ГОССТРОЙ СССР

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
И ПРОЕКТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ
ОРГАНИЗАЦИИ, МЕХАНИЗАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОЙ
ПОМОЩИ СТРОИТЕЛЬСТВУ
ЦНИИОМТП

РУКОВОДСТВО

ПО ПРИМЕНЕНИЮ ОПАЛУБКИ ДЛЯ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

ВЫПУСК 1

Разборно-переставная опалубка

Москва 1972

gost.e-ecolog.ru

ГОССТРОЙ СССР

ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
И ПРОЕКТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ
ОРГАНИЗАЦИИ, МЕХАНИЗАЦИИ И ТЕХНИЧЕСКОЙ
ПОМОЩИ СТРОИТЕЛЬСТВУ
ЦНИИОМТП

РУКОВОДСТВО

ПО ПРИМЕНЕНИЮ ОПАЛУБКИ ДЛЯ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

ВЫПУСК 1

РАЗБОРНО-ПЕРЕСТАВНАЯ ОПАЛУБКА

ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛИТЕРАТУРЫ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ
Москва 1972

УДК 69.057.528

Руководство разработано в развитие главы СНиП III-В. 1-70 «Бетонные и железобетонные конструкции. Правила производства и приемки работ» и содержит рекомендации по организации опалубочных работ и технологии устройства опалубки монолитных и сборно-монолитных железобетонных конструкций и сооружений промышленного и гражданского строительства. Приведены указания по расчету и проектированию опалубки и производству работ с применением разборно-переставной опалубки.

Руководство рассчитано на строителей-производственников, а также на работников научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций, занимающихся расчетом и конструированием опалубки, проектированием технологии и организации опалубочных работ.

Табл. 63, илл. 65, стр. 169.

3—2—4
План IV кв. 1971 г. № 1а

ПРЕДИСЛОВИЕ

Цель издания «Руководства по применению опалубки для монолитных железобетонных конструкций» состоит в том, чтобы обеспечить работников проектных и конструкторских организаций, инженерно-технических работников строек практическими указаниями по расчету, конструированию, проектированию опалубки и рекомендациями по технологии и организации работ.

В первом выпуске приведены общие данные, касающиеся расчета опалубки и материалов, используемых для изготовления ее элементов. Описана технология сборки разборно-переставной опалубки фундаментов под каркасы зданий и технологическое оборудование, опалубки колонн, ригелей, перекрытий, бункеров и других конструкций и сооружений. Рекомендации по технологии и организации работ явились результатом обобщения опыта, накопленного передовыми строительными организациями, применяющими инвентарную опалубку.

Приведены технические характеристики систем инвентарной опалубки, разработанных в последние годы Центральным научно-исследовательским и проектно-экспериментальным институтом организации, механизации и технической помощи строительству (ЦНИИОМТП), Приднепровским Промстройпроектом и другими организациями. В то же время приведены рекомендации по устройству неинвентарной опалубки и доборов по месту из досок, фанеры, древесностружечных плит и других материалов. Рабочие чертежи рекомендуемых конструкций инвентарной опалубки распространяет Бюро внедрения ЦНИИОМТП и Центральный институт типовых проектов. Техническая документация на некоторые конструкции опалубки разработана в организациях, адреса которых приведены в конце книги.

Работа выполнена в лаборатории опалубочных работ ЦНИИОМТП канд. техн. наук В. Д. Топчием.

Во втором выпуске «Руководства по применению опалубки для монолитных железобетонных конструкций»

будут приведены указания по производству работ с применением скользящей и подъемно-переставной опалубки; в третьем выпуске будут содержаться рекомендации по технологии работ с применением блок-форм, катучей опалубки, различных видов несъемной опалубки и термоактивной опалубки.

Замечания по Руководству, предложения по совершенствованию конструкций опалубки, а также новые решения отдельных узлов и элементов, новые схемы технологии и организации опалубочных работ просьба направлять по адресу: Москва, И-434, Дмитровское шоссе, 9, Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт организации, механизации и технической помощи строительству.

Глава 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Типы опалубки

1.1. Все опалубочные работы должны производиться в строгом соответствии с требованиями глав СНиП III-В. 1-70 «Бетонные и железобетонные конструкции. Правила производства и приемки работ» и III-А. 11-70 «Техника безопасности в строительстве».

Сборку и разборку опалубки и поддерживающих лесов следует выполнять только по проекту опалубки, являющемуся частью общего проекта производства работ. Для простых конструкций при небольших объемах работ достаточно составить эскиз опалубки с обозначением типоразмеров или марок элементов. Проекты опалубки и опалубочных работ уникальных сооружений должны выполнять проектные организации, разрабатывающие проекты самих сооружений.

1.2. Комплекты или отдельные элементы инвентарной опалубки, поступающие от предприятия-изготовителя, должны иметь штампы ОТК. Комплекты или отдельные элементы опалубки передаются со складов или пунктов проката по актам. Перед сборкой поддерживающих элементов опалубки мастером или прорабом должен производиться внешний осмотр (а в некоторых случаях) и инструментальный контроль геометрических размеров.

1.3. Проекты производства опалубочных работ должны предусматривать непрерывную и интенсивную эксплуатацию опалубки и лесов с тем, чтобы заданные объемы работ можно было выполнить в директивный или расчетный срок при минимальном комплекте элементов опалубки.

Опалубочные работы с применением высокооборачиваемой опалубки целесообразно выполнять специализированными подразделениями (звеньями, бригадами, участками).

1.4. Выбор типа опалубки для бетонных и железобетонных конструкций и сооружений производится с учетом технологии и организации бетонных, арматурных и

Таблица 1

Характеристика различных типов опалубки

Тип опалубки	Область применения
1. Разборно-переставная: а) мелкощитовая (вес элементов до 60 *кг*) состоит из щитов, поддерживающих элементов и креплений. После достижения бетоном прочности, допускающей распалубливание, элементы опалубки разбираются и используются для сборки новых форм	Фундаменты под колонны каркаса и стен зданий и сооружений, технологическое оборудование. Стены плоские и криволинейные (с радиусом кривизны более 3 *м*). Элементы каркасов гражданских и промышленных зданий Перекрытия плоские, ребристые и кессонные Наклонные плиты (плоские и ребристые стенки бункеров, наклонных галерей и других сооружений)
б) крупнощитовая — состоит из щитов весом более 60 *кг* и специальных креплений. Установка щитов производится с помощью механизмов	Массивные блоки в гидротехническом, ирригационном, транспортном и промышленном строительстве с большими опалубливаемыми поверхностями Стены больших опускных колодцев, насосных станций и т. п.
2. Скользящая опалубка, поднимаемая домкратами без разборки или с частичной разборкой элементов; состоит из щитов, домкратных рам, домкратов, несущих ферм рабочего настила, щитов настила и других элементов	Вертикальные элементы железобетонных зданий и сооружений постоянной, переменной или ступенчато-переменной толщины (стены, колонны, трубы, градирни)
3. Подъемно-переставная опалубка:	
а) опалубка, поднимаемая с помощью механизмов, предварительно разбираемая на отдельные элементы; состоит из каркасных щитов и специальных креплений. Элементы рабочего настила обычно не связаны с опалубкой	Железобетонные конструкции и сооружения переменного поперечного сечения, возможно с переменной толщиной стен (трубы, градирни)
б) объемно-переставная опалубка, состоящая из опалубочных щитов и каркаса; монтаж и де-	Элементы каркасов промышленных и гражданских зданий и сооружений (типа технологических этажерок)

Продолжение табл. 1

Тип опалубки	Область применения
монтаж опалубки производится без разборки на отдельные элементы	Гражданские здания с монолитными стенами и перекрытиями
4. Катучая опалубка. Состоит из опалубочных щитов и каркаса, смонтированного на тележках или полозьях	Подпорные стенки, стены бассейнов Коллекторы, водоводы
5. Блок-форма — пространственная каркасная конструкция, состоящая из щитов и креплений (в том числе с изменяемыми размерами) и приспособлений для рихтовки и отрыва от бетона. Монтаж и демонтаж блок-формы производится с помощью механизмов	Стены, ленточные фундаменты Ступенчатые, столбчатые фундаменты Фундаменты под технологическое оборудование Каркасы промышленных и гражданских зданий и сооружений
6. Несъемная опалубка — тканая металлическая сетка, железобетонные, армоцементные, стеклоцементные, металлические плиты, прочно соединяемые в процессе бетонирования с основными конструкциями	Железобетонные конструкции и сооружения, в которых применение несъемной опалубки вызвано особыми условиями (химической защитой конструкций и др.) или оправдано экономически и предусмотрено проектом сооружения

опалубочных работ и определяется типом и размером бетонируемых конструкций и сооружений, техническими и экономическими возможностями строительных организаций.

В табл. 1 приведены характеристики основных типов опалубки и рекомендации по их применению.

1.5. Для сборки опалубочных форм нетиповых конструкций и сооружений (в том числе с криволинейными поверхностями второго и третьего порядка кривизны, со сложной конфигурацией в плане и пр.) допускается применение стационарной (необорачиваемой) опалубки, изготовляемой и устанавливаемой на месте из различных материалов.

1.6. Поддерживающие леса, применяемые при производстве опалубочных работ, по своему функциональному назначению можно разделить на три типа. К первому

относятся конструкции, обеспечивающие устойчивость монтируемой опалубочной формы и одновременно служащие несущими элементами рабочих настилов (постоянных или временных), с которых производится мон-

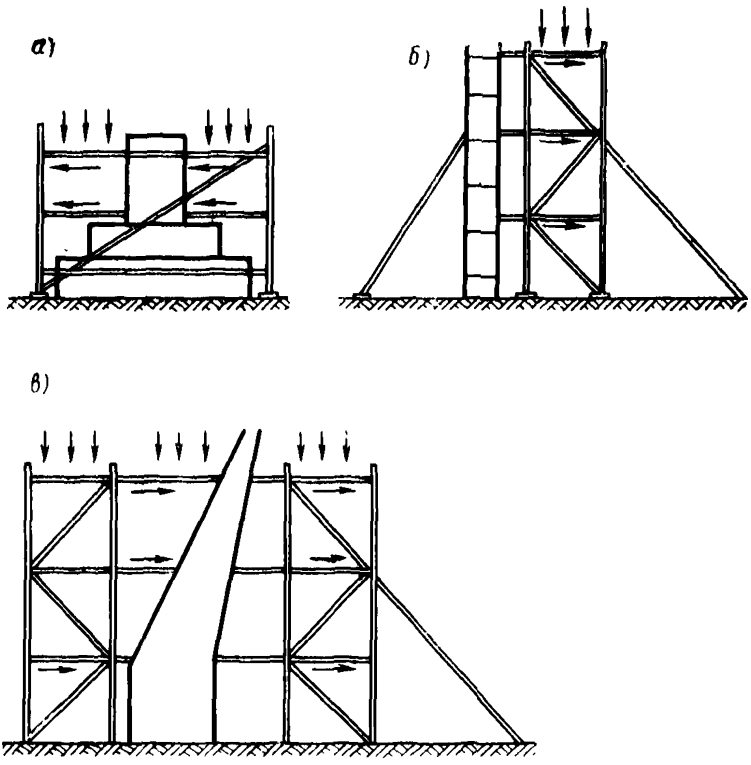


Рис. 1. Монтажные и расчетные схемы поддерживающих лесов (I тип)
а — опалубки ступенчатого фундамента; *б* — опалубки стены; *в* — опалубки подпорной стены

таж и демонтаж опалубки, установка арматуры, закладных деталей, укладка бетонной смеси, установка электродов, уход за бетоном (рис. 1, *а, б, в*.)

Леса этого типа воспринимают значительные по величине горизонтальные нагрузки, возникающие от веса опалубки и арматуры (горизонтальная составляющая при отклонении от вертикали) и действия ветра. Высота лесов, как правило, не превышает 10—15 *м*, поскольк-

ку более высокие железобетонные конструкции оказывается целесообразнее возводить с применением различных систем скользящей и подъемно-переставной опалубки.

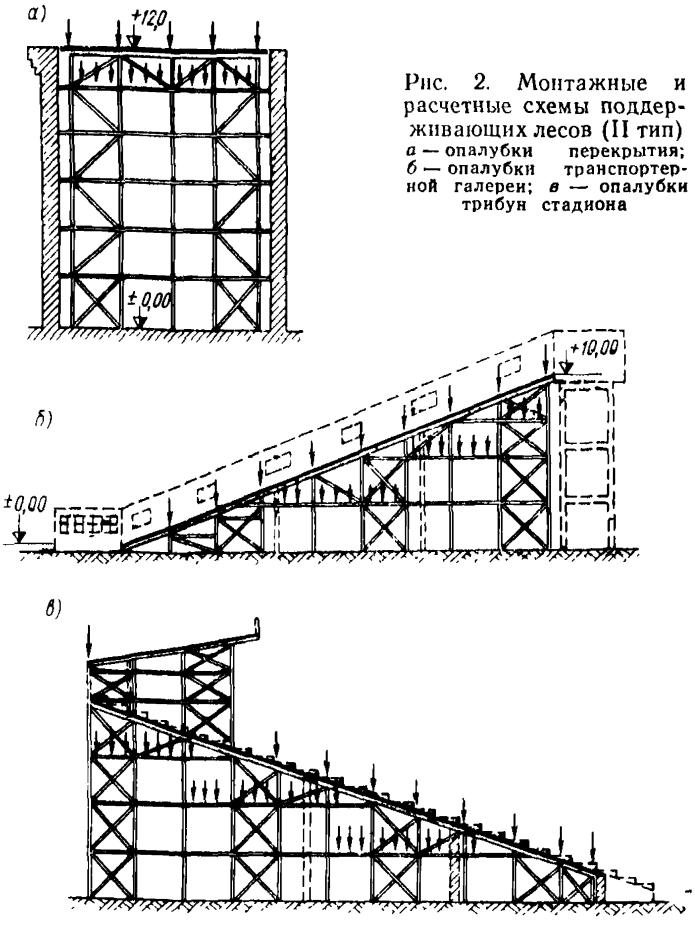


Рис. 2. Монтажные и расчетные схемы поддерживающих лесов (II тип)
а — опалубки перекрытия; *б* — опалубки транспортерной галереи; *в* — опалубки трибун стадиона

1.7. Ко второму типу лесов относятся конструктивные элементы, поддерживающие горизонтальную и наклонную опалубку железобетонных покрытий, перекрытий, пролетных строений и других сооружений, характеризующихся большими пролетами, большой высотой и в ряде случаев высоким общим и приведенным весом (рис. **2, *а, б, в***).

Высота поддерживающих лесов колеблется от 5—10 до нескольких десятков метров. Приведенная величина вертикальных нагрузок также изменяется в весьма широких пределах и при возведении некоторых сооружений (например, путепроводов, эстакад) может достигать 2—4 *тс/м*^{2}.

Расчетная схема поддерживающих лесов второго типа представляет многопролетную пространственную и в большинстве случаев многоярусную раму или шарнирно-стержневую систему, воспринимающую вертикальные нагрузки.

1.8. К третьему типу относятся леса-подмости, с которых выполняется отделка забетонированных конструкций в тех случаях, когда по условиям технологии и организации опалубочных работ нельзя производить отделку с поддерживающих лесов, или при использовании подъемной, горизонтально перемещаемой (катучей) и объемно-переставной опалубки, когда нет необходимости устанавливать поддерживающие леса.

При техническом и экономическом обосновании применяются другие конструкции поддерживающих лесов, в частности леса, смонтированные на передвигающихся тележках и платформах, различные системы телескопических лесов и пр.

Материалы для изготовления опалубки

1.9. В зависимости от материалов, из которых изготовляется опалубка, ее можно классифицировать на деревянную, фанерную, из производных древесины (из древесностружечных или древесноволокнистых плит с использованием пиломатериалов), металлическую (главным образом стальную), комбинированную (сочетающую сталь и древесину, сталь и фанеру, древесину с пластмассами, а также материалы в других комбинациях), пластмассовую, армоцементную (в том числе стеклоцементную) и железобетонную. В качестве опалубки могут в ряде случаев использоваться картон, тканая металлическая и капроновая сетка, листовое стекло, асбестоцементные листы, керамические плиты и другие материалы.

1.10. Для опалубки используются пиломатериалы древесины хвойных пород (ГОСТ 8486—57) и лиственных пород (ГОСТ 2695—62). Элементы оборачиваемой

опалубки, непосредственно соприкасающиеся с бетоном, должны выполняться из пиломатериалов не ниже III сорта. Для поддерживающих элементов, испытывающих только вертикальные нагрузки, могут быть использованы пиломатериалы III сорта, но при условии предварительной отбраковки по требованиям, предъявляемым к пиломатериалам II сорта.

Все остальные поддерживающие элементы опалубки изготовляются из пиломатериалов II сорта, причем для прогонов допустимо использование только древесины хвойных пород.

Влажность древесины, используемой для изготовления щитов, в том числе каркасов фанерных щитов, должна быть в пределах 15—20%. Для остальных элементов допускается влажность древесины 25%.

1.11. Для стационарной опалубки, а также для связей неинвентарных лесов (раскосов) и других элементов, не воспринимающих расчетных нагрузок, могут быть использованы доски IV сорта или пластины и горбыли.

Доски с тупым обзолом допускается применять для изготовления опалубки при условии, если они будут обращены к бетону стороной без обзола и будет исключено вытекание цементного молока. Доски и бруски с обзолом до $^1/_4$ толщины допускается применять для устройства кружал, подкружальных и прижимных досок, хомутов колонн и других несущих элементов опалубки при условии проверки их прочности расчетом (в том числе расчетом на смятие кромок). Доски с острым обзолом допускается применять для изготовления сшивных планок щитов (за исключением щитов балок, прогонов, ригелей и арок, где сшивные планки являются несущими элементами) распорок, раскосов и других элементов опалубки и лесов, не воспринимающих расчетных нагрузок.

1.12. Доски опалубки, непосредственно прилегающие к бетону, должны быть не шире 150 *мм* *. Ширина досок для днища коробов балок, прогонов, ригелей и арок при изготовлении их из одной доски не ограничивается.

Толщина досок, применяемых для опалубки и лесов, должна быть не менее 19 *мм*. При толщине опалубки

---

* Для изготовления щитов скользящей опалубки максимальная ширина досок ограничивается 120 *мм*.

40 *мм* и более рекомендуется применять шпунтованные доски.

1.13. Для изготовления опалубочных щитов используется, как правило, водостойкая фанера толщиной 7—20 *мм*. Физико-механические характеристики фанеры и некоторых других материалов, используемых для изготовления щитов, приведены в табл. 1 приложения 1. Для соединения отдельных деталей и заготовок щитов применяются высокопрочные водостойкие клеи, составы которых и некоторые рекомендации по технологии их применения приведены ниже.

При использовании специальных защитных пленок или наклейке листовых водостойких синтетических материалов на поверхность фанерных щитов допускается применение фанеры повышенной водостойкости марки ФБС.

1.14. Для изготовления опалубки рекомендуется использовать тяжелые гидрофобные древесностружечные плиты толщиной 20 *мм*, объемным весом свыше 800 *кг/м*^{3} и пределом прочности при изгибе до 500 *кгс/см*^{2}. После раскроя плиты на щиты требуемых размеров рабочую поверхность и торцы рекомендуется покрывать водостойкими лаками.

При защите палубы водонепроницаемыми пленками или листовыми пластиками допускается применение древесностружечных плит объемным весом 700 *кг/м*^{3} с пределом прочности при изгибе не менее 200 *кгс/см*^{2}.

Для палубы щитов могут быть использованы древесноволокнистые плиты (ГОСТ 9460—60) объемным весом 1000—1100 *кг/м*^{3} с пределом прочности при изгибе не менее 200 *кгс/см*^{2}, толщиной 4 *мм*. Каркас щитов изготовляется из деревянных брусков. Соединение всех деталей на водостойких клеях.

В комбинированных щитах экономически оправдано применение древесноволокнистых плит, покрытых с одной стороны эмалью (ГОСТ 8904—58). Толщина таких плит — в пределах 4—5 *мм*, объемный вес достигает 1100 *кг/м*^{3}, а предел прочности при изгибе 300 *кгс/см*^{2}.

1.15. Сталь для опалубки, лесов и креплений должна удовлетворять следующим требованиям:

а) для несущих элементов опалубки, лесов и креплений (щитов, кружал, стоек, тяжей и др.), а также для инвентарных деталей должна применяться сталь марки, предусмотренной проектом опалубки; при отсут-

ствии в проекте таких указаний должна применяться сталь не ниже марки Ст. 3 в соответствии с ГОСТ «Сталь углеродистая обыкновенного качества»;

б) при производстве работ в условиях низких температур помимо требований, изложенных в подпункте «а», должны учитываться свойства стали в отношении хладноломкости.

Для изготовления элементов и деталей стальной и комбинированной опалубки используются стальные прокатные и гнутые профили, а также листовой прокат различной толщины. Для изготовления пружинных креплений (скоб, кляммер) используется сталь марок 65Г, 55ГС.

Сетка тканая стальная из проволоки диаметром 1—1,1 *мм* для сетчатой опалубки должна иметь ячейки размером не более 5×5 *мм*.

1.16. Синтетические материалы используются главным образом как защитные покрытия в комбинированных конструкциях щитов.

Практическое применение нашли стеклотекстолиты, представляющие собой полотнища стеклоткани, пропитанные смолами. Наиболее распространен стеклопластик марки КАСТ-В, изготовленный на основе модифицированной фенолоформальдегидной смолы, толщиной от 0,5 до 15 *мм* с объемным весом от 1600 до 1850 *кг/м*^{3}.

Стеклопластик типа СВАМ может быть использован для изготовления щитов методом горячего прессования. По сравнению с другими стеклопластиками он обладает повышенной удельной прочностью. Наиболее технологичными в изготовлении являются элементы опалубки из стеклопластика, полученного методом холодного наполнения.

Для изготовления цельностеклопластиковых щитов и комбинированных щитов с покрытием стеклопластиком, напыленным на деревянную палубу, используются большей частью полиэфирные смолы типа ПН-1. Эта смола выпускается в виде раствора в стироле. При использовании соответствующих инициаторов смола может отверждаться при комнатной температуре. Так как при формовании стеклопластиков не происходит выделения газа, процесс формования может производиться без давления.

1.17. В качестве защитного покрытия комбинированных щитов рекомендуется использовать слоистые плас-

тики, изготовляемые на основе бумаги и термореактивных смол. Поверхность слоистых пластиков обладает высокой твердостью и абразивной стойкостью, стойкостью к действию температуры до +100° С, масел, бензина, слабых кислот и оснований, морской воды. Как и стеклопластики, слоистые пластики имеют небольшой объемный вес, высокую прочность, негигроскопичны, трудновоспламеняемы, атмосфероустойчивы.

Наиболее распространенным слоистым пластиком является гетинакс. Для защиты палубы дощатых, древесностружечных или фанерных щитов могут быть использованы и декоративные слоистые пластики, выпускаемые под маркой ОД.

Из пластиков на основе поливинилхлорида в комбинированных конструкциях щитов могут быть использованы винипласт и линолеум. Эти пластики устойчивы против любых масел, не разбухают в воде, являются отличными диэлектриками, практически не стареют, имеют низкую теплопроводность, но не могут применяться при температурах ниже —30°С и выше +60—65°С.

Физико-механические характеристики перечисленных в пп. 1.16 и 1.17 синтетических материалов приведены в табл. 1 приложения I.

1.18. В табл. 2 *приложения* I приведены технологические параметры процесса склеивания с использованием различных клеев.

Для соединения деревянных или фанерных деталей со слоистыми пластиками используются клеи марок К-17, ВИАМ-Б-3, № 88. Они могут быть использованы и для соединения пластиков с металлическим каркасом. Клеи К-17 и ВИАМ-Б-3 сохраняют жизнеспособность в течение 2—3 *ч*. Поэтому их целесообразно применять на предприятиях, имеющих соответствующее оборудование для смешивания исходных компонентов. Срок годности клея № 88 около 100 дней. Он приготовляется на основе бутилфенолоформальдегидной смолы № 101, резиновой смеси № 31 и смеси этилацетата с бензином в соотношении 2:1.

Клеи бутвар-фенольные (серии БФ) с теплостойкостью до 60°С и клеи серии БС с теплостойкостью до 200°С могут твердеть при комнатной температуре и являются универсальными.

Для соединения стеклопластиков используются клеи

на основе полиэфирных и эпоксидных смол. В зависимости от количества инициаторов и ускорителя можно получать клеи на основе полиэфирной смолы ПН-1, твердеющие в течение нескольких минут при различных температурах (от 15 до 140°С). Высокая адгезионная способность клея к различным материалам позволяет отнести его в разряд универсальных и высокопрочных (до 100—150 *кгс/см²* на сдвиг). Теплостойкость клеев превышает 120°С, но они обладают большой усадкой.

Этого недостатка не имеют клеи, приготовленные на основе эпоксидных смол. Их теплостойкость достигает 120°С, они могут твердеть (в зависимости от типа отвердителя) как при нагреве, так и при комнатной температуре. Прочность эпоксидных клеев на сдвиг составляет 200—300 *кгс/см²*.

1.19. Для защиты палубы щитов из фанеры повышенной водостойкости, древесноволокнистых и древесностружечных негидрофобных плит, а также для защиты дощатой палубы деревянных клееных и комбинированных (деревометаллических) щитов рекомендуется использовать пленочные покрытия лаками и красками.

Перспективны полиэфирные и эпоксидные лаки, представляющие собой фактически низковязкие смолы, разбавленные растворителями и имеющие в своем составе активаторы и катализаторы.

Основные данные по расчету опалубки и рекомендации по конструированию

1.20. При расчете опалубки горизонтальных и наклонных поверхностей и поддерживающих лесов принимаются следующие значения нормативных нагрузок:

а) собственный вес опалубки и лесов, определяемый на основании чертежей. При расчете деревянной опалубки и лесов объемный вес древесины принимается: для хвойных пород 600 *кг/м³*, для лиственных пород 800 *кг/м³*;

б) вес свежеуложенной бетонной смеси, принимаемый для тяжелого бетона (на гравии или на щебне из камня твердых пород),— 2500 *кг/м³*, для бетонов прочих видов — по фактическому весу;

в) вес арматуры, принимаемый по указаниям проекта, а при отсутствии таких указаний принимаемый равным 100 *кг* на 1 *м³* железобетонной конструкции;

г) нагрузки от людей и транспортных средств при расчете палубы, настилов и непосредственно поддерживающих их кружал — 250 *кгс* на 1 $м^2$ палубы или настила; при расчете конструктивных элементов, поддерживающих кружала,— 150 *кгс* на 1 $м^2$; при расчете стоек лесов и других конструкций, на которые опираются элементы, поддерживающие кружала,— 100 *кгс* на 1 $м^2$.

Примечания: 1. Палуба и настилы, а также непосредственно поддерживающие их балки проверяются на сосредоточенную нагрузку от веса рабочего с грузом (130 *кгс*) либо от давления колеса двухколесной тележки с бетонной смесью (250 *кгс*) или иного сосредоточенного груза в зависимости от способа подачи бетонной смеси (но не менее 130 *кгс*).

2. При ширине досок палубы или настила менее 150 *мм* указанный сосредоточенный груз распределяется на две смежные доски;

д) нагрузки от вибрирования бетонной смеси — 100 *кгс* на 1 $м^2$ горизонтальной поверхности (учитываются только при отсутствии нагрузок по п. «г», например, при расчете днищ балок и прогонов).

1.21. При расчете опалубочных конструкций вертикальных поверхностей принимаются следующие значения нормативных нагрузок:

а) боковое давление бетонной смеси, определяемое по табл. 2.

Таблица 2

Формулы для определения бокового давления свежеуложенной бетонной смеси

Способ уплотнения бетонной смеси	Расчетные формулы для определения максимальной величины бокового давления бетонной смеси	Пределы применения формул
Внутренними вибраторами	$P=\gamma H$ (1)	$H \leqslant R$; $v<0{,}5$;
То же	$P=\gamma(0{,}27v+0{,}78)k_1k_2$ (2)	$v \geqslant 0{,}5$ (при условии, что $H>1$ *м*)
Наружными вибраторами	$P=\gamma H$ (3)	$H \leqslant 2R_1$; $v<4{,}5$;
То же	$P=\gamma(0{,}27v+0{,}78)k_1k_2$ (4)	$v \geqslant 4{,}5$ (при условии, что $H>1$ *м*)

Обозначения:
P — максимальное боковое давление бетонной смеси в *кгс/м²*;
γ — объемный вес бетонной смеси в *кг/м³*;
H — высота слоя бетонной смеси в *м*;
R — радиус действия внутреннего вибратора 0,75 *м*;

R_1 — радиус действия наружного вибратора 1 *м*;
v — скорость наполнения опалубочной формы бетонной смесью в *м/ч*;
k_1 — коэффициент, учитывающий консистенцию бетонной смеси, равный:
для смесей с осадкой конуса 0—20 *мм* — 0,8;
то же, 40—60 » — 1,0;
» 80—120 » — 1,2;
k_2 — коэффициент, учитывающий влияние температуры наружного воздуха, равный:
при температуре 5— 7°С — 1,15;
то же, 12—17°С — 1,0;
» 28—32°С — 0,85.

б) нагрузки от сотрясений при выгрузке бетонной смеси в опалубочную форму, принимаемые по табл. 3.

Таблица 3

Нагрузки от сотрясений при выгрузке бетонной смеси

Способ подачи бетонной смеси в опалубку	Горизонтальная нагрузка на боковую опалубку в *кгс/м²*
Спуск по лоткам и хоботам, а также непосредственно из бетоноводов	200
Выгрузка из приборов перемещения емкостью до 0,2 *м³*	200
То же, емкостью от 0,2 до 0,8 *м³* включительно	400
То же, емкостью более 0,8 *м³*	600

Примечания: 1. Нагрузки по п. «б» учитываются только при скорости наполнения опалубочной формы менее 0,7 *м/ч*.

2. Указанные динамические нагрузки должны учитываться полностью при расчете досок палубы и непосредственно поддерживающих их ребер. Схватки (прогоны), поддерживающие ребра, следует рассчитывать в соответствии с фактической схемой конструкций, учитывая динамические воздействия в виде сосредоточенных грузов от двух смежных ребер при расстоянии между ними до 1 *м* и от одного ребра при расстоянии между ребрами 1 *м* и более, при этом должно учитываться невыгодное расположение этих грузов.

3. Конструктивные элементы, служащие опорами схваток (прогонов), как, например, подкосы, тяжи и др., следует рассчитывать на нагрузку от двух смежных ребер, расположенных по обе стороны рассчитываемого элемента (при расстоянии между ребрами менее 1 *м*), либо от одного ребра, ближайшего к этому элементу (при расстоянии между ребрами 1 *м* и более);

в) нагрузки от вибрирования бетонной смеси 200 *кгс/м²* вертикальной поверхности опалубки.

Примечания: 1. Нагрузки по п. «в» учитываются только при отсутствии нагрузок, указанных в п. «б», и при скорости наполнения опалубочной формы менее 0,5 *м/ч*.

2. При наружной вибрации несущие элементы опалубки (ребра, схватки, хомуты и т. п.), их крепления и соединения дополнительно должны быть рассчитаны на местное воздействие вибраторов в соответствии с фактической схемой крепления и направлением колебаний вибратора;

г) нормативные ветровые нагрузки — в соответствии с указаниями главы СНиП II-А.11-62 «Нагрузки и воздействия. Нормы проектирования».

Примечание. При расчете опалубки и лесов сооружений, защищенных от действия ветра (например, расположенных в глубоких котлованах), ветровые нагрузки не учитываются.

1.22. При расчете элементов опалубки и лесов по несущей способности нормативные нагрузки следует умножать на коэффициенты перегрузки, приведенные в табл. 4.

Таблица 4

Коэффициенты перегрузки, принимаемые при расчете элементов опалубки и лесов

Наименование нормативных нагрузок	Коэффициенты перегрузки
Собственный вес опалубки и лесов . .	1,1
Вес бетона и арматуры	1,2
Нагрузки от движения людей и транспорта	1,3
» » вибрирования бетонной смеси	1,3
Боковое давление бетонной смеси . .	1,3
Динамические нагрузки от сотрясений при выгрузке бетонной смеси	1,3

При совместном действии полезных и ветровых нагрузок все расчетные нагрузки, кроме собственного веса, вводятся с коэффициентом 0,9.

При расчете элементов опалубки и лесов по деформациям нормативные нагрузки учитываются без умножения на коэффициенты перегрузки.

1.23. Для расчета различных элементов опалубки и поддерживающих лесов необходимо принимать сочетания нагрузок по табл. 5.

1.24. Для расчета элементов инвентарной опалубки универсального назначения нормативные нагрузки принимаются по табл. 6. При этом учитывается возможность изменения некоторых параметров расчетной схемы элементов или деталей, в частности уменьшение расчетного пролета продольных ребер каркаса щитов более частой постановкой схваток или изменение расчетного пролета схваток благодаря более частому размещению креплений.

Таблица 5

Сочетания нагрузок для расчета элементов опалубки и лесов

№ п/п	Наименование элементов опалубки и лесов	Виды нагрузок	
		для расчета по несущей способности	для расчета по жесткости
1	Опалубка плит плоских, ребристых и кессонных перекрытий	По п. 1.20, а+б+в+г	По п. 1.20, а+б+в
2	Опалубка днища коробов балок, прогонов, арок (при ширине сечения до 0,6 *м*)	По п. 1.20, а+б+в+д	По п. 1.20, а+б+в
3	Опалубка сводов и оболочек	По п. 1.20, а+б+в+г	По п. 1.20, а+б+в+г
4	Опалубка днища коробов пролетных конструкций эстакад, путепроводов и т. п. (при ширине сечения более 0,6 *м*)	По п. 1.20, а+б+в+г	По п. 1.20, а+б+в
5	Раздвижные ригели, прогоны и балки (горизонтальные и наклонные опоры) инвентарной опалубки типа «Монолит»	По п. 1.20, а+б+в+г	По п. 1.20, а+б+в+г
6	Телескопические стойки и вертикальные опоры поддерживающих лесов	По п. 1.20, а+б+в+г	По п. 1.20, а+б+в
7	Опалубка колонн со стороной сечения до 300 *мм* и стен толщиной до 100 *мм*	По п. 1.21, а, (1), (3)+в	По п. 1.21, а, (1), (3)
8	Опалубка колонн со стороной сечения более 300 *мм* и стен толщиной более 100 *мм*	По п. 1.21, а, (1), (3), 4+б	По п. 1.21, а, (1), (3), (4)
9	Боковые щиты опалубочных коробов балок, арок, прогонов	По п. 1.21, а, (1), (2)+в	По п. 1.21, а, (1), (2)
10	Опалубка распластанных и ленточных фундаментов высотой до 1 *м*	По п. 1.21, а, (1)+в	По п. 1.21, а, (1)
11	Опалубка массивных фундаментов под технологическое оборудование	По п. 1.21, а, (1), (2)+б	По п. 1.21, а, (1), (2)

Продолжение табл. 5

№ п/п	Наименование элементов опалубки и лесов	Виды нагрузок	
		для расчета по несущей способности	для расчета по жесткости
12	Опалубка ступенчатых и столбчатых фундаментов под каркас	По п. 1.21, а, (1), (2)+б	По п. 1.21, а, (1), (2)
13	Опалубка, наклонных плит перекрытий, стенок бункеров, складчатых покрытий и т. п. (нижняя)	По п. 1.20, а+б+в+г	По п. 1.20, а+б+в
14	Опалубка наклонных плит перекрытий, стенок бункеров, складчатых покрытий и т. п. (верхняя)	По п. 1.21, а, (1), (2), (3), (4)·sin α	По п. 1.21, а, (1), (2), (3), (4)·sin α

Примечания: 1. Данные таблицы могут быть использованы для расчета и конструирования элементов неинвентарной опалубки и расчета шага поддерживающих элементов и креплений инвентарной опалубки.

Цифры в скобках обозначают номера формул по табл. 2, по которой определяется нагрузка.

2. α — угол наклона верхней опалубки наклонных перекрытий, стенок бункеров, складчатых покрытий и т. п.

Таблица 6

Нормативные нагрузки для расчета элементов универсальной опалубки

Наименование элементов или деталей	Нормативная нагрузка в *кгс/м* при γ=2400 *кг/м*³	Скорость наполнения опалубочной формы в *м/ч*
Палуба и поперечные ребра каркаса щитов для колонн	3850	3
Палуба и поперечные ребра каркаса щитов для массивных фундаментов и стен	2300	1,5
Продольные ребра каркаса щитов	2300	0,75
Схватки	2800	1,5

1.25. При конструировании стальных элементов инвентарной опалубки расчетные сопротивления стали принимаются по табл. 7.

Таблица 7

Основные расчетные сопротивления стали для опалубки лесов и креплений

Вид напряженного состояния	Условное обозначение	Расчетные сопротивления в *кгс/см²* стали прокатной углеродистой марки	
		Ст. 3	Ст. 5
Растяжение, сжатие и изгиб	R	2100	2300
Срез	$R_{ср}$	1300	1400
Сжатие торцовой поверхности (при наличии пригонки)	$R_{сж.т}$	3200	3400

Расчетные сопротивления болтов и тяжей с нарезкой принимаются по табл. 8.

Таблица 8

Расчетные сопротивления для черных болтов и тяжей с нарезкой

Вид напряженного состояния	Условное обозначение	Расчетные сопротивления в *кгс/см²* стали марки	
		Ст. 3	Ст. 5
Растяжение	$R_р^б$	1700	1900
Срез	$R_{ср}^б$	1500	1600

Примечание. Для креплений, состоящих из двух или трех болтов и тяжей, величины расчетных сопротивлений снижаются на коэффициент 0,85.

Модуль упругости для стали независимо от марки принимается равным $2{,}1 \cdot 10^6$ *кгс/см²*.

1.26. При конструировании деревянных элементов опалубки расчетные сопротивления древесины сосны и ели принимаются по табл. 9.

При применении древесины других пород расчетные сопротивления определяются путем умножения величин, указанных в табл. 9, на коэффициенты, приведенные в табл. 10.

Таблица 9

Расчетные сопротивления древесины сосны и ели

Вид напряженного состояния	Условное обозначение	Расчетное сопротивление в *кгс/см²*	
		для лесов и креплений	для опалубки
Изгиб	$R_и$	150	180
Растяжение вдоль волокон	$R_р$	85	100
Сжатие и смятие вдоль волокон	$R_с$, $R_{см}$	150	180
Сжатие и смятие поперек волокон по всей поверхности	$R_{с90°}$, $R_{см90°}$	20	25
Смятие поперек волокон на части длины при длине свободных концов не менее длины площадки смятия и толщины элемента:			
а) при длине площадки смятия вдоль волокон 100 *мм* и более, а также в лобовых врубках и опорных плоскостях конструкций	$R_{см90°}$	35	40
б) при длине площадки смятия 30 *мм*, а также под шайбами при углах смятия от 30 до 60°	$R_{см90°}$	45	50
Смятие по плоскости скольжения клиньев	$R_{см90°}$	25	25
Скалывание вдоль волокон (максимальное)	$R_{ск}$	24	24
Скалывание поперек волокон (максимальное)	$R_{ск90°}$	12	12

Таблица 10

Порода древесины	Коэффициенты расчетных сопротивлений		
	растяжению, изгибу, сжатию и смятию вдоль волокон	сжатию и смятию поперек волокон	скалыванию
Лиственница	1,2	1,2	1
Береза	1,1	1,6	1,3
Ольха	0,3	1,3	1,1

Модуль упругости древесины принимается: для лесов и элементов опалубки, не соприкасающихся с бетоном, $E=100\,000$ *кгс/см²*, для элементов опалубки, соприкасающихся с бетоном, $E=85\,000$ *кгс/см²*.

1.27. Прогиб элементов опалубки под действием воспринимаемых ими нагрузок не должен превышать следующих значений:

для опалубки открытых (лицевых) поверхностей конструкций $l/400$;

для опалубки скрытых поверхностей конструкций $l/250$, где l — пролет элемента опалубки.

