в 100 м длиной и 20 м шириной. Само собой разумеется, что нанести просто на бумагу 100 и 20 метров в натуральную величину нет возможности. Но, если мы условно примем, что 1 м выражается на чертеже отрезком в полсантиметра, то при нанесении 100 м нам надо будет прочертить линию в 50 см ( $0,5 \text{ см} \times 100 = 50 \text{ см}$ ), что вполне возможно. Ширина же прочертится в этом случае в  $0,5 \text{ см} \times 20 = 10 \text{ см}$ . Таким образом прямоугольником в  $50 \times 10 \text{ см}$  мы прочертим план здания в  $100 \times 20 \text{ м}$ . Принятое нами условное обозначение называется масштабом. Мы говорим в данном случае, что чертеж сделан в масштабе один метр в половине сантиметра. Так как в одном метре 100 сантиметров или 200 половин сантиметров, то масштаб в данном случае будет 1:200.

Если бы метр в натуре мы приняли равным на чертеже 1 см, то получился бы масштаб 1:100.

Обычно для чертежей принимают следующие масштабы:

Генеральные планы 1:500, т. е. 1 см равен 5 метрам. Планы поэтажные 1:200, т. е. 0,5 см за один метр. Разрезы и фасады 1:100, т. е. 1 см за метр.

Опалубные чертежи делают в масштабах 1:100 (1 см = 1 м) или 1:50 (2 см = 1 м).

Рабочие чертежи железобетонных конструкций выполняются в масштабе 1:50 или 1:25.

Конечно, надо выбирать масштаб такой, при котором чертеж будет легко читаться и будет достаточно ясен.

Все размеры на чертежах должны быть проставлены четко с соответствующей выноской размеров, осей и т. д.

От аккуратности и правильности выполнения чертежа зависит и точность выполненной работы. Хорошему качеству выпускаемых чертежей должно быть уделено соответствующее внимание. Каждый производитель хорошо знает, сколько лишних переделок, проверок и времени тратится при плохих и небрежных чертежах.

### § 135. Опалубный чертеж.

Опалубный чертеж дает все внешние размеры бетонных частей и их взаимное расположение (разрез и план). Напри-

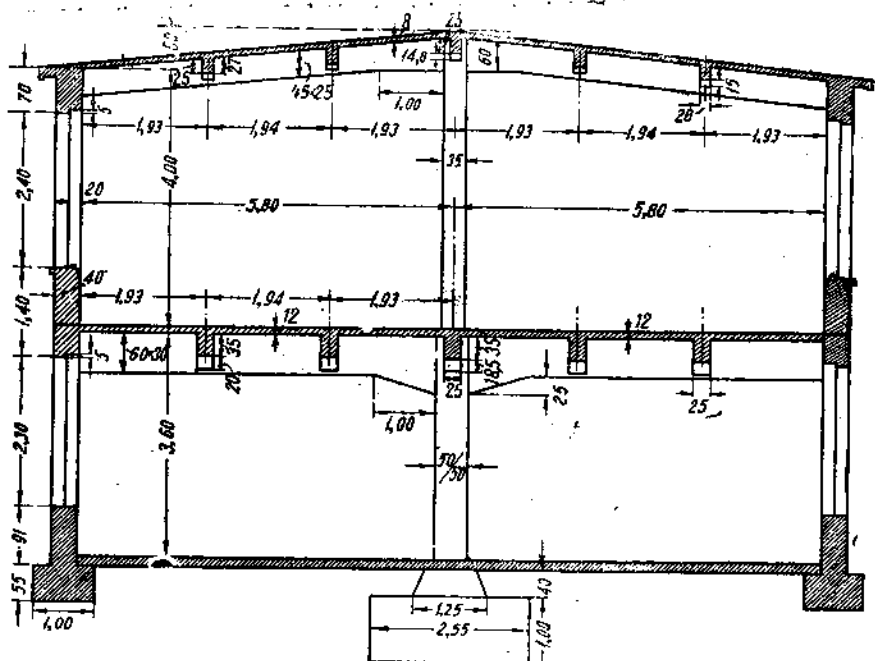


Рис 146 Опалубный чертеж.

мер, для перекрытия дается план расположения балок и плиты и разрезы (поперечный и продольный). В более сложных конструкциях делается, кроме того, специальный чертеж самого устройства опалубки. В обычных постройках таких чер-



тежей не дают и вопрос этот разрешает на месте сам производитель работ.