Для неинвентарной опалубки допустимый пролет досок палубы, находящийся под действием нормального к ее поверхности горизонтального бокового давления бетонной смеси, определяется расчетом по деформациям по следующим формулам:

для опалубки открытых (лицевых) поверхностей конструкций

$$l=\frac{2{,}82\delta}{\sqrt[3]{P^{н}}};$$

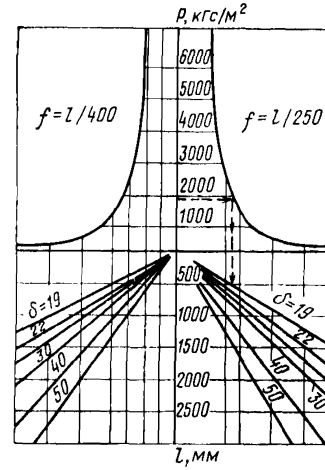


Рис. 3. График для определения пролета досок палубы неинвентарной опалубки

то же, для скрытых поверхностей

$$l=\frac{3{,}31\delta}{\sqrt[3]{P^{н}}},$$

где l — пролет досок в *м*; δ — толщина досок в *см*; $P^{н}$ — величина горизонтального давления бетонной смеси в *кгс/м²* (нормативная).

Примечание. При расчете опалубки наклонных поверхностей значение горизонтального давления должно быть умножено на синус угла наклона поверхности к горизонту.

Пролет досок палубы может быть также определен при помощи графика, изображенного на рис. 3.

Таблица 11

Формулы для подбора сечений изгибаемых элементов опалубки и лесов из древесины сосны и ели

Расчетная схема	Требуемый момент сопротивления W в $см^3$ (расчет по несущей способности)		Требуемый момент инерции J в $см^4$ (расчет по деформациям)			
			для лесов и элементов опалубки, не соприкасающихся с бетоном (E=100 000 $кгс/см^2$) при допустимом изгибе		для элементов опалубки, соприкасающихся с бетоном (E=85 000 $кгс/см^2$) при допустимом прогибе	
	для лесов (при $R_и$=150 $кгс/см^2$)	для опалубки (при $R_и$=180 $кгс/см^2$)	$f=l/400$	$f=l/250$	$f=l/400$	$f=l/250$
Однопролетная балка:						
под действием равномерно распределенной нагрузки	$0{,}083\ Ql$	$0{,}070\ Ql$	$0{,}52\ Ql^2$	$0{,}325\ Ql^2$	$0{,}612\ Ql^2$	$0{,}382\ Ql^2$
под действием сосредоточенного груза в середине пролета	$0{,}167\ Pl$	$0{,}139\ Pl$	$0{,}834\ Pl^2$	$0{,}52\ Pl^2$	$0{,}98\ Pl^2$	$0{,}612\ Pl^2$
Многопролетная балка:						
под действием равномерно распределенной нагрузки	$0{,}067\ Ql$	$0{,}056\ Ql$	$0{,}313\ Ql^2$	$0{,}195\ Ql^2$	$0{,}368\ Ql^2$	$0{,}23\ Ql^2$
под действием сосредоточенных грузов в середине каждого пролета	$0{,}111\ Pl$	$0{,}093\ Pl$	$0{,}52\ Pl^2$	$0{,}325\ Pl^2$	$0{,}612\ Pl^2$	$0{,}382\ Pl^2$

Обозначения:
l — пролет балки в $м$;
Q — полная равномерно распределенная нагрузка на пролет в $кгс$;
P — сосредоточенный груз посередине пролета в $кгс$.

Полученные значения пролетов досок проверяются расчетом по несущей способности по формуле

$$l = \frac{17{,}32\delta}{\sqrt{P^{\text{р}}}},$$

где l — пролет в *м*; δ — толщина доски в *см*; $P^{\text{р}}$ — нагрузка в *кгс/м²* (расчетная).

Подбор сечений деревянных и стальных изгибаемых элементов неинвентарной опалубки и лесов допускается производить по упрощенным формулам, приведенным в табл. 11 и 12, принимая большее из сечений, полученных из расчета по несущей способности и из расчета по деформации.

Таблица 12

Формулы для подбора сечений изгибаемых элементов опалубки и лесов из прокатной стали

Расчетная схема	Требуемый момент сопротивления W в *см³* для стали марки		Требуемый момент инерции J в *см⁴* (независимо от марки стали) при допустимом прогибе	
	Ст. 3 ($R_{\text{и}}$ = 2100 *кгс/см²*)	Ст. 5 ($R_{\text{и}}$ = 2300 *кгс/см²*)	$f = l/400$	$f = l/250$
1	2	3	4	5
Однопролетная балка:				
под действием равномерно распределенной нагрузки	0,006 Ql	0,0055 Ql	0,024 Ql^2	0,0155 Ql^2
под действием сосредоточенного груза в середине пролета	0,0119 Pl	0,011 Pl	0,039 Pl^2	0,0247 Pl^2
Многопролетная балка:				
под действием равномерно распределенной нагрузки	0,0048 Ql	0,0044 Ql	0,0149 Ql^2	0,0093 Ql^2
под действием сосредоточенного груза в середине каждого пролета	0,0079 Pl	0,0072 Pl	0,0247 Pl^2	0,0155 Pl^2

Примечание. Обозначения те же, что и в табл. 11.

Найденные сечения проверяются на скалывание вдоль волокон (для деревянных элементов) и на срез (для стальных элементов). Для деревянных балок прямоугольного сечения проверка производится по формуле $bh \geqslant 0{,}0625Q$, где b и h — соответственно ширина и высота сечения, а Q — наибольшая перерезывающая сила при нагрузке, определенной как для расчета по несущей способности.

Для деревянных элементов составного сечения и для стальных элементов проверка должна производиться по указаниям СНиП II-В. 4-62 «Деревянные конструкции. Нормы проектирования» и СНиП II-В. 3-62 «Стальные конструкции. Нормы проектирования».

1.28. При расчете гнутых досок опалубки (например, палуба сводов, днища арок, опалубка криволинейных стен, выполненная из горизонтальных досок, и др.) расчетные сопротивления изгиба и сжатия уменьшаются в зависимости от отношения радиуса кривизны r к толщине изгибаемых досок δ умножением на следующие коэффициенты: при $r/\delta = 125$ — на 0,7; $r/\delta = 150$ — на 0,8; $r/\delta = 200$ — на 0,9; $r/\delta = 250$ и более — на 1.

1.29. Шаг между схватками и расстояние между стяжками или стяжными болтами, а также их диаметр при установке опалубки массивных фундаментов и стен при высоте более 1 *м* определяются по табл. 1 приложения II.

1.30. Расчет поддерживающих лесов I типа на устойчивость против опрокидывания следует производить при учете совместного действия ветровых нагрузок и собственного веса, а при установке опалубки совместно с арматурой — также и при учете веса последней; коэффициенты перегрузки должны приниматься равными для ветровых нагрузок 1,2, а для удерживающих — 0,8.

Коэффициент запаса устойчивости против опрокидывания должен быть при этом не менее 1,25.

Расчет поддерживающих лесов второго типа, если они представляют собой пространственные многопролетные и многоярусные рамы, производится с помощью счетных машин. При упрощенных расчетах допускается ряд изменений в расчетной схеме: вводят шарниры в узлах пересечения некоторых стоек с ригелями, стойки рассчитывают как вертикальные стержни с промежуточными связями и др.

Упругий прогиб или просадка поддерживающих опалубку лесов не должен превышать 1/1000 пролета соответствующей железобетонной конструкции.

Просадка грунтовых оснований подкосов не должна превышать 1/2000 высоты лесов и составлять не более 5 *мм*. Если поддерживающие леса закрепляются расчалками, суммарная податливость расчалок и анкеров (якорей) не должна превышать под воздействием расчетной нагрузки 1/2000 высоты лесов.

1.31. Расчет стальных составных стоек поддерживающих элементов лесов производится по формуле

$$\frac{N}{\varphi F} \leqslant R,$$

где N — осевая сила; φ — коэффициент продольного изгиба; F — площадь поперечного сечения.

Коэффициент продольного изгиба определяется для сталей Ст. 3 и Ст. 5 по табл. 13.

Таблица 13

Коэффициенты продольного изгиба

Гибкость элементов λ	Значение φ		Гибкость элементов λ	Значение φ	
	Ст. 3	Ст. 5		Ст. 3	Ст. 5
0	1	1	110	0,52	0,43
10	0,99	0,98	120	0,45	0,37
20	0,97	0,96	130	0,40	0,32
30	0,95	0,93	140	0,36	0,28
40	0,92	0,89	150	0,32	0,25
50	0,89	0,85	160	0,29	0,23
60	0,86	0,8	170	0,26	0,21
70	0,91	0,74	180	0,23	0,19
80	0,75	0,67	190	0,21	0,17
90	0,69	0,59	200	0,19	0,15
100	0,60	0,50	220	0,16	0,13

Гибкость элементов определяется по формуле

$$\lambda = \frac{l_0}{r},$$

где r — радиус инерции сечения; l_0 — расчетная длина элемента.

Величина l_0 зависит от монтажной схемы лесов и приложения силы и определяется по формуле

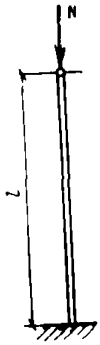
$$l_0 = \mu l,$$

где μ — коэффициент расчетной длины; l — геометрическая длина элемента или отдельного участка.

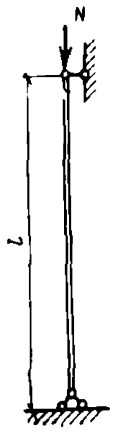
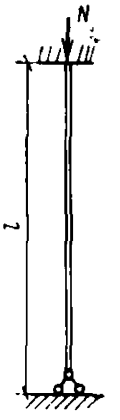
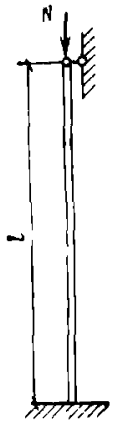
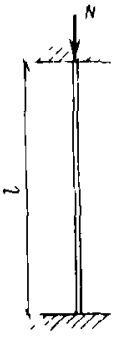
Для практических расчетов значения μ можно принимать по табл. 14.

Таблица 14

Коэффициенты расчетной длины элементов опалубки

Схема закрепления и нагрузки	Примеры практического применения	μ	Схема закрепления и нагрузки	Примеры практического применения	μ
1	2	3	4	5	6
	1. Стержни верхнего яруса многоярусных трубчатых лесов с жестким соединением узлов 2. Телескопические стойки, смонтированные на лесах с креплением опорных башмаков на болтах	2		1. Стойка, закрепленная на болтах к многоярусным лесам и раскрепленная поверху диском опалубочной формы 2. Верхний стержень многоярусных лесов с жестким соединением узлов, раскрепленный поверху диском опалубочной формы	1

Продолжение табл. 14

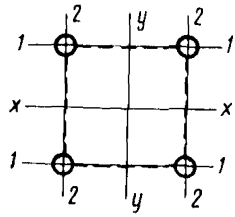
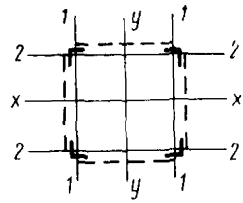
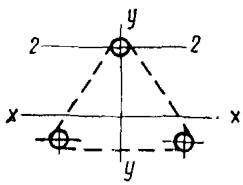
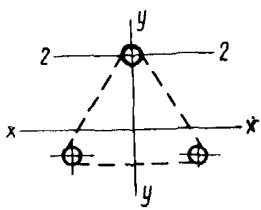
Схема закрепления и нагрузки	Примеры практического применения	μ	Схема закрепления и загрузки	Примеры практического применения	μ
1	2	3	4	5	6
	1. Телескопическая стойка, раскрепленная поверху ригелями 2. Стержни верхнего яруса лесов с беззамковым креплением элементов и раскреплением поверху ригелями	1		1. Стойка, раскрепленная поверху диском опалубочной формы 2. Верхний стержень многоярусных лесов с беззамковым креплением элементов и раскреплением поверху диском опалубочной формы	2
	1. Телескопическая стойка, смонтированная на лесах с креплением опорных башмаков и раскрепленная поверху ригелями 2. Верхний стержень многоярусных лесов с жестким соединением в узлах, раскрепленный поверху ригелем	0,7		1. Телескопическая стойка, смонтированная на лесах, на болтах, раскрепленная поверху связями 2. Многоярусные леса с жестким соединением в узлах с раскреплением поверху связями	0,5

1.32. Для составных опор из стоек типа ЦНИИОМТП, ветви которых соединены планками или решетками, коэффициент продольного изгиба φ определяется по величине приведенной гибкости $\lambda_{пр}$, вычисляемой по формулам табл. 15.

1.33. Расчет деревянных стоек круглого и квадратного сечений производится по формулам табл. 16.

Таблица 15

Значения приведенной гибкости для решетчатых опор опалубки

Эскиз сечения составной стойки	Соединительные элементы	Значение приведенной гибкости относительно оси $x-x$ или $y-y$
Типа ЦНИИОМТП 	Планки	$\lambda_{пр}=\sqrt{\lambda^2+2\lambda_1^2}$
Типа ЦНИИОМТП 	Решетки	$\lambda_{пр}=\sqrt{\lambda^2+F\left(\frac{k_1}{F_{р_1}}+\frac{k_2}{F_{р_2}}\right)}$
Типа ЦНИИОМТП 	Планки	$\lambda_{пр}=\sqrt{\lambda^2+2\lambda_2^2}$
	Решетки	$\lambda_{пр}=\sqrt{\lambda^2+F\frac{k_1}{F_{р_2}}}$

Обозначения: $\lambda_{пр}$ — гибкость всего стержня относительно свободной оси;

λ — наибольшая гибкость всего стержня;

λ_1 и λ_2 — гибкость отдельных ветвей относительно осей *1—1* и *2—2* на участках между планками (в свету) или между узлами решеток;

F_1 и F_2 — площади сечения раскосов решеток, лежащих в плоскостях, перпендикулярных осям *1—1*, *2—2*;

F — площадь сечения всего стержня;

k_1 и k_2 — коэффициенты, принимаемые в зависимости от величины углов α между раскосами и ветвью соответственно в плоскостях *1—1* и *2—2*.

α	30°	40°	45—60°
k	45	31	27

Таблица 16

Формулы для расчета деревянных стоек на вертикальные нагрузки

Сечение стойки	Расчетное усилие, воспринимаемое стойкой, в *кгс*	Пределы применения формул
Круглое	$N=117{,}5\ (d_0^2-12{,}8\ l_0^2)$	$l \leqslant 0{,}187\ d_0$
	$N=3{,}7\left(\frac{F}{l_0}\right)^2$	$l>0{,}187\ d_0$
Квадратное	$N=150\ (a^2-9{,}6\ l_0^2)$	$l \leqslant 0{,}217\ a$
	$N=3{,}88\left(\frac{F}{l_0}\right)^2$	$l>0{,}217\ a$

Примечания: 1. Обозначения:

N — расчетная нагрузка на стойку в *кгс*;

d_0 — расчетный диаметр круглой стойки в *см*, принимаемый для бревен диаметром до 12 *см* равным диаметру в тонком конце бревна, а для бревен диаметром 12 *см* и более — диаметру посередине расчетной длины стойки. При этом сбег бревен (изменение диаметра по длине бревна) принимается равным 1 *см* на 1 *м* длины (этот сбег не учитывается для жердей и подтоварника, диаметр которых 12 *см*);

a — сторона сечения квадратной стойки в *см*;

l_0 — свободная длина стойки в *м*;

F — расчетное сечение стойки в *см*^{2}.

2. Свободная длина стоек l_0 не должна превышать следующих значений: $l_0 = 0{,}3d_0$ для стоек круглого сечения и $l_0 = 0{,}35a$ для стоек квадратного сечения, где l — в *м*, d_0 и a — в *см*. Круглые и квадратные стойки из древесины сосны и ели можно также рассчитывать по графику на рис. 4.

1.34. При использовании горизонтальных и диагональных связей, врезаемых в тело деревянных стоек лесов, площадь ослабленного сечения стойки должна быть не меньше 50 *см*^{2} и не меньше: а) при одиночных

связях — 0,6 площади неослабленного сечения; б) при парных связях — 0,5 площади неослабленного сечения.

Наибольшие допустимые расчетные нагрузки на врубки в местах пересечения горизонтальных связей со стойками (при устройстве лесов из древесины сосны и ели) приведены в табл. 2 приложения II.

1.35. Расчет несущей способности болтов, соединяющих горизонтальные связи со стойками, производится по формулам, приведенным в табл. 3 приложения II.

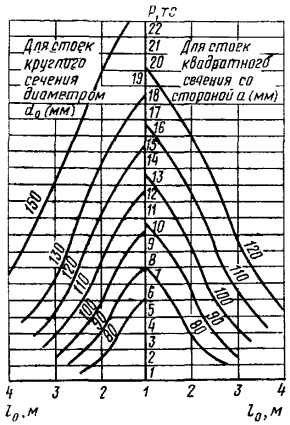


Рис. 4. График для определения сечения стоек деревянной неинвентарной опалубки

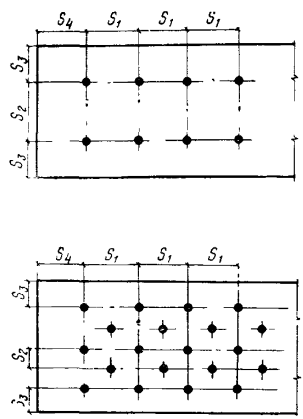


Рис. 5. Схема расположения гвоздей

Расчетная несущая способность гвоздей (в *кг* на один «срез» гвоздя) в сопряжениях опалубки определяется по табл. 4 и 5 приложения II.

Схемы размещения гвоздей в сопряжениях показаны на рис. 5, а минимальные допустимые расстояния между гвоздями приведены в табл. 6 приложения II.

1.36. При конструировании индивидуальной опалубки монолитных конструкций и при сборке опалубочных форм из щитов на сшивных планках необходимо выполнять следующие рекомендации:

а) для опалубки использовать доски толщиной не менее 19 *мм* (обычно 25—30 *мм*);

б) размеры и расположение сшивных планок для стен, колонн и плит перекрытий назначать из конструктивных соображений, так как нагрузки (боковое давление бетонной смеси, вес бетона и др.) в этих случаях воспринимаются креплениями (ребрами, стяжками, хомутами и пр.). Размеры же сшивных планок и расстояния между ними для балок, прогонов, ригелей, рам и др. должны назначаться по расчету, так как планки в этих щитах, как правило, используются для восприятия бокового давления бетонной смеси.

Расстояния от крайних сшивных планок щита до его торцов должны быть в пределах 150—250 *мм*;

в) доски щитов со сшивными планками, расположенными плашмя, должны скрепляться с последними гвоздями, длина которых на 10—15 *мм* превышает совместную толщину сшивных планок и досок; концы гвоздей загибаются поперек планок. При сшивных планках, расположенных «на ребро», длина гвоздей должна быть в 2,5—3 раза больше толщины досок щита;

г) гвоздевые соединения отдельных щитов и других элементов опалубки из мелких щитов должны конструироваться так, чтобы гвозди во время бетонирования работали на срез, а при распалубливании — на выдергивание.

Количество гвоздей, не воспринимающих расчетных нагрузок, а служащих лишь для закрепления элементов опалубки в проектном положении (так называемые «монтажные гвозди»), должно быть минимальным.

1.37. Опалубка ленточных фундаментов прямоугольного сечения высотой до 200 *мм* должна выполняться из досок толщиной 40—50 *мм*. Боковое давление бетонной смеси передается на колья, забитые в грунт вплотную к доскам, между которыми вставляются временные деревянные распорки, удаляемые в процессе бетонирования.

Опалубка ленточных фундаментов прямоугольного сечения высотой более 200 *мм* должна выполняться из щитов. Боковое давление бетонной смеси воспринимается прижимными досками, поддерживаемыми подкосами и кольями, или передается через распорки на стенки котлованов. В этом случае под концы распорок должны быть уложены обрезки досок для распределения давления на грунт.

Основные размеры опалубки ленточных фундаментов приведены в табл. 8 приложения II.

1.38. Опалубка прямоугольных подколонников и колонн должна выполняться из двух пар щитов, из которых одна пара имеет длину, равную длине стороны фундамента («закладные щиты»), а длина другой пары щитов («накрывных») на 200—250 *мм* больше другой стороны фундамента. Накрывные щиты со стороны, обращенной к бетону, имеют упорные планки, определяющие положение закладных щитов; количество и размеры гвоздей для пришивки этих планок (определяемые в зависимости от высоты ступени подколонника) указаны в табл. 9 приложения II.

Расстояния между хомутами колонн и их размеры приведены в табл. 10 приложения II.

1.39. Боковые щиты коробов опалубки железобетонных балок должны, как правило, выполняться из досок толщиной 19—25 *мм*, а днища — из досок толщиной 40—50 *мм*. Основные размеры опалубки балок и прогонов приведены в табл. 11 и 12 приложения II.

При необходимости сократить количество опор, поддерживающих опалубку прогонов и балок (например, при большой высоте помещения, ненадежности грунта для опирания стоек и т. п.), должны применяться короба с подвесным днищем.

У этих коробов сшивные планки боковых щитов выпущены вниз и соединены поперечными планками, поддерживающими днище. Таким образом, вес бетона передается на боковые щиты, а боковое давление бетонной смеси внизу вместо прижимных досок воспринимается поперечными планками. Вверху боковое давление воспринимается так же, как у обычных коробов. Днища коробов в этом случае могут быть выполнены, как и боковые щиты, из досок толщиной 19—25 *мм*. Основные размеры подвесных коробов приведены в табл. 13 приложения II.

Основные размеры опалубки плит перекрытий приведены в табл. 14 и 15 приложения II. Опалубку монолитных железобетонных плит, опирающихся на сборные железобетонные балки, при большой высоте помещений следует выполнять подвесной, чтобы избежать устройства высоких лесов или сократить количество стоек для них.

Основные размеры опалубки стен приведены в табл. 16 приложения II.

Требования к проектированию технологии и организации опалубочных работ

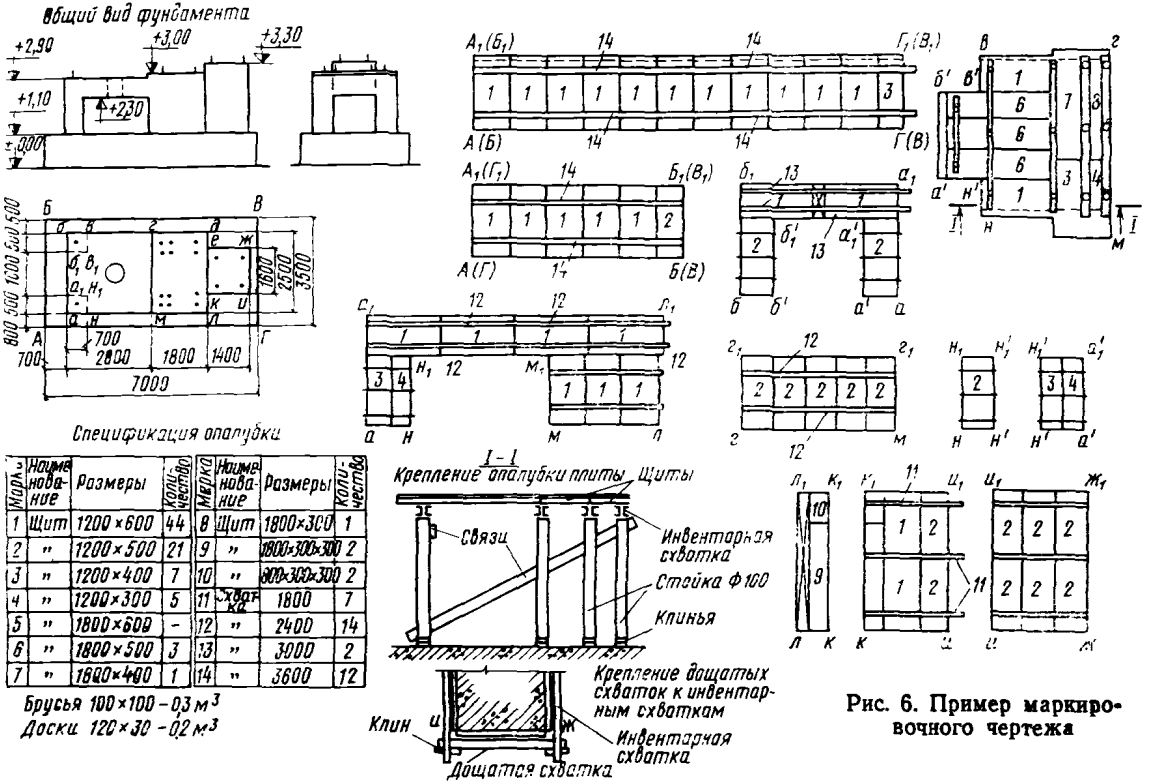
1.40. Проект опалубочных работ является составной частью общего проекта производства работ и должен составляться в соответствии с требованиями «Инструкции о порядке составления и утверждения проектов организации строительства и проектов производства работ» (СН 47-67). Он включает схему организации опалубочных работ в увязке с другими видами работ с разбивкой на захватки, направлением движения комплектов унифицированной опалубки, указанием темпа оборачиваемости комплекта на отдельных захватках или на отдельных сложных конструкциях, технологические карты на производство опалубочных работ, маркировочные чертежи опалубки отдельных, наиболее характерных, часто повторяющихся или сложных конструкций и спецификацию элементов и общий объем комплекта опалубки.

1.41. Маркировочный чертеж представляет собой схематическое изображение опалубливаемой поверхности, на котором нанесены элементы опалубки с присвоенными им условными обозначениями — марками.

Для сложных конструкций (фундаментов под технологическое оборудование) и сооружений (эстакад, путепроводов, тоннелей, технологических этажерок и т. п.) маркировочные чертежи выполняются проектными организациями, разрабатывающими общий проект производства работ, или проектными организациями, выполняющими проект конструкций и сооружений.

Пример такого маркировочного чертежа приведен на рис. 6. На нем даются план и боковые проекции конструкции с указанием условных осей основных граней. Раскладка элементов опалубки производится на развертках боковых и внутренних поверхностей бетонируемой конструкции. Кроме унифицированных элементов, показываются места установки «доборов». На маркировочном чертеже помещается спецификация элементов опалубки на бетонируемую конструкцию, а также указывается объем материалов, необходимых для устройства «доборов».

Чертежи крепления опалубки таких конструкций, как капители, наклонные и криволинейные каналы, оболочки, складки, воронки, контрфорсы и пр., встречающие-



Марка	Наименование	Размеры	Количество
1	Щит	1200×600	44
2	"	1200×500	21
3	"	1200×400	7
4	"	1200×300	5
5	"	1800×600	–
6	"	1800×500	3
7	"	1800×400	1

Марка	Наименование	Размеры	Количество
8	Щит	1800×300	1
9	"	1800×300×300	2
10	"	900×300×300	2
11	Схватка	1800	7
12	"	2400	14
13	"	3000	2
14	"	3600	12

Рис. 6. Пример маркировочного чертежа

ся при возведении сложных сооружений типа технологических этажерок, фундаментов под технологическое оборудование, разрабатываются со степенью детализации, необходимой для понимания рабочими III—IV разрядов.

Для простых по конфигурации железобетонных конструкций небольшого объема (ступенчатые фундаменты под колонны каркаса, стены и т. п.) маркировочный чертеж может быть в эскизном исполнении (рис. 7).

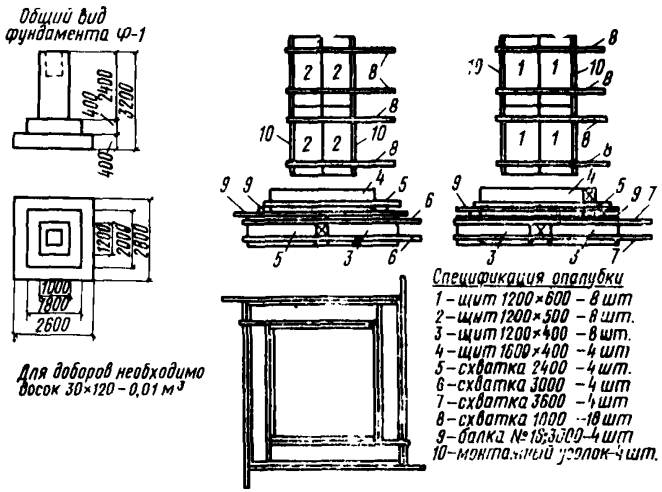
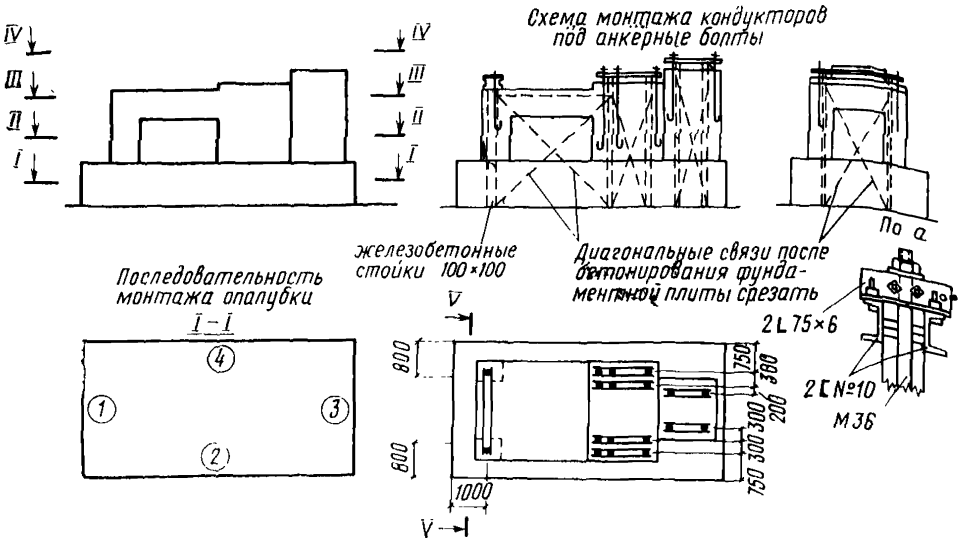


Рис. 7. Пример маркировочного эскиза

1.42. Технологические карты на производство опалубочных работ составляются для всех сложных железобетонных конструкций и сооружений, для которых составлены маркировочные чертежи, а также для одного из типов наиболее повторяющихся относительно простых конструкций. На технологической карте указывается последовательность установки и разборки закладных деталей, последовательность отдельных операций при монтаже поддерживающих элементов опалубки уникальных сооружений, а также приводятся калькуляции материальных и трудовых затрат, стоимости работ, затрат машинного времени, электроэнергии, сжатого воздуха, пара и др. (рис. 8).



Состав звена

Наименование профессии	Разряд	Численность
Опалубщик-монтажник	IV	1
Опалубщик-монтажник	III	3
Электросварщик	IV	1

1.43. На схеме организации опалубочных работ кроме изображения бетонируемых конструкций и сооружений с указанием объема опалубочных работ помещается перечень подъемных механизмов, указываются площадки складирования, а также линейные графики производства работ с указанием движения комплектов опалубки, звеньев и бригад рабочих. Для таких конструкций, как фундаменты под прокатные клети, рольганги, мощные компрессоры, турбогенераторы и т. п., производится разбивка на блоки с учетом технологии бетонных работ (рис. 9).

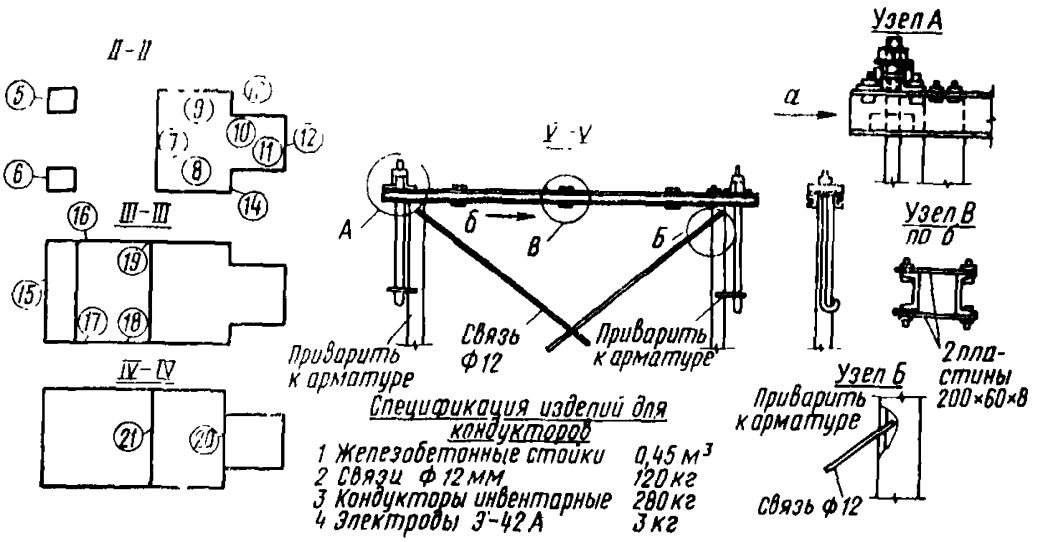


Рис. 8. Технологическая карта производства опалубочных работ

Указания по технологии опалубочных работ:

1. Последовательность сборки опалубки обозначена числовыми индексами. Сборку позиций *5—19* производить после бетонирования фундаментной плиты. Доборы *20, 21* устанавливают после достижения бетонной смесью нижней отметки доборов.
2. Монтаж кондукторных опор производится после сборки опалубки фундаментной плиты, а монтаж кондукторов и анкерных болтов производить после бетонирования плиты.
3. Закладная труба (*17*) устанавливается на опалубку плиты (*16*) и крепится к арматурной сетке на сварке

Калькуляция трудовых затрат

Наименование работ	Единица измерения	Объем работ	Трудоемкость		Нормативный документ
			ед.	общ.	
Монтаж и демонтаж опалубки	м²	66	0,4	26,4	
Устройство доборов	»	2	1,45	2,9	
Монтаж кондукторов	т	1,2	8,7	10,2	
Установка закладных деталей	»	0,06	9,6	0,6	
Монтаж и демонтаж опалубки перекрытий	м²	6	0,7	4,2	
			Всего	44,3	

Таблица 17

Спецификация элементов опалубки

Элементы опалубки	Количество	Элементы опалубки	Количество
Щит 1200×600	147	Схватка 3600	32
» 1200×500	79	Монтажный уголок 2000	40
» 1200×400	35	Телескопическая стойка СТА-67	22
» 1200×300	30	Натяжные крюки	420
» 1800×600	42	Пружинные скобы	800
» 1800×500	15	Клиновые зажимы для стяжек	320
» 1800×400	5	Площадь щитов	308 $м^2$
» 1800×300	1	Количество щитов	357
» 1800×300×300	2	» схваток	156
» 600×300×300	2		
Схватка 1800	48		
» 2400	54		
» 3000	22		

1.44. На основании перечисленных документов составляется общая спецификация элементов опалубки и определяется общий объем комплекта. В табл. 17 в качестве примера приведены эти данные для возведения монолитных железобетонных конструкций производственного корпуса. При составлении спецификации учтена схема организации опалубочных работ, представленная на рис. 9.

Темп оборачиваемости комплекта опалубки (количество оборотов в определенный календарный период) зависит от типа бетонируемой конструкции, принятой технологии и организации работ, производительности основных механизмов. Ориентировочно он может быть принят по табл. 18.

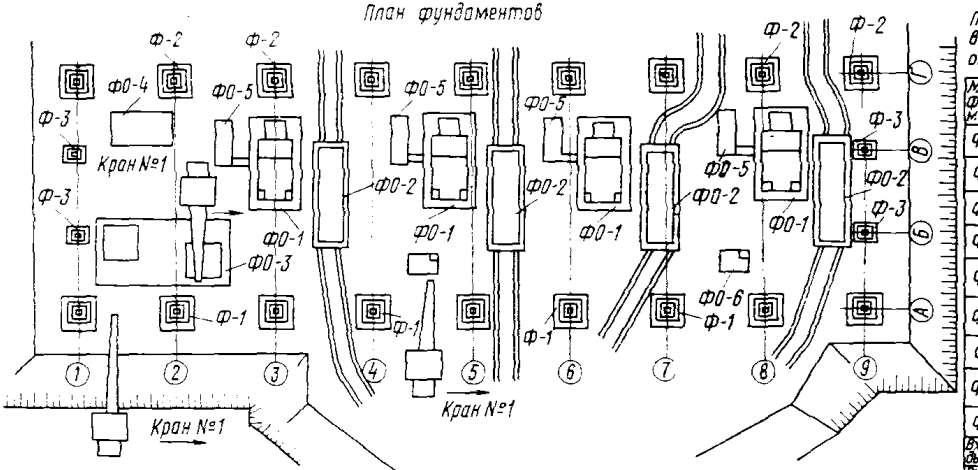
Таблица 18

Темп оборачиваемости опалубки при возведении различных железобетонных конструкций и сооружений

Тип бетонируемых конструкций	Площадь опалубливаемой поверхности (в $м^2$)	Способ бетонирования	Темп оборачиваемости (оборотов в месяц)			
			в летний период		в зимний* период	
			количество рабочих смен			
			2	3	2	3
Фундаменты под каркас объемом до 5 $м^3$	10—15	Башенные краны, бетоноукладчики	10—12	11—12	8—10	9—10
Фундаменты объемом 5—25 $м^3$ под каркас и легкое технологическое оборудование с легкими анкерными болтами	10—70	Башенные краны, бетоноукладчики	8—10	10—11	10	10
Фундаменты значительной протяженности (ленточные), подпорные стены, водоводные тоннели высотой до 6 *м*	100	Башенные краны, бетоноукладчик, транспортер	6—10	10—11	8	9
Маслоподвалы, отстойники, высокие подпорные стены, опускные колодцы глубиной до 12 *м*	200	Башенные краны, транспортеры	6—8	8—9	5—6	5—6
Массивные фундаменты под технологическое оборудование	500	Башенные краны, бетоноукладчики, транспортеры	3—5 (10—12 **)	4—6 (11—12 **)	3—5	4—5
Перекрытия, балки, прогоны	10—15	Башенные краны, транспортеры	4—6	5—6	3—5	3—5

* При условии электропрогрева забетонированных конструкций.

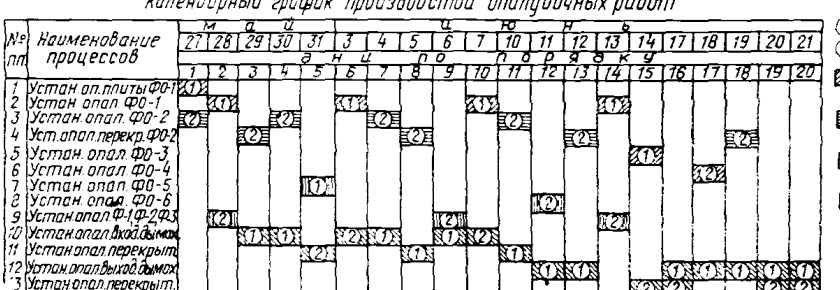
** При разбивке на отдельные блоки.



Площадь опалубочных поверхностей и трудоемкость опалубочных работ

Марка фундамента	Кол-во	Пл. опал. пов.		Трудоемк.	
		одн.	общ.	одн.	общ.
ФО-1	4	66	264	44,3	177,2
ФО-2	4	72	288	36,8	147,2
ФО-3	1	62	62	38,1	38,1
ФО-4	1	26	26	10,4	10,4
ФО-5	4	12	48	10	40
ФО-6	2	14,2	28,4	10,6	21,2
Ф-1	9	11,4	102,6	5,7	51,3
Ф-2	9	16,5	148,5	8,3	74,7
Ф-3	4	7,4	29,6	3,1	12,4
Входящ. дымоход	4	148	572	74	296
Выходящ. дымоход	4	216	864	108	432

Календарный график производства опалубочных работ



Средняя месячная производительность опалубщика - 1,45 м² опалубки

① - звено опалубщиков из 5 чел.
② - звено опалубщиков из 4 чел.
- комплект „А" площадью 66 м² темп оборачиваемости - 6 раз
- комплект „Б" площадью 72 м² темп оборачиваемости - 4 раза
- комплект „В" площадью 70 м² темп оборачиваемости - 6 раз
- комплект „Г" площадью 100 м² темп оборачиваемости - 7 раз

Рис. 9. Схема организации опалубочных работ

Глава 2. РАЗБОРНО-ПЕРЕСТАВНАЯ ОПАЛУБКА

2.1. При производстве опалубочных работ могут быть рекомендованы к применению стальная и комбинированная опалубка ЦНИИОМТП, стальная опалубка Минмонтажспецстроя, стальная опалубка Приднепровского Промстройпроекта, комбинированная опалубка треста Тагилстрой, деревянная опалубка из щитов коробчатого сечения, разработанная ЦНИИОМТП и Приднепровским Промстройпроектом, а также другие конструкции инвентарной опалубки, не уступающие по техническим и экономическим показателям перечисленным выше.

2.2. В состав комплекта комбинированной опалубки ЦНИИОМТП с каркасом щитов из стальных прокатных профилей (система «Монолит», предназначенная для сборки опалубочных форм с вертикальными поверхностями) входят: основные щиты восьми типоразмеров, угловые щиты двух типоразмеров длиной 1200 и 1800 *мм* и схватки четырех типоразмеров. Кроме того, имеются монтажные уголки, несущие балки, инвентарные приспособления для сборки щитов в крупноразмерные панели, хомуты, инвентарные клиновые зажимы и натяжные крюки для соединения щитов со схватками.

Каждый основной щит (рис. 10) имеет стальной каркас с отверстиями, через которые проходят натяжные крюки, соединяющие щит со схваткой.

К торцовым ребрам каркаса приварены уголки 28×28×3 *мм*, выступающие над плоскостью каркаса. Они являются как деталями крепления палубы, так и защитными обоймами, закрывающими самые уязвимые места — торцы досок палубы. Палуба щитов выполняется из строганых с лицевой стороны досок толщиной 28 *мм*, древесностружечной плиты, водостойкой фанеры или стеклопластика, слоистого пластика толщиной 2—3 *мм* по разреженному настилу из нестроганых досок толщиной 25 *мм*. Монтажное крепление палубы осуществляется толевыми гвоздями, забиваемыми с внутренней стороны.

Инвентарные схватки выполнены из двух швеллеров № 8, соединенных на прокладках из стали. На одном из концов схватки имеют косынку с отверстием под соединительный клин. Это позволяет наращивать схватки и сращивать их под прямым углом практически в любом месте (рис. 11).

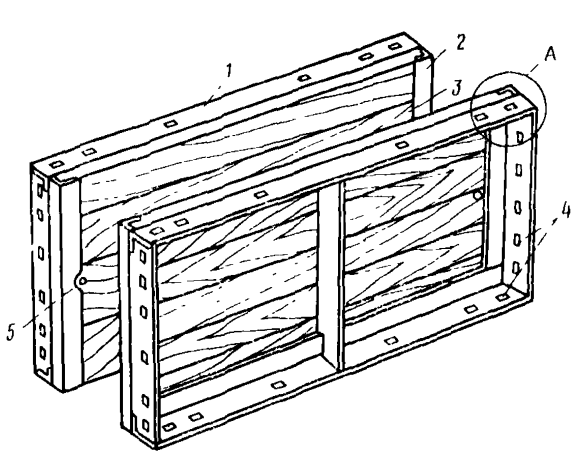


Рис. 10. Общий вид комбинированного щита конструкции ЦНИИОМТП

1 — стальной каркас; *2* — торцовая обойма; *3* — доски палубы; *4* — отверстия для соединения; *5* — отверстие для пропуска стяжки

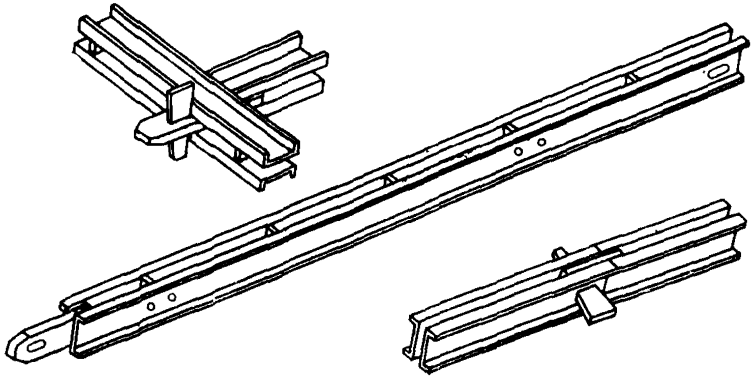
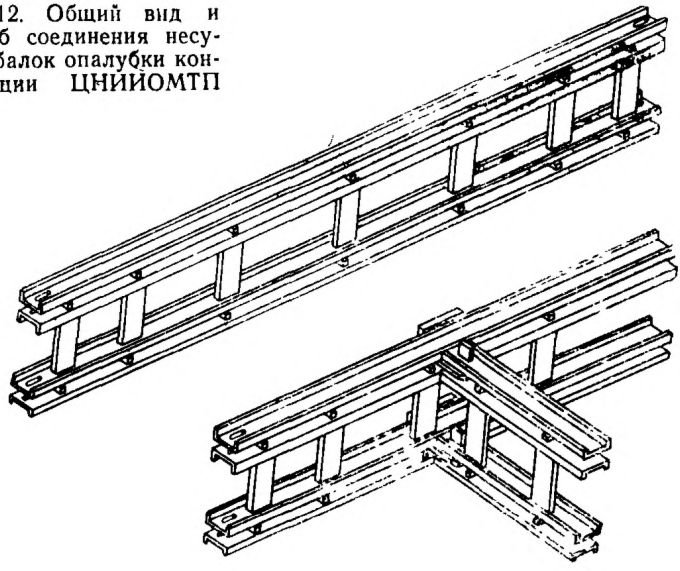


Рис. 11. Общий вид и способы соединения стальных схваток опалубки конструкции ЦНИИОМТП

Рис. 12. Общий вид и способ соединения несущих балок опалубки конструкции ЦНИИОМТП



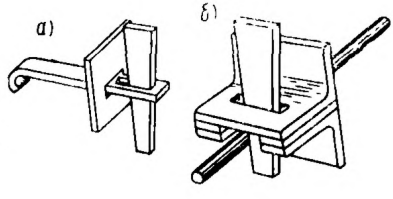


Рис. 13. Натяжной крюк для крепления щитов *(а)* и клиновой зажим для крепления стяжек *(б)*

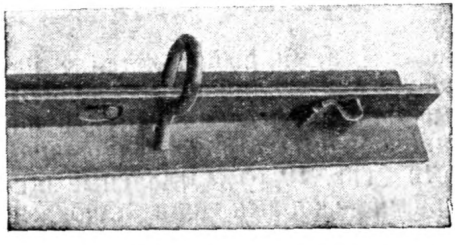


Рис. 14. Пружинные скобы и кляммера для соединения щитов

Для сборки опалубки ступенчатых фундаментов используются несущие балки. Они состоят из двух поясов, соединенных между собой планками. Конструктивно пояса не отличаются от схваток. С обоих концов они имеют щелевидные отверстия под клинья. Соединяются несущие балки под прямым углом с помощью чеки с клиновым запором (рис. 12). Это — единственный элемент в системе опалубки, вес которого превышает 60 *кг*,

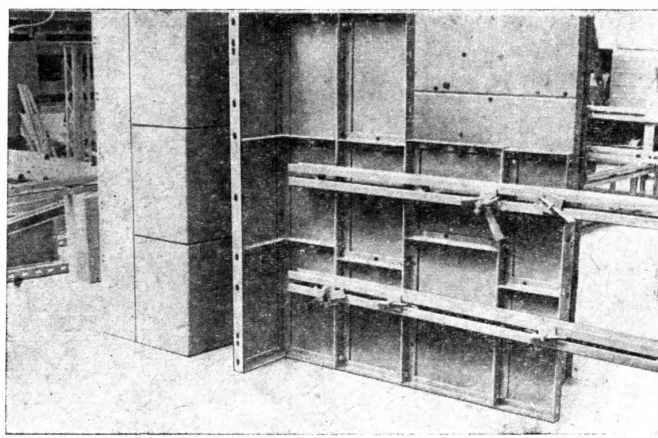


Рис. 15. Фрагмент стальной опалубки стены

и поэтому предварительная сборка балок и монтаж короба из них могут производиться только с помощью подъемных механизмов.

Соединение щитов со схватками выполняется с помощью натяжных крюков с клиновым запором (рис. 13, *а*). Опалубочные плоскости соединяются с помощью прутковых или проволочных стяжек, закрепляемых клиновыми зажимами (рис. 13, *б*). Отдельные щиты соединяются пружинными скобами или крюками (рис. 14).

Конструктивные характеристики основных элементов комбинированной опалубки ЦНИИОМТП из прокатных профилей приведены в табл. 19.

Таблица 19

Конструктивные характеристики элементов комбинированной опалубки ЦНИИОМТП

Наименование элемента	Марка	Материал	Длина в *мм*	Ширина или сечение в *мм*	Вес в *кг*
Щит основной	ЩК-1,2-0,6	Сталь Ст. 3, дерево	1200	600	30
	ЩК-1,8-0,6		1800	600	42,8
	ЩК-1,2-6,5		1200	500	24,1
	ЩК-1,8-0,5		1800	500	36,1
	ЩК-1,2-0,4		1200	400	22,5
	ЩК-1,8-0,4		1800	400	32,5
	ЩК-1,2-0,3		1200	300	21
	ЩК-1,8-0,3		1800	300	30
Щит угловой	ЩКУ-0,6-0,3-0,3	Сталь Ст. 3, дерево	600	300×300	19
	ЩКУ-1,8-0,3-0,3	Сталь Ст. 3	1800	300×300	52
Схватка	С-3,6	Сталь Ст. 3	3600	2×8	50,4
	С-3,0		3000		42,2
	С-2,4		2400		33,6
	С-1,8		1800		25,2
Балка несущая	Б-4	Сталь Ст. 3	4100	4×8	49,5
	Б-4,5		4600		55
	Б-5		5100		60,5
	Б-5,5		5600		66
	Б-6		6100		71,5
	Б-6,5		6600		77
	Б-7		7100		82,5
	Б-7,5		7600		88
	Б-8		8100		93,5

Кроме того, в комплект опалубки входят приспособления и оснастка для производства опалубочных и бетонных работ: монтажные стенды, навесные стремянки и рабочие площадки и пр.

2.3. Стальная опалубка из прокатных профилей, разработанная ЦНИИОМТП, отличается от комбинированной только конструкцией щитов. Палубы щитов выполняются из листовой стали толщиной 2 *мм*. В зависимости от размеров щитов изменяется шаг промежуточных ребер каркаса (рис. 15). В табл. 20 приведены конструктивные характеристики стальных щитов.

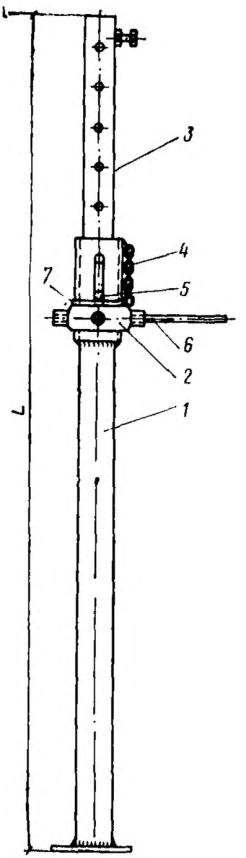
Таблица 20

Конструктивные характеристики щитов стальной опалубки ЦНИИОМТП

(сталь Ст. 3)

Наименование элемента	Марка	Длина в *мм*	Ширина или сечение в *мм*	Вес в *кг*
Щит основной	ЩС-1,2-0,6	1200	600	28,8
	ЩС-1,8-0,6	1800	600	40,5
	ЩС-1,2-0,5	1200	500	26,8
	ЩС-1,8-0,5	1800	500	35
	ЩС-1,2-0,4	1200	400	21,2
	ЩС-1,8-0,4	1800	400	27
	ЩС-1,2-0,3	1200	300	15,7
	ЩС-1,8-0,3	1800	300	23
Щит угловой	ЩСУ-0,6-0,3-0,3	600	300×300	26,2
	ЩСУ-1,8-0,3-0,3	1800	300×300	48

2.4. В комплект опалубки «Монолит», предназначенной для бетонирования железобетонных конструкций и сооружений с горизонтальными и наклонными опа-



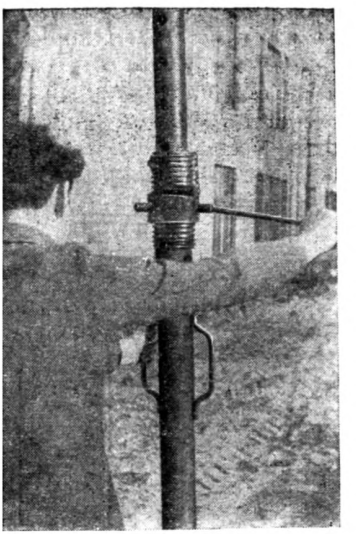


Рис. 17. Рихтовка телескопической стойки

◀ Рис. 16. Общий вид телескопической стойки конструкции ЦНИИОМТП

1 — базовая часть; *2* — гайка домкратного устройства; *3* — выдвижная штанга; *4* — цепочка; *5* — чека; *6* — рукоятка; *7* — шайба

лубливаемыми поверхностями, входят поддерживающие элементы — стойки, ригели, балки, прогоны, струбцины, инвентарные и полуинвентарные связи и крепления.

Сами опалубочные формы могут быть собраны из инвентарных стальных и комбинированных щитов конструкции ЦНИИОМТП, дощатых, фанерных и древесностружечных щитов или отдельных досок.

Стойки модели СТА-67 представляют собой трубчатую телескопическую конструкцию, состоящую из базовой части с домкратом общей высотой 1800 *мм* и вы-

движной штанги, высота которой может быть 1900, 2900, 3900 *мм* (рис. 16). Опорная плита стойки размером 200×200 *мм* имеет отверстия для крепления болтами или гвоздями. Наружный диаметр трубы базовой части 88 *мм*, штанги выполняются из труб диаметром 75 *мм*. Винтовой домкрат позволяет производить плавную рихтовку высоты стойки в пределах ±100 *мм* (рис. 17). Шаговая рихтовка высоты стойки выполняется путем

Таблица 21

Расчетные нагрузки на свободно стоящую телескопическую стойку модели СТА-67

Высота *H* в *мм*	2000	2250	2500	2750	3000	3250
Расчетная нагрузка в *кгс*	12 000	11 000	9000	8000	7000	6000

Продолжение

Высота *H* в *мм*	3500	3750	4000	4250	4500	4750	5000
Расчетная нагрузка в *кгс*	5500	5000	4500	4000	3500	3250	3000

перестановки чеки в выдвижной штанге. Шаг отверстий диаметром 34 *мм* равен 100 *мм*. Между гайкой домкрата и чекой устанавливается кольцевая шайба, позволяющая снизить усилие, необходимое для рихтовки, и избежать местного смятия гайки и резьбы домкратного устройства в местах опирания чеки при больших нагрузках.

На расстоянии 80 *мм* от верхнего конца выдвижной штанги находится стопорный винт, которым укрепляются сменные оголовники — опорные плиты и вилки.

Стойки модели СТА-67 предназначены преимущественно для использования в промышленном и транспортном строительстве, а также в гражданском и сельскохозяйственном при необходимости воспринимать значительные нагрузки.

Несущая способность телескопических трубчатых стоек изменяется в зависимости от их высоты и способа раскрепления (опирания на основание, опирания прогонов или балок поверху, крепления горизонтальных и диагональных связей). В табл. 21 приведены расчетные нагрузки для стоек модели СТА-67.

Стойка СТА-68 конструктивно не отличается от стойки СТА-67, но она рассчитана на восприятие меньших нагрузок и преимущественное применение в гражданском строительстве. Ее максимальная высота может быть равной 3500 *мм*, а несущая способность изменяться от 1500 до 3900 *кг* (табл. 22).

Таблица 22

Расчетные нагрузки на свободно стоящую телескопическую стойку модели СТА-68

Высота *H* в *мм*	2000	2250	2500	2750	3000	3250	3500
Расчетная нагрузка в *кгс*	3900	3300	2800	2400	2100	1800	1500

На телескопических стойках могут быть укреплены сменные оголовники (рис. 18):

опорная площадка размерами 200×200 *мм* с шипом в центре, применяемая главным образом при использовании деревянных прогонов прямоугольного сечения;

вилка, снабженная стопорными винтами и используемая для крепления деревянных и стальных прогонов различного сечения;

поворотная вилка, служащая для крепления прогонов (кружал) опалубки наклонных перекрытий, бункеров и других конструкций и сооружений с наклонными опалубливаемыми поверхностями.

2.5. Для сборки вертикальных опор высотой более 5 *м* используются составные решетчатые стойки моделей СР-1,5 и СР-2,2 высотой 1500 и 2200 *мм*. Ветви стоек выполнены из уголка 40×40×3 *мм*, а решетка — из прутка 12 *мм*. Размер сечения стоек 200×200 *мм*, а опорные плиты имеют размер 300×300 *мм*. В опорных плитах предусмотрены отверстия под соединительные (черные) болты (рис. 19).

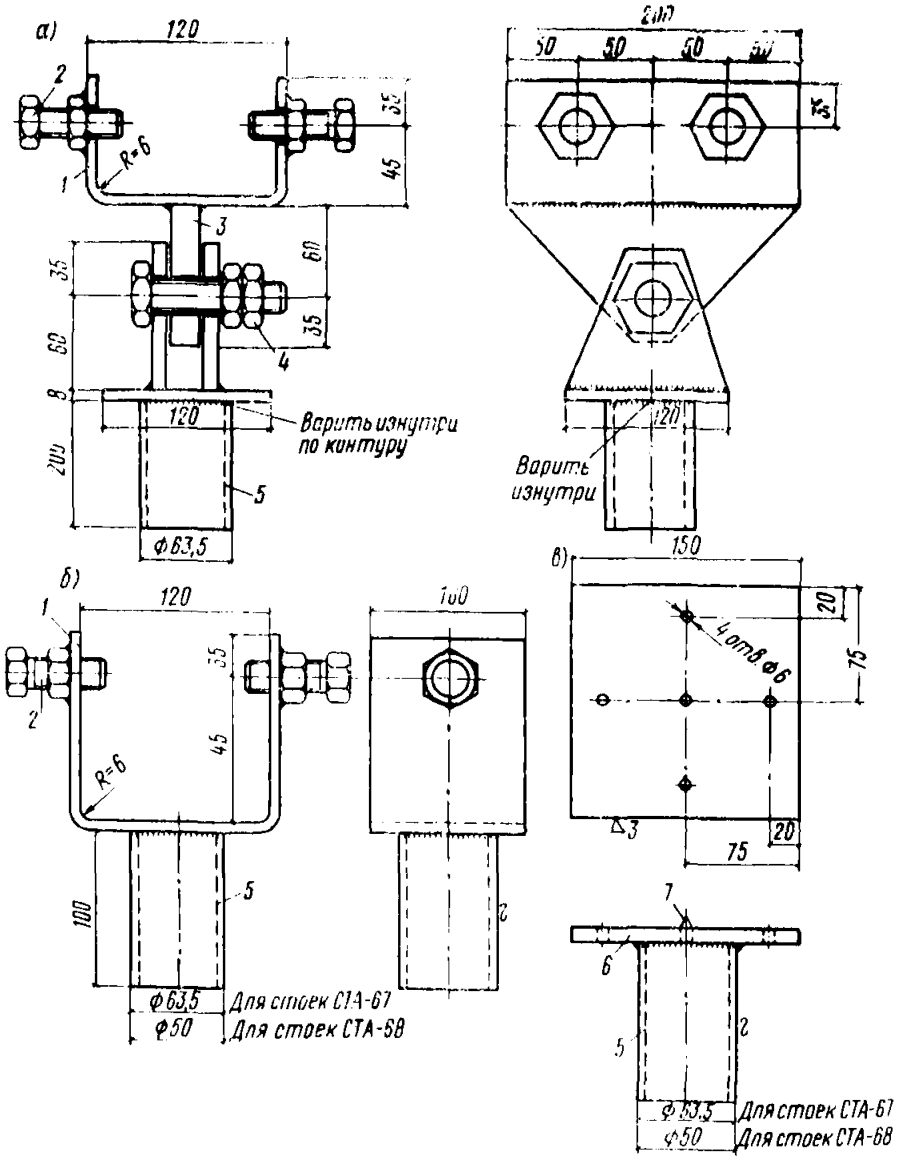


Рис. 18. Сменные оголовники телескопических стоек

а — поворотная вилка; *б* — прямая вилка; *в* — опорная площадка; *1* — вилка; *2* — стопорный винт; *3* — опора вилки; *4* — болт с контргайкой; *5* — патрубок; *6* — плита; *7* — щит

Общая высота опор, собранных из стоек моделей СР, может достигать 25—30 *м*. Для устойчивости системы применяются инвентарные связи на каждом ярусе у мест стыка. Соединение связей и опор болтовое.

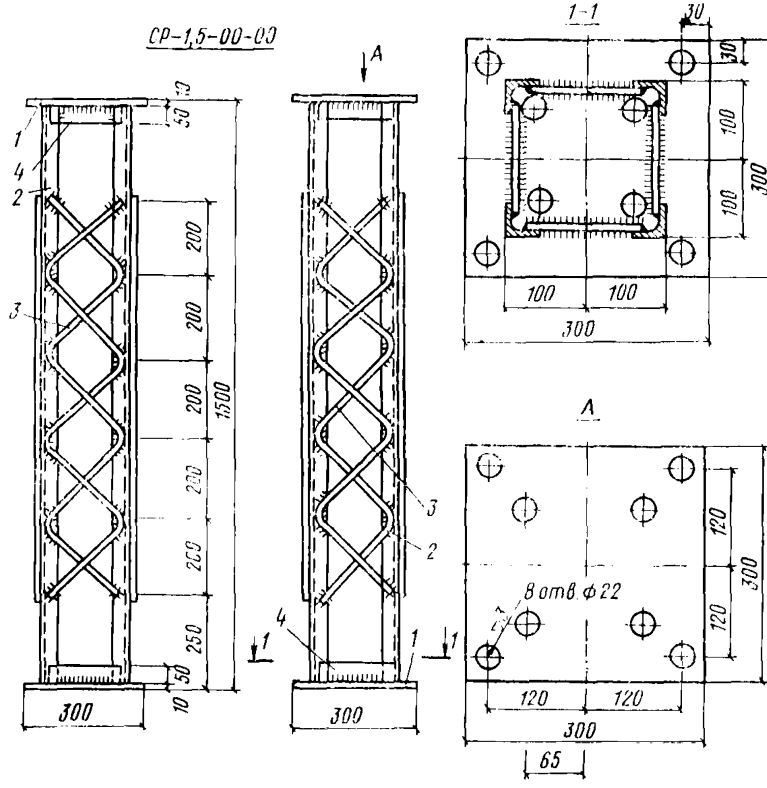


Рис. 19. Общий вид составной решетчатой стойки
1 — опорная плита; *2* — ветвь стойки; *3* — решетка; *4* — планка

Поскольку из стоек моделей СР можно собрать опоры, высота которых плавно не регулируется и практически оказывается в большинстве случаев больше или меньше требуемой, верхний ярус опор представляет собой телескопические стойки модели СТА-67. Несущая способность опор, собранных из стоек моделей СР и СТА, зависит от общей высоты, системы связей, обеспечивающих общую пространственную неизменяемость и

устойчивость. Для опор с поярусным раскреплением связями расчетные нагрузки могут быть приняты по табл. 23.

Таблица 23

Расчетные нагрузки на составную опору из стоек модели СР
(при поярусном раскреплении связями)

Высота опоры H в *мм*	7000	12 000	15 000	18 000	21 000	24 000	27 000
Расчетная нагрузка в *кгс*	15 000	10 000	7000	6000	5000	4000	4000

При необходимости создать опоры высотой до 5 *м* и значительной несущей способности телескопические стойки СТА-67 могут быть объединены в трех- или четырехветвевые колонны с помощью инвентарных треугольных или четырехугольных диафрагм (рис. 20). Крепле-

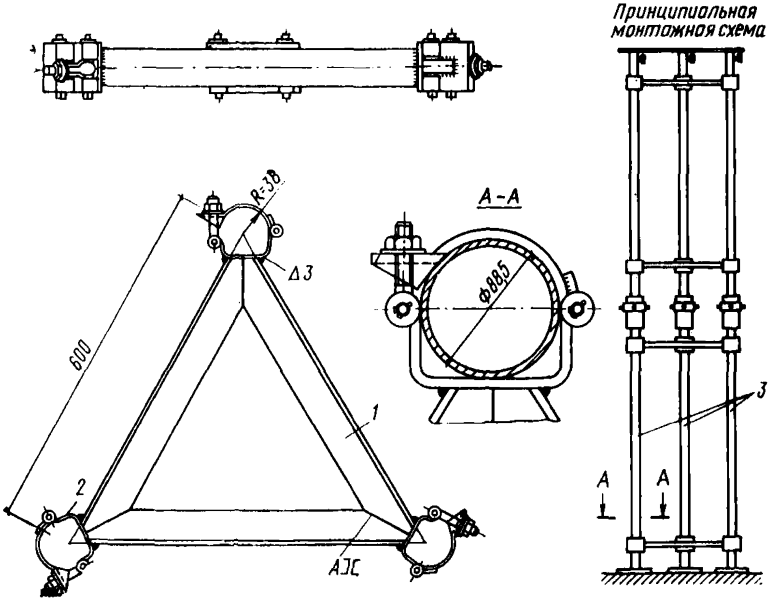


Рис. 20. Общий вид треугольной диафрагмы для соединения телескопических стоек
1 — диафрагма; *2* — замок; *3* — телескопические стойки

ние диафрагмы выполняется на винтовых замках. Несущая способность таких опор зависит от их высоты и шага диафрагм (табл. 24).

Таблица 24

Расчетные нагрузки на составную опору из телескопических стоек

Высота опоры H в *мм*	3000		4000		5000	
Шаг диафрагм по вертикали в *мм*	500	700	500	700	500	700
Расчетная нагрузка в *кгс*:						
для трехветвевых колонн	25 000	24 000	15 000	14 000	11 500	10 500
для четырехветвевых колонн	34 000	32 000	21 000	20 000	15 500	14 000

2.6. Для соединения связей (из досок) с трубчатыми телескопическими стойками служат инвентарные замки с клиновым запором (рис. 21). Они состоят из двух обойм, соединенных между собой на шарнире. Одна из обойм с винтовым запором служит для крепления замка на трубчатых стойках, а другая — с клиновым запором — для крепления связи. Шарнир позволяет устанавливать связи под любым углом к стойкам. Ось шарнира, обращенная к связи, имеет шип высотой 7 *мм*, что гарантирует надежное крепление даже в случае, когда доски, служащие связями, получают при изменении температурно-влажностного режима усушку и клиновый запор ослабевает.

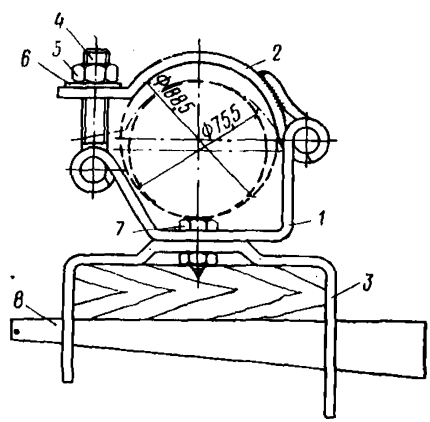


Рис. 21. Инвентарный замок для крепления связей на телескопических стойках

1 — чашка; *2* — крышка; *3* — скоба; *4* — крепежный болт; *5* — гайка; *6* — шайба; *7* — соединительный болт; *8* — клин

2.7. Для крепления опалубки коробов желе-

зобетонных балок сечением от 200×300 до 600×800 *мм* используется балочная струбцина РБС-67 (рис. 22). Она состоит из балки длиной 1300 *мм*, выполненной из двух уголков и имеющих три патрубка для крепления на *телескопических стойках*, сменных кронштейнов и винтовых упоров. Высота сменных кронштейнов 300, 400, 500 *мм*. Они свободно передвигаются при монтаже по пазу балки. Рабочее положение кронштейнов фиксируется винтовыми упорами, шаговая рихтовка которых достигается перестановкой крепежных болтов в соответствующее отверстие в балке, а плавная — с помощью винта.

Крепление коробов опалубки балок сечением более 600×800 *мм* выполняется с помощью подвесных хомутов (рис. 23). Они состоят из трех элементов — двух вертикальных подвесок с опорными кронштейнами и балки, соединенных на болтах М16. Отверстия под соединительные болты расположены с шагом 50 *мм*. На опорных кронштейнах имеются отверстия под монтажный болт, которым хомут притягивается к прогону. Подвесной хомут рассчитан на поперечную силу 5000 *кгс*.

2.8. Горизонтальными и наклонными опорами опалубки плит могут служить раздвижные ригели. Модель РР-2 представляет собой раздвижную балку, выполненную из двух швеллеров № 10 и соединенных между собой на двух болтах (рис. 24). Изменение пролета в интервале ±100 *мм* достигается раздвижкой элементов без съема соединительных болтов, а при изменении пролета на бóльшую величину необходима перестановка болта в соответствующее отверстие в элементах.

Вес ригеля РР-2 25,6 *кг*. Расчетный изгибающий момент составляет 820 *кгс·м*. При шаге 0,6 *м* расчетная нагрузка соответствует нагрузкам, возникающим при бетонировании железобетонных плит толщиной 25 *см*.

Раздвижной ригель РР-4 состоит из объемной фермочки с поперечным сечением 120×300 *мм*, длиной 2500 *мм* и выдвижной балки из двутавра № 16. Он позволяет перекрывать пролеты от 2500 до 4000 *мм*.

Вес *выдвижной балки снижен благодаря устройству* овальных отверстий в стенке (рис. 25). Балки и фермочка соединяются винтом диаметром 30 *мм*, длиной 240 *мм*. Опорные пластины имеют скос по всем четырем граням, что облегчает демонтаж раздвижного ригеля. Общий вес его составляет 72 *кг*, а расчетный изгибаю-

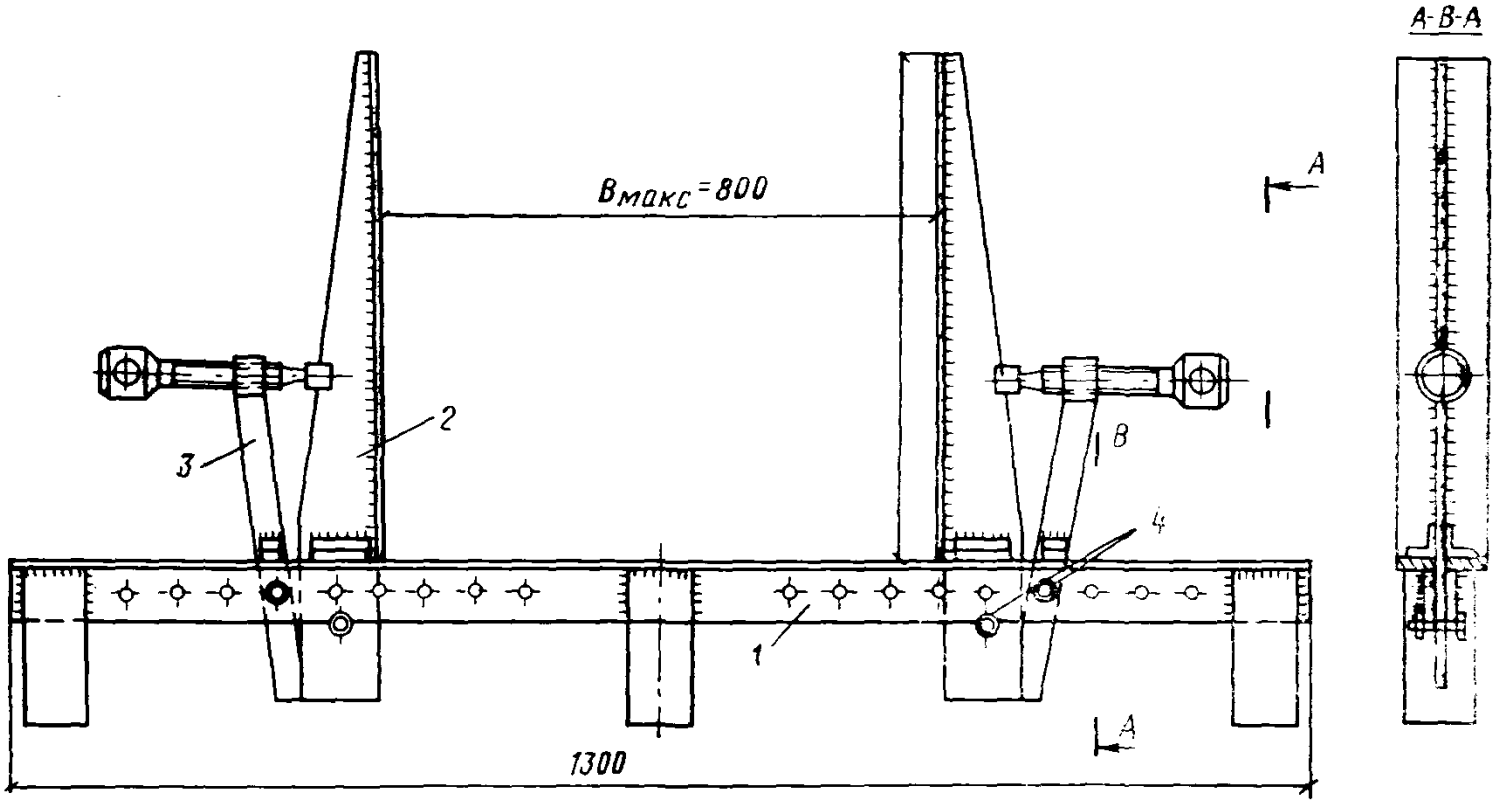
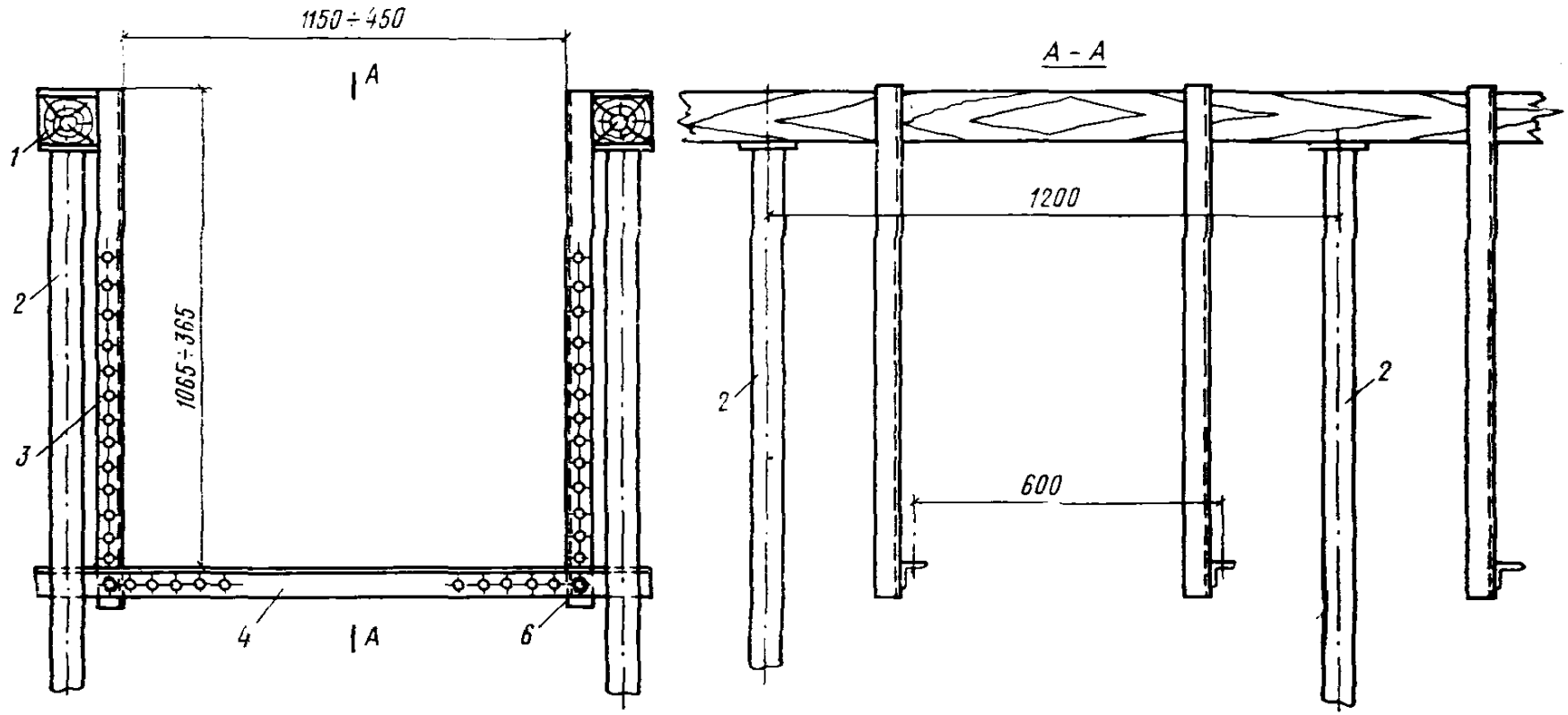


Рис. 22. Балочная струбцина для крепления коробов опалубки железобетонных ригелей
1 — балка; *2* — кронштейн; *3* — винтовой упор; *4* — шарниры


1150÷450
А
1065÷365
1
2
3
4
6
А
А - А
1200
600
2
2

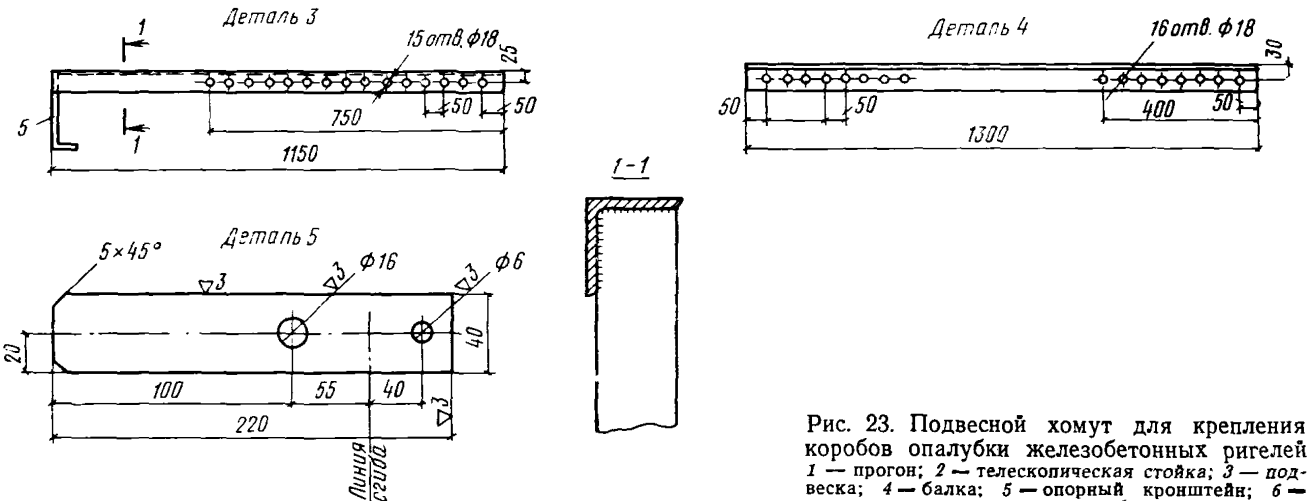


Рис. 23. Подвесной хомут для крепления коробов опалубки железобетонных ригелей
1 — прогон; *2* — телескопическая стойка; *3* — подвеска; *4* — балка; *5* — опорный кронштейн; *6* — соединительный болт

щий момент 1380 *кгс·м*. В табл. 25 приведены расчетные нагрузки на ригель в зависимости от пролета и шага.