Пример обычного опалубного чертежа мы видим на рис. 146. В этом чертеже однако неясно, сколько прогонов «в» и «г» спроектировано в данной конструкции и какова их ширина. Неясна и длина второстепенных балок. Поэтому необходимо дать еще планы здания и перекрытий, а также желательно получить и продольные разрезы. Подмости и леса обычного типа при нормальной высоте и размерах здания не проектируются отдельно и для них не делается специальных рабочих чертежей. Однако при более сложных конструкциях, например в перекрытиях больших пролетов, значительных по высоте зданиях и т. п., должны быть даны не только чертежи конструкций и опалубки, но и чертежи лесов и подмостей.

В случае разборной переносной или передвижной опалубки должны быть даны чертежи не внешними размерами бетонной части, но и плотничный чертеж устройства самой опалубки, детали соединения щитов и т. п.

По опалубному чертежу бетонщик может подсчитывать объем своей работы, кубатуру уложенного им бетона.

Обычно на чертеже железобетонных частей проставляется и кубатура бетона, подсчитанная точно самими конструкторами. Таким образом дополнительного подсчета делать не приходится. Изменения же кубатуры бетона, увеличения или уменьшения ее быть не должно.

### § 136. Арматурные чертежи.

На опалубные чертежи, чтобы не загромождать их, арматура не наносится.

Для указания расположения арматуры в самой конструкции, а также формы и размеров стержней для каждой части конструкции (например балки, колонны и т. д.) дается арматурный чертеж.

Эти чертежи, например для балки (рис. 53), представляют собой продольный разрез балки с указанием расположения арматуры и поперечный разрез с нанесенной арматурой; кроме того отдельно вычерчены прутья арматуры и дается спецификация.

Спецификация — это таблица, в которой приводится сводка всей арматуры для данной части здания, количество прутьев каждого типа, общая длина их, вес и т. д. Кроме того спецификация дает нам общий вес всей арматуры для этой части здания.

В арматурных чертежах должны быть указаны размеры всех отгибов арматуры, хомутов и т. д.

Арматурный чертеж должен быть строго согласован с опалубным. Если к наружным размерам хомутов арматуры или крайних стержней балки прибавить две толщины защитных слоев, мы получим наружное очертание бетона. Таким путем мы можем всегда проверить увязку арматурного и опалубного чертежей. За этим необходимо проследить своевременно, во избежание вылезания арматуры из бетона.

### Контрольные вопросы.

1. Для чего служит рабочий чертеж?
2. Из каких частей должен состоять чертеж?
3. Что такое поперечный разрез здания?
4. Чему равна кубатура балки при длине в 4 м, высоте 40 см и ширине 20 см?
5. Что такое спецификация?
6. Что такое масштаб?
7. Что означает масштаб 1/20?

## ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ.

- Институт норм и стандартов строительной промышленности. Железобетонные и бетонные конструкции и сооружения. Технические условия и нормы проектирования и возведения. Госстройиздат, 1934 г.
- О. А. Гершберг и А. М. Холмогоров, Производство бетонных работ, изд. треста «Строитель», Москва, 1934 г.
- Э. А. Бари, Механизация строительных работ, Госстройиздат, 1934 г.
- Волошинов С. Д., Укладка бетона на Днепрострое, ГИТИ, 1931 г.
- Проф. Н. М. Беляев, Метод подбора состава бетона.
- Проф. Арнольд, Машина в строительном деле, Госстройиздат, 1934 г.
- А. Копоров, Влияние воды в бетоне на его прочность, Госстройиздат, 1933 г.
- Гофман, Железобетонные работы, Гос. техн. изд., 1928 г.
- ВНИТО Строителей. Новое в железобетоне, Госстройиздат, 1934 г.
- То же. III Всесоюзная конференция по бетону, железобетонным и каменным конструкциям («Вюллетен» № 1, 2 и 3).
- Проф. В. Г. Скрамтаев, Новые виды бетонов, ГИТИ Украины, 1934 г.
- Проф. Астафьев, Справочная книга по бетону и железобетону.
- В. И. Сорокер, Вибрированный бетон, Госстройиздат, 1934 г.
- Проф. Г. Дубелир, проф. Толстых и др., Курс строительных работ, т. II, Госстройиздат, 1934 г.
- Проф. В. А. Кинд и доц. А. Д. Окороков, Строительные материалы, 1934 г.
- Проф. В. А. Кинд, Специальные цементы.
- Проф. Штаерман, Центрофугированный бетон.
- Брянские, Основания и фундаменты, 1934 г.
- «Строительная промышленность», 1933, 1934 г.
- «Американская техника и промышленность».
- С. А. Бекнов, Бетон и бетонные работы, 1931 г.
- А. А. Добрускин, Узлы и стыки в сборных железобетонных сооружениях.
- Проф. В. Д. Цветаев, Современная фабрично-заводская архитектура.
- Мерш, Железобетон.
- Залигер, Железобетон.
- В. И. Почтер, Как делается опалубка, Госстройиздат.
- В. И. Почтер, Как делают бетон, Госстройиздат.
- В. И. Почтер, Арматурные работы, Госстройиздат.
- В. И. Почтер, Арматурщик, Госстройиздат, 1934 г.
- А. В. Саталкин и К. А. Пороцкий, Пропаривание бетона и железобетонные конструкции, Изд. Лен. инст. сооружений, 1933 г.
- Авторский коллектив под руков. Л. И. Водяницкого, Сборный железобетон, Гос. изд. «Станд. и рационал.», 1934 г.
- Стафиловский, Сборные железобетонные конструкции, Москва, 1931 г.
- Проф. Сахновский, Железобетонные сооружения, Госстройиздат, 1932 г.