Раздвижной ригель РР-6 конструктивно не отличается от ригеля РР-4, но имеет несколько иные размеры поперечного сечения объемной фермочки и выдвижной

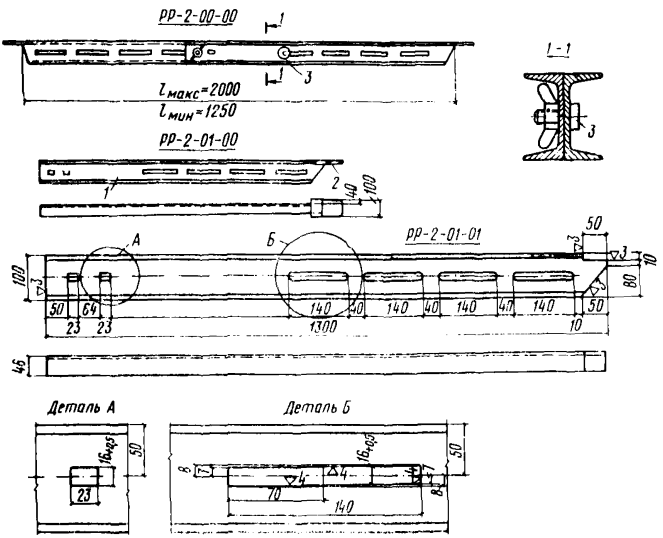


Рис. 24. Раздвижной ригель РР-2
1 — полубалка; *2* — опорная пластина; *3* — соединительный болт

балки. Вес ригеля РР-6 равен 87,3 *кг*, и сборка его производится минимум четырьмя рабочими. Ригель может перекрывать пролеты от 4000 до 6000 *мм*. Расчетный изгибающий момент равен 2070 *кгс·м*, а расчетные нагрузки в зависимости от пролета и шага приведены в табл. 26.

2.9. В состав комплекта опалубки ЦНИИОМТП из гнутых профилей входят щиты четырех типоразмеров, угловые вставки двух типоразмеров, схватки шести типоразмеров, опалубочные блоки гнездообразователей, струбцинные замки для соединения щитов, элементы крепления. Конструктивные характеристики системы приведены в табл. 27.

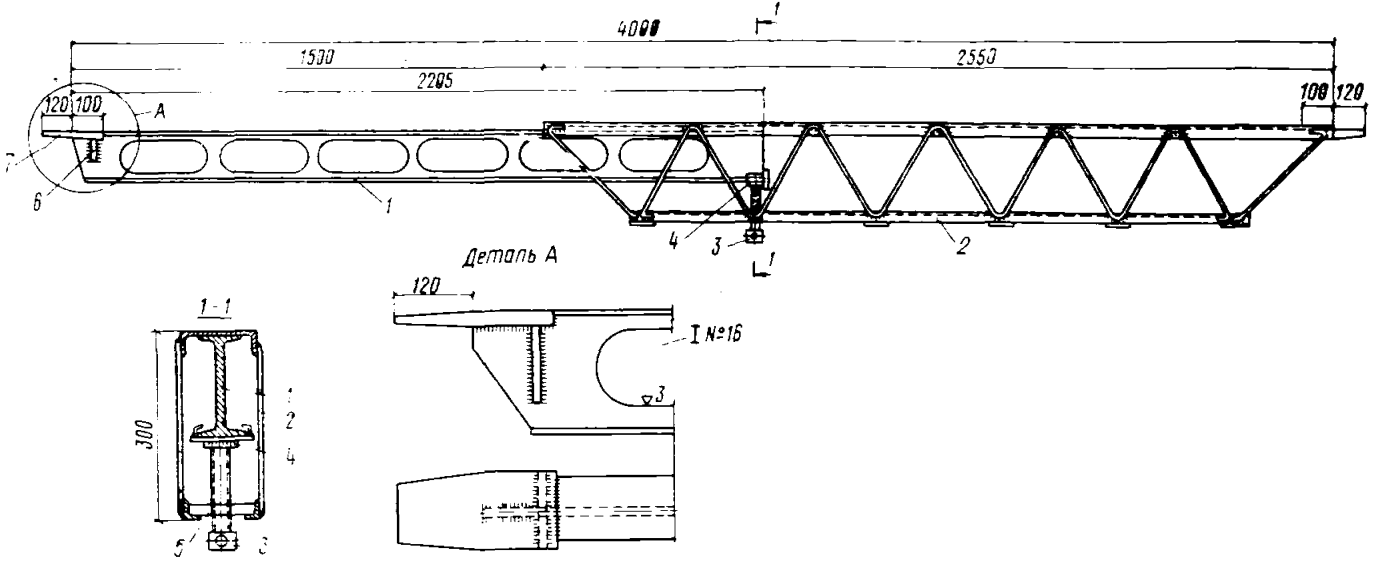


Рис. 25. Общий вид раздвижного ригеля РР-4

1 — выдвижная балка; *2* — объемная ферма; *3* — соединительный винт; *4* — опорная обойма; *5* — гайка; *6* — пластина жесткости; *7* — опорная пластина

Таблица 25

Расчетные нагрузки на ригель модели РР-4

Шаг в *мм*	Показатели	Пролет в *мм*			
		2500	3000	3500	4000
300	Нагрузка в *кгс/м*	2540	2440	1800	1380
	Толщина плиты в *мм*	920	760	560	500
400	Нагрузка в *кгс/м*	2200	1830	1350	1035
	Толщина плиты в *мм*	690	510	420	360
600	Нагрузка в *кгс/м*	1470	1220	900	690
	Толщина плиты в *мм*	460	380	280	250
900	Нагрузка в *кгс/м*	980	814	600	460
	Толщина плиты в *мм*	300	250	180	160

Таблица 26

Расчетные нагрузки на ригель модели РР-6

Шаг в *мм*	Показатели	Пролет в *мм*				
		4000	4500	5000	5500	6000
300	Нагрузка в *кгс/м*	1420	1020	870	730	600
	Толщина плиты в *мм*	620	490	390	350	320
400	Нагрузка в *кгс/м*	1100	810	660	540	460
	Толщина плиты в *мм*	480	380	300	270	250

Продолжение табл. 26

Шаг в *мм*	Показатели	Пролет в *мм*				
		4000	4500	5000	5500	6000
600	Нагрузка в *кгс/м*	730	540	440	360	300
	Толщина плиты в *мм*	320	260	200	180	160
900	Нагрузка в *кгс/м*	480	350	290	240	200
	Толщина плиты в *мм*	200	160	130	110	100

Таблица 27

Конструктивные характеристики элементов стальной опалубки ЦНИИОМТП из гнутых профилей

(сталь Ст. 3)

Наименование элементов	Марка	Длина в *мм*	Ширина, сечение в *мм*	Вес в *кг*
Щит	К-1,2	1200	600	15
	К-1,8	1800	600	22,2
	К-2,4	2400	600	28
	К-3,0	3000	600	32
Схватка	С-6	6000	2 [№ 12	59
	С-3	3000	2 [№ 12	30
	С-2,4	2400	2 [№ 12	24
	С-1,8	1800	2 [№ 12	18
	С-1,2	1200	2 [№ 12	12
Угловая вставка	У-1	600	300	8,5
	У-2	600	100	4
Зажим	З-2	176	101	1,5
Поддерживающая балка	Н-6,6	6600	2 [№ 16	91
	Н-5,4	5400	2 [№ 16	75,4
	Н-4,2	4200	2 [№ 16	58
	Н-3,0	3000	2 [№ 16	42,5
Кронштейны	Кр-3,0	170	18	1,4

Продольные ребра каркаса щитов выполнены из гнутых С-образных профилей, а поперечные — из уголка. Торцовые ребра имеют пластинки из листовой стали, выступающие на толщину палубы. Детали каркаса соединены на сварке. Палуба может быть выполнена из досок толщиной 30 *мм*, сплоченных вшпунт или вчетверть, древесностружечной плиты, водостойкой фанеры или слоистых пластиков толщиной 2—3 *мм* по разреженному дощатому настилу. К стальному каркасу палуба крепится на специальных шплинтах.

Схватки изготовлены из двух гнутых швеллеров № 12, соединенных накладками на сварке.

Угловые вставки делают из стали, они служат доборными элементами при устройстве опалубки входящих углов. Опалубка стакана-гнездообразователя собирается в блок и крепится на специальной сварной раме.

Для соединения щитов друг с другом служат струбцины с винтовым запором. Щиты соединяются со схватками натяжными крюками.

Таблица 28

Конструктивные характеристики элементов стальной опалубки Приднепровского Промстройпроекта

(сталь Ст. 3)

Наименование элементов	Марка	Длина в *мм*	Ширина, сечение в *мм*	Вес в *кг*
Щит	М-3	3000	600	58
	М-2,4	2400	600	47,4
	М-1,8	1800	600	35,6
	М-1,2	1200	600	24,9
Схватка	С-1,2	1200	2 [№ 12	13,9
	С-1,8	1800	2 [№ 12	20,6
	С-2,4	2400	2 [№ 12	27,4
	С-3,0	3000	2 [№ 12	34,12
	С-6,0	6000	2 [№ 12	68,2
Натяжной крюк	НК-1	170	18	1,2

2.10. Разработанная Приднепровским Промстройпроектом стальная опалубка из прокатных профилей представляет собой набор плоских щитов четырех типоразмеров, схваток пяти типоразмеров и инвентарных креплений — натяжных крюков, струбцин, болтов и пр. Конструктивные характеристики основных элементов приведены в табл. 28.

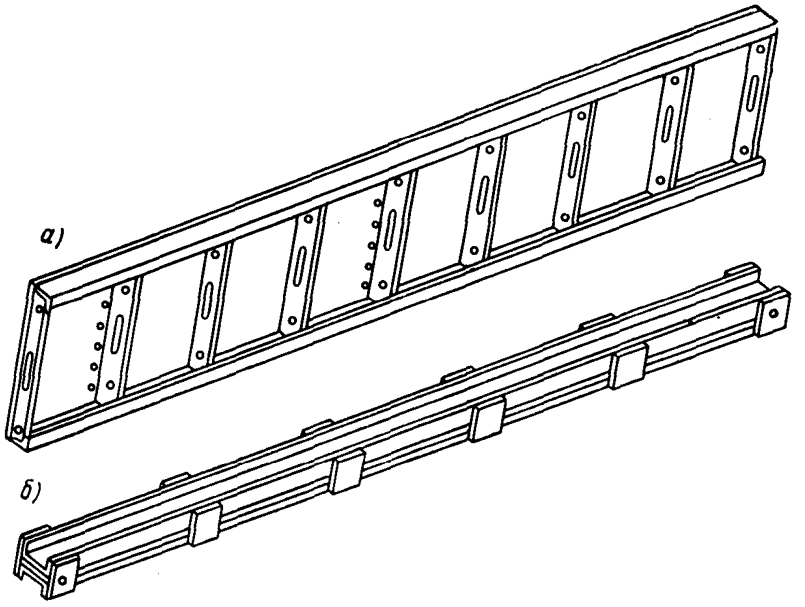


Рис. 26. Элементы стальной опалубки из прокатных профилей конструкции Приднепровского Промстройпроекта
а — общий вид щита; *б* — общий вид схватки

Щиты имеют каркасную конструкцию (рис. 26). Продольные ребра их выполнены из уголка сечением 63×40×4 *мм*. Узкой полкой уголок обращен наружу, а палуба из листовой стали толщиной 2 *мм* приваривается к торцу другой полки уголка. Поперечные ребра каркаса щитов изготовляются из полосовой стали. Отверстия в поперечных ребрах служат для соединения щитов натяжными крюками со схватками. В палубе просверлены отверстия диаметром 20 *мм* для пропуска соединительных болтов или стяжек.

Схватки выполнены из двух швеллеров № 12, соединенных накладками (рис. 26, *б*). Щиты могут быть собраны в крупноразмерные панели, и монтаж опалубки выполняется механизированным способом.

2.11. Комплект инвентарной стальной опалубки Приднепровского Промстройпроекта из гнутых профилей включает щиты и схватки тех же размеров, что и стальная опалубка из прокатных профилей. Листы С-образного профиля изготовляются на кромкогибочных стан-

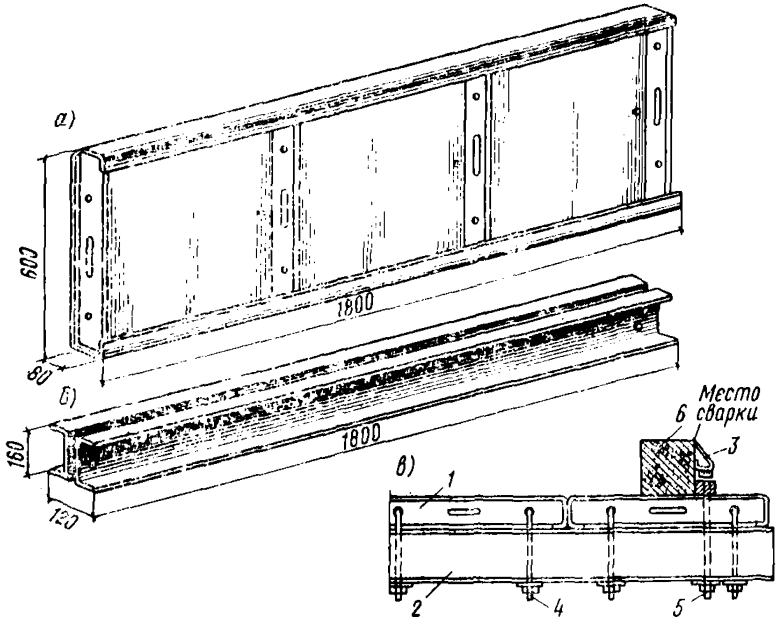


Рис. 27. Элементы стальной опалубки из гнутых профилей конструкции Приднепровского Промстройпроекта

а — общий вид щита; *б* — общий вид схватки; *в* — узел крепления опалубки к железобетонным стойкам; *1* — щит; *2* — схватка; *3* — привариваемая к стойкам гайка; *4* — натяжной крюк; *5* — инвентарный крепежный болт; *6* — железобетонная стойка

ках или прокатываются на валках и служат одновременно палубой и продольными ребрами. Поперечные ребра щитов изготовлены из листовой стали сечением 4×76 *мм* (рис. 27, *а*).

Схватки изготовляются из двух гнутых швеллеров № 12, соединенных накладками (рис. 27, *б*).

Конструктивные характеристики основных элементов приведены в табл. 29.

Таблица 29

Конструктивные характеристики элементов стальной опалубки Приднепровского Промстройпроекта из гнутых профилей

(сталь Ст. 3)

Наименование элементов	Марка	Длина в *мм*	Ширина, сечение в *мм*	Вес в *кг*
Щит	М-3	3000	600	52
	М-2,4	2400	600	43
	М-1,8	1800	600	32
	М-1,2	1200	600	23
Схватка	С-1,2	1200	2 [№ 12	12
	С-1,8	1800	2 [№ 12	18
	С-2,4	2400	2 [№ 12	24
	С-3,0	3000	2 [№ 12	30
	С-6,0	6000	2 [№ 12	0
Натяжной крюк	НК-1	170	18	1,2

Таблица 30

Конструктивные характеристики элементов стальной опалубки Минмонтажспецстроя

(сталь Ст. 3)

Наименование элементов	Марка	Длина в *мм*	Ширина, сечение в *мм*	Вес в *кг*
Щит	Щ-1	1250	500	29,07
»	Щ-2	1500	250	22,12
»	Щ-3	500	250	8,28
» угловой	ЩУ-1	500	500×250	15,65
Стойка направляющая	СН-1	1600	2 [№ 8	22,02
» угловая	СУ-1	1000	63×63×5	5,13
То же	С-2	3000	63×63×5	14,78
Опорная консоль	ОК-1	875	63×63×5	14,6
Скоба крепежная (Ст. 65)	СК-1		12	0,23

2.12. Стальная опалубка Минмонтажспецстроя имеет иную монтажную схему, чем опалубка ЦНИИОМТП и Приднепровского Промстройпроекта. В комплект опалубки входят основные щиты трех типоразмеров, угловая вставка, направляющая стойка, угловые стойки и опорные консоли (рис. 28). Опалубочную форму соби-

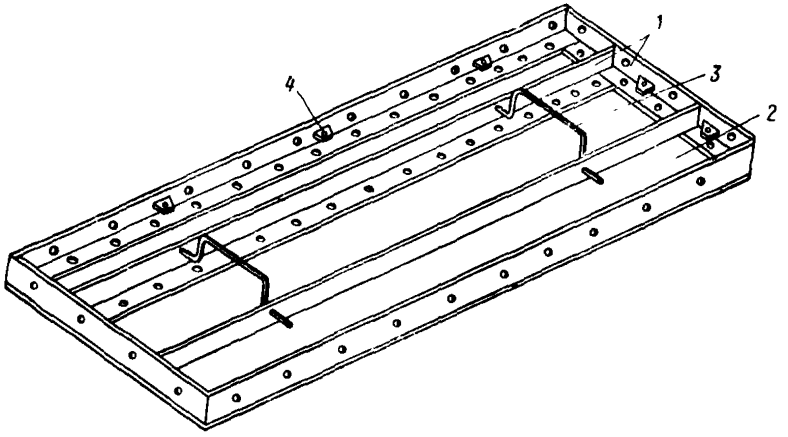


Рис. 28. Общий вид опалубочного щита конструкции Минмонтажспецстроя
1 — стальной каркас, *2* — палуба; *3* — ручка; *4* — кронштейн для крепления утеплителя

рают из плоских щитов, соединяемых пружинно-стержневыми скобами. Боковое давление бетонной смеси воспринимается тяжами, соединяемыми с направляющими щитами. При значительных нагрузках направляющие щиты усиливаются стойками. Опалубку ступенчатых фундаментов собирают с помощью опорных консолей. Каркас щитов выполнен из уголка 63×40×5 *мм*, а палубы — из листовой стали толщиной 2 *мм*. При использовании щитов в зимний период их утепляют матами из шлаковойлока.

2.13. Комбинированная опалубка треста Тагилстрой

предназначена главным образом для бетонирования стен и ступенчатых или столбчатых фундаментов. Каркас щитов выполнен из уголка 50×50×5 *мм;* палуба из строганых досок толщиной 28 *мм* собирается на гвоздях на обвязочной рамке, а затем на болтах крепится к стальному каркасу (рис. 29).

Основным элементом, обеспечивающим собранной опалубочной форме жесткость и устойчивость, является стойка, выполненная из двух уголков 30×50×5 *мм.* Стойки соединяются со щитами с помощью штырей и шплинтов, а между собой клиновыми запорами.

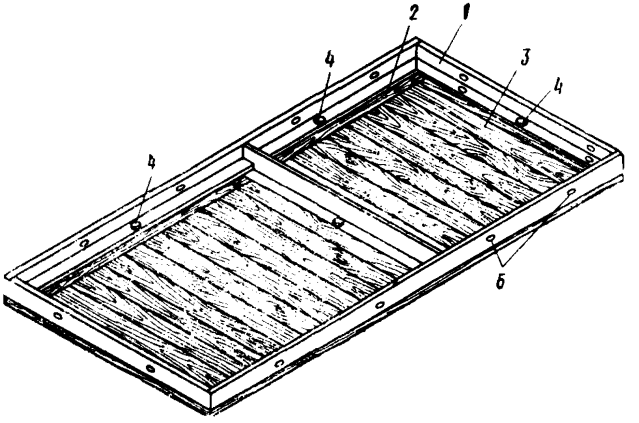


Рис. 29. Общий вид комбинированного щита конструкции Тагилстроя
1 — стальной каркас; *2* — обвязочная рамка; *3* — доски палубы; *4* — болты, соединяющие каркас с обвязочной рамкой; *5* — отверстия для соединения щитов

В состав комплекта входят щиты девяти типоразмеров и стойки длиной 1000 и 2000 *мм.* Конструктивные характеристики опалубки треста Тагилстрой приведены в табл. 31.

Щиты марок Щ-8 и Щ-9 рассчитаны на монтаж механизированным способом.

2.14. В состав комплекта деревянной опалубки ЦНИИОМТП входят щиты четырех типоразмеров, схватки пяти типоразмеров, элементы креплений и соединений (14 наименований), а также специальные гибкие щиты и схватки для опалубливания криволинейных поверхностей. Конструктивные характеристики системы приведены в табл. 32.

Таблица 31

Конструктивные характеристики элементов опалубки треста Тагилстрой

Наименование элементов	Марка	Материал	Длина в *мм*	Ширина, сечение в *мм*	Вес в *кг*
Щит	Щ-1	Сталь Ст. 3, дерево	500	500	11,8
	Щ-2		500	1000	21,6
	Щ-3		500	1500	31,5
	Щ-4		500	2000	41,9
	Щ-5		500	2500	49,5
	Щ-6		500	3000	61
	Щ-7		1000	1000	50
	Щ-8		1000	2000	98,2
	Щ-9		1000	3000	148
Стойка	С-1	Сталь Ст. 3,	1000	2∠ 80×50×5	11,4
	С-2		2000	2∠ 80×50×5	22,9

Таблица 32

Конструктивные характеристики деревянной опалубки системы ЦНИИОМТП

Наименование элементов	Марка	Материал	Длина в *мм*	Ширина, сечение, диаметр в *мм*	Вес в *кг*
Щит	Щ-600-1,2	Дерево, сталь	1200	600	23,4
	Щ-600-1,8		1800	600	34,2
	Щ-600-2,4		2400	600	46,7
	Щ-600-3,0		3000	600	55,2
Схватка	С-4,2	Дерево, сталь	4200	120×180	48
	С-3,6		3600	120×180	42
	С-3,0		3000	120×180	35
	С-2,4		2400	120×180	28
	С-1,8		1800	120×180	21
Соединительный болт	М14	Ст. 3	170	—	0,3

Продолжение табл. 32

Наименование элементов	Марка	Материал	Длина в *мм*	Ширина, сечение, диаметр в *мм*	Вес в *кг*
Щит гибкий	Щг-600-1,2	Дерево, транспортерная лента	1200	600	33,2
	Щг-600-2,4		2400	600	62
	Щг-600-1,8		1800	600	46,6
Схватка гибкая	Сг-1,2	Ст. 3	1200	Ø20	3,2
	Сг-1,8		1800	Ø20	4,1
	Сг-2,4		2400	Ø20	5
Зажим	ВЗ	Ст. 3	100	100×10	1,2

Инвентарный щит имеет коробчатое сечение. Каркас выполняется из досок 32×150 *мм*. Наружные ребра соединяются в углах вполдерева на гвоздях. Для пропуска тяжей в палубе просверлены отверстия 20 *мм*. Укрупненный модуль щитов и схваток — 600 *мм*.

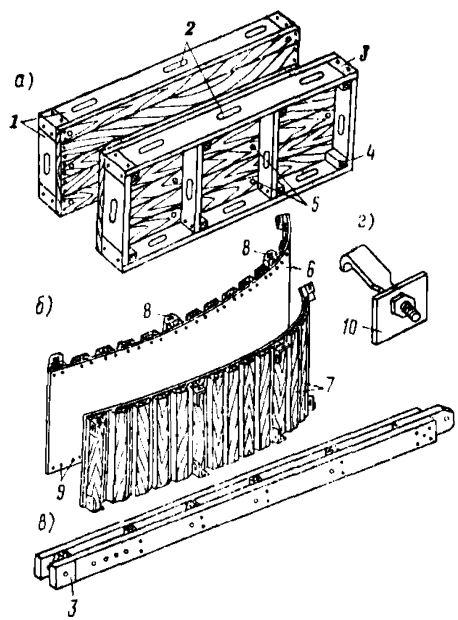


Рис. 30. Элементы деревянной опалубки конструкции ЦНИИОМТП

а — общий вид деревянных щитов; *б* — общий вид гибких комбинированных щитов; *в* — общий вид деревянной схватки; *г* — натяжной крюк; *1* — ребра каркаса; *2* — прорези для крепления натяжными крюками; *3* — листовая сталь; *4* — брусок; *5* — отверстия для пропуска стяжек; *6* — палуба из транспортерной ленты; *7* — рейки; *8* — стальные кронштейны; *9* — шурупы; *10* — шайба

Конструкция щитов предусматривает предварительную их сборку в крупноразмерные блоки и панели и установку механизированным способом. Общий вид щита представлен на рис. 30, *а*. Гибкие щиты имеют палубу из транспортерной ленты, к которой с наружной стороны на болтах прикреплены деревянные рейки, обеспечивающие жесткость щита в поперечном направлении (рис. 30, *б*).

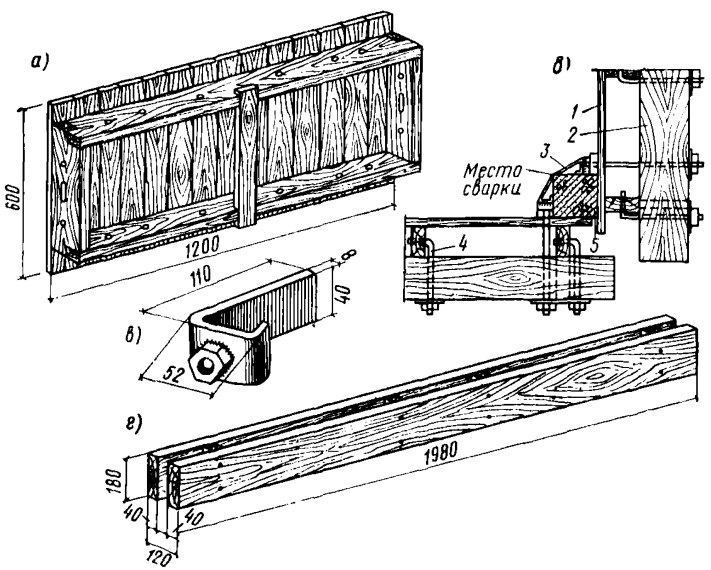


Рис. 31. Элементы деревянной опалубки конструкции Приднепровского Промстройпроекта

а — общий вид щита; *б* — узел крепления опалубки в углах; *в* — стальная крепежная деталь; *г* — общий вид деревянной схватки; *1* — палуба щитов; *2* — схватка; *3* — крепежная деталь; *4* — натяжной крюк; *5* — железобетонная стойка

Инвентарные схватки выполнены из двух досок сечением 40×180 *мм*, соединенных гвоздями через деревянные прокладки. Наружная поверхность схваток строганая. Торцы досок защищены листовой сталью. Для сращивания схваток и соединения под прямым углом в них просверлены отверстия, через которые пропускаются соединительные болты (рис. 30, *в*).

Для соединения схваток со щитами используются натяжные крюки. Хвост крюка пропускается между досками схватки, а гайка опирается на стальную шайбу (рис. 30, *г*).

2.15. Деревянная опалубка Приднепровского Промстройпроекта отличается от опалубки ЦНИИОМТП главным образом конструкцией щитов. Их каркас сделан из досок сечением 120×40 *м*, а палуба — из досок толщиной 25 *мм*, причем доски палубы выступают за грани каркаса на 70 *мм*. В местах пересечения ребер каркаса для повышения общей жесткости щита установлены косынки из стали толщиной 5 *мм*. Доски палубы с каркасом соединяются на гвоздях (рис. 31, *а*).

Схватки изготовляются из двух досок сечением 180×40 *мм*. Щиты со схватками соединяются натяжными крюками. Опалубка может собираться как из отдельных элементов, так и из крупноразмерных панелей. Конструктивные характеристики основных элементов деревянной опалубки Приднепровского Промстройпроекта приведены в табл. 33.

Таблица 33

Конструктивные характеристики элементов деревянной опалубки Приднепровского Промстройпроекта

Наименование элементов	Марка	Материал	Длина в *мм*	Ширина, сечение, диаметр в *мм*	Вес в *кг*
Щит	ЩД-3	Дерево, сталь	3000	600	55
	ЩД-2,4		2400	600	47
	ЩД-1,8		1800	600	38
	ЩД-1,2		1200	600	29
Схватка	С-7	Дерево	6000	2×180×40	53
	С-3		3000	2×180×40	26
	С-2,4		2400	2×180×40	21
	С-1,8		1800	2×180×40	16
	С-1,2		1200	2×180×40	100
Натяжной крюк	НК	Сталь Ст. 3	260	∅ 18	1,6

Инструменты и приспособления для производства опалубочных работ

2.16. В связи с ограниченностью фронта работ и некоторыми технологическими особенностями установки или разборки опалубки рабочим в звене приходится выполнять, как правило, различные операции (например, одновременно могут устанавливаться доборы и крепиться основные щиты, устанавливаться щиты и схватки или устанавливаться телескопические стойки и связи). Поэтому количество инструментов в комплектах назначается с учетом неравномерности использования.

В табл. 34 приведен перечень инструментов звена опалубщиков. Этот перечень может быть дополнен специальными инструментами, разработанными для той или иной системы опалубки.

Таблица 34

Ориентировочный перечень инструментов звена опалубщиков

Наименование	ГОСТ	Количество	Назначение
Щетка металлическая	—	2	Очистка элементов опалубки от бетона и грязи
Кисть малярная	—	2	Смазка щитов
Молоток плотничный	2311—56	2—3	Крепление доборов [1], нашельников, закладных деталей
Топор А2	1899—56	2	Подтеска неинвентарных креплений и доборов по месту
Пила-ножовка поперечная	—	2	Подгонка неинвентарных креплений, изготовление доборов
Рубанок с одной железкой	—	1	Изготовление доборов по месту
Ключ гаечный разводной	7275—54	2—3	Установка креплений
Коловорот с трещоткой	7461—55	1	Сверление отверстий для крепления закладных деталей в деревянных и комбинированных щитах и доборах

Продолжение табл. 34

Наименование	ГОСТ	Количество	Назначение
Сверла центровые к коловороту диаметрами 16—40 *мм* (6 типов)	—	2 комплекта	То же
Зенковки к коловороту (3 типа)	—	2 комплекта	Сверление отверстий для крепления закладных деталей в деревянных и комбинированных щитах и доборах
Долота плотничные (3 типа)	1185—41	То же	Установка закладных деталей
Рулетка стальная 5-метровая	—	1	Разметка опалубки
Метр стальной складной	—	2—3	То же
Отвесы (100—150 *г*)	—	2	»
Конопатка	—	2	Уплотнение мест примыкания доборов
Ломики-гвоздодеры длиной 0,6—1 *м*	—	2	Снятие неинвентарных креплений, доборов, инвентарных щитов
Ведра	—	2	Смазка щитов
Ножницы саперные	—	2	Обрезка стяжек (скруток)

[1] Доборами названы изготовляемые на месте вставки из обрезков досок, древесностружечных плит и т. п., применяемые при сборке опалубки.

2.17. Электрифицированные и механизированные инструменты (табл. 35) распределяются бригадиром между звеньями на одну или несколько смен, а при необходимости могут передаваться из одного звена в другое в течение смены.

Для хранения и переноски инструментов, а также для переноски элементов крепления опалубки (пружинных скоб, кляммер, крюков, натяжных крюков, гвоздей и т. п.) используются инструментальные ручные ящики и ящики-контейнеры.

Таблица 35

Ориентировочный перечень инструментов бригады опалубщиков

Наименование	Марка	Количество	Назначение
Электросверлилка	И-27	1	Устройство доборов по месту. Крепление тяжелых закладных деталей. Устройство инвентарных поддерживающих лесов
Электродолбежник	И-1	1	То же
Электрогайковерт	И-61	1	»
Электрошуруповерт	И-62	1	»
Электрическая дисковая пила	—	1	Поперечная и продольная распиловка досок и брусьев
Краскораспылитель	О-37, С-512	1	Смазка щитов опалубки
Компрессор передвижной	О-38М, О-39А	1	Смазка опалубки
Бачок емкостью до 20 *л* для подогрева смазки	—	1	То же
Эжекторный насос	—	1	Откачка воды из мелких углублений
Домкрат винтовой автомобильный с усилием 3 *тс*	—	1	Рихтовка опалубки

В зависимости от характера и способа производства работ бригада опалубщиков имеет переносные и навесные стремянки, один-два монтажных стенда для укрупнительной сборки опалубки (рис. 32), а также такелажную оснастку для подъема крупноразмерных панелей и блоков. В комплект приспособлений могут входить различного рода кондукторы, облегчающие установку опалубки. В некоторых случаях в зависимости от принятой организации работ и структуры подразделений треста бригадам опалубщиков передаются понижающие трансформаторы, распределительные щиты и другое электротехническое оборудование.

2.18. Опалубочные работы выполняются звеньями, организованными по операционно-расчлененному принципу. Численно-квалификационный состав звеньев зави-

сит от вида работ, типа опалубки и лесов, а в некоторых случаях от специфических условий строительства.

Опалубщики-монтажники должны обладать профессиональными навыками монтажников, слесарей-сборщиков и плотников. Это объясняется тем, что наряду с монтажными операциями опалубщикам приходится выполнять работы по установке закладных деталей, сбор-

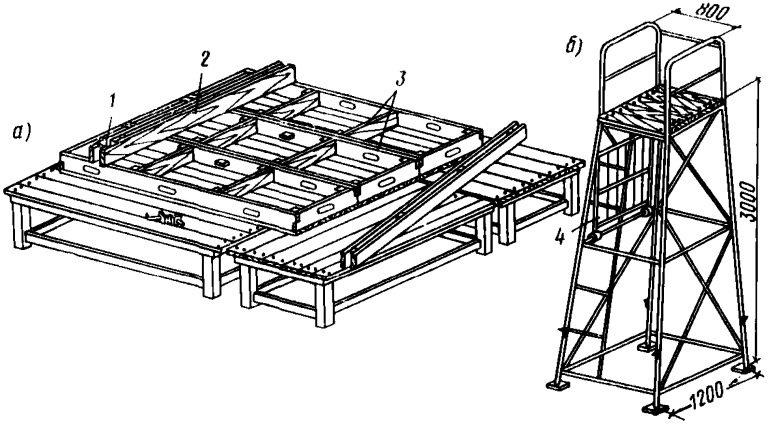


Рис. 32. Монтажный плац (*а*) и переносная стремянка (б)
1 — натяжной крюк; *2* — схватка; *3* — щиты; *4* — откидная площадка

ке поддерживающих лесов, подключению термоактивной опалубки и т. п. с использованием механизированных инструментов. Вместе с тем даже применение универсальной опалубки невозможно без устройства доборов по месту и, следовательно, выполнения ручных работ с использованием молотков, топоров, ручных пил и т. д.

Для правильного комплектования звеньев в тех случаях, когда эксплуатируются системы инвентарной опалубки универсального назначения, можно пользоваться приведенными в табл. 36 рекомендациями по квалифицированному подбору рабочих для выполнения операций с теми или иными элементами опалубки.

Количество звеньев в бригаде определяется объемом опалубочных работ, сроком их выполнения, принятым ритмом потока.

Таблица 36

Квалификационный классификатор опалубочных работ

Наименование операций	Элементы опалубки	Квалификационный разряд (минимальный)
Разметка положения фундаментов и других конструкций	—	IV
То же, закладных деталей	—	IV
Подноска элементов опалубки и лесов	—	I
Сборка каркасов из несущих балок (для ступенчатых фундаментов)	Несущие балки	II
Установка каркасов из несущих балок	Несущие балки	III
Установка и закрепление схваток ленточных фундаментов	Схватки, подкосы	III
Сборка каркасов из схваток для фундаментов под технологическое оборудование	Схватки, крепления, подкосы	III, IV
Установка и раскрепление телескопических стоек	Телескопические стойки, крепления, связи	III
Сборка опор из составных и телескопических стоек	Составные и телескопические стойки, связи	III, IV
Установка прогонов по стойкам	Схватки, балки, деревянные брусья	III
Установка балочных струбцин и хомутов для опалубки балок и ригелей	Балочные струбцины, подвесные хомуты	III
Установка раздвижных ригелей	Раздвижные ригели	II, III
Выверка опалубки перекрытий и балок	—	IV, V
Установка опор под наклонные перекрытия	Составные стойки, телескопические стойки, связи, крепления	III, IV

Продолжение табл. 36

Наименование операций	Элементы опалубки	Квалификационный разряд (минимальный)
Установка опор под опалубку бункеров	Составные стойки, телескопические стойки, связи, крепления	III, IV
Установка ригелей и балок наклонных перекрытий и бункеров	Схватки, раздвижные ригели, балки, деревянные брусья	IV, V
Выверка опор наклонных перекрытий	—	V
Навеска щитов на каркас из схваток	Щиты, крепления	II
Установка щитов опалубки перекрытий, балок, бункеров	То же	III
Установка щитов опалубки для раздельного бетонирования	Щиты, крепления, уплотнительные прокладки	III
Установка щитов термоактивной опалубки	Термоактивные щиты, инвентарная разводка, крепления	III

При небольших объемах работ и в случаях, предусмотренных проектами производства работ, принцип организации звеньев по операционно-расчлененному методу может не соблюдаться. Отдельные звенья опалубщиков могут выполнять весь комплекс работ по установке опалубки: подноску элементов, установку подмостей, поддерживающих элементов, монтаж щитов опалубки, закладных деталей и т. п.

2.19. Организация рабочего места опалубщиков должна предусматривать создание наиболее благоприятных условий труда, исключающих необходимость пребывания рабочих в неудобных и напряженных позах (согнувшись, присев и т. п.).

Если необходимо вести работы одновременно на нескольких ярусах, рабочие места должны быть надежно защищены сверху и снизу от возможного падения инструментов и элементов инвентарной опалубки.

Положение осей фундаментов перед началом установки опалубки должно быть зафиксировано при помощи натянутых над котлованами проволок. Правильность положения опалубки в котловане проверяется при помощи отвесов, опускаемых с этих проволок.

В больших котлованах, где нет возможности натянуть осевые проволоки, положения осей и отметки фиксируются с помощью теодолита на нескольких реперах. Положение реперов в котловане должно позволять легко определять оси всей группы фундаментов или всех блоков массивных фундаментов.

Перед установкой опалубки выставляются маяки — деревянные колья, забиваемые заподлицо с основанием. На маяках красной краской наносятся риски, фиксирующие или положение рабочей плоскости щитов опалубки, или положение поддерживающих элементов.

Если опалубка устанавливается на бетонное основание или на забетонированные конструкции, риски краской наносят непосредственно на бетонную поверхность. При этом место рисок очерчивают треугольником.

2.20. Место установки лесов и опалубки должно быть очищено от мусора и щепы, а в зимнее время от снега и льда.

Поверхность земли в месте установки лесов и опалубки должна быть выровнена путем срезки бугров; подсыпку грунта в местах установки лесов ни в коем случае не следует допускать.

Под стойки должны быть уложены лаги из досок толщиной не менее 50 *мм* или из лежней.

2.21. Проходы в местах складирования элементов инвентарной опалубки должны иметь ширину не менее 1 *м*. Спуски в котлованы при уклоне более 20° должны быть оборудованы лестницами с перилами. При использовании многоярусных подмостей должно быть обеспечено сообщение между ярусами.

Элементы опалубки и лесов складируются в штабеля высотой не более 1—1,2 *м* по маркам так, чтобы был свободный доступ к любому элементу. Складирование элементов нескольких марок в одном штабеле недопустимо.

Вес элементов и лесов, складируемых непосредственно на рабочих подмостях, должен быть строго ограничен в соответствии с нормативными нагрузками, на которые рассчитаны элементы подмостей.

2.22. Подъем опалубочных щитов, схваток, ребер, стоек, ригелей и других относительно крупноразмерных элементов опалубки и лесов и подача их к рабочему месту на подмости или верхние этажи строящегося объекта должны производиться подъемными механизмами в пакетах, охваченных стропами не менее чем в двух местах или в специальных контейнерах. Элементы креплений и соединений (замки, зажимы, тяжи и пр.) должны подаваться подъемным механизмом только в специальных контейнерах.

Щиты опалубки могут быть подняты на высоту до 4 *м* при помощи вилочных погрузчиков. В этом случае строповка их не требуется. Штабеля щитов должны быть уложены в местах складирования на деревянные подкладки, позволяющие сделать захват штабеля вилочным погрузчиком.

2.23. Смонтированная опалубка принимается мастером или прорабом. При этом проверке подвергаются:

а) соответствие форм и геометрических размеров опалубки рабочим чертежам;

б) совпадение осей опалубки с разбивочными осями конструкций или сооружений;

в) точность отметок отдельных опалубочных плоскостей или выносок на опалубочных плоскостях;

г) вертикальность и горизонтальность опалубочных плоскостей;

д) правильность установки закладных деталей, пробок и т. п.;

е) плотность стыков и сопряжений элементов опалубки с доборами по месту, с ранее уложенным бетоном или подготовкой.

Допускаемые отклонения положения и размеров установленной опалубки, поддерживающих лесов и креплений не должны превышать величин, указанных в табл. 37.

2.24. При наличии на строительной площадке кранов большой грузоподъемности опалубку следует собирать в укрупненные блоки (коробы, щиты, соединенные с кружалами, и т. п.). В целях сокращения сроков производства работ на этих укрупненных элементах следует закреплять арматуру, образуя арматурно-опалубочные блоки.

Таблица 37

Допускаемые отклонения положения опалубки

№ п.п.	Наименование отклонений	Величина отклонений в *мм*
1	Отклонения размеров расстояний между опорами изгибаемых элементов опалубки (стойками, тяжами и пр.) и расстояний между связями, раскрепляющими стойки лесов, от проектных:	
	на 1 *м* длины	±25
	на весь пролет, не более	±75
2	Отклонения от вертикали или от проектного наклона плоскостей опалубки и линий их пересечения:	
	на 1 *м* высоты	5
	на всю высоту конструкций:	
	фундаментов	20
	стен и колонн высотой до 5 *м*, поддерживающих монолитные перекрытия	10
	То же, высотой более 5 *м*	15
	колонн каркаса, связанных балками	10
	балок и арок	5
3	Смещение осей разборно-переставной опалубки от проектного положения:	
	фундаментов	15
	стен и колонн	8
	балок, прогонов и арок	10
	фундаментов под стальные конструкции	$1{,}1\sqrt{L}$, где L — длина пролета или шага конструкций в *м*
4	Отклонения внутренних размеров поперечных сечений коробов опалубки и расстояний между внутренними поверхностями опалубки стен от проектных	+5
5	Местные неровности опалубки (при проверке двухметровой рейкой)	3

Примечания: 1. При возведении многоэтажных (многоярусных) сооружений отклонения в расположении осей опалубки от проектного положения, допущенные согласно п. 3 настоящей таблицы в нижележащих этажах (ярусах), должны быть исправлены при установке опалубки этих элементов в последующих этажах (ярусах).

2. Применение инвентарных элементов опалубки и лесов с сечениями меньше предусмотренных проектом допускается при условии, если приняты необходимые меры против перенапряжения и недопустимых деформаций путем более частой постановки опор и креплений и иными средствами.

Блоки больших размеров, которые нельзя транспортировать от опалубочного цеха до места установки, следует собирать у объекта в пределах радиуса действия крана. При установке крупнопанельных щитов опалубки и арматурно-опалубочных блоков следует соблюдать следующие условия:

а) стропы для монтажа должны прикрепляться в местах, предусмотренных проектом; места строповки должны быть отмечены яркой краской;

б) правильность устройства опалубки необходимо проверять до монтажа;

в) освобождение монтируемых конструкций от крюка подъемного механизма допускается только после их временного или постоянного закрепления на месте установки.

2.25. Дощатая опалубка и кружала железобетонных арок и сводов покрытий, а также дощатая неинвентарная опалубка железобетонных балочных конструкций пролетом более 4 *м* должны устраиваться со строительным подъемом, учитывающим их осадку под нагрузкой от свежеуложенной бетонной смеси.

Величина подъема дощатой неинвентарной опалубки арок и сводов в середине пролета и характер кривой подъема должны определяться проектом; при этом строительный подъем в середине пролета должен быть не менее 5 *мм* на 1 *м* пролета.

Строительный подъем балочных конструкций должен быть не менее 3 *мм* на 1 *м* пролета.

Правильность установки опалубки и соблюдение величины строительного подъема в соответствии с проектом должны проверяться при помощи геодезических инструментов.

2.26. Деревянные пробки, анкерные крюки и другие приспособления для крепления опалубки вышележащих конструкций должны быть уложены в свежий бетон немедленно по окончании бетонирования.

Заделка тяжей, расчалок и других креплений в уложенном ранее бетоне должна производиться с учетом прочности бетона, достигаемой к моменту передачи нагрузки на эти крепления.

2.27. На время бетонирования выделяется дежурный рабочий, который периодически (1—2 раза в час) производит внешний осмотр опалубки.

В случае деформации отдельных элементов инвен-

тарной опалубки (щитов, схваток), раскрытия щелей или деформации доборов дежурный рабочий вызывает мастера и по его указанию производит установку дополнительных креплений и исправление деформировавшихся мест (в некоторых случаях с использованием для этой цели домкратов). Все исправления, связанные с нарушением структуры уложенной в опалубку бетонной смеси, допускаются не позднее 1—2 *ч* после укладки смеси.

2.28. Разборка опалубки (распалубливание забетонированных конструкций) допускается не ранее, чем бетон достигнет требуемой прочности, и может производиться только с разрешения производителя работ. При этом необходимо предварительно убедиться в отсутствии нагрузок на конструкции, превышающих допустимые.

Разборку опалубки и лесов следует поручать тем рабочим бригадам, которые будут выполнять повторную установку опалубки. Стойки из брусьев или бревен и другие элементы, поддерживающие неинвентарную опалубку и воспринимающие вес конструкции, должны быть установлены на специальные приспособления для раскружаливания: парные клинья, песочные цилиндры, винтовые домкраты. Удаление стоек и других элементов, поддерживающих опалубку несущих конструкций, допускается только после снятия боковой опалубки и осмотра как распалубленных элементов, так и поддерживающих их конструкций.

Перед началом разборки опалубки должна быть возобновлена стертая маркировка ее элементов. Снимаемые элементы опалубки должны быть осторожно спущены вниз, рассортированы, очищены от торчащих гвоздей и сложены в штабель.

Инвентарные детали опалубки (хомуты, клинья, болты и др.) должны сдаваться по счету бригадиру или мастеру.

Сборка опалубки ступенчатых фундаментов

2.29. Сборку опалубочных форм для бетонирования ступенчатых фундаментов объемом до 15 $м^3$ при использовании стальной и комбинированной опалубки ЦНИИОМТП (из прокатных профилей) производят в следующем порядке.

Устанавливают и закрепляют с помощью монтаж-

ных уголков щиты углов нижних коробов опалубки, расположенных по диагонали фундамента. Пружинными скобами или крюками к смонтированным щитам крепят остальные щиты нижнего короба. Затем к панелям короба опалубки нижней ступени с помощью натяжных крюков крепят схватки. Одновременно схватки нижней ступени соединяют «в мельницу».

Если устройство доборов по месту в нижней ступени нежелательно из-за значительного их объема, часть щитов устанавливают вертикально, начиная с любого угла фундамента. Собранный короб рихтуют строго по осям. Панели короба (при длине более 3000 *мм*) соединяют стяжками диаметром 4—10 *мм*, минимум по две на каждую пару панелей. Стяжки закрепляют клиновыми зажимами. В основание фундамента забивают деревянные якоря, удерживающие нижний короб.

При высоте опалубки 500—600 *мм* схватки устанавливают в два ряда. Доборы по месту крепят монтажными гвоздями к деревянным пробкам, забитым в стальные инвентарные схватки. На ребра щитов нижнего короба наносят риски, фиксирующие положение щитов второй ступени, затем, отступив от рисок на расстояние, равное толщине щита, устанавливают инвентарные поддерживающие балки, которые закрепляют на нижнем коробе с помощью струбцин. Поддерживающие балки выполняются из швеллера № 16. При небольших пролетах в качестве балок используются схватки.

На поддерживающие балки устанавливают схватки и соединяют их друг с другом «в мельницу». На схватки навешивают щиты второй ступени и скрепляют их натяжными крюками; щиты соединяют пружинными скобами или крюками. Затем к деревянным бобышкам схваток крепят доборы по месту. Собранный верхний короб рихтуют по осям. Противоположные панели верхнего короба соединяют стяжками.

На нижний короб устанавливают временные рабочие настилы, с которых собирают опалубку следующей ступени, подколонника и стакана, кондукторы для анкерных болтов.

Сборку опалубки подколонника начинают с установки монтажных уголков и щитов углов. Щиты крепят к нижним схваткам натяжными крюками, а между собой и с монтажными уголками соединяют пружинными скобами. Затем на щиты опалубки подколонника с по-

мощью натяжных крюков навешивают схватки второго яруса. Если высота подколонника больше 1800 *мм*, его опалубку составляют из двух или более ярусов щитов. На верхнем коробе с помощью струбцин устанавливают и закрепляют опалубку стакана или кондукторы для анкерных болтов. Разбирают опалубку ступенчатых фундаментов в обратной последовательности. Сборку опалубки ступенчатых фундаментов объемом до 15 $м^3$ производит звено из двух опалубщиков.

2.30. Сборку опалубочных форм тяжелых ступенчатых фундаментов (объемом до 100 $м^3$) можно производить без поддерживающих лесов, используя несущие балки. Процесс сборки проходит в следующем порядке.

Собирают на спланированной грунтовой площадке нижний короб из несущих балок. На балки нижнего короба навешивают щиты с помощью натяжных крюков. Доборы из досок (если длина ступени фундамента некратна длине щитов) крепят к деревянным бобышкам, забитым между швеллерами поясов балок.

На ребра щитов короба наносят клеевой краской риски, обозначающие положение осей, устанавливают собранный короб опалубки нижней ступени с помощью универсальной траверсы на подготовленное основание фундамента. Противоположные панели второго и последующих коробов соединяют стяжками и закрепляют их клиновыми зажимами. Количество стяжек определяется расчетом. На каждую пару панелей короба должно приходиться не менее двух стяжек.

Если высота ступеней фундамента больше 500 *мм*, опалубочные короба вышерасположенных ступеней устанавливают на прокладки, прикрепленные к несущим балкам нижнего пояса.

Щиты первого яруса подколонника крепят к балкам натяжными крюками, между собой — пружинными скобами. Затем устанавливают монтажные уголки и соединяют их со щитами пружинными скобами или крюками; устанавливают (если необходимо) щиты второго яруса. С помощью натяжных крюков закрепляют схватки, соединяемые между собой «в мельницу», устанавливают стяжки и закрепляют их клиновыми зажимами.

На ребра щитов подколонника клеевой краской наносят риски, обозначающие положение осей. Собранный подколонник устанавливают с помощью универсальной траверсы на балки короба опалубки верхней ступени

фундамента и закрепляют на них хомутами, навешивают рабочие площадки и стремянки.

На щитах опалубки закрепляют легкие закладные детали. Тяжелые закладные детали крепят к арматурному каркасу подколонника. Кондукторы для анкерных

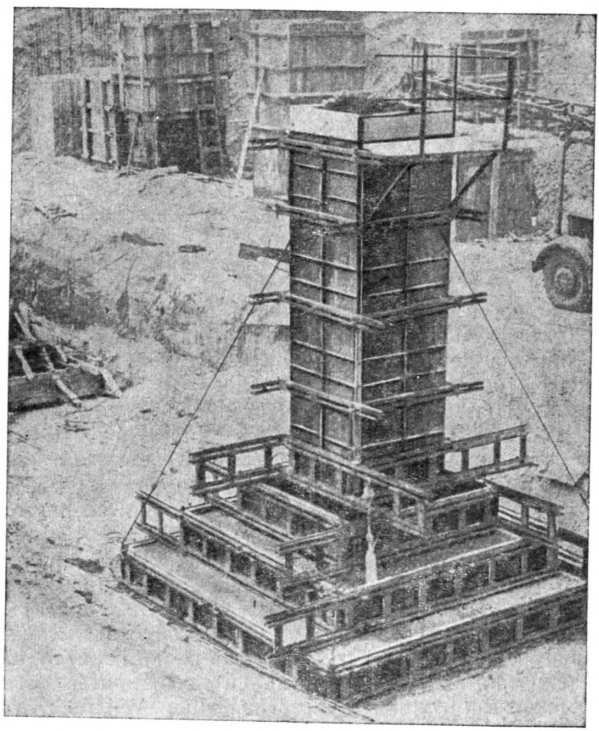


Рис. 33. Общий вид стальной опалубки тяжелого ступенчатого фундамента (опалубка ЦНИИОМТП)

болтов или гнездообразователи устанавливают и закрепляют на опалубке подколонника струбцинами.

На рис. 33 показана опалубка тяжелого ступенчатого фундамента. Разбирают опалубку большого ступенчатого фундамента в следующем порядке.

Демонтируют кондукторы анкерных болтов или извлекают гнездообразователи, затем выбивают клинья, соединяющие схватки между собой, и снимают пружинные скобы, соединяющие короба нижнего и верхнего ярусов опалубки подколонника.

Снимают навесные рабочие площадки и стремянки и клиновые зажимы крепления стяжек. Проверяют надежность крепления схваток к щитам натяжными крюками; разбирают короб верхнего яруса опалубки подколонника на отдельные панели; когда это затруднено из-за защемления в бетоне отдельных щитов или концов стяжек, опалубку разбирают на отдельные элементы; затем выбивают клинья, соединяющие несущие балки опалубочных коробов, и снимают клиновые зажимы крепления стяжек. Проверяют надежность крепления щитов к несущим балкам и разбирают короба опалубки ступенчатого фундамента на отдельные панели.

Сборку и разборку опалубки больших ступенчатых фундаментов выполняют обычно два звена. Каждое состоит из двух опалубщиков 4-го и 2-го разряда и одного стропальщика 2-го разряда.

2.31. При использовании стальной опалубки Минмонтажспецстроя сборка формы для ступенчатых фундаментов производится в следующем порядке.

С помощью угловых стоек СУ-1 собирают углы нижнего короба опалубки. Щиты и стойка соединяются пружинными скобами.

К смонтированным щитам в углах короба присоединяют остальные щиты с помощью пружинных скоб. Стержень-палец скобы вводят в отверстия каркаса щитов, а затем, поворачивая на 90° противоположный пальцу конец скобы, натягивают на полки каркаса, плотно сжимая их. При этом палец воспринимает срезывающие, а пружина — растягивающие усилия. Скобы ставят не реже чем через 375 *мм* друг от друга и не менее двух на каждую сторону щита. В местах действия значительных изгибающих моментов количество скоб определяется по расчету; собранный короб опалубки нижней ступени выверяют по осям и закрепляют на основании деревянными или стальными якорями.

Противоположные панели короба соединяют между собой стяжками, пропускаемыми через отверстия в щитах Щ-2, если длина панели превышает 3 *м*. К нижне-

му коробу опалубки с помощью пружинных скоб укрепляют опорные консоли ОК-1. Они обеспечивают образование уступов опалубки шириной от 300 до 750 *мм*. Предельная нагрузка на опорные консоли определяется исходя из максимально допустимого опорного момента, равного 450 *кгс·м*. При ширине уступов 300 *мм* вес опалубки верхних коробов может составлять 9000 *кг*, а при ширине 750 *мм* — 3600 *кг*. Если полный вес опираемой на консоли опалубки выше предельно допустимого, верхние короба опалубки либо собирают не полностью (не на всю высоту), либо по мере бетонирования фундамента; при этом нагрузки передаются непосредственно на бетон.

К опорным консолям крепят пружинными скобами щиты короба второй ступени. Поскольку опорные консоли жестко соединены с нижним коробом, рихтовать опалубочные короба второй и последующих ступеней нет необходимости. Но это в свою очередь требует весьма тщательной выверки короба нижней ступени не только по осям, но и по горизонтали. При необходимости собирают опалубку третьей и последующих ступеней.

Опалубка подколонника собирается так же, как и ступенчатой части фундамента, но над опорными консолями в углах опалубочной формы устанавливают угловые стойки СУ-1 или СУ-2. Боковое давление бетонной смеси воспринимается тяжами, проходящими через отверстия в щитах Щ-2. Все неиспользованные отверстия закрываются деревянными планками. На собранную опалубочную форму устанавливаются навесные площадки, закладные детали, кондукторы для анкерных болтов, пустотообразователи.

Сборку опалубки ступенчатого фундамента выполняет звено из двух или трех рабочих 4-го и 2-го разряда. На рис. 34 показана опалубка фундамента. Разборка ее ведется в последовательности, обратной сборке.

2.32. Деревянную опалубку и комбинированную из гнутых стальных профилей конструкции ЦНИИОМТП, а также стальную и деревянную опалубку Приднепровского Промстройпроекта при бетонировании ступенчатых фундаментов под колонны каркасов зданий собирают в приведенной ниже последовательности.

Раскладывают и устанавливают в проектное поло-

жение щиты нижней части короба фундамента. Затем соединяют щиты каждой панели с помощью болтов или деревянных клиньев-шпонок. В углах панели соединяют болтами или накладками.

Способ соединения определяется вариантом раскладки панелей; возможны три таких варианта:

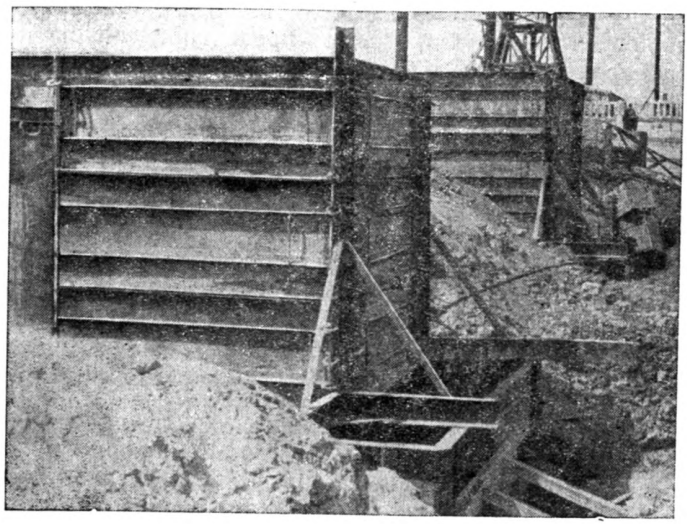


Рис. 34. Общий вид стальной опалубки ступенчатого фундамента (опалубка Минмонтажспецстроя)

1) каждая панель короба точно соответствует по длине грани фундамента. В этом случае панели соединяют болтами, под головками которых размещают угловые вставки — бруски или стойки из угловой стали (рис. 35, *а*);

2) две противоположные панели точно соответствуют по длине граням фундамента, а длина двух других панелей несколько превышает требуемую. В этом случае панели соединяются болтами, пропущенными через палубу, или специальными накладками, размещаемыми сверху на ребрах (рис. 35, *б*);

3) ни одна из панелей не соответствует по длине грани фундамента. В этом случае панели либо раскладывают в виде «мельницы», либо с одной стороны

укладывают две панели, которые короче грани фундамента, а с другой — две панели, которые длиннее грани фундамента. При такой раскладке панели одной стороны опалубки перекрывают в углу панели другой ее стороны. Неопалубленную поверхность закрывают доборами из досок, древесностружечной плиты или других материалов (рис. 35, *в, г*).

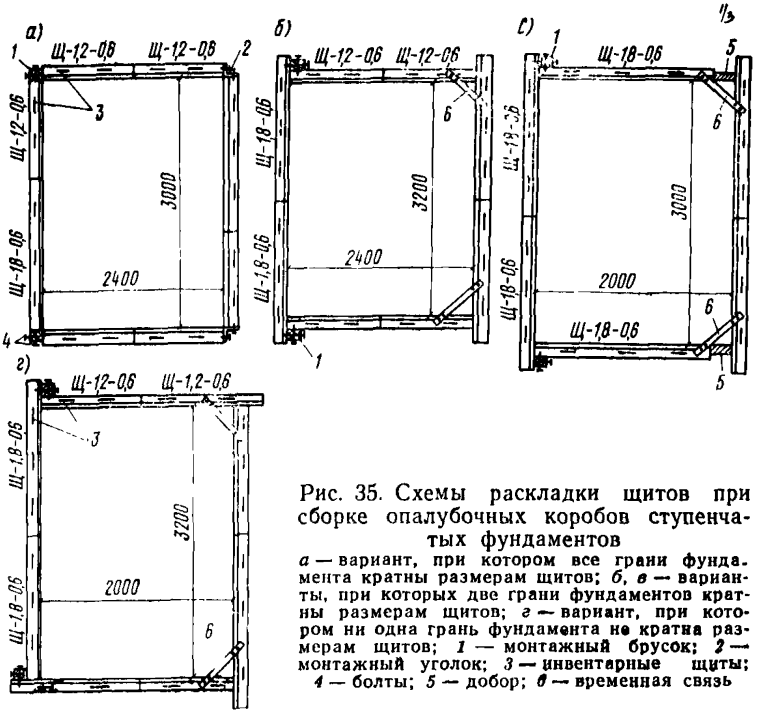


Рис. 35. Схемы раскладки щитов при сборке опалубочных коробов ступенчатых фундаментов

а — вариант, при котором все грани фундамента кратны размерам щитов; *б, в* — варианты, при которых две грани фундаментов кратны размерам щитов; *г* — вариант, при котором ни одна грань фундамента не кратна размерам щитов; *1* — монтажный брусок; *2* — монтажный уголок; *3* — инвентарные щиты; *4* — болты; *5* — добор; *6* — временная связь

Схватки со щитами соединяют с помощью натяжных крюков. В местах пересечений схватки соединяют болтами.

Устанавливают инвентарные деревянные подкосы и забивают деревянные якори для крепления нижних граней короба. Если фундаменты примыкают к откосу котлована, вместо деревянных подкосов устанавливают с одной стороны деревянные распорки (рис. 36). Панели короба соединяют стяжками диаметром 4—10 *мм*. На каждую пару панелей требуется минимум по две стяжки. Их пропускают через отверстия в палубе щитов

и через схватки, затем натягивают и закрепляют клиновыми зажимами.

Закрепляют доборы по месту. К деревянным щитам и схваткам доборы крепят гвоздями $l=50$ *мм*. При использовании комбинированной опалубки доборы крепят гвоздями к деревянным бобышкам, забитым между швеллерами схватки. Если нижний короб опалубки

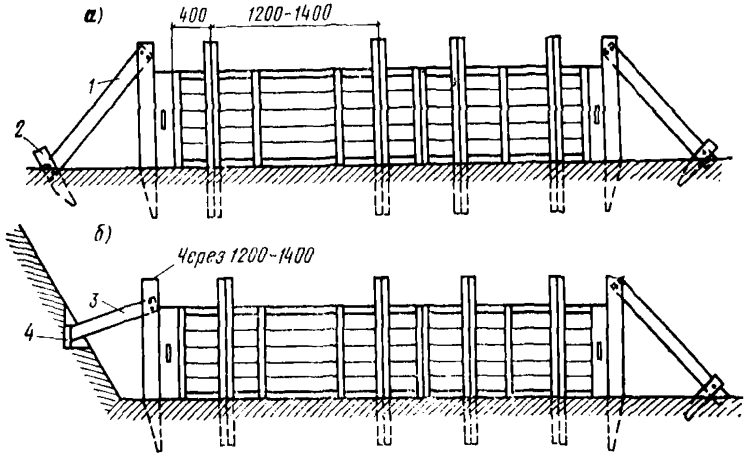


Рис. 36. Способы крепления деревянной опалубки нижней ступени фундамента

а — опалубка фундаментов средних осей; *б* — опалубка фундаментов крайних осей (у бровки котлована); *1* — подкос; *2* — якорь; *3* — распорка; *4* — подкладка

имеет высоту, равную высоте нижней ступени фундамента, а две грани второй ступени кратны длине инвентарных щитов, то сборку верхнего короба начинают с установки его непосредственно на нижний короб и монтажного закрепления гвоздями или струбцинами накрывных щитов или накрывных панелей. К ним болтами, пропускаемыми через палубу, крепят отдельные щиты или целые панели.

К щитам крепят схватки с помощью натяжных крюков, соединяют панели верхнего короба стяжками. (Когда нижний короб выше нижней ступени фундамента или размеры второй ступени фундамента некратны длине щитов, сборку верхнего короба начинают с установки на нижний короб рамы или поддерживающих балок.) В качестве балок используют инвентарные схват-

ки. После установки их закрепляют с помощью струбцин.

На поддерживающие балки с помощью натяжных крюков навешивают инвентарные щиты и соединяют щиты верхнего короба в углах болтами или шпонками.

Панели короба соединяют стяжками, раскрепляют дополнительными распорками, упирающимися в нижний короб. Эти распорки можно ставить после окончания бетонирования нижней ступени фундамента.

На нижнем коробе размещают временные рабочие настилы, с которых ведут монтаж опалубки третьей ступени фундамента (если она есть) или опалубки стакана, а также устанавливают кондукторы и анкерные болты.

Опалубку третьей ступени фундамента устанавливают в той же последовательности, как и опалубку второй ступени.

К верхнему коробу струбцинами прикрепляют опалубку стакана, выверив ее по осям и отметкам. Таким же образом закрепляют кондукторы анкерных болтов.

При наличии подколонников монтаж опалубки может производиться до и после укладки бетонной смеси в фундамент. В первом случае щиты опалубки опираются на кронштейны, приваренные к каркасу подколонника. После монтажного соединения щитов между собой и в углах с помощью болтов или шпонок к ним натяжными крюками крепят схватки, а затем опалубочные панели соединяют стяжками, которые закрепляют клиновыми зажимами. Опалубку стакана или кондукторы анкерных болтов устанавливают с рабочих подмостей.

2.33. Сборка деревянной опалубки тяжелых ступенчатых фундаментов возможна практически только в нескольких приемов по мере бетонирования фундаментов с тем, чтобы опалубка второй и последующих ступеней, опалубка подколонника опиралась на схватившийся и набравший определенную прочность бетон нижних ступеней. При этом для монтажа опалубки подколонника необходимо устанавливать поддерживающие леса, а саму опалубку раскреплять подкосами и расчалками. Сборка опалубочной формы для таких фундаментов из плоских дощатых щитов (типа ГПИ Промстройпроект) возможна лишь при устройстве громоздких поддерживающих лесов, на которые расходуется обычно $^2/_3$ всех пиломатериалов и не менее 50% трудовых затрат.

2.34. Установку опалубки ступенчатых фундаментов небольшого объема выполняет звено из двух плотников 4-го и 2-го разряда. Плотник 2-го разряда подносит щиты к месту установки, раскладывает их, заготовляет обрезки проволоки необходимой длины для скруток. Плотник 4-го разряда в это время заготовляет распорки и размечает место установки коробов.

Сборку короба ведут оба плотника. Между накрывными щитами устанавливают закладные детали и закрепляют их монтажными гвоздями. Прибивать закладные щиты к упорным планкам нельзя, так как это затруднит распалубку. Затем через отверстия в щите протаскивают проволоку скруток так, чтобы она схватила сшивные планки щита. Между закладными щитами устанавливают временную распорку. Скрутки натягивают с помощью ломиков; при этом проволоку у сшивных планок необходимо слегка обколачивать молотком, чтобы она плотно к ним прилегала.

После сборки короба плотники производят его выверку (проверяют углы сопряжения щитов), намечают середины щитов и прибивают поверх короба две взаимно перпендикулярные рейки так, чтобы грани их совпадали с осевыми линиями. Через осевые проволоки, протянутые над котлованом, перебрасывают отвесы и короб первого яруса точно устанавливают по осям. Затем выравнивают короб по уровню и закрепляют его с помощью подкосов и кольев.

Второй и последующие короба устанавливают так же, как и первый. Монтажное закрепление выполняют несколькими гвоздями. Опалубку стакана устанавливают на верхнем коробе и закрепляют монтажными гвоздями. Распалубка ступенчатого фундамента ведется в обратном порядке.

Выработка звена при установке неинвентарной опалубки составляет 18—25 $м^2$ в смену, а при разборке 60—80 $м^2$. Темп оборачиваемости щитов (количество оборотов в месяц) при бетонировании фундаментов небольшого объема составляет 8—12 раз.

При наличии большого количества однотипных фундаментов весь комплекс работ по их возведению ведут поточным методом. В зависимости от объема работы и директивного срока ее окончания весь комплекс разбивается на несколько захваток. Начиная с третьей захватки звено опалубщиков, состоящее из четырех ос-

новных рабочих и двух рабочих, занятых на подноске опалубки, ведет работы в определенной последовательности. В то время как двое рабочих (2-го и 4-го разряда) собирают опалубку первого фундамента на 3-й захватке, двое других (2-го и 4-го разрядов) на 1-й захватке разбирают опалубку фундаментов, в которых бетон набрал необходимую прочность, после чего четверо рабочих приступают к сборке опалубки на втором и третьем фундаментах 3-й захватки.

Установка опалубки ленточных фундаментов

2.35. При использовании каркасных щитов (типа ЦНИИОМТП, Приднепровского Промстройпроекта, треста Тагилстрой) опалубку ленточного фундамента постоянного поперечного сечения собирают в приведенном ниже порядке.

Устанавливают маячные щиты опалубки по обе стороны фундамента через 3—4 *м*. Шаг маячных щитов должен быть кратным ширине или длине применяемых щитов. Закрепляют маячные щиты временными подкосами и распорками. Соединяют маячные щиты со схватками натяжными крюками и устанавливают инвентарные подкосы с винтовыми домкратами.

Маячные щиты соединяют стяжками, которые закрепляют клиновыми зажимами. Все остальные щиты прикрепляют к схваткам натяжными крюками или соединяют пружинными скобами или крюками. С помощью пружинных скоб или крюков крепят очередные щиты. После установки нескольких щитов (общей длиной по фронту на 2—3 *м*) на них навешивают схватки и устанавливают инвентарные подкосы. Опалубочные панели соединяют стяжками, закрепляемыми клиновыми зажимами, и устанавливают временные распорки.

2.36. Опалубку ленточного фундамента переменного (ступенчатого) сечения собирают по двум технологическим схемам.

Схема I. Устанавливают опалубку нижней ступени и бетонируют фундамент, а затем на затвердевший бетон ставят опалубку второй ступени.

Схема II. Собирают опалубку на всю высоту фундамента. Порядок сборки опалубки по схеме II приведен ниже.

Устанавливают опалубку нижней ступени. На щиты нижней ступени укладывают железобетонные перемычки сечением 100×140 *мм* через 3—3,6 *м*. Наносят на железобетонные перемычки риски, обозначающие положение внутренней поверхности опалубки второй ступени.

Устанавливают нижние схватки опалубки второй ступени, отступив от рисок на перемычках на расстояние, равное толщине щита. На нижние схватки навешивают щиты второй ступени и закрепляют их натяжными крюками. Щиты соединяют друг с другом пружинными скобами, кляммерами и шпонками. Устанавливают через 3—4 *м* временные распорки опалубки второй ступени и закрепляют второй ряд схваток натяжными крюками. Противоположные стенки опалубки второго яруса соединяют между собой стяжками с клиновыми зажимами.

Опалубку ленточного фундамента разбирают в обратном порядке.

Сборку и разборку опалубки ленточного фундамента выполняет звено из двух опалубщиков 4-го и 2-го разрядов.

Ленточные фундаменты значительной протяженности разбиваются на отдельные захватки. Установку опалубки высоких фундаментов выполняет звено из четырех человек (основных рабочих). Подноску щитов и элементов крепления и раскладку их у бровки котлована заранее производят подсобные рабочие.

2.37. При использовании деревянной опалубки для разметки положения щитов изготовляют шаблон из доски или бруска длиной, равной ширине фундамента. Два плотника 4-го и 2-го разряда производят разбивку осей и с помощью шаблона устанавливают направляющие доски, которые закрепляют колышками, забиваемыми в грунт. Положение направляющих досок должно быть строго горизонтальным. Ребра закрепляют с помощью подкосов и прижимных досок. Со стороны бровки котлована подкосы могут упираться в откос котлована или их можно выносить наверх и прикреплять к забитым кольям гвоздями. Навеску щитов и установку стяжек выполняют плотники 3-го и 2-го разрядов.

Установка опалубки фундаментов под технологическое оборудование

2.38. Установка опалубки фундаментов небольшой высоты под технологическое оборудование производится в следующем порядке.

Через 3—4 *м* по длине, а также в углах устанавливают маячные щиты и закрепляют монтажными подкосами. С помощью натяжных крюков маячные щиты соединяют со схватками и устанавливают инвентарные подкосы, обеспечивающие устойчивость опалубочных плоскостей.

Маячные щиты закрепляют с помощью стяжек с клиновым зажимом или иных типов креплений. К схваткам с помощью натяжных крюков крепятся остальные инвентарные щиты. Монтажными гвоздями к деревянным пробкам в стальных схватках крепятся доборы по месту.

Устанавливают все рабочие крепления опалубки, закладные детали и кондукторы для анкерных болтов.

Установка и разборка опалубки на высоте 2+2,5 *м* производится с переносных рабочих подмостей.

Разборка опалубки фундаментов небольшой высоты под технологическое оборудование производится в следующем порядке:

снимают кондукторы для анкерных болтов и клиновые зажимы стяжек или другие типы креплений. Снимают верхние, а затем нижние схватки. Щиты опалубки и доборы снимают начиная от внешних углов по направлению к внутренним.

Установку и разборку опалубки подобных фундаментов выполняет обычно одно-два звена, состоящее из двух опалубщиков 4-го и 2-го разряда.

2.39. Установка опалубки массивных фундаментов под технологическое оборудование большой и переменной высоты производится в следующем порядке.

Устанавливают трубчатые леса на высоту до 3 *м*, служащие подмостями, с которых ведется установка опалубки выше отметки 1,6 *м*, и обеспечивающие устойчивость элементов опалубки. Маячные стойки укрепляют инвентарными подкосами и соединяют с трубчатыми лесами. Затем к маячным стойкам на болтах прикрепляют схватки. К схваткам с помощью натяжных крюков крепят щиты, устанавливают доборы по месту.

Устанавливают закладные детали и собирают опалубку внутренних каналов, тоннелей и т. п. Устанавливают рабочие крепления опалубочных плоскостей — стяжки, болты и т. п.

Далее, при необходимости наращивают трубчатые леса и маячные стойки, закрепленные к трубчатым лесам. Устанавливают схватки, к которым крепятся щиты и доборы по месту, устанавливают рабочие крепления, закладные детали.

Опалубка верхних выступов («набетонок»), а также опалубка внутренних каналов, расположенных в теле фундамента, собирается заблаговременно и устанавливается по мере бетонирования фундамента.

Разборка опалубки массивных фундаментов производится в следующем порядке.

Демонтируют инвентарные подкосы и стойки, затем поярусно, начиная сверху, снимают рабочие крепления и верхние схватки.

Верхние щиты и доборы снимают начиная от внешних углов по направлению к внутренним. После разборки верхних ярусов опалубки снимают остальные схватки, щиты и доборы наружных плоскостей, после этого разбирают опалубку внутренних каналов и тоннелей и опалубку верхних выступов фундамента.

Установку опалубки массивных фундаментов и лесов-подмостей производят по захваткам. На каждой захватке работает 2—3 звена, каждое из двух опалубщиков 4-, 3- или 2-го разряда.

При использовании деревянной неинвентарной опалубки бригаду опалубщиков разбивают на звенья из 4—6 человек. Каждое звено ведет работы на отдельной захватке (отдельном фундаменте или блоке массива).

Плотники 4-го и 2-го разряда под наблюдением мастера производят разбивку осей фундамента и колышками размечают положение фундамента в котловане. Если фундамент возводится на бетонной подбутке или на основании из шлакобетона, то на основание наносят яркой краской оси и конфигурацию фундамента. Эти же плотники устанавливают опалубку нижних ярусов фундамента на высоту до 1,5—1,7 *м*.

Двое других плотников (3-го и 2-го разряда) размещают инвентарные подмости для монтажа опалубки на высоте более 1,5 *м*. Эти же рабочие устанавливают и закрепляют тяжи, скрутки, устанавливают якоря

и т. п. Плотник 2-го разряда, кроме того, подносит щиты, схватки крепления и подает их на подмости.

Следующие двое плотников (3-го и 2-го разряда) устанавливают опалубку верхних ярусов с инвентарных подмостей. При значительной высоте фундаментов установку опалубки верхних ярусов производят также плотники 4-го и 2-го разряда (первая пара).

Установку опалубки «доборов» из отдельных досок поручают плотникам 4-го и 3-го разряда.

Расстановку рабочих и распределение между ними обязанностей при устройстве опалубки из мелких щитов и отдельных досок внутри фундаментного массива производит мастер или бригадир на месте.

При ширине опалубочной формы более 3 *м* горизонтальные стяжные болты заменяются наклонными тяжами, прикрепленными к анкерным крюкам, закладываемым в нижележащие слои бетона.

Боковое давление бетонной смеси может быть также воспринято вместо стяжек подкосами и распорками, упираемыми в стенки котлованов. При отсутствии стенок котлованов концы подкосов упираются в упорные брусья, поддерживаемые кольями (при установке на грунт) или стальными штырями (при установке на бетонную подготовку). Усилия от бокового давления бетонной смеси могут передаваться также на леса или эстакады, предназначенные для развозки бетонной смеси, при условии, что сотрясения от движения транспортной тары не будут передаваться на свежеуложенный бетон в период схватывания.

При наличии уступов в фундаментных массивах опалубка верхней части массива закрепляется при помощи стяжек из проволоки к анкерам, заложенным в нижележащие слои бетона. Длина анкеров принимается равной приблизительно 25 *d*. При этом должны быть предусмотрены мероприятия по повышению их сцепления с массивом (рис. 37).

Устройство опалубки стен, маслоподвалов, резервуаров

2.40. При использовании стальной и комбинированной опалубки ЦНИИОМТП, Приднепровского Промстройпроекта опалубочные формы стен водоводных тоннелей большого поперечного сечения, наносных и других

сооружений подобного типа, а также опалубку подпорных стен собирают в следующем порядке.

Выставляют маячные стойки по обе стороны стены и раскрепляют их временными распорками — стяжками и подкосами. При высоте стен более 3 *м* одновременно с маячными стойками ставят трубчатые леса-подмости (обычно только с внутренней стороны), к которым также крепят маячные стойки.

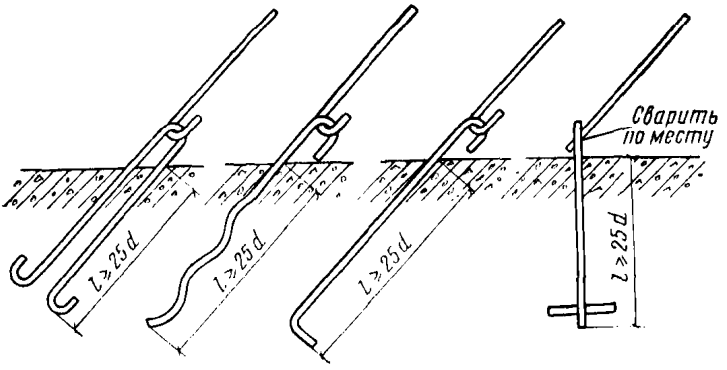


Рис. 37. Различные типы анкеров, устанавливаемых при бетонировании массивных фундаментов для крепления опалубки

К маячным стойкам болтами крепят схватки, к которым на высоте 1—1,5 *м* в зависимости от толщины стены крепят натяжными крюками щиты.

По мере установки щитов опалубочные плоскости соединяют стяжками с клиновыми зажимами или инвентарными болтами, которые пропускают через трубки или полые бетонные вкладыши-распорки. С переносных стремянок или блоков-подмостей устанавливают щиты опалубки со стороны, противоположной лесам-подмостям. Укрепляют закладные детали, выгородки по мере установки щитов.

При демонтаже опалубки стен и лесов-подмостей последовательно снимают: подкосы и маячные стойки; рабочие крепления и схватки поярусно сверху вниз; щиты опалубки. После этого разбирают трубчатые леса-подмости.

Собирают и разбирают опалубку стен по захваткам 2—3 звена, каждое из которых состоит из двух опалубщиков 4—3-го или 2-го разряда.

2.41. При использовании оснастки Минмонтажспецстроя сборка опалубки стен начинается с установки маячных щитов марки Щ-2, устанавливаемых вертикально и усиленных стойками СН-1. После выверки и монтажного раскрепления их образовавшийся каркас заполняют щитами марки Щ-1, присоединяя их к щитам Щ-2 пружинными скобами. Боковое давление бетонной смеси воспринимается стяжными болтами, закрепляемыми на стойках СН-1.