## ОГЛАВЛЕНИЕ.

|                    |           |
|--------------------|-----------|
| Введение . . . . . | Стр.<br>— |
|--------------------|-----------|

### Глава первая.

#### Вяжущие вещества.

|                                                                                                         |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| § 1. Вяжущие вещества . . . . .                                                                         | 11 |
| § 2. Воздушные и гидравлические вяжущие добавки . . . . .                                               | —  |
| § 3. Известь воздушная . . . . .                                                                        | 13 |
| § 4. Гидравлическая известь . . . . .                                                                   | —  |
| § 5. Роман-цемент . . . . .                                                                             | 14 |
| § 6. Портланд-цемент . . . . .                                                                          | —  |
| § 7. Сырье и производство портланд-цемента . . . . .                                                    | 15 |
| § 8. Упаковка цемента . . . . .                                                                         | 17 |
| § 9. Хранение цемента . . . . .                                                                         | —  |
| § 10. Технические условия и основные испытания цемента . . . . .                                        | 18 |
| § 11. Процесс твердения. Начало и конец схватывания . . . . .                                           | 19 |
| § 12. Равномерность изменения объема . . . . .                                                          | 20 |
| § 13. Испытания прочности . . . . .                                                                     | 21 |
| § 14. Марки цемента . . . . .                                                                           | 22 |
| § 15. Высokосортные портланд-цементы . . . . .                                                          | —  |
| § 16. Глиноземистый цемент и его применение . . . . .                                                   | 23 |
| § 17. Гидравлические добавки. Пуццоланы . . . . .                                                       | 24 |
| § 18. Диатомиты и трепела . . . . .                                                                     | —  |
| § 19. Глинистые материалы . . . . .                                                                     | 25 |
| § 20. Гранулированный шлак . . . . .                                                                    | —  |
| § 21. Прочие цементы: пуццолановый портланд-цемент и шлаковый портланд-цемент; глинист-цемент . . . . . | —  |
| § 22. Известково-шлаковый и известково-пуццолановый цементы . . . . .                                   | 26 |
| § 23. Пуццолановые портланд-цементы . . . . .                                                           | 27 |
| § 24. Шлако-портланд-цемент . . . . .                                                                   | 28 |

### Глава вторая.

#### Заполнители и вода.

|                                                          |    |
|----------------------------------------------------------|----|
| § 25. Заполнители (инертные материалы) . . . . .         | 29 |
| § 26. Требования, предъявляемые к заполнителям . . . . . | 30 |
| § 27. Песок . . . . .                                    | —  |

|                                                              | Стр. |
|--------------------------------------------------------------|------|
| § 28. Содержание глинистых и пылевидных веществ . . . . .    | 31   |
| § 29. Загрязнение органическими примесями . . . . .          | 32   |
| 30. Гранулометрический состав . . . . .                      | 33   |
| 31. Объем песка и приемка . . . . .                          | 34   |
| § 32. Гравий . . . . .                                       | 35   |
| § 33. Испытание гравия . . . . .                             | —    |
| § 34. Щебень . . . . .                                       | 37   |
| § 35. Шлаки котельные . . . . .                              | —    |
| § 36. Подготовка заполнителей . . . . .                      | —    |
| § 37. Разработка карьеров . . . . .                          | 38   |
| § 38. Влияние транспорта на стоимость заполнителей . . . . . | 40   |
| § 39. Транспортировка заполнителей и цемента . . . . .       | —    |
| § 40. Промывка и сортировка . . . . .                        | 45   |
| § 41. Приготовление щебня . . . . .                          | 50   |
| § 42. Камнедробилка . . . . .                                | —    |
| § 43. Вода . . . . .                                         | 53   |