Работы производят звеньями из двух опалубщиков. При значительной протяженности опалубку стен собирают по отдельным захваткам, размеры которых назначаются исходя из сменной производительности звеньев.

Уплотнение бетонной смеси при установке опалубки стен небольшой толщины и значительной высоты рекомендуется производить сверху или через окна-проемы между щитами Щ-2 и стойками направляющего каркаса. Заполнение из щитов Щ-1 устанавливается по мере бетонирования.

Для бетонирования высоких стен большой толщины может быть применена консольная система крепления опалубки посредством анкеров, закладываемых в нижний слой бетона. В качестве консольных балок используются фермы, собранные на болтах из угловых стоек СУ-1 и СУ-2.

При использовании консольной системы крепления необходимо контролировать прочность затвердевшего бетона. Она должна быть достаточна для надежного заанкеривания тяжей.

2.42. Сборка опалубочной формы стен из деревянных щитов коробчатого сечения конструкции ЦНИИОМТП производится звеном плотников-опалубщиков из 4—6 человек в следующем порядке.

Устанавливают щиты опалубки, располагая их горизонтально до высоты 1,5—1,7 *м* и соединяя на клиньях и шпонках; устанавливают схватки и соединяют их со щитами натяжными крюками, затем соединяют опалубочные панели стяжками, закрепляют стяжки клиновыми зажимами и устанавливают временные деревянные распорки. Собирают подмости или поддерживающие леса на высоту 2—2,2 *м*, с которых производится сборка опалубки верхних ярусов, и устанавливают щиты опалубки на высоту 2,5—3 *м*, соединяя их клиньями-

шпонками; устанавливают схватки на верхних ярусах и соединяют опалубочные панели стяжками.

После бетонирования стен на высоту до 3 *м* при необходимости опалубка может наращиваться в последовательности, приведенной выше. На рис. 38 показан процесс установки опалубки стен водоводного тоннеля.

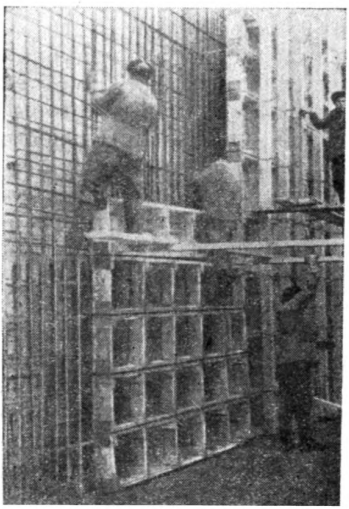


Рис. 38. Установка опалубки стены водоводного тоннеля из деревянных щитов конструкции ЦНИИОМТП

2.43. Опалубку стен криволинейных сооружений и конструкций — дымоходов, водоводных каналов и т. п.— монтируют в приведенной ниже последовательности.

Выставляют маячные стойки и раскрепляют их инвентарными подкосами, временными распорками и монтажными стяжками. Устанавливают гибкие щиты нижнего яруса и соединяют их натяжными крюками со стойками. Устанавливают и соединяют между собой болтами гибкие схватки и укрепляют нижний ярус опалубки. К ним крепят закладные детали. Ставят гибкие щиты и гибкие схватки следующих ярусов опалубки, а затем рабочие крепления и закладные детали.

При разборке опалубки последовательно снимают подкосы и рабочие крепления опалубки, схватки, стойки и щиты.

Сборку и разборку опалубки криволинейных конструкций выполняет звено из двух опалубщиков 4-го и 3-го разряда.

2.44. При постоянной кривизне конструкций устройство опалубки возможно из каркасных стальных и комбинированных щитов.

Кривизна опалубки достигается путем закладки между продольными ребрами щитов деревянных

клиньев. Щиты соединяются попарно на пружинных креплениях, а затем на гибочном станке панель изгибается до требуемой кривизны. В раскрывшуюся щель вставляются деревянные клинья. Подготовленные таким образом панели собираются на пружинных креплениях по шаблону. Естественно, что кривая в этом случае заменяется многоугольником. В табл. 38 приведены рекомендуемые размеры щитов и величина раскрытия «зева» смежных ребер щитов.

Таблица 38

Количество щитов и ширина раскрытия «зева» при сборке опалубки круглых резервуаров

Радиус наружной поверхности железобетонного резервуара в *мм*	Количество щитов при ширине их в *мм*				Ширина раскрытия „зева" щитов при ширине их в *мм*			
	300	400	500	600	300	400	500	600
3000	64				7			
4000	85				6			
5000	107	80			5	6		
6000	127	96			4	5		
7000	150	113	90		3	4	5	
8000	174	130	103		3	4	5	
9000		143	115	96		3	4	5
10000		161	128	106		3	4	5
11000			142	118			3	5
12000			154	129			3	4

Поскольку клинья выполняются из древесины и могут под воздействием нагрузки (в данном случае под воздействием пружинных креплений) деформироваться (сжиматься), радиус кривизны опалубочной формы может самопроизвольно увеличиваться. Рекомендуется выполнять рихтовку формы путем подбивки клиньев, производя ее равномерно последовательно по диаметрально противоположным направлениям, или вводить дополнительные клинья в местах стыковки панелей.

2.45. Трубчатые схватки изгибаются до требуемой кривизны на станках и укрепляются на стойках на парных швеллерах. На таких стойках можно непосредственно закреплять гнутые доски или листы фанеры палубы. Крепление их выполняется гвоздями к бобышкам, забитым между швеллерами. Стойки устанавливаются в

специальные опорные башмаки, заанкеренные в бетонное основание гнезда. Применение опалубки из гнутых досок и фанеры допускается при следующих минимальных значениях радиуса (табл. 39).

Таблица 39

Минимальные радиусы кривизны и максимальный шаг стоек круглых резервуаров из гнутых досок и фанеры

Радиус кривизны в *мм*	Толщина в *мм*		Шаг стоек в *мм* при скорости бетонирования 1,5 *м/ч*, температуре +15 С и консистенции 60 *мм*	
	досок	фанеры	наружных	внутренних
2000		8	450	600
2500	19	8	450	600
3000	19	10	4500	600
3500	25	10	500	700
4000	25	12	500	700
5000	32		700	800
6000	32		700	700

2.46. При использовании деревянной дощатой опалубки криволинейную поверхность опалубливают преимущественно прямыми досками, устанавливаемыми вертикально (вдоль образующей) по криволинейным кружалам. Кружала выпиливают на круглопильных станках.

2.47. Стены железобетонных резервуаров должны быть водонепроницаемы, поэтому при устройстве опалубки надо избегать креплений, проходящих через бетон. Следует стремиться к тому, чтобы схватки, кружала, стойки соединялись между собой лишь вверху, выше бетона конструкции, а боковое давление воспринималось подкосами и распорками.

2.48. Метод раздельного бетонирования резервуаров требует повышенной несущей способности щитов и абсолютной непроницаемости палубы и стыков щитов.

Деревянные каркасные щиты ЦНИИОМТП, используемые для сборки опалубки, рассчитанной на раздельное бетонирование, принципиально не отличаются от применяемых для обычного бетонирования. Палуба таких щитов выполняется из досок, сплоченных в шпунт, ребра — из досок 160×40 *мм*, а размеры ячейки карка-

са не превышают 400×500 *мм*. Для уплотнения стыков между щитами устанавливаются картонные прокладки, а ребра смежных щитов стягиваются болтами. Другим эффективным способом уплотнения является наклейка в месте стыков крафт-бумаги шириной 100—120 *мм*. При установке опалубки под раздельное бетонирование особенно тщательно должны выполняться стыки опалубки с железобетонным основанием резервуаров. Непроницаемость стыков достигается конопаткой и заблаговременным промазыванием цементным раствором.

Порядок сборки опалубки принимается следующий: в гнезда в бетонном основании устанавливают анкеры и собирают щиты внутренней стенки. Между щитами укрепляют картонные прокладки-уплотнители или со стороны палубы наклеивают полосы крафт-бумаги. Щиты соединяют на болтах, навешивают схватки и укрепляют закладные детали. Так же собирают опалубку наружной (противоположной поверхности) стены. Между опалубочными плоскостями устанавливают распорки из железобетонных брусков.

Навешивают схватки на щиты опалубки наружной поверхности стены, опалубочные плоскости соединяют на стяжках или инвентарных болтах. В углах и у мест примыкания к бетонному днищу производят конопатку опалубки.

Распалубка конструкций, забетонированных раздельным методом, принципиально не отличается от процесса распалубки железобетонных конструкций, выполненных по обычной технологии.

Как правило, установку и разборку опалубки выполняют два-три звена, каждое из которых состоит из двух опалубщиков 2-го и 4-го разряда. Подноской элементов, заготовкой прокладок занимаются двое-трое рабочих 2-го разряда. На рис. 39 показана опалубка резервуара, подготовленная к бетонированию раздельным методом.

2.49. При использовании комбинированной опалубки ЦНИИОМТП для сборки форм под резервуары, бетонируемые раздельным методом, к щитам предъявляются повышенные требования в отношении растворонепроницаемости палубы, а также местных и общих деформаций (искривлений, вмятин и пр.) ребер каркаса.

В качестве уплотнителя используются сосновые рейки толщиной 10—12 *мм* с влажностью в период монта-

жа не выше 15%. Щиты между собой соединяются на черных болтах.

2.50. Опалубочные формы для крупных резервуаров диаметром от 6 до 20 *м* можно собирать из стальных

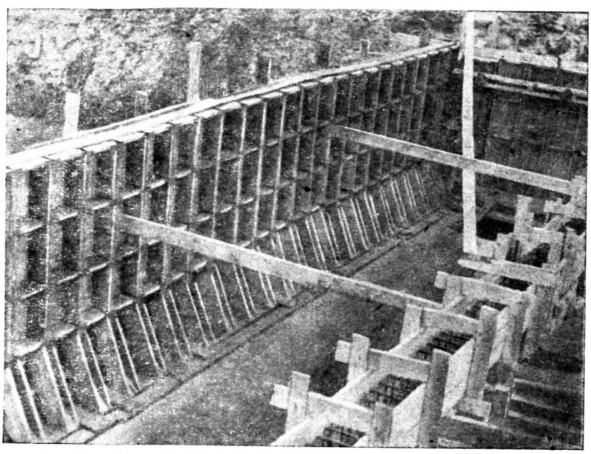


Рис. 39. Общий вид деревянной опалубки резервуара, бетонируемого раздельным методом

щитов опалубки Минмонтажспецстроя. Следует учитывать различные условия работы опалубки на выпуклой и вогнутой поверхностях сооружения и разную установку крепежных скоб.

На вогнутой стороне силами давления бетонной смеси швы между щитами сжимаются, бортовые кромки вплотную прижаты друг к другу и установка скоб не вызывает затруднений. На выпуклой стороне при повороте смежных щитов по многоугольнику бортовые кромки расходятся и установка скоб затруднена. Эти отличия уменьшаются с увеличением радиуса кривизны опалубливаемой поверхности и при радиусах более 20 *м* практического значения не имеют. При меньших радиусах кривизны опалубка на выпуклой поверхности должна быть сгруппирована так, чтобы соседние, сое-

диняемые скобами, щиты располагались в одной плоскости. Опалубка по окружности разделяется на вертикальные секторы, общие для внутренней и наружной стороны. Стяжные болты, воспринимающие давление

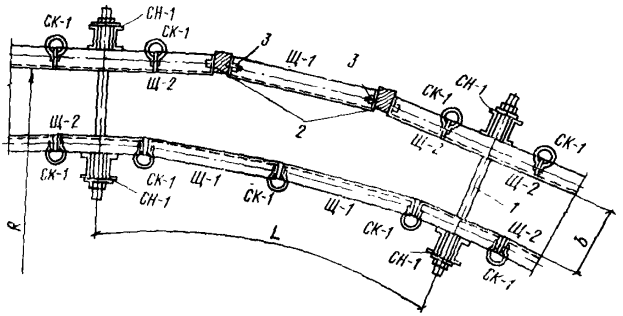


Рис. 40. Схема установки стальной опалубки Минмонтажспецстроя для бетонирования круглых резервуаров
1 — стяжной болт; *2* — деревянный брус; *3* — крепежный болт

бетонной смеси, передаваемое на опалубку сектора, размещают по радиусам. В обоих случаях направляющие секторы внутренней опалубки собирают из двух щитов Щ-1, размещаемых между щитами Щ-2.

При применении опалубки для резервуаров диаметром менее 6 *м* используется схема установки опалубки для резервуаров от 6 до 20 *м*, но для уменьшения размера хорд многоугольников, образуемых элементами опалубки, щиты Щ-1 следует заменить щитами Щ-2.

Для определения числа секторов следует подсчитать, сколько раз без остатка укладывается длина дуги сектора внутренней опалубки в окружности длиной S:

$$S=2\pi(R-b-65),$$

где R — радиус наружной поверхности резервуара в *мм*; b — толщина стенки в *мм*; 65 — толщина щитов опалубки в *мм*.

Остаток делится на 1—4 дополнительных сектора, которые на внутренней опалубке используются для установки распалубочных клиньев. Если величина остатка недостаточна для размещения секторов с распалубочными клиньями, создаются дополнительные секторы за счет уменьшения числа основных секторов на едини-

цу. На наружной стороне опалубки, которая силами давления бетонной смеси не сжимается, приспособления для распалубки в дополнительных секторах не устанавливают.

Длина дуги основного сектора внутренней опалубки с большим приближением (до десятых долей миллиметра) равна суммарной ширине щитов 1250 *мм*. Длина дуги сектора по наружной поверхности резервуара больше на величину (избыточная ширина секторов)

$$\Delta S = \frac{1250\ (b+65)}{P-b-65}\ .$$

Соответствующая этой величине недостающая ширина секторов наружной опалубки восполняется деревянными вкладышами-доборами. Ширина доборов практически не превышает 50—60 *мм*. Для резервуаров диаметром 6—20 *м* секторы составляют из трех щитов Щ-2 и одного Щ-1, поставленных вертикально, и двух доборов по обеим сторонам щита Щ-1. На рис. 40 показана схема установки опалубки круглых резервуаров.

Устройство опалубки каркасов рамного типа

2.51. Сборка опалубки монолитного железобетонного каркаса рамного типа начинается со сборки опалубки колонн. Щиты требуемого размера собирают предварительно в Г-образные блоки с помощью монтажных уголков, а затем из них комплектуют нижний короб опалубки, устанавливаемый на деревянные клинья.

Соединения щитов через монтажные уголки на пружинных скобах или кляммерах не являются рабочими, и для восприятия бокового давления бетонной смеси на щиты короб закрепляется хомутами. Четырехветвевой хомут с клиновым запором позволяет получать любые внутренние размеры (рис. 41, *а*). Однако при установке опалубки колонн наружных рядов многоэтажных зданий и сооружений возникает опасность случайного падения ветвей хомутов. Поэтому по соображениям техники безопасности рекомендуется применять двухветвевые хомуты. Их ветви — «клешни» соединены между собой на шарнире и могут перемещаться относительно друг друга.

На бетонном основании предварительно краской наносятся риски, фиксирующие положение осей колонны

по двум координатам. Такие же риски клеевой краской наносятся бригадиром или звеньевым (рабочим 4-го разряда) на торцовых нижних ребрах щитов опалубки. Положение нижнего короба опалубки фиксируется специальными ограничителями из обрезков арматуры, привариваемыми к арматурному каркасу или выпускам

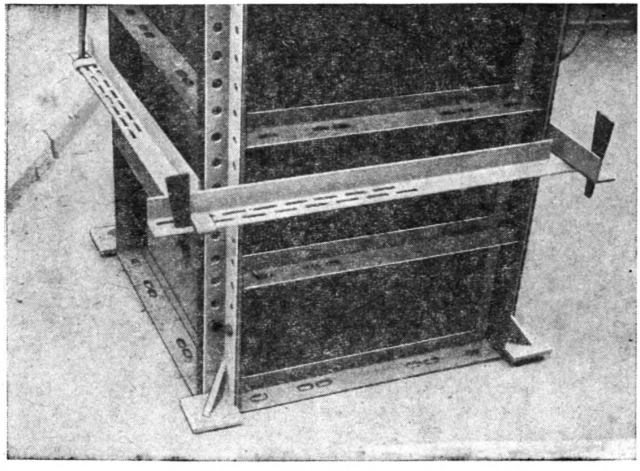


Рис. 41. Четырехветвевой хомут для крепления опалубки колонн

арматуры внизу у основания. Деревянные клинья служат для точной выверки опалубки колонны после полной сборки по высоте. Второй и последующие ярусы опалубки собирают с передвижных подмостей (рис. 42).

2.52. Оголовники опалубки колонн в зависимости от сечения ригелей и отметок их примыкания приходится изготовлять индивидуально. На рис. 43 показан оголовник, состоящий из Т-образных и Г-образных щитов. Полностью собранная опалубка колонны выверяется по вертикали, закрепляется с помощью расчалок и с помощью клиньев точно устанавливается по горизонтальным отметкам (имеется в виду отметка оголовников). Щели между нижними щитами и основанием необходимо законопатить.

2.53. При высоте колонн более 3 *м* при густом армировании их или малом поперечном сечении для укладки бетонной смеси один из щитов второго и последующих ярусов временно не устанавливается и через образовавшееся окно укладывается бетонная смесь. По достижении бетонной смесью в опалубочной форме нижнего обреза «окна» оно закрывается щитом.

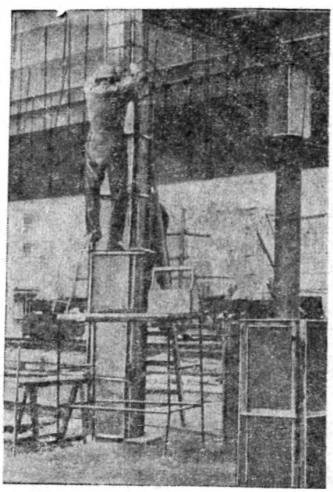


Рис. 42. Сборка стальной опалубки колонн

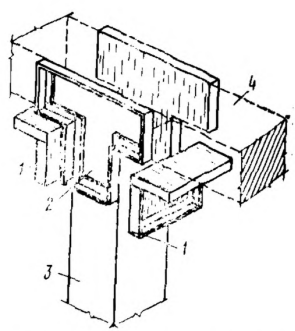


Рис. 43 Схема опалубки оголовника (при бетонировании сборно-монолитных каркасов)
1 — Г-образный щит; *2* — Т-образный щит; *3* — железобетонная колонна; *4* — железобетонный ригель

2.54. Сборку опалубки железобетонных ригелей и балок начинают с установки телескопических стоек с балочными струбцинами (рис. 44). В зависимости от сечения железобетонных ригелей и балок струбцины могут опираться на одну или две стойки. На струбцины опирают балки (схватки), по которым укладывают щиты днища. Боковые щиты опалубки балок устанавливают либо на схватки, либо на щиты днища (что менее целесообразно). Во втором случае между боковыми щитами необходимо устанавливать временные распорки. На рис. 45 показано несколько вариантов установки опалубки ригелей. У мест примыкания коробов опалубки ригелей и оголовников колонн необходимо устанав-

Рис. 44. Установка телескопических стоек с балочными струбцинами



ливать по месту бруски прямоугольного сечения для облегчения распалубки.

Боковые щиты удерживаются кронштейнами балочных струбцин, для чего их вплотную подводят к щитам и закрепляют винтовыми упорами. Опалубка ригелей небольшого сечения (до 300×300, 300×400 *мм*) может собираться из щитов, опирающихся непосредственно на балочные струбцины. Поскольку несущая способность промежуточных стоек зачастую не используется, обычно только крайние опоры делают из двух стоек, а промежуточные — из одинарных. Гибкую арматуру ригелей укладывают в собранную опалубку на прокладки из цементно-песчаного раствора.

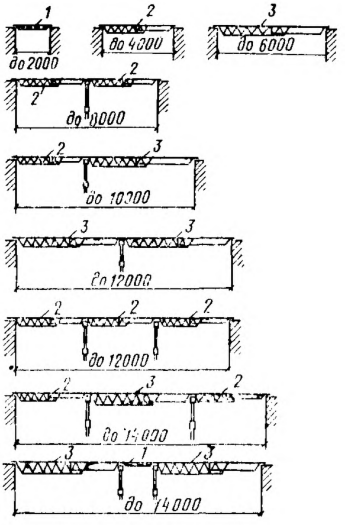


Рис. 45. Схема установки раздвижных ригелей конструкции ЦНИИОМТП для опирания опалубки плит перекрытий различных пролетов

1 — ригель РР-2; *2* — ригель РР-4; *3* — ригель РР-6

Выверку горизонтальности днища, строительного подъема и проверку отметок выполняют с помощью металлической мерной ленты и нивелира. Отсчеты ведут от палубы щитов днища. Строительный подъем рекомендуется принимать не менее 3 *мм* на 1 *м* длины ригеля. Если щиты днища опираются непосредственно на струбцины, то строительный подъем регулируется домкратным устройством стойки. Если же щиты опираются на балки, то приходится подкладывать под щиты деревянные клинья.

2.55. Сборку опалубки каркаса производят обычно два звена рабочих. Первое из двух человек (рабочие 2-го и 4-го разряда) собирает опалубку колонн, а второе звено из трех человек (рабочие 1-, 2- и 3-го разряда) подготовляют к сборке элементы опалубки ригелей и затем вместе с рабочими первого звена собирают опалубку ригелей. Демонтаж опалубки начинается с ослабления винтовых упоров кронштейнов балочных струбцин и снятия боковых щитов опалубки ригелей. Затем с помощью винтовых домкратов опускаются телескопические стойки со струбцинами на 100—120 *мм* и снимаются щиты днища. Демонтаж опалубки колонн нередко приходится вести снизу, так как оголовники защемляются в бетоне. В этом случае выбиваются деревянные клинья внизу, снимаются хомуты, затем монтажные уголки и щиты опалубки нижнего короба. Если щиты оголовника удается легко отделить от бетона, то целесообразно распалубку колонн начинать сверху.

2.56. При использовании дощатой неинвентарной опалубки опалубочная форма прямоугольных колонн должна устраиваться в виде короба из двух пар щитов, из которых два закладных имеют ширину, равную ширине одной из сторон поперечного сечения колонны, а два накрывных щита — ширину, равную ширине другой стороны плюс двойная толщина досок щитов. Щиты скрепляются друг с другом минимальным количеством монтажных гвоздей. Для установки короба на подколоннике или перекрытии должна быть укреплена рамка, определяющая местоположение колонны в плане. Рамка закрепляется к пробкам, уложенным в бетон нижележащей конструкции.

Боковое давление бетонной смеси должно восприниматься хомутами, надетыми на короб и закрепленны-

ми при помощи клиньев. При малом обороте допускается применение деревянных хомутов.

В коробах колонн, поддерживающих балки и прогоны, должны быть предусмотрены вырезы для ввода коробов этих балок и прогонов. Деталь стыка коробов описана ниже.

В одном из накрывных щитов должно быть устроено отверстие для очистки короба перед укладкой бетонной смеси.

2.57. Опалубочные формы балок и прогонов выполняются в виде коробов, состоящих из днища, воспринимающего вес бетона, и из боковых щитов, воспринимающих боковое давление свежеуложенной бетонной смеси.

При этом необходимо, чтобы днище было плотно зажато между боковыми щитами; устанавливать последние на днище неправильно, так как в этом случае при прогибе днища под действием веса бетона неизбежно образование щели, через которую будет вытекать цементное молоко.

Боковое давление бетонной смеси должно восприниматься понизу прижимными досками, которые прибиваются гвоздями к оголовникам стоек или к иным опорам короба. Поверху это давление воспринимается досками опалубки плиты, а при отсутствии плиты — или подкосами, или поперечными схватками, пришиваемыми к выступающим концам сшивных планок щитов (рис. 46). Схватки следует устанавливать после укладки в короб арматуры балки или прогонов.

При высоте коробов 0,7 *м* и более боковые щиты должны дополнительно скрепляться проволочными стяжками диаметром 6 *мм*, устанавливаемыми через каждые две сшивные планки. У каждой стяжки необходимо устанавливать временную распорку для сохранения проектной ширины короба; во время бетонирования эти распорки удаляют.

При наличии монолитной плиты, опирающейся на балки, к коробам последних прикрепляют подкружальные доски, на которые опираются кружала опалубки плиты. Подкружальные доски поддерживаются подставками или клиньями, передающими их нагрузку на оголовники стоек или другие опоры коробов. Сшивка гвоздями боковых щитов коробов с днищем не допускается

во избежание затруднений при распалубливании балок и прогонов.

2.58. Устройство стыков коробов опалубки балок и прогонов с коробами опалубки колонн и друг с другом должно обеспечить легкость разборки опалубки и возможность ее повторного использования. Для этого вырезы в опалубке колонн и прогонов следует обрамлять брусками, служащими опорами для днищ и боковых коробов.

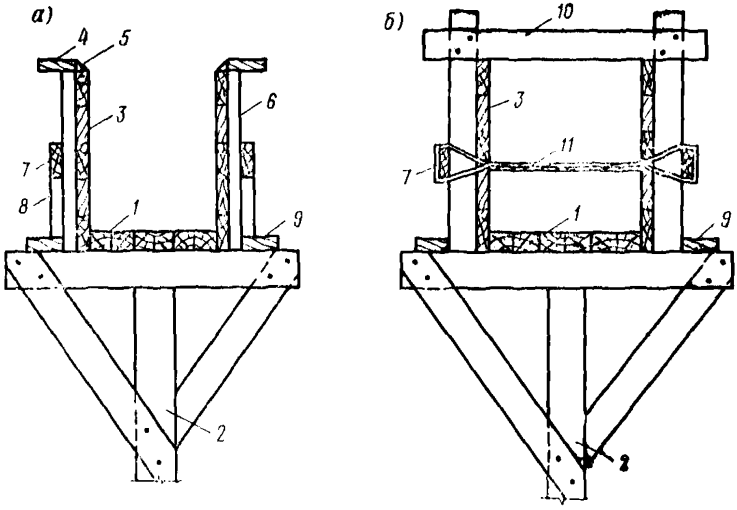


Рис. 46. Схема опалубки железобетонных ригелей и балок из деревянных неинвентарных щитов

а — с железобетонной плитой перекрытия; *б* — без железобетонной плиты перекрытия; *1* — опалубка днища; *2* — деревянная стойка; *3* — боковые щиты; *4* — опалубка плиты; *5* — фризовый брусок; *6* — сшивная планка; *7* — схватка; *8* — подкладка; *9* — прижимная доска; *10* — хомут; *11* — стяжка

Днища коробов прогона или балки должны быть на 15—20 *мм* короче расстояния в свету между колоннами или прогонами, торцы днища должны быть скошены на фаску. Длина боковых щитов балок и прогонов должна быть меньше расстояния в свету между колоннами или прогонами на двойную толщину досок опалубки. Днища укладывают на нижние горизонтальные бруски, а боковые щиты прислоняют к боковым брускам. При этом у торцов боковых щитов образуются «четверти», которые закрывают рейками, скошенными на фаску. Боковые бруски, обрамляющие вырез, несколько высту-

пают внутрь последнего, что дает возможность пришивать указанные рейки только к этим брускам, а не к щитам. При распалубливании в первую очередь удаляют бруски, обрамляющие вырез, затем рейки. При этом освобождаются торцы щитов, после чего последние свободно отходят от бетона.

Устройство опалубки перекрытий

2.59. Последовательность операций и организация работ по сборке опалубки перекрытий зависит от конструктивной схемы здания или сооружения и типа перекрытия. Плоские перекрытия, опирающиеся на несущие стены или балки, могут бетонироваться в опалубке, в которой несущими элементами являются раздвижные ригели. Без промежуточных опор с помощью раздвижных ригелей, разработанных в ЦНИИОМТП, можно перекрывать пролеты до 6 *м*. При больших пролетах необходимо устанавливать промежуточные опоры — стальные или деревянные балки по телескопическим стойкам.

2.60. Телескопические стойки на строительную площадку поступают в разобранном виде. Собирают их непосредственно перед установкой. В зависимости от проектной высоты опалубки используются выдвижные штанги требуемого типоразмера. Гайка винтового домкрата устанавливается приблизительно на $^1/_2$ высоты сквозной прорези, что дает возможность производить в последующем рихтовку собранной опалубки, поднимая или опуская домкратным устройством выдвижную штангу. Работы по сборке стоек производятся двумя опалубщиками 1-го и 2-го разряда. На верхний конец выдвижной штанги укрепляется один из типов оголовников или балочная струбцина.

2.61. Установка стоек начинается с создания пространственного неизменяемого блока. Такие блоки целесообразно устанавливать в крайних пролетах, а при значительной протяженности — через 20—25 *м*. Пространственная неизменяемость достигается благодаря системе горизонтальных и диагональных связей. В опалубке ЦНИИОМТП и некоторых других системах оснастки для раскрепления телескопических стоек используются связи из обычных досок сечением прибли-

зительно 30×120 *мм*, устанавливаемые на скобах с клиновым запором, а для раскрепления составных стоек применяются специальные инвентарные связи, устанавливаемые поярусно на болтовых креплениях. Эти связи служат одновременно опорами для рабочих настилов, с которых ведут монтаж поддерживающих элементов очередного яруса.

2.62. Сборку опалубки плит перекрытий, опирающихся на стены или сборные железобетонные балки, начинают с выверки отметок на опорных гнездах стен или балок. При необходимости производят подливку опор цементно-песчаным раствором или выравнивание с помощью твердых прокладок. Затем с расчетным шагом раскладывают раздвижные ригели. Модели ригелей, разработанные ЦНИИОМТП, при использовании щитовой опалубки могут иметь шаг 300, 400, 450, 600 и 900 *мм*. Обязательным условием производства работ является опирание щитов минимум на три ригеля. Это условие определяется соображениями техники безопасности. При использовании для палубы настила досок, фанеры или древесностружечных плит шаг ригелей может быть иным и строго соответствовать расчету.

Сборку ригелей в зависимости от их размеров и, следовательно, веса производят с передвижных инвентарных подмостей двое, трое или четверо опалубщиков 2-го и 3-го разряда. Необходимый строительный прогиб достигается путем затяжки соединительного болта и прокладки между верхними поясами фермочки и выдвижной балки специальных стальных пластинок толщиной от 1 до 4 *мм*.

2.63. По раздвижным ригелям укладывают щиты или настилы из досок, фанеры или древесностружечных плит. Точная рихтовка опалубки после проверки отметок нивелиром производится путем ослабления или затяжки соединительных болтов. В ряде случаев приходится производить рихтовку отдельных щитов или досок путем подкладки между щитами или досками палубы и ригелями прокладок из фанеры. Опорные гнезда закрывают предохранительными крышками из фанеры, картона, пропитанного парафином, или листовой стали так, чтобы бетонная смесь не могла попасть в полость гнезда. Для повышения несущей способности крышки полость гнезда иногда наполняют паклей.

2.64. Последовательность демонтажа ригелей, под-

держивающих опалубку плиты и щитов, показана на рис. 47.

На одном из ригелей в средних пролетах щиты фанерные, древесностружечные или дощатые настилы укладывают с зазором 10—15 *мм*. Сверху такую щель

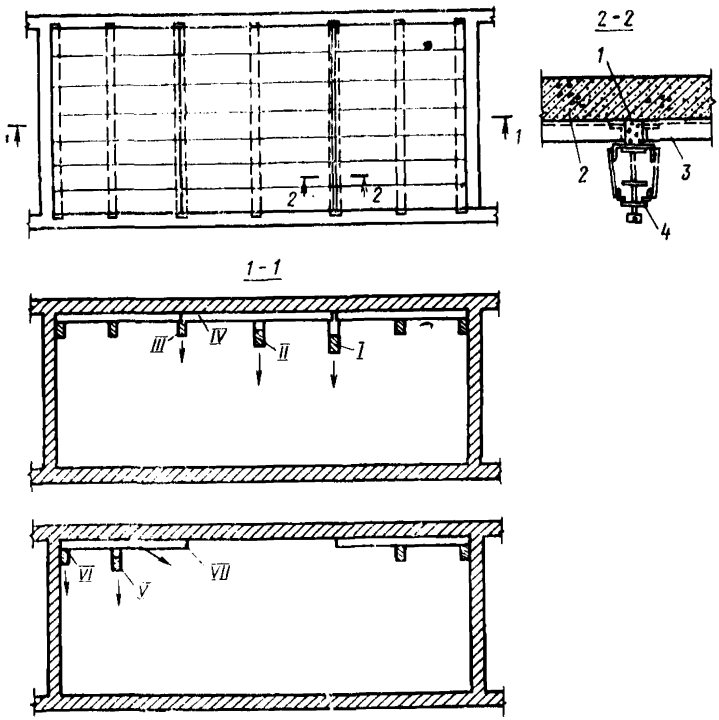


Рис. 47. Порядок демонтажа раздвижных ригелей при распалубке железобетонных перекрытий (римские цифры обозначают последовательность операций)

1 — заделка щели между инвентарными щитами (пакля, песок и т. п.); *2* — железобетонная плита перекрытия; *3* — инвентарный щит опалубки; *4* — раздвижной ригель

заделывают паклей и закрывают полоской из тонкой фанеры, листовой стали или даже из картона, пропитанного маслом. Демонтаж опалубки начинается с разборки именно этого ригеля. Сперва ослабляют соединительный винт, затем два или три опалубщика вытаскивают фермочку и балку ригеля из опорных гнезд и по частям или в собранном виде опускают ригель на пол.

Рабочие, находящиеся внизу, принимают демонтированные элементы и складывают их в определенных местах или грузят на платформы для перемещения к новому месту монтажа.

Следующий ригель ослабляется, но не выводится из опорных гнезд. Его прогиб в центре должен составлять 5—8 *см*. Несколько меньший прогиб создается в третьем ригеле, после чего начинается демонтаж щитов.

2.65. Сборка опалубки ребристых перекрытий начинается с установки телескопических стоек с балочными струбцинами. После раскрепления стоек и выверки отметок струбцин с использованием мерной ленты на струбцины укладывают балки (схватки) и начинают сборку коробов опалубки железобетонных балок. Боковые щиты должны опираться непосредственно на балки. Высота их принимается равной высоте железобетонной балки. После укладки арматурных каркасов и установки временных деревянных распорок на ребра каркаса боковых щитов устанавливают раздвижные ригели, по которым затем укладывают щиты или настил опалубки плиты. В местах примыкания щитов плиты и короба балок укладывают деревянные бруски треугольного сечения, предохраняющие щиты от защемления (рис. 48).

Рихтовка собранной опалубки начинается после проверки отметок с помощью нивелира с рихтовки днища коробов опалубки железобетонных балок. Это достигается с помощью винтовых домкратных устройств. Во всех случаях, когда приходится поднимать или опускать выдвижные штанги, связи, обеспечивающие устойчивость опалубки в местах примыкания к штанге, временно (только на период рихтовки) слегка ослабляются (но не снимаются).

После рихтовки опалубки коробов производится рихтовка опалубки плиты. Точная выверка щитов может быть достигнута только путем постановки прокладок между боковыми щитами короба и раздвижными ригелями или между щитами или настилами плиты и ригелями.

2.66. Распалубку ребристых перекрытий начинают с ослабления винтовых упоров кронштейнов балочных струбцин. После этого опускают телескопические стойки с балочными струбцинами на 2—3 *см* и боковые щиты короба балок. Далее демонтируют один из средних раздвижных ригелей, на котором стыковались щиты опа-

лубки плиты, и так же, как описано выше, производят демонтаж щитов и ригелей опалубки плиты. Разборка опалубки балок начинается с демонтажа боковых щитов. Затем одновременно выполняют демонтаж стоек и щитов днища. При этом связи снимают только с тех стоек (или стойки), которые демонтируются в данный момент и удерживаются рабочими.

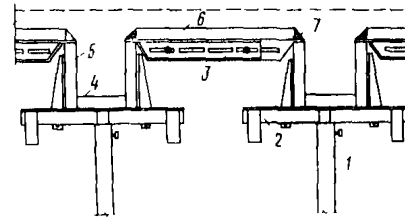


Рис. 48. Схема опалубки ребристого перекрытия
1 — телескопическая стойка; *2* — балочная струбцина; *3* — раздвижной ригель РР-2; *4* — щит опалубки днища; *5* — боковой щит; *6* — щиты опалубки плиты; *7* — фризовый брусок

Сборку и разборку опалубки ребристых перекрытий на захватке производят обычно 2—3 звена общей численностью рабочих 6—7 человек. Среди них должен быть обязательно рабочий 4—5-го разряда и два-три рабочих 3-го разряда.

2.67. Опалубку перекрытий, опирающихся на монолитные железобетонные балки, собирают сразу для всех железобетонных элементов. В связи с большими нагрузками (значительными пролетами и толщиной железобетонных плит, большим сечением балок) опоры для плиты и балок, как правило, делаются самостоятельными (рис. 49). Монтаж опалубки начинают с установки телескопических стоек. Расстояние между стойками принимается бо́льшим, чем ширина сечения балки на двойную ширину щитов и хомутов, а шаг стоек принимается по расчету несущей способности щитов и обычно равен 0,9—1,2 *м*. На выдвижных штангах стоек укрепляются вильчатые оголовники, на которые укладывают балки (схватки). После

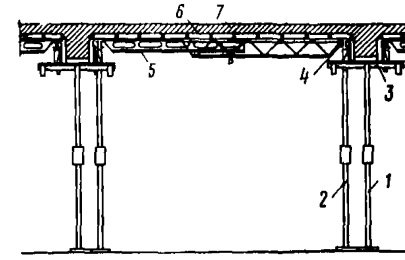


Рис. 49. Схема опалубки перекрытия, опирающегося на железобетонные монолитные балки
1 — телескопические стойки, поддерживающие опалубку балок; *2* — телескопические стойки; *3* — балочная струбцина; *4* — стальной прогон; *5* — раздвижной ригель; *6* — щиты; *7* — железобетонная плита

выверки отметок балок и раскрепления стоек подвешивают хомуты, на которые затем укладывают щиты днища короба балки и боковые щиты.

Затем устанавливают телескопические стойки-опоры под опалубку плиты. На выдвижные штанги стоек укрепляют вильчатые оголовники, по которым укладывают балки (схватки). Стойки раскрепляются в пространственную устойчивую систему. Верхняя отметка балок должна быть ниже проектной отметки опалубки плиты на толщину щитов или настилов плюс 10—12 *мм*.

Расстояние между ними соответствует пролету плиты, но не более 6000 *мм* при толщине плиты до 200 *мм* и не более 4000 *мм* при толщине плиты до 250—400 *мм*. Если же нагрузки от железобетонного перекрытия превосходят расчетные для того или иного типа раздвижных ригелей или железобетонная плита больше пролета ригелей, устанавливаются промежуточные опоры из телескопических стоек, а пролет ригеля уменьшается. Уменьшение пролета ригеля против максимально возможного — эффективный способ повышения его несущей способности.

По балкам с передвижных подмостей устанавливают ригели, а затем по ригелям укладывают щиты. В местах примыкания опалубки плиты и опалубки коробов по месту закрепляются деревянные бруски треугольного сечения.

Телескопические стойки, поддерживающие опалубку плиты, и телескопические стойки, поддерживающие опалубку балок, обычно располагают рядом и соединяют связями. Выверка и рихтовка опалубки производится в той же последовательности, что и опалубка ребристого перекрытия.

2.68. Демонтаж опалубки обычно начинается с разборки опалубки плиты; последовательность операций такая же, как была описана выше. Для облегчения демонтажа ригелей телескопические стойки могут быть опущены на 20—30 *мм*.

Разборка опалубки балок производится по отдельным участкам длиной, равной шагу стоек. При этом снимаются связи со стоек, затем штанги стоек опускаются на 100—120 *мм*, разбирается крайний хомут и снимаются щиты балок. Все работы по установке и разборке опалубки в зависимости от объема производят два-три звена рабочих общей численностью 6—9 чел.

2.69. Неинвентарная опалубка плит перекрытий, опирающихся на балки (рис. 50), должна выполняться из щитов, уложенных на кружала из досок «на ребро», или из брусков, опирающихся на подкружальные доски.

Кружала должны закрепляться на своих местах при помощи фризовых досок, которые укладываются по всему периметру плиты. Они защищают торцы щитов от соприкосновения с бетоном и облегчают распалубливание. Кружала должны быть на 15—20 *мм* короче расстояния в свету между боковыми щитами балок. Прибивать кружала гвоздями

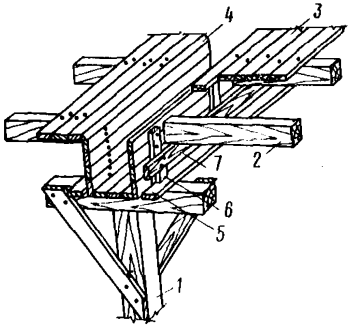


Рис. 50. Неинвентарная деревянная опалубка железобетонной балки
1 — стойка; *2* — балка-кружало; *3* — опалубка-плита; *4* — фризовый брусок; *5* — прижимная доска; *6* — сшивная планка; *7* — подкружальная доска

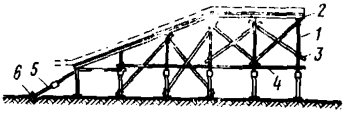


Рис. 51. Схема опор опалубки наклонного перекрытия
1 — стойка; *2* — стальной прогон; *3* — диагональная связь; *4* — горизонтальная связь; *5* — подкос; *6* — лага

к подкружальным доскам не следует во избежание затруднений при распалубливании. Щиты опалубки укладывают на кружала между фризовыми досками без прибивки гвоздями.

Опалубка плит, опирающихся на стены, должна выполняться аналогичным образом, с той лишь разницей, что подкружальные доски закрепляются непосредственно на опалубке стен или заменяются специальным прогоном, устанавливаемым на стойках параллельно стене.

2.70. Сборка опалубки наклонных перекрытий начинается с установки вертикальных опор и связей, воспринимающих горизонтальную составляющую, возникающую от веса опалубки, бетонной смеси и временных нагрузок от рабочих, средств укладки и уплотнения смеси. Крестообразные связи заставляют работать опоры опалубки как элементы рам, в некоторых случаях

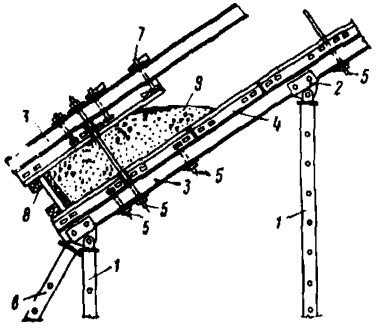
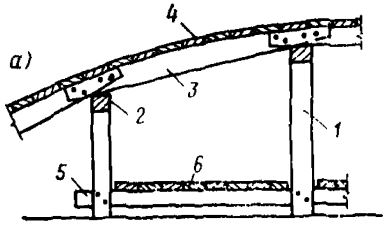
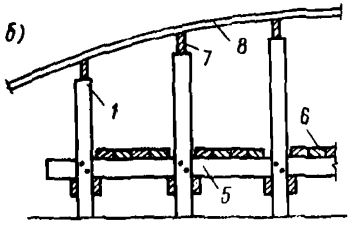
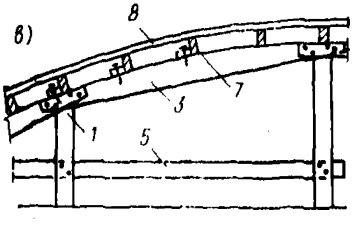


Рис. 52. Двусторонняя опалубка наклонной железобетонной плиты перекрытия

1 — телескопическая стойка; *2* — поворотная вилка; *3* — стальной прогон; *4* — инвентарные щиты; *5* — натяжной крюк; *6* — подкос; *7* — натяжной крюк с клиновым запором; *8* — опалубка торца плиты; *9* — железобетон







приходится устанавливать подкосы из телескопических стоек, труб или деревянных брусьев (рис. 51). Балки, укладываемые в вильчатые оголовники стоек, закрепляются от смещения стопорными винтами. С этой же целью натяжными крюками или иными способами закрепляются на балках щиты. Настилы из досок, древесностружечной плиты или водостойкой фанеры закрепляются гвоздями к деревянным бобышкам, забитым в щели балок (схваток).

2.71. В зависимости от угла наклона перекрытия опалубка плиты и железобетонных балок может быть односторонней или двусторонней. Односторонняя опалубка применяется при наклоне до 18—22° при использовании жестких смесей (с осадкой конуса не более 20 *мм*) и при наклоне до 15° при использовании смесей с осадкой конуса до 60 *мм*. Щиты верхней плиты двусто-

Рис. 53. Деревянная неинвентарная опалубка сводов

1 — деревянные стойки; *2* — деревянные прогоны; *3* — кружала; *4* — доски палубы; *5* — горизонтальная связь, используемая одновременно как опора под рабочий настил; *6* — рабочий настил; *7* — прогон; *8* — гнутые доски опалубки

ронней опалубки закрепляются натяжными крюками на схватках, которые в свою очередь закрепляются на нижних балках (схватках) на специальных болтах (рис. 52).

2.72. Неинвентарную опалубку криволинейных поверхностей следует выполнять из прямых досок, пришиваемых к криволинейным кружалам, или из гнутых досок, пришиваемых к ребрам, расставленным параллельно образующим криволинейной поверхности.

Применение опалубки из гнутых досок позволяет сократить трудоемкую работу по выпиливанию криволинейных кружал и достигнуть большей сохранности материала: как гнутые доски, так и ребра после распалубливания могут быть использованы для других целей. Применение опалубки из гнутых досок допускается при следующих минимальных значениях радиуса гнутья: для досок толщиной 19 *мм* $R=2{,}4$ *м*, для досок толщиной 24 *мм* $R=3{,}15$ *м*.

Кружала, поддерживающие палубу свода из прямых досок, имеют криволинейное очертание (рис. 53, *а*) и опираются на прогоны, параллельные образующей свода. Кружала под палубу свода из гнутых досок состоят из прямых досок или брусков и опираются на стойки (рис. 53, *б*), а при необходимости сократить число последних — на подкружальные доски, уложенные на стойки (рис. 53, *в*) или укрепленные на боковых щитах коробов арок.

Опалубка арок выполняется в виде короба на заранее заготовленных криволинейных боковых щитах с днищем из гнутых досок.

Установка опалубки бункеров

2.73. Порядок установки опалубки бункеров зависит от их конструкции. Обычно бункера имеют обвязочные балки, наклонные стенки (весьма редко — ребристые), иногда вертикальные стенки и течки. На рис. 54 показаны некоторые принципиальные конструктивные схемы бункеров, порядок их бетонирования и установки опалубки.

При использовании системы поддерживающих элементов опалубки ЦНИИОМТП монтаж оснастки начинают с установки опор под формы обвязочных балок и течки. После подготовки основания (планировки

грунтового или очистки от мусора бетонного) выполняют разметку положения стоек. Затем в пространственный блок собирают телескопические стойки, поддерживающие опалубку течки. Их соединяют горизонтальными и диагональными связями на уровне базовых частей. На стойках закрепляют балочные струбцины. Сборка и выверка опалубочного короба течки произво-

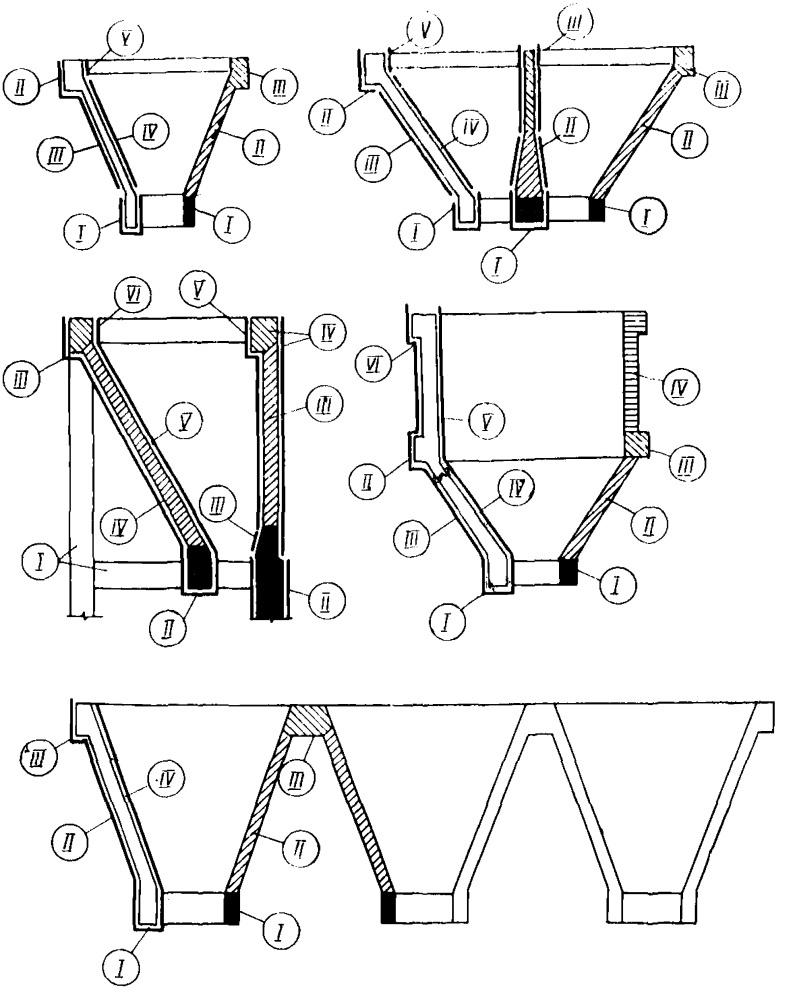


Рис. 54. Схемы бункеров и порядок установки опалубки для их бетонирования (римскими цифрами обозначена последовательность операций)

дится так же, как описано в пп. 2.55 и 2.56. Затем стойки раскрепляют связями на уровне оголовников. Опоры под обвязочные балки собирают обычно из составных решетчатых и телескопических стоек. При этом каждый ярус раскрепляется инвентарными связями в пространственный блок и соединяется с блоком стоек, поддерживающих опалубку течек. После окончания монтажа на выдвижных штангах телескопических стоек укрепляют вильчатые оголовники. На них укладывают прогоны, подвешивают хомуты. С внутренней стороны боковые стенки короба устанавливают на подкладках из цементного раствора толщиной, равной толщине стенок в месте примыкания к балкам. В некоторых случаях наружные щиты короба балок устанавливают после сборки опалубки стенок. В тех местах, где телескопические стойки и хомуты пропускаются через железобетонные стенки, должны быть предусмотрены выгородки, позволяющие легко освободить инвентарные элементы.

Под опалубку наклонных стенок устанавливают самостоятельные опоры и по прогонам (схваткам), опирающимся на телескопические стойки, укладывают деревянные брусья-кружала, на которые опираются щиты или дощатые настилы нижней опалубочной плиты. Верхняя опалубочная плита крепится так же, как и при бетонировании наклонных перекрытий, а щиты устанавливаются по мере укладки бетонной смеси. В местах примыкания наклонных стенок к течке и обвязочным балкам устанавливают доборы по месту и фризовые доски или бруски, облегчающие процесс распалубки.

Опалубка вертикальных стенок (если они есть) устанавливается, как правило, после бетонирования обвязочных балок и опирается на них.

Демонтаж опалубки начинают с разборки верхней плиты наклонных стенок и боковых стенок балок с внутренней стороны. По соображениям техники безопасности не рекомендуется демонтированные элементы (щиты, крепления, схватки) оставлять внутри бункера. Они подаются через течку вниз. При этом прием элементов ведут 1—2 рабочих, находящихся в этом месте постоянно и поддерживающих постоянную связь с рабочими внутри бункера. Перенос и складирование опалубки производят 2—3 рабочих 1-го и 2-го разряда.

Затем производится последовательное опускание опор (телескопических стоек), поддерживающих опалубку обвязочных балок, и разборка опалубочных коробов. Опоры не рекомендуется разбирать полностью до тех пор, пока не будут сняты щиты нижней плиты стенок бункера.

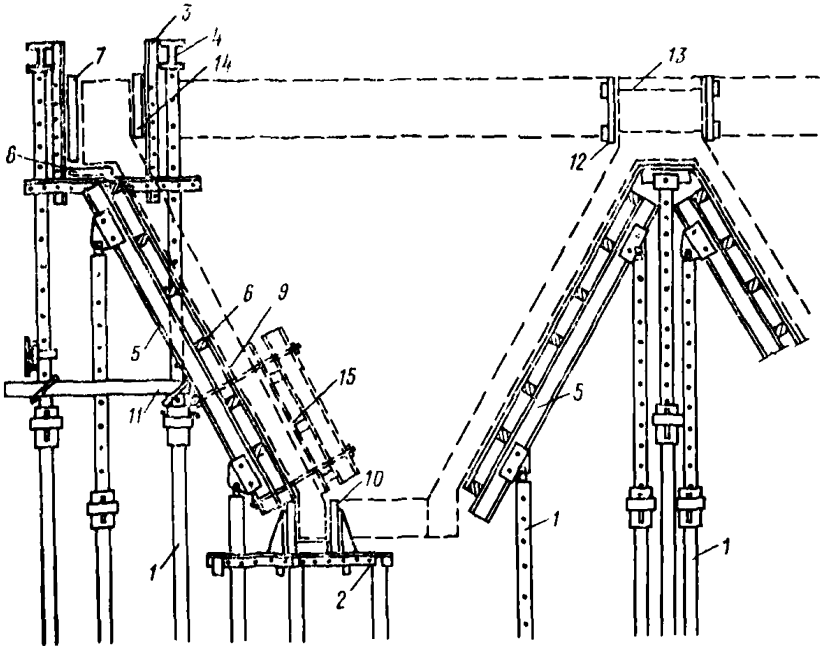


Рис. 55. Схема устройства инвентарной опалубки бункера
1 — телескопические стойки; *2* — балочная струбцина; *3* — подвесной хомут для крепления опалубки обвязочных балок; *4* — стальной прогон; *5* — наклонный прогон; *6* — деревянные кружальные брусья; *7* — боковой щит опалубки обвязочной балки; *8* — щит днища; *9* — палуба стенки; *10* — боковые щиты опалубки течки; *11* — горизонтальная связь; *12* — боковые щиты средних обвязочных балок; *13* — стяжка; *14* — боковой щит наружной обвязочной балки; *15* — верхняя опалубка стенки бункера

Опалубку плиты разбирают следующим образом: опускают на 100—200 *мм* наружные опоры по одной из стенок, затем на 50—70 *мм* опускают опоры внутреннего ряда и, начиная сверху, снимают щиты.

Разборка опалубки течки производится так же, как монолитных железобетонных балок. После демонтажа всех щитов, прогонов, струбцин производится разборка опор. Работы начинают с демонтажа опор обвязочных балок и ведут к центру. При этом необходимо строго

следить, чтобы на любом этапе разборки поддерживающих стоек они были раскреплены связями в пространственный устойчивый блок. На рис. 55 показаны некоторые узлы опалубки бункера, выполненной из элементов оснастки ЦНИИОМТП.

2.74. Поскольку бункера проектируются зачастую индивидуально в силу особенностей компоновочной схемы оборудования и объемно - планировочных решений производственных помещений и каждый бункер имеет свои размеры и конфигурацию, нередко бетонирование их целесообразно выполнять в индивидуальной деревянной опалубке.

Стойки лесов, поддерживающих опалубку бортовых балок, в плане располагаются строго по их осям. При назначении мест установки стоек учитывается также расположение течек бункеров; через течки пропускаются стойки, поддерживающие опалубку надбункерных перекрытий, эстакад и т. д. Если этих стоек недостаточно, то устанавливают дополнительные стойки внутри бункеров, опираемые на окрепший бетон наклонных стенок. Под эти стойки укладывают лаги и прокладки из досок.

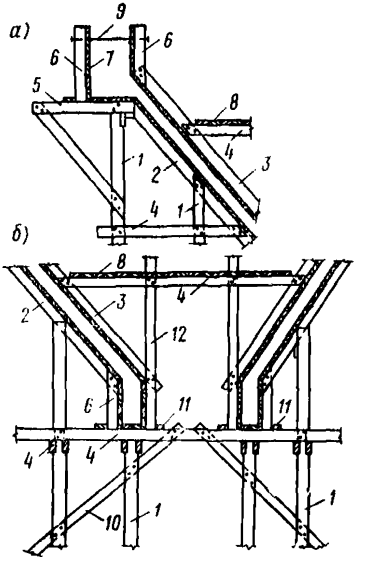


Рис. 56. Узлы неинвентарной опалубки железобетонного бункера

а — опалубка обвязочной балки; *б* — опалубка течки; *1* — стойки; *2* — кружало опалубки стенки; *3* — кружало верхней опалубки стенки; *4* — горизонтальная связь; *5* — прогон; *6* — ребра опалубки обвязочной балки; *7* — палуба; *8* — рабочий настил; *9* — стяжка; *10* — диагональная связь; *11* — прижимная доска; *12* — опоры рабочего настила

При больших размерах бункеров или при крутом наклоне их стенок может возникнуть необходимость пропустить (в виде исключения) часть стоек через стенки бункера. В этих случаях следует для облегчения распалубливания располагать стыки стоек непосредственно под местом прохода их через стенки бункера, а

стойки в пределах толщины этих стенок ограждать досками или обертывать пергамином.

Опалубка наружных и внутренних сторон стенок бункера и надбункерного перекрытия выполняется из заготовленных замаркированных щитов.

Установку неинвентарной опалубки бункеров следует начинать с укладки днищ бортовых балок, после чего на площадке, устроенной на лесах под течкой бункера, делается разбивка положения течки и устанавливаются ребра и щиты наружной опалубки бункера. После установки арматуры устраивается опалубка течки и устанавливаются угловые щиты. Внутренняя опалубка из щитов устанавливается по ярусам по мере бетонирования стен. Крепление щитов каждого яруса производится при помощи распорок и прижимных досок.

По окончании бетонирования наклонных стенок бункера собирают опалубку бортовых балок, вертикальных стенок и подбункерного перекрытия. На рис. 56 показаны узлы неинвентарной опалубки бункеров.

Установка опалубки сборно-монолитных конструкций

2.75. Опалубка сборно-монолитных конструкций должна устанавливаться после монтажа и закрепления сборных железобетонных элементов.

Крепление опалубки, как правило, должно производиться к сборным железобетонным элементам, однако в некоторых случаях возникает необходимость в постановке дополнительных опор-стоек, подкосов, опирающихся на подготовку основания или на ранее забетонированные конструкции.

Сборно-монолитная конструкция пилона чугуновозной эстакады представлена на рис. 57. Пилон состоит из двух железобетонных плит, промежуток между которыми заполняется монолитным бетоном. Опалубка для укладки последнего должна выполняться в виде двух наклонных щитов, прижатых хомутами к железобетонным элементам. *Хомуты состоят из горизонтальных* схваток, попарно соединенных болтовыми стяжками, закрепляемыми на специальных деталях.

Проектное расстояние между сборными коробчатыми элементами должно фиксироваться при помощи временных распорок, удаляемых в процессе укладки бетонной смеси.

2.76. На рис. 58 показана опалубка плиты перекрытия тоннеля, образованного двумя П-образными сборными элементами.

Опалубочные щиты опираются на кружала, подвешенные к опорным брусьям, уложенным на подкладках по сборным элементам. Кружала скреплены с опорными брусьями стальными подвесками и натяжными болтами с крючьями.

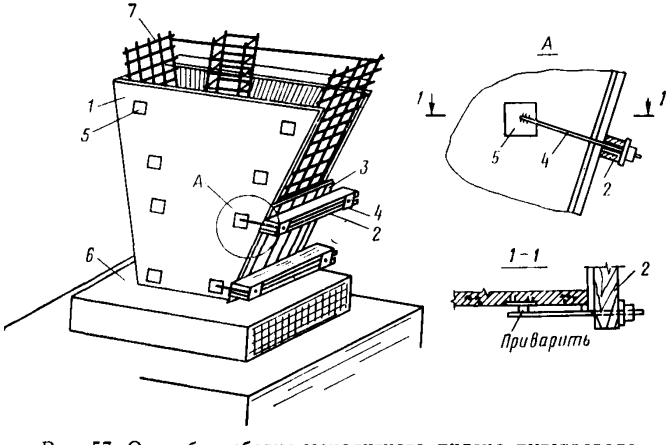


Рис. 57. Опалубка сборно-монолитного пилона путепровода
1 — железобетонная плита; *2* — схватка; *3* — дощатый щит; *4* — тяж; *5* — закладные детали; *6* — фундамент; *7* — арматура

На рис. 58 изображена балка, боковые стороны которой ограничены стенками сборных коробчатых плит, образующих перекрытие. Снизу устанавливают опалубочные щиты, ширина которых составляет $a+2\times50$ *мм*, где a — ширина балки понизу. Щиты укладывают на кружала, подвешенные к стальным стержням, опирающимся на сборные плиты. Подвески выполняются так же, как при устройстве опалубки перекрытия.

Установка опалубки механизированным способом

2.77. Механизация процессов установки и разборки опалубки — наиболее эффективный способ повышения производительности труда.

В настоящее время наблюдаются три основных направления в механизации опалубочных работ при использовании разборно-переставной опалубки:

1) монтаж плоскими панелями, собираемыми из унифицированных элементов инвентарной опалубки;

2) монтаж опалубки объемными блоками (с замкнутым контуром);

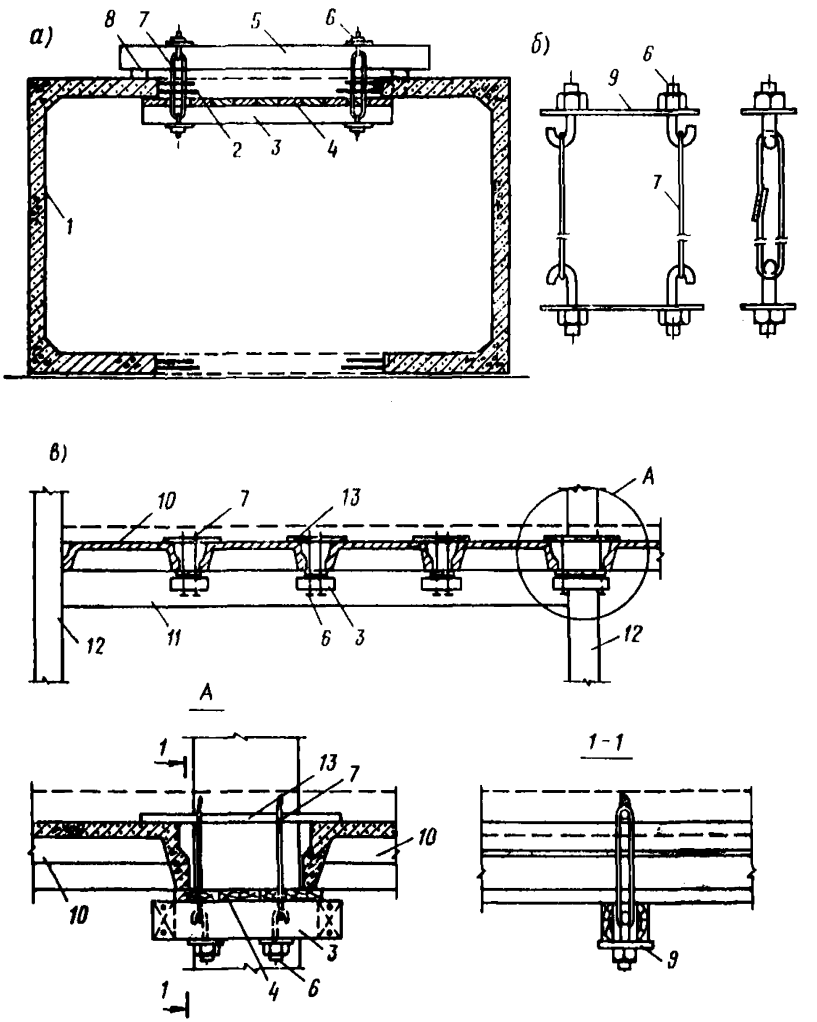


Рис. 58. Опалубка сборно-монолитного тоннеля, перекрытия и балки
1 — сборный железобетонный элемент тоннеля; *2* — арматурные выпуски; *3* — деревянный прогон; *4* — палуба; *5* — балка; *6* — натяжной крюк; *7* — тяж; *8* — деревянные подкладки; *9* — стальная пластина; *10* — сборные железобетонные плиты перекрытия; *11, 12* — железобетонные колонны; *13* — арматурный пруток диаметром 22—28 *мм*

3) монтаж армоопалубочными блоками, собираемыми из унифицированных элементов инвентарной опалубки.

Эффективность механизации опалубочных работ связана прежде всего с максимальным укрупнением опалубочных элементов. Монтаж опалубки крупноразмерными панелями тем эффективнее, чем больше площадь самих панелей, чем большее количество оборотов получает панель без переборки. Для таких железобетонных конструкций, как колонны, пилоны, подколонники большой высоты и небольшого поперечного сечения, использование панелей менее эффективно, чем пространственных блоков. При использовании блоков отпадает необходимость в установке элементов, обеспечивающих устойчивость опалубки.

2.78. При механизированной установке крупноразмерными панелями и блоками к инвентарной опалубке предъявляются повышенные требования в отношении жесткости, несущей способности, долговечности, допусков линейных размеров отдельных элементов, из которых собираются панели и блоки (щитов, схваток, креплений и т. п.). Этим требованиям отвечают системы стальной, комбинированной и деревянной опалубки ЦНИИОМТП, деревянной опалубки Промстройпроекта, треста Тагилстрой.

Из-за податливости соединений щитов и схваток в процессе эксплуатации величины отклонений линейных размеров возрастают. Это происходит под воздействием монтажных нагрузок (собственного веса щитов, схваток при эксцентричной или несимметричной строповке) и сил сцепления бетона конструкций со щитами панелей и блоков. В связи с этим размеры и конфигурация панелей должны быть ограничены (табл. 40).

2.79. Максимальный вес крупноразмерных панелей, собираемых из деревянных, комбинированных или стальных щитов, не превышает 1,2—1,5 *т*, поэтому для монтажа опалубки целесообразно применять легкие мобильные краны.

Площадки для сборки панелей и блоков находятся зачастую на расстоянии нескольких сот метров от места установки. Обычно для транспортирования их используются бортовые автомобили, четырехосные автомобильные прицепы или трайлеры. Нагрузки, возникающие во время перевозки, нередко вызывают деформации

панелей, изменение геометрических размеров и конфигурации, остаточные деформации в отдельных элементах. В связи с этим на бортовых автомобилях и трайлерах рекомендуется перевозить панели площадью до 9 $м^2$, длина грани которых не превышает 3 *м* (рис. 59). Для перевозки панелей большей площади транспортные средства должны быть оборудованы специальными рамами. Такие рамы выполняются из деревянных брусьев сечением 150×150 *мм* или из швеллеров № 12.

Таблица 40

Оптимальные размеры опалубочных панелей, собираемых из мелких щитов

Материал опалубки	Площадь панели в $м^2$	Возможное количество оборотов	Максимально допустимое соотношение сторон
Деревянная опалубка из коробчатых щитов	4	10	1:4
	6	6	1:5
	9	5—6	1:3
	12	3—4	1:2
	16	3—4	1:1,5
Стальная и комбинированная опалубка	4	20	1:5
	6	20	1:5
	9	15	1:4
	12	10—12	1:3
	16	10—12	1:2

2.80. Вес опалубочных и армоопалубочных блоков достигает 2,5—7 *т*, а максимальные габаритные размеры 5000—6000 *мм*. Однако в поперечном сечении блоки имеют размеры, не превосходящие 3000—4000 *мм*. Поэтому их транспортируют на трайлерах или автоприцепах. Монтаж блоков производится башенными или мобильными кранами на пневмоколесном или гусеничном ходу соответствующей грузоподъемности.

2.81. Сборка крупноразмерных панелей производится на спланированных и уплотненных грунтовых площадках или на специальных монтажных стендах. При использовании деревянных щитов коробчатого сечения или комбинированных щитов с каркасом из гнутых профилей сборка панелей производится в следующем порядке:

разложенные на площадке или на стенде щиты после выверки габаритных размеров панели и углов соединяют с помощью клиновидных шпонок, стальных скоб с деревянными клиньями или струбцин. Затем устанавливают монтажные петли в местах, указанных на схеме

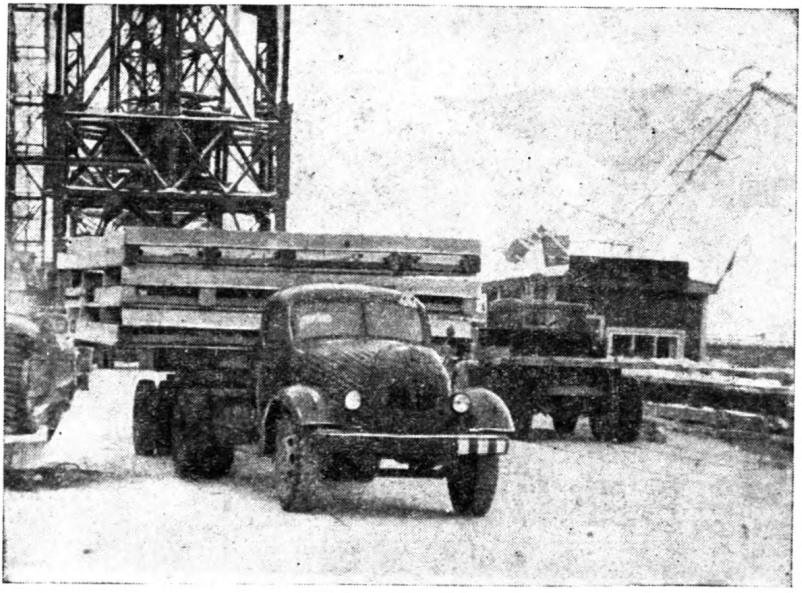


Рис. 59. Транспортирование опалубочных панелей

(рис. 60). На щиты укладывают схватки с шагом 1200—1400 *мм* и окончательно соединяют элементы панели с помощью натяжных кранов. При этом все возможные зазоры между схватками и ребрами каркаса щитов ликвидируются путем прокладки стальных шайб или фанерных подкладок. Поверх схваток устанавливают диагональные связи по схеме, представленной на рис. 60. Собранная панель перекантовывается лицевой поверхностью вверх, путем ручной острожки ликвидируются все местные выступы отдельных досок щитов.

2.82. При использовании стальных и комбинированных щитов с каркасом из прокатных профилей сборка панелей производится в следующем порядке.

Разложенные на площадке или на стенде щиты после

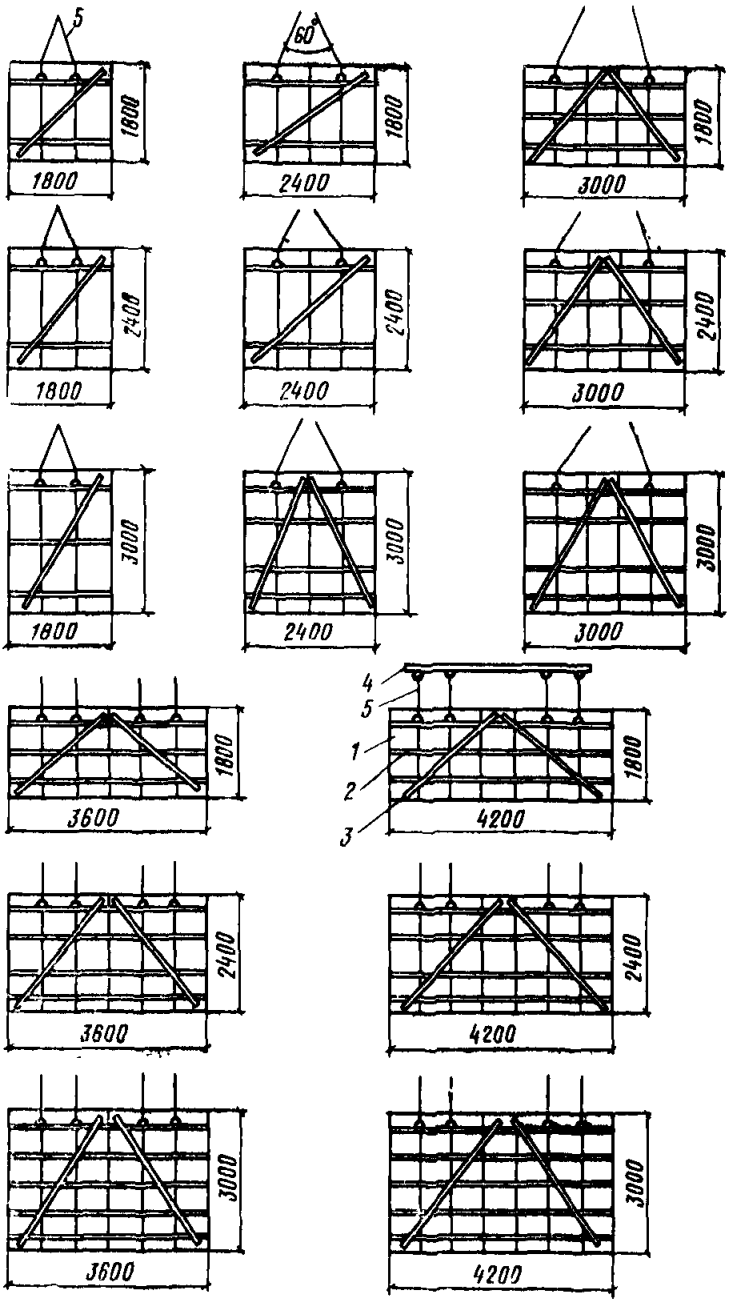


Рис. 60. Схемы комплектования крупноразмерных опалубочных панелей из деревянных щитов конструкции ЦНИИОМТП

1—инвентарный щит; *2*—схватка; *3*—диагональная связь; *4* — траверса; *5* — строп

выверки габаритных размеров и углов соединяют с помощью пружинных скоб или пружинных крюков.

На щиты укладывают схватки и соединяют с ними натяжными крюками. При этом контурные щиты крепятся крюками с винтовым запором. Это не только повышает жесткость панели, но является обязательным условием техники безопасности.

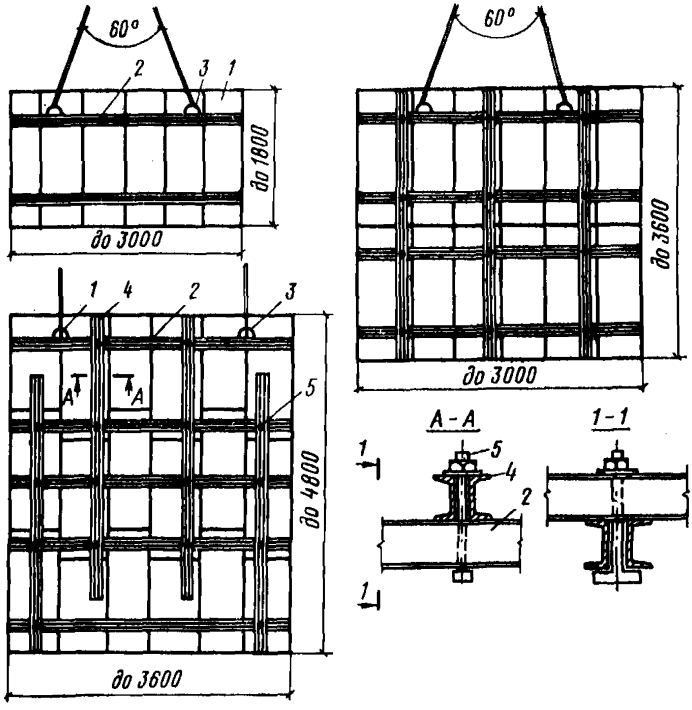


Рис. 61. Схема комплектования крупноразмерных опалубочных панелей из элементов стальной или комбинированной опалубки ЦНИИОМТП

1 — инвентарный щит; *2* — схватка; *3* — монтажная петля; *4* — связь; *5* — соединительный Т-образный болт

Достаточно высокая точность изготовления щитов и схваток, крепление всех элементов между собой, наличие натяжных креплений щитов со схватками обеспечивают необходимое качество поверхности панелей.

Поверх схваток укладывают связи. Обычно в качестве связей также используются схватки. Между собой

они соединяются на болтах. К верхнему ярусу схваток крепятся инвентарные монтажные петли.

На рис. 61 приведена принципиальная схема компоновки крупноразмерной панели и схема ее строповки, обеспечивающая транспортирование панели в вертикальном положении. Для возможности стыковки панелей схватки на них по вертикали размещаются, как показано на схеме.

Перед монтажом крупноразмерной опалубочной панели на ней закрепляется навесная площадка и площадка для работы опалубщиков и бетонщиков. На панелях, собранных из элементов опалубки ЦНИИОМТП, устанавливают инвентарные подкосы с регулировочным винтом.

После выверки положения панели с навесных стремянок устанавливают монтажные крепления. До полного окончания этой операции запрещается производить расстроповку панели.

После завершения монтажного крепления панелей производится их расстроповка и монтажный механизм переключается на установку следующей панели или на другую работу. А с переносных и навесных стремянок и площадок устанавливаются все рабочие крепления. Демонтаж панелей производится в обратном порядке.

Сборка опалубочных блоков возможна из элементов стальной и комбинированной опалубки ЦНИИОМТП. Порядок работ такой же, как и при сборке опалубки подколонников. Сперва с помощью монтажных уголков щиты собираются в короб замкнутого контура. Соединение щитов между собой осуществляется на пружинных скобах или пружинных крюках. На щиты навешиваются схватки, соединенные между собой «в мельницу». По соображениям техники безопасности рекомендуется по крайней мере две схватки из четырех на каждом ярусе крепить к щитам крюками с винтовым запором.

После первого яруса блока аналогичным образом производится сборка второго и последующих ярусов. Затем они устанавливаются друг на друга и щиты соединяются между собой пружинными креплениями. Схватки также соединяются вертикальными связями. При комплектовании блоков небольшого поперечного сечения и веса допускается отсутствие вертикальных связей, но щиты ярусов блока соединяются на черных болтах.

На рис. 62 показан процесс установки опалубочного блока подколонника. При использовании стальной или комбинированной опалубки ЦНИИОМТП применение

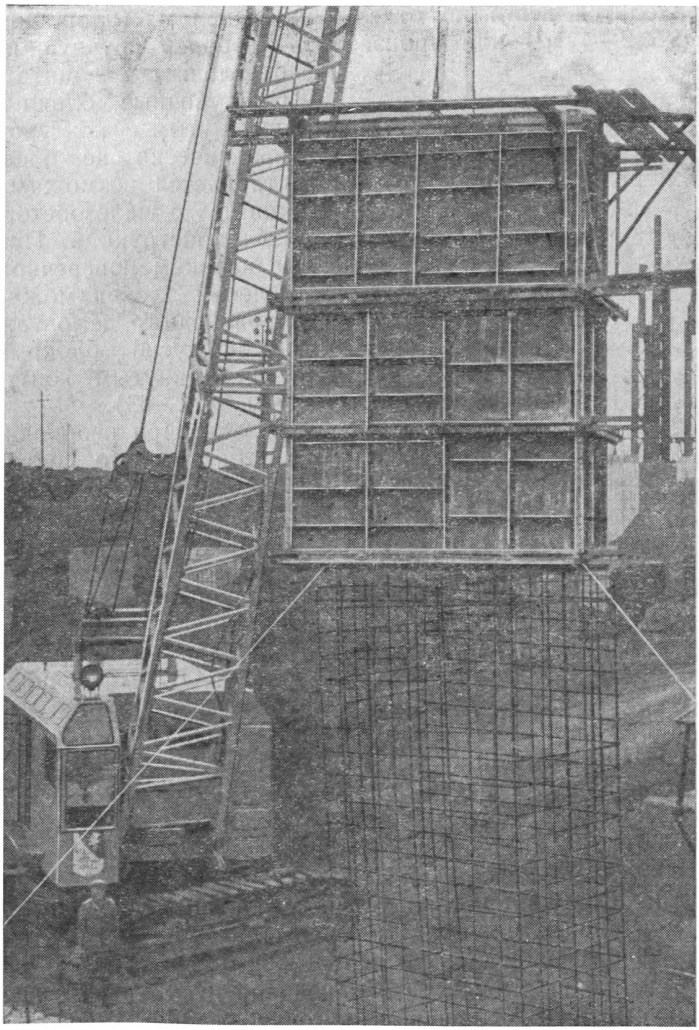


Рис. 62. Установка опалубочного блока подколонника

армоопалубочных блоков не представляется целесообразным (за исключением таких конструкций, как ригели, балки с жесткой арматурой).