### Глава третья.

#### Бетоны.

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| § 44. Известковый, смешанный и цементный растворы . . . . .             | 55 |
| § 45. Известково-пуццолановые растворы и теплые растворы . . . . .      | 56 |
| § 46. Классификация и составы бетонов . . . . .                         | 57 |
| § 47. Консистенция бетона . . . . .                                     | 59 |
| § 48. Факторы, влияющие на прочность бетона . . . . .                   | —  |
| § 49. Подбор состава бетона . . . . .                                   | 61 |
| § 50. Марки бетона . . . . .                                            | 62 |
| § 51. Прочность и консистенция бетона и методы их определения . . . . . | 64 |
| § 52. Теплые (легкие) бетоны . . . . .                                  | 68 |
| § 53. Пенобетон и газобетон . . . . .                                   | 69 |
| § 54. Прочие бетоны. Вредные влияния на бетон . . . . .                 | 70 |

### Глава четвертая.

#### Приготовление бетона.

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| § 55. Отмеривание и отвеивание составных частей . . . . .  | 73 |
| § 56. Ручное приготовление бетона . . . . .                | 77 |
| § 57. Машинное приготовление бетона . . . . .              | 79 |
| § 58. Ветомешалка . . . . .                                | 80 |
| § 59. Работа на бетономешалке . . . . .                    | 82 |
| § 60. Продолжительность перемешивания . . . . .            | 84 |
| § 61. Организация работы . . . . .                         | 85 |
| § 62. Коэффициент использования машины . . . . .           | 86 |
| § 63. Ветомешалки других систем. Уход за машиной . . . . . | 89 |

*Глава пятая.***Опалубка. Арматура.**

|                                               |     |
|-----------------------------------------------|-----|
| § 64. Опалубка. Материалы для нее . . . . .   | 93  |
| § 65. Стационарная опалубка . . . . .         | 95  |
| § 66. Разборно-переносная опалубка . . . . .  | —   |
| § 67. Подвижная (ползучая) опалубка . . . . . | 97  |
| § 68. Металлическая опалубка . . . . .        | 100 |
| § 69. Строительный подъем . . . . .           | —   |
| § 70. Стойки и леса . . . . .                 | —   |
| § 71. Распалубка . . . . .                    | 103 |
| § 72. Арматура. Общие сведения . . . . .      | —   |
| § 73. Материал арматуры . . . . .             | 104 |
| § 74. Ржавчина . . . . .                      | —   |
| § 75. Заготовка арматуры . . . . .            | 105 |
| § 76. Защитный слой . . . . .                 | 106 |

*Глава шестая.***Транспортирование бетона.**

|                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------|-----|
| § 77. Тачки разных видов . . . . .                             | 110 |
| § 78. Вагонетки . . . . .                                      | 112 |
| § 79. Баукрафт . . . . .                                       | —   |
| § 80. Моторные тележки . . . . .                               | 113 |
| § 81. Вадьи Штюбнера . . . . .                                 | —   |
| § 82. Вертикальный транспорт бетона. Краны и укосина . . . . . | 114 |
| § 83. Шахтные подъемники . . . . .                             | 115 |
| § 84. Литой бетон . . . . .                                    | —   |
| § 85. Ленточный транспортер . . . . .                          | 118 |
| § 86. Ветононасос . . . . .                                    | —   |
| § 87. Общие выводы . . . . .                                   | 122 |

*Глава седьмая.***Бетонные заводы.**

|                                          |     |
|------------------------------------------|-----|
| § 88. Местные бетонные заводы . . . . .  | 123 |
| § 89. Районные бетонные заводы . . . . . | 127 |

*Глава восьмая.***Укладка бетона.**

|                                          |     |
|------------------------------------------|-----|
| § 90. Общие положения . . . . .          | 130 |
| § 91. Подготовка опалубки . . . . .      | 131 |
| § 92. Ручное трамбование . . . . .       | 133 |
| § 93. Пневматические трамбовки . . . . . | 134 |

|                                                     | Стр. |
|-----------------------------------------------------|------|
| § 94. Укладка пластичного и литого бетона . . . . . | 135  |
| § 95. Вибрационный метод укладки бетона . . . . .   | 137  |
| § 96. Вибраторы и первибраторы . . . . .            | —    |
| § 97. Центрофугированный бетон . . . . .            | 142  |
| § 98. Торкрет . . . . .                             | 143  |
| § 99. Бетонирование под водой . . . . .             | 148  |
| § 100. Рабочие швы бетонирования . . . . .          | 149  |
| § 101. Уход за бетоном . . . . .                    | 152  |
| § 102. Испытание бетона в конструкции . . . . .     | 153  |

### *Глава девятая.*

#### **Железобетонные конструкции. Полы и дороги.**

|                                                     |     |
|-----------------------------------------------------|-----|
| § 103. Фундаменты . . . . .                         | 155 |
| § 104. Сваи . . . . .                               | 158 |
| § 105. Колонны . . . . .                            | 160 |
| § 106. Балки, плиты, ребристые перекрытия . . . . . | 161 |
| § 107. Безбалочные перекрытия . . . . .             | 165 |
| § 108. Железобетонные крыши . . . . .               | —   |
| § 109. Рамные конструкции . . . . .                 | 170 |
| § 110. Стены и перегородки . . . . .                | 172 |
| § 111. Монтажные устройства . . . . .               | 174 |
| § 112. Температурные и деформационные швы . . . . . | 175 |
| § 113. Резервуары, баки и т. п. . . . .             | 177 |
| § 114. Бетонные полы, дороги . . . . .              | —   |

### *Глава десятая.*

#### **Штучные изделия.**

|                                           |     |
|-------------------------------------------|-----|
| § 115. Железобетонные лестницы . . . . .  | 180 |
| § 116. Ступени . . . . .                  | 184 |
| § 117. Железобетонные переплеты . . . . . | 186 |
| § 118. Искусственные камни . . . . .      | —   |

### *Глава одиннадцатая.*

#### **Сборный железобетон.**

|                                                                            |     |
|----------------------------------------------------------------------------|-----|
| § 119. Основные идеи и методы производства сборного железобетона . . . . . | 188 |
| § 120. Сборные перекрытия . . . . .                                        | 199 |

### *Глава двенадцатая.*

#### **Производство бетонных работ в зимнее время.**

|                                               |     |
|-----------------------------------------------|-----|
| § 121. Бетонирование в зимнее время . . . . . | 202 |
| § 122. Подогревание материалов . . . . .      | 204 |
| § 123. Производство работ . . . . .           | 209 |

|                                                                                   | Стр |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----|
| § 124. Работы с подогревом материалов и устройством утепленной опалубки . . . . . | 209 |
| § 125. Легкие переносные тепляки . . . . .                                        | —   |
| § 126. Пропаривание бетона . . . . .                                              | 210 |
| § 127. Электропрогрев бетона . . . . .                                            | 212 |

### *Глава тринадцатая.*

#### **Техника безопасности на бетонных и железобетонных работах.**

|                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------|-----|
| § 128. Основные требования безопасности . . . . .                 | 215 |
| § 129. Склады цемента . . . . .                                   | 216 |
| § 130. Перемещение грузов и подъем их . . . . .                   | —   |
| § 131. Камнедробилки, бетономешалки, цемент-пушки и т. п. . . . . | 219 |
| § 132. Общие замечания . . . . .                                  | 220 |

### *Приложение.*

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| § 133. Чертеж . . . . .             | 221 |
| § 134. Масштаб . . . . .            | 222 |
| § 135. Опалубный чертеж . . . . .   | 223 |
| § 136. Арматурные чертежи . . . . . | 224 |
| Литература и источники . . . . .    | 226 |



Отв. редактор инж. *М. Шапиро*. Техн. редактор *С. И. Брусиловская*  
Изд. № 965. Индекс С-35-3-2. Тираж 15 000. Сдано в набор 6/V 1935 г.  
Подп. в печ. 29/VIII 1935 г. Формат бумаги 82 × 110. Издат. листов 15.  
Бумажи. лист. 3<sup>5</sup>/<sub>8</sub>. Печатн. знак. в бумажн. листе 156 000. Заказ № 723.  
Ленгорлит № 20629. Выход в свет сентябрь 1935 г.

3-я тип. ОНТИ им. Бухарина. Ленинград, ул. Моисеенко, 10.

Area 1 p. 15 L, Sep. 10 L.

1-11-1-1

-65553-

✓

1935

RLST



0000000364852