2.83. Демонтаж опалубки, установленной блоками, приходится вести по отдельным панелям (площадью всего 2—4 $м^2$) или производить разборку вручную по отдельным щитам. Опалубочные блоки с замкнутым контуром практически не представляется возможным «снять» с железобетонных конструкций. При небольшом поперечном сечении блоков можно производить демонтаж их поярусно блоками с незамкнутым контуром (рис. 63).

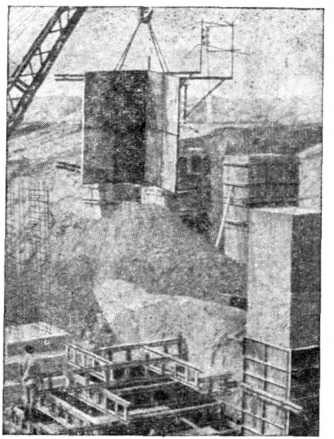


Рис. 63. Демонтаж Г-образного опалубочного блока

2.84. При необходимости резкого сокращения сроков выполнения опалубочных и бетонных работ непосредственно на строительной площадке целесообразно применение армоопалубочных блоков. В тех случаях, когда используется деревянная опалубка (типа ЦНИИОМТП, Приднепровского Промстройпроекта), нагрузки от опалубки передаются на пространственный арматурный блок. При этом необходимо учитывать, что расход арматуры повышается на 2—7% по сравнению с расчетным для обычной технологии.

2.85. Сборка армоопалубочных блоков производится на монтажных плацах. Предварительно заготовляются опалубочные панели из отдельных щитов и схваток.

Соединение элементов в панели предусмотрено с помощью натяжных крюков с винтовым запором. Размеры панелей соответствуют размерам граней железобетонной конструкции.

На одну из панелей устанавливают арматурный кар-

кас и соединяют его с панелью полуинвентарными креплениями. Затем на каркасе укрепляются остальные панели (рис. 64). Друг с другом панели не соединяются. Для ликвидации щелей в углах опалубочной формы снаружи может прибиваться деревянный брусок.

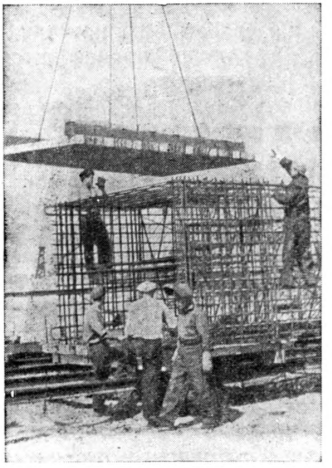


Рис. 64. Сборка армоопалубочного блока

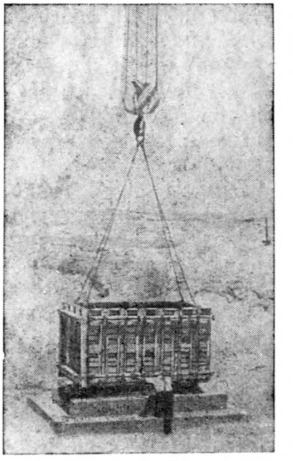


Рис. 65. Установка армоопалубочного блока

Перед отправкой армоопалубочного блока на строительную площадку на наружных поверхностях опалубки клеевой краской наносят риски, фиксирующие геометрические оси блока. Перед монтажом на блоке могут быть укреплены стремянка и рабочая площадка для бетонщиков. На рис. 65 показан процесс монтажа армоопалубочного блока.

2.86. Демонтаж опалубки производится по отдельным панелям. Для этого болты крепления приходится срезать газопламенным резаком. Перед очередной сборкой блока необходимо подтянуть все болтовые крепления элементов панели, а при повреждении отдельных щитов заменить их.

Уход за опалубкой и смазка опалубки

2.87. Долговечность опалубки, качество бетонируемых конструкций и, наконец, производительность труда определяются не только конструктивными характеристиками системы оснастки, но и тем, как организован уход за ней после распалубки железобетонных конструкций, насколько своевременно и хорошо производится ремонт поврежденных деталей и элементов.

В ремонтных мастерских производится рихтовка каркасов щитов и схваток, замена палубы комбинированных щитов, ремонт и изготовление креплений и соединений, изготовление доборов, дощатых настилов для навесных рабочих площадок, поддерживающих лесов, изготовление и ремонт вспомогательной оснастки для производства опалубочных работ (в том числе монтажных плацев, стремянок, навесных площадок и т. п.), изготовление и ремонт не предусмотренной в стандартных комплектах опалубки щитов сложной конфигурации, снабженных смотровыми окнами, и пр.

2.88. Ремонтные мастерские могут являться самостоятельными подразделениями или подчиняться строительным трестам. Мастерские принимают в ремонт комплекты опалубки или заказы на изготовление отдельных элементов и возвращают их специализированным подразделениям трестов по тарифам, установленным для данного промышленного района.

Ремонтные мастерские могут выполнять функции пунктов проката опалубки. В этом случае арендная плата должна учитывать как степень физического износа опалубки, так и срок аренды.

Мастерские могут иметь обменный фонд опалубки. Финансовые расчеты в этом случае учитывают разницу в степени амортизации комплектов опалубки, которую сдают и получают заказчики, и затраты на ремонт.

2.89. Поступающая из ремонтных мастерских опалубка должна быть обязательно окрашена (за исключением палубы щитов). Палуба щитов и все резьбовые детали, независимо от того, находятся они в эксплуатации или на складе, должны быть покрыты слоем смазки. Периодическая окраска инвентарной опалубки в процессе эксплуатации, если оснастка не поступает в ремонтные мастерские, должна производиться на строительной

площадке с помощью краскопультов не реже 2—3 раз в год.

2.90. Щиты инвентарной опалубки, а также поддерживающие элементы — схватки, стойки, ригели, прогоны и тому подобные крепления — хомуты, струбцины, замки и т. д. после каждого оборота должны очищаться от цементного раствора. Для этой цели используются скребки и металлические щетки.

Применение молотков или другого инструмента ударного действия для очистки элементов опалубки от раствора категорически запрещается.

2.91. Применение инвентарной опалубки предусматривает обязательную смазку палубы щитов и тщательную очистку ее от остатков цементного раствора после каждого оборота.

При регулярной смазке срок службы стальных щитов превышает 110—125 оборотов, а срок службы дощатой опалубки комбинированных щитов — 40—55 оборотов.

Смазка не должна оставлять маслянистые пятна (в некоторых случаях при бетонировании фундаментов и конструкций, засыпаемых грунтом или защищаемых гидроизоляцией, это требование может не соблюдаться), смазка не должна ухудшать прочностные качества поверхностных слоев железобетонных конструкций, компоненты смазки не должны иметь летучих и вредных для здоровья веществ. Смазки должны быть безопасны в пожарном отношении, а технология их приготовления и нанесения должна позволять механизировать эти процессы. При использовании смазок для опалубки вертикальных поверхностей они должны обладать достаточной вязкостью и адгезионными качествами, чтобы оставаться на вертикальной поверхности в течение 24 ч при температуре +30° С.

2.92. Для стальной опалубки в летний период наиболее эффективны эмульсионные составы. Рецепты их, как и других смазок, приведены в табл. 1 приложения III. Для горизонтальных опалубочных поверхностей могут применяться водно-масляные эмульсии.

В зависимости от типа масла и эмульгатора такие смазки имеют срок годности от получаса до нескольких десятков часов.

2.93. Для смазки дощатой палубы комбинированных щитов и деревянных щитов целесообразно использовать

петролатумно-керосиновую, петролатумно-соляровую или парафино-соляровую смазку. Могут быть использованы и вещества, получаемые путем растворения твердых нефтепродуктов в легких фракциях нефти. Приготовление смазок сводится к перемешиванию (иногда с подогревом).

В качестве смазок дощатых палуб может быть применен нигрол, автол, соляр. При этом нигрол (зимнее масло) и соляр при подогреве проникают довольно глубоко в поры древесины и создают на поверхности палубы стойкую разделительную пленку. Это позволяет наносить смазку периодически через 2—4 оборота.

2.94. При использовании термоактивной опалубки кроме битумных смазок могут быть применены и эмульсии — масло — мыло — вода (но количество эмульгатора и масла следует увеличивать в 1,5—1,6 раза), а также смазки на основе петролатума.

Для инвентарной опалубки (при малых объемах) или при устройстве опалубки по месту для железобетонных конструкций и сооружений с криволинейными поверхностями и сложной конфигурации рекомендуются смазки-суспензии.

Используются эмульсионные составы типа вода — масло и масло — вода, водно-мыльно-керосиновые эмульсии, а также суспензии типа вода — мел, графит — масло, глина — масло, цемент — масло — вода.

Суспензии обладают рядом недостатков, и поэтому возможность их применения невелика. Они, как правило, недолговечны (за исключением, графит — масло), плохо поддаются нанесению механизированным способом, не обеспечивают равномерного слоя на поверхности палубы, при повторном нанесении образуют наплывы.

2.95. Для опалубочных форм железобетонных конструкций, работающих в грунте (фундаментов, подпорных стен и пр.), наиболее доступной и дешевой является битумно-керосиновая смазка, получаемая путем растворения низкомарочных битумов. Соотношение компонентов зависит от материала щитов и температуры наружного воздуха. В промышленном строительстве при возведении конструкций и сооружений нулевого цикла такие смазки являются универсальными и пригодными как для дощатых палуб, так и для металлических и пластмассовых.

2.96. Расход смазок зависит от способа нанесения их на поверхность опалубочной формы, консистенции, температуры наружного воздуха, расчетного срока «простоя» опалубочной формы (времени между процессами нанесения смазки и укладки бетонной смеси).

Для ориентировочных расчетов можно пользоваться данными табл. 41.

2.97. При работе пневмопистолетом-распылителем меньший расход смазки получается при использовании более вязких составов. Смазка подается под давлением 2—3 *ати* при температурах от 10 до 50° С. Сопло пистолета или удочки необходимо располагать на расстоянии 0,8—1 *м* от палубы. Для того чтобы получить факел того или иного вида, необходимо использовать сменные головки.

Если позволяют условия производства арматурных и бетонных работ, нанесение смазки на палубу щитов целесообразно производить после сборки опалубочной формы. Это не только уменьшает расход смазки, но и повышает производительность труда. При этом следует принять необходимые меры по защите «старого» бетона, оснований и арматуры от случайного попадания на них смазки. Кроме стекания по вертикальным и наклонным поверхностям, смазка может попадать на бетон и арматуру в виде тумана. Меры предосторожности носят индивидуальный характер. «Старый» бетон укрывается на время работы смазчиков полотнами брезента, рогожами, листами рубероида, пергамина или крафт-бумаги.

Если смазку приходится наносить на палубу до сборки опалубочной формы, то целесообразно щиты раскладывать вплотную друг к другу и смазывать сразу большие панели площадью по несколько квадратных метров.

Правила техники безопасности и производственной санитарии

2.98. Работы по установке и разборке опалубки на строительной площадке должны производиться со строгим соблюдением всех требований, изложенных в главе «Техника безопасности в строительстве» СНиП III-А. 11-62. Опалубочные работы являются с технологической точки зрения одним из типов общестроитель-

Таблица 41

Расход смазок

Период года	Материал палубы щитов	Положение опалубочных поверхностей	Способ нанесения смазки	Расход смазки в $г/м^2$
Летний	Сталь, пластмасса	Горизонтальное, наклонное	Кистью	300
			Пневмопистолетом	250
		Вертикальное	Кистью	350
			Пневмопистолетом	300
	Древесина	Горизонтальное, наклонное	Кистью	350
			Пневмопистолетом	320
		Вертикальное	Кистью	420
			Пневмопистолетом	350
Зимний	Сталь, пластмасса	Горизонтальное, наклонное	Кистью	350
			Пневмопистолетом	300
		Вертикальное	Кистью	400
			Пневмопистолетом	350
	Древесина	Горизонтальное, наклонное	Кистью	400
			Пневмопистолетом	300
		Вертикальное	Кистью	350
			Пневмопистолетом	300

ных работ, и поэтому к ним в полной мере применимы те общие требования по технике безопасности и производственной санитарии, которые предъявляются к другим видам строительно-монтажных работ.

К работе могут допускаться только те опалубщики, которые прослушали инструктивный курс по технике безопасности и сдали соответствующий экзамен. Инженерно-технический персонал должен быть хорошо ознакомлен с проектом опалубочных работ, и в частности со специальными требованиями и условиями производства работ, и в процессе строительства добиваться обязательного их выполнения.

Рабочие комплексных бригад должны знать безопасные приемы всех видов работ, выполняемых данной бригадой.

2.99. Рабочие места не должны быть загромождены материалами, мусором, отходами производства и т. п. Рабочие места и проходы к ним должны быть хорошо освещены. Для опалубочных работ норма освещенности составляет 25 *лк*. Работать в неосвещенных местах запрещается.

Одновременное производство работ в двух и более ярусах по одной вертикали без соответствующих защитных устройств (настилов, навесов и т. п.) запрещается.

При работе на высоте более 1,5 *м* (если невозможно устроить ограждения) рабочие должны быть снабжены предохранительными поясами с карабинами. Им должны быть указаны места надежного закрепления цепи или каната предохранительного пояса.

Открытые проемы в стенах, расположенные на уровне примыкающего к ним перекрытия или рабочего настила (или на высоте менее 0,7 *м* от него), а другой стороной обращенные в места, где нет сплошного настила, должны иметь ограждения на высоту не менее 1 *м* и бортовую доску шириной не менее 15 *см*.

Отверстия в перекрытиях, на которых производятся работы, должны быть закрыты или ограждены на высоту не менее 1 *м*.

Высота проходов на лесах должна быть в свету не менее 1,8 *м*. Настилы лесов, подмостей и стремянок, расположенных выше 1,1 *м* от уровня земли или перекрытия, должны быть ограждены перилами высотой не менее 1 *м*, состоящими из поручня, одного промежуточно-

го горизонтального элемента и бортовой доски высотой не менее 15 *см*. Бортовые доски следует устанавливать на настил, а элементы перил крепить к стойкам с внутренней стороны. Деревянные поручни должны быть остроганы.

Настилы и стремянки лесов и подмостей следует систематически очищать от мусора и остатков строительных материалов, а в зимнее время также от снега и льда; при необходимости их следует посыпать песком. За состоянием всех конструкций лесов и подмостей, в том числе за состоянием соединений, креплений, настилов и ограждений, должно быть установлено систематическое наблюдение. Состояние лесов и подмостей должно ежедневно перед началом смены проверяться мастером, руководящим соответствующим участком на данном объекте.

2.100. Хранить материалы следует в специально отведенных для этого местах с соблюдением установленных правил. В частности, круглый лес следует хранить в штабелях высотой не более 1,5 *м* с прокладками между рядами и установкой упоров против раскатывания; ширина штабеля должна быть не меньше его высоты. Пиломатериалы должны храниться в штабелях, высота которых при рядовой укладке не должна превышать половины ширины штабеля, а при укладке в клетки — ширины штабеля.

Прислонять опалубочные щиты, стойки и т. д. к заборам и элементам временных и капитальных сооружений запрещается.

Бревна и доски от разборки деревянных конструкций, лесов, подмостей, опалубки и др. до укладки их для хранения на складе или до переноски к новому месту установки должны быть очищены от торчащих гвоздей, скоб и т. д.

Запрещается даже на короткое время укладывать доски или щиты с остриями гвоздей, обращенными вверх.

2.101. Устанавливать крупноразмерные панели, опалубочные и арматурно-опалубочные блоки при помощи кранов следует с соблюдением следующих правил:

а) устанавливаемые элементы должны быть надежно скреплены;

б) освобождать установленный элемент от крюка подъемного механизма разрешается после закрепления

его постоянными или временными связями (согласно проекту) и проверки надежности закрепления;

в) во время переноски панелей и блоков к месту установки с помощью монтажного механизма категорически запрещается находиться на них рабочим;

г) под монтируемыми элементами запрещается находиться рабочим или инженерно-техническим работникам.

2.102. Установка опалубки колонн, ригелей и балок с передвижных лестниц-стремянок с ограждением наверху допускается только при высоте над уровнем земли или нижележащего перекрытия не более 5,5 *м*. Работа на высоте от 5,5 до 8 *м* допускается только с применением передвижных подмостей, имеющих наверху площадку с ограждением.

Опалубку на высоте более 8 *м* от уровня земли или перекрытия следует устанавливать с рабочих настилов, уложенных на поддерживающих лесах и снабженных ограждениями. Ширина настилов допускается не менее 0,7 *м*. Установленная опалубка должна быть ограждена по всему периметру. При нецелесообразности устройства поддерживающих лесов (например, при монтаже подвесной опалубки и т. п.) установка опалубки на высоте более 8 *м* выполняется обученными рабочими-верхолазами с применением предохранительных поясов, закрепляемых к надежным опорам.

2.103. При устройстве опалубки куполов, сводов и наклонных поверхностей рабочие настилы следует устраивать уступами по горизонтальным схваткам, соединяющим стойки поддерживающих лесов. При этом расстояние от настилов до опалубки должно быть не более 1,5 *м*, а ширина уступов настилов не менее 0,4 *м*.

При разборке опалубки необходимо принимать меры против падения элементов опалубки, обрушения поддерживающих лесов или конструкций.

Запрещается складывать на подмостях разбираемые элементы опалубки или материалы от ее разборки, а также сбрасывать их с сооружения.

Материалы от разборки опалубки следует немедленно опускать на землю, сортировать (с удалением гвоздей и скоб) и складывать в штабеля.

Организация работ по сборке и разборке опалубки наклонных перекрытий зависит от типа перекрытия и определяется проектом опалубочных работ. Особое вни-

мание уделяется вопросам техники безопасности, строгому соблюдению порядка установки и раскрепления несущих элементов опалубки. В состав звеньев опалубщиков-монтажников входят стропальщики, а иногда и сигнальщики. Подача элементов опалубки может производиться кранами, но в большинстве случаев их приходится поднимать вручную. При этом должно обязательно предусматриваться страховочное закрепление веревок, с помощью которых поднимают элементы опалубки.

2.104. Разбирать леса следует начиная с верхних ярусов, и опускать составные части при помощи кранов или простых механических приспособлений (блоков и др.). Валить леса, а также сбрасывать с них отдельные элементы запрещается. Во время грозы и ветра силой более 6 баллов работу с лесов, а также их монтаж и демонтаж следует прекращать.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

Таблица 1

Физико-механические характеристики некоторых материалов, используемых для изготовления опалубки

№ п.п.	Материал	Объемный вес в *кг/м*³	Расчетное сопротивление при изгибе в *кгс/см*²				Модуль упругости в *кгс/см*²	
			при нормальной температуре и влажности	при повышенной влажности и температуре			при нормальной влажности и температуре и кратковременной нагрузке	при влажности, повышенной температуре +80°С и длительной нагрузке
				+40°С	+60°С	+80°С		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Фанера бакелизированная марок ФБС и ФБСВ толщиной 10 *мм* и более	1050	380 *	365	240	205	16 000 *	68 500
2	Фанера клееная березовая марки ФСФ толщиной 8 *мм* и более	650	180 *	125	110	95	100 000 *	33 800
3	Древесностружечные плиты тяжелые	150—1100	150—250	—	—	—	100 000—125 000	
4	Древесностружечные плиты полутяжелые	450—750	75—150	—	—	—	60 000—100 000	
5	Древесноволокнистые плиты сверхтвердые с эмалевым покрытием	950	100	—	—	—	50 000	12 500

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
6	Древесностружечные плиты твердые	850	100	—	—	—	30 000	7 500
7	Стеклотекстолит КАСТ-В толщиной 8 *мм*	1850	550	400	305	260	240 000	89 000
8	Анизотропный стеклопластик СВАМ	1900	2500	1800	1350	1150	285 000	111 000
9	Полиэфирный плоский листовой стеклопластик	1400	150	45	—	—	60 000 **	9 000
10	Древеснослоистый пластик ДСП-В	1250	760	685	685	650	180 000	33 300
11	Декоративный слоистый пластик ОД	1400	500	—	—	220	200 000	90 000
12	Гетинакс	1350	400	—	—	200	200 000	85 000
13	Винипласт	1400	200	95	55	—	28 000	6850
14	Поливинилхлоридный безосновной линолеум	1150	180—200 ***	—	—	—	—	—

* Расчетное сопротивление изгибу и модуль упругости определены при испытании вдоль волокон лицевого шпона.
** Модуль упругости определен при температуре +10°С.
*** Для поливинилхлоридного линолеума приведено расчетное сопротивление на растяжение.

Таблица 2

Технологические параметры процесса склеивания при использовании различных клеев

Параметры процесса	Казеиновый	К-17	На основе смолы М-70	ВИАМ-Б-3	№ 88	Серии БФ	Полиэфирные	Эпоксидные
Температура производственных помещений в °С	Не ниже 12	15—18	Не ниже 15	Не выше 16	15—20	15—20	15—20	15—20
Относительная влажность воздуха в помещении в %	Не выше 75	60—70	Не выше 65	Не выше 65	60—75	60—70	60—75	60—75
Время подсыхания клеев на склеиваемых поверхностях в *мин*	4—6	6—12	10—11	4—5	10—20	10—12	2—20	2—20
Время с момента соединения склеиваемых деталей до наложения давления в *мин*	10—15	5—6	2—5	10—12	10	16—20	до 20	до 20
Удельное давление процесса склеивания в *кгс/см²*	3—5	1—3	3—9	3—5	3—5	2—4	2—3	2—3
Температура плит пресса при склеивании в °С	15	15—20	20—30	20	20—30	30—40	20—140	150—100
Выдержка в прессе в *мин* . .	180—240	360—600	50—60	480	600—720	2800	10—3000	24—3000
Выдержка склеенных деталей на складе в *ч*	12—16	20	24	20	28—36	20	24	24
Температура склада в °С . .	15	15	25—30	20	20	15—20	10—20	15—20

ПРИЛОЖЕНИЕ II

Таблица 1

Расчетный шаг схваток и стяжек при бетонировании массивных фундаментов и стен в зависимости от скорости бетонирования (при $t=15°C$)

(для систем деревянной и комбинированной опалубки с каркасом из гнутых профилей)

Скорость бетонирования в *м/ч*	Шаг схваток в *м*	Шаг стяжных болтов или прутковых стяжек в *м*	Диаметр стяжных болтов в *мм*	Диаметр прутковых стяжек в *мм*
0,3	1,8	1,2 (1,5) *	24	18
	1,5	1,2	20	14
	1,2	1,5 (1,8)	22	16
	1,2	1,2	18	12
	0,9	1,8 (2,4)	22	16
	0,9	1,8	20	14
	0,9	1,2	14	10
0,75	0,9	1,5	20	14
	0,9	1,2	18	12
1	1,4	1 (1,2)	22	16
	1,2	1,4 (1,8)	25	18
	1,2	1,2	20	14
	0,9	1,5 (1,8)	22	16
	0,9	1,5	20	14
1,5	1,4	1 (1,2)	22	16
	1,2	1,2(1,5)	24	18
	1,2	1,2	22	16
	0,9	1,5(1,8)	22	16
	0,9	1,5	20	14
	0,9	1,2	18	14
3	1,2	0,9 (1,1)	24	18
	1,2	0,9	22	16
	0,9	1,2	22	16

* В скобках — шаг между средними болтами и стяжками для случая, если схватка работает как многопролетная неразрезная балка.

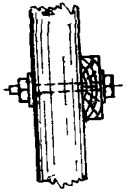
Таблица 2

Наибольшие расчетные нагрузки на врубки в местах пересечения горизонтальных расшивин со стойками

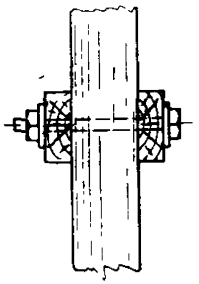
Глубина врубки в *мм*	Нагрузки на узел в *кгс*											
	Диаметр стоек круглого сечения в *мм*							Сторона сечения стоек квадратного сечения в *мм*				
	100	110	120	130	140	150	160	80	90	100	110	120
А. Одиночные расшивины												
10	140	150	155	160	170	175	180	280	315	350	385	420
15	255	279	285	295	310	320	330	420	470	525	575	630
20	390	410	430	445	465	490	500	—	630	700	770	840
25	535	565	590	625	660	675	695	—	785	875	960	1050
30	695	735	770	810	850	880	915	—	945	1050	1155	1260
35	360	915	960	1005	1050	1090	1140	—	—	1225	1345	1470
40	—	1090	1155	1215	1275	1325	1370	—	—	1400	1540	1680
45	—	1265	1350	1425	1490	1550	1620	—	—	—	—	1890
50	—	—	1565	1645	1725	1825	1880	—	—	—	—	—
55	—	—	—	—	1970	2050	2080	—	—	—	—	—
60	—	—	—	—	—	2310	2405	—	—	—	—	—
65	—	—	—	—	—	—	2680					
Б. Парные расшивины												
10	285	305	315	320	330	350	360	—	630	700	770	840
15	515	540	575	590	620	640	660	—	940	1050	2250	1260
20	780	825	860	890	945	980	1005	—	—	1400	1540	1680
25	—	1130	1190	1250	1320	1350	1390	—	—	1750	1920	2100
30		1470	1545	1620	1700	1760	1830	—	—	—	—	2520
35	—	—	—	2010	2100	2180	2280	—	—	—	—	—
40	—	—	—	—	2550	2650	2740	—	—	—	—	—
45	—	—	—	—	—	3100	3240	—	—	—	—	—

Таблица 3

Формула для расчета несущей способности болтов, соединяющих расшивины со стойками

Схема соединения	Расчетное условие	Несущая способность болтов в *кг* диаметром в *мм*			
		12	16	20	24
Одиночная расшивина (односрезное соединение) 	1. Смятие стойки (вдоль волокон)	52,6 *c*	70 *c*	87,6 *c*	105 *c*
	2. Смятие расшивины (поперек волокон)	84 *a*	96 *a*	110 *a*	120 *a*
	3. Изгиб болта	272+2,1 a^2, но не более 360 *кг*	446+1,94 a^2, но не более 640 *кг*	670+1,85 a^2, но не более 1000 *кг*	915+1,77 *a*, но не более 1385 *кг*

Продолжение табл. 3

Схема соединения	Расчетное условие	Несущая способность болтов в *кг* диаметром в *мм*			
		12	16	20	24
Парная расшивина (двусрезное соединение) 	4. Смятие стойки (вдоль волокон)	150 *c*	200 *c*	250 *c*	300 *c*
	5. Смятие расшивины (поперек волокон)	168 *a*	192 *a*	220 *a*	240 *a*
	6. Изгиб болта	544+4,2 a^2, но не более 720 *кг*	892+3,88 a^2, но не более 1280 *кг*	1340+3,7 a^2, но не более 2000 *кг*	1830+3,5 a^2, но не более 2770 *кг*

Примечания: 1. В таблице приняты следующие обозначения: *c* — толщина ослабленного сечения стойки в *см*; *a* — толщина расшивины в *см*.

2. Несущая способность болта в каждом случае принимается равной наименьшему из трех значений, полученных по таблице.

3. Формулы выведены из древесины сосны и ели; при использовании древесины других пород величины, полученные по формулам (1), (2), (4) и (5) таблицы, должны быть умножены на соответствующие коэффициенты, а полученные по формулам (3) и (6)—на корень квадратный из этих коэффициентов.

Таблица 4

Расчетная несущая способность гвоздей в односрезных соединениях элементов опалубки из древесины сосны или ели (для всех нагрузок, кроме бокового давления бетонной смеси)

Толщина досок в *мм*	Расчетная несущая способность гвоздей в *кгс* при диаметре гвоздей в *мм*						
	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5
25	27	33	38	44	49	55	60
30	31	39	46	52	59	65	72
35	31	43	54	61	69	76	84
40	31	45	58	70	79	87	96
45	31	45	61	75	88	98	108
50	31	45	61	80	94	109	120

Примечание. Расчетная несущая способность гвоздей для многосрезных соединений определяется в соответствии с указаниями п. 513 СНиП II-В.4-62, с умножением полученных значений на коэффициент 1,25

Таблица 5

Расчетная несущая способность гвоздей в односрезных соединениях элементов опалубки из древесины сосны или ели (при работе сопряжения только на боковое давление бетонной смеси)

Толщина досок в *мм*	Расчетная несущая способность гвоздей в *кгс* при диаметре гвоздей в *мм*						
	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5
25	38	46	53	62	69	77	84
30	43	55	64	73	83	91	101
35	43	60	76	85	97	106	107
40	43	63	81	88	110	122	134
45	43	63	85	105	123	137	151
50	43	63	85	112	131	153	168

Примечание. См. примечание к табл. 4.

Таблица 6

Наименьшие расстояния между гвоздями в *мм*

Толщина досок в *мм*	Обозначения (по рис. 5)	Диаметр гвоздей в *мм*						
		2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5
Для досок, пробиваемых гвоздями насквозь								
19	S_1	48	63	79	95	111	127	143
22		43	58	74	90	106	122	138
25		38	53	69	85	102	117	133
30		38	45	61	77	93	109	124
35		38	45	53	68	84	100	117
40		38	45	53	60	76	92	108
45		38	45	53	60	68	83	99
50		38	45	53	60	68	75	91
Для досок, не пробиваемых гвоздями насквозь								
Независимо от толщины досок	S_1	38	45	53	60	68	75	83
Для всех случаев								
	S_2	10	12	14	16	18	20	22
	S_3	8	9	11	12	14	15	17
	S_3	10	12	14	16	18	20	22
	S_4	38	45	53	60	68	75	83

Таблица 7

Моменты инерции J в $см^4$ и моменты сопротивления W в $см^3$ бревен, пластин и четвертин

Минимальный диаметр бревен и пластин или сторона четвертин в *см*	Бревна			Пластины		Четвертины	
	$F=\frac{\pi d^2}{4}$ $см^2$	$J=\frac{\pi d^4}{64}$	$W=\frac{\pi d^3}{32}$	$J=0{,}0069d^4$	$W=0{,}024d^3$	$J=0{,}0549\ ч^4$	$W=0{,}0954\ ч^3$
8	50,3	201	50	—	—	225	49
9	63,6	322	72	—	—	360	70
10	78,5	491	98	69	24	549	95
11	95	719	131	100	32	804	127
12	113	1018	170	142	41	1139	165
13	133	1412	216	196	52	1569	210
14	154	1886	269	264	65	2100	262
15	177	2485	331	347	80	2780	322
16	201	3217	402	450	98	—	—
17	227	4100	482	573	117	—	—
18	254	5753	573	729	139	—	—
19	284	6397	673	894	164	—	—
20	314	7854	785	1098	191	—	—

Таблица 8

Основные размеры опалубки ленточных фундаментов и подколонников

Высота ступени подколонника или ленточного фундамента в *м*	Наибольшее расстояние в *мм* между сшивными планками щитов или иными опорами при толщине досок в *мм*				Наименьшее сечение в *мм* сшивных планок щитов при толщине досок в *мм*		Положение сшивных планок по отношению к щитам
	19	25	40	50	19	25	
200	—	—	1700	2200	—	—	—
300	700	900	1500	1900	25×60	25×80	Плашмя
400	600	800	1400	1700	25×60	25×80	»
500	600	800	1300	1600	40×50	40×50	На ребро
600	500	700	1200	1500	40×50	40×60	То же
750	500	600	1100	1400	40×70	40×90	»

Примечания: 1. Боковые щиты опалубки из досок 40 и 50 *мм* сшиваются на планках из досок такой же толщины.

2. При высоте фундаментов более 750 *м* размеры опалубки для них принимаются такие же, как для опалубки стен.

Таблица 9

Количество гвоздей для пришивки одной упорной планки накрывных щитов опалубки ступенчатых фундаментов

Ширина щита в *мм*	Размеры гвоздей в *мм*		Количество гвоздей в одной планке в шт.
	длина	диаметр	
0,3	50	2,5	3
0,5	50	3	3
0,75	70	3,5	5

Таблица 10

Основные размеры опалубки колонн

Сечение колонн в *мм*	Деревянные хомуты на клиньях		Гвозди для пришивки упорных планок		
	минимальное сечение планок хомутов в *мм*	длина упорных планок в *мм*	диаметр в *мм*	длина в *мм*	количество гвоздей в шт.
300×300	25×100	160	4	90	4
400×400	40×100	200	4	90	4
500×500	40×100	200	4	90	4
600×600	40×120	200	4	90	4
700×700	40×150	210	4	90	5
800×800	50×160	160	5	125	5
900×900	50×200	260	5	125	5
1000×1000	50×200	260	5	125	5

Примечания: 1. Толщина досок щитов принята 25 *мм*.

2. Расстояния между хомутами и их размеры для колонн сечением более 600×600 *мм* определяются по расчету. В остальных случаях расстояние между хомутами принято равным 600 *мм*.

Таблица 11

Основные размеры опалубки балок и прогонов. Боковые щиты

Высота железобетонной балки или прогона в *мм*	Максимальные расстояния между сшивными планками щитов в *мм* при толщине досок щитов в *мм*			Минимальное сечение сшивных планок в *мм* при толщине досок щитов в *мм*			Положение сшивных планок по отношению к доскам щита
	19	25	40	19	25	40	
300	600	800	1300	19×80	25×80	40×90	Плашмя
400	500	700	1200	25×80	25×100	40×90	
500	500	700	1100	40×60	40×60	40×60	На ребро
600	500	600	1000	40×60	40×90	40×90	
800	400	600	900	40×90	40×100	40×100	
1000	400	600	900	40×100	40×120	40×120	
1200	400	600	900	40×120	40×150	40×150	

Таблица 12

Основные размеры опалубки балок и прогонов. Щиты днища и прижимные доски

Высота балки или прогона в *мм*	Максимальные расстояния между опорами днища в *мм* при толщине днища в *мм*		Минимальные сечения прижимных досок в *мм* при толщине днища в *мм*		Гвозди у каждой опоры прижимной доски при толщине днища в *мм*					
					40			50		
	4	50	40	50	диаметр в *мм*	длина в *мм*	число	диаметр в *мм*	длина в *мм*	число
300	1250	1550	25×120	25×120	3	70	2	3	70	3
400	1150	1450	25×120	25×120	3,5	80	3	3,5	80	3
500	1050	1350	25×120	25×120	3,5	80	4	3,5	80	5
600	1000	1250	25×120	25×120	3,5	80	5	4	100	5
800	900	1150	40×100	50×100	4	100	6	4,5	125	6
1000	850	1050	40×100	50×100	4,5	100	6	5	125	6
1200	800	1000	40×100	50×100	5	125	6	5	125	8

Примечание. При наличии плиты высота балки или прогона складывается из высот ребра и плиты.

Таблица 13

Основные размеры элементов коробов с подвесным днищем (при толщине досок боковых щитов и днища 25 *мм*)

Сечение балок и прогонов в *мм*		Максимальное расстояние между сшивными планками в *мм*	Минимальные сечения планок в *мм*			Гвозди в узлах соединения планок				Расстояния между опорами короба в *м*
								число гвоздей в узлах		
высота	ширина		боковых	нижних	верхних (при отсутствии плиты)	диаметр в *мм*	длина в *мм*	нижнем	верхнем	
300	200	800	50×50	25×100	25×50	3	70	4	2	3,1
400	200	700	50×50	25×100	25×50	3	70	4	2	3
500	250	600	50×50	50×110	50×50	4,5	100	3	2	2,85
600	300	600	50×50	50×110	50×50	4,5	100	3	2	2,7
800	400	500	50×80	50×120	50×50	4,5	100	4	2	2,45
1000	500	500	50×120	50×120	50×50	4,5	100	5	2	2,3
1200	600	300	50×120	50×120	50×50	4,5	100	5	2	2,2

Примечания: 1. Сшивные планки по отношению к доскам щита расположены «на ребро».

2. При изготовлении боковых щитов более широкие доски располагать внизу щита.

Таблица 14

Основные размеры опалубки плит. Размеры кружал

Пролет плиты в свету в *мм*	Толщина кружал в *мм*							
	40		50		40		50	
	Минимальная высота кружал в *мм* при толщине железобетонной плиты в *мм*							
	60—80	90—120	60—80	90—120	60—80	90—120	60—80	90—120
	Расстояние между кружалами 1000 *мм*				Расстояние между кружалами 500 *мм*			
1600	120—130	130—140	110	120—130	100	100—110	90	100
1800	130—140	150—160	120—130	140	110	110—120	100	110
2000	150—160	170	130—140	160	120	130	100—110	120
2200	160—170	180—190	150—160	170	120—130	140—150	110—120	130
2400	180—190	200	160—170	190	130—140	150—160	120—130	140—150

Таблица 15

Основные размеры опалубки плит. Размеры подкружальных досок

Пролет подкружальных досок в *мм*	Толщина подкружальных досок в *мм*											
	25		40		50		25		40		50	
	Минимальная высота подкружальной доски в *мм* при толщине плиты в *мм*											
	60–80	90–120	60–80	90–120	60–80	90–120	60–80	90–120	60–80	90–120	60–80	90–120
Пролет плиты в свету до 2000 *мм*							**Пролет плиты в свету от 2000 до 2400 *мм***					
800	120	120	70	80	60	70	120	120	80	80	70	80
1000	120	120	80	90	70	80	120	130	90	100	80	90
1250	120	120	90	100	80	90	120	140	100	110	90	100
1500	130	140	100	120	90	100	140	160	110	130	100	110
1750	150	170	120	130	110	120	170	—	130	150	120	120
2000	160	180	130	140	120	130	180	—	150	170	130	150
2250	—	—	140	160	130	150	—	—	160	180	150	170
2500	—	—	160	180	140	160	—	—	180	210	160	180

Примечание. Толщина досок палубы принята во всех случаях 25 *мм*.

Таблица 16

Основные размеры опалубки стен

Способ выгрузки бетонной смеси	Толщина стены в *мм*	Толщина досок палубы в *мм*	Опалубка без схваток			Опалубка со схватками			Максимальные диаметры болтовых стяжек в *мм*
			максимальное расстояние между ребрами в *мм*	минимальное сечение ребер в *мм*	минимальный диаметр болтовых стяжек в *мм*	максимальное расстояние между ребрами в *мм*	Минимальное сечение в *мм*		
							ребер	схваток	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
А. Стены, поверхность которых не скрыта землей или другими конструкциями									
Сбоку небольшими порциями	До 100	19	400	2×25×120	12	400	40×100	2×40×100	14
		25	600	2×25×120	12	600	40×120	2×40×120	16
		40	1000	2×25×130	16	1000	40×140	2×100×150	22
Через лотки и хоботы и из тары емкостью до 0,2 $м^3$	Более 100	19	400	2×25×120	12	400	40×100	2×40×100	14
		25	600	2×25×120	12	600	40×120	2×40×120	16
		40	1000	2×25×130	16	1000	40×150	2×100×150	22
Из тары емкостью от 0,2 до 0,8 $м^3$	Более 100	19	400	2×25×120	12	400	40×100	2×40×100	14
		25	600	2×25×120	14	500	40×100	2×40×110	16
		40	1000	2×25×140	16	1000	40×160	2×100×150	22
Из тары емкостью более 0,8 $м^3$	Более 100	19	400	2×25×120	12	400	40×100	2×40×100	16
		25	600	2×25×120	14	500	40×120	2×40×120	16
		40	1000	2×25×140	18	1000	40×160	2×100×150	22

Продолжение табл. 16

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Б. Стены с открытой поверхностью бетона									
Сбоку небольшими порциями	До 100	19 25 40	500 700 1100	2×25×120 2×25×120 2×25×130	12 14 16	500 600 1100	40×100 40×120 40×150	2×40×100 2×40×120 2×100×140	16 16 22
Из тары емкостью до 0,2 $м^3$	Более 100	19 25 40	500 700 1100	2×25×120 2×25×120 2×25×150	12 14 16	500 600 1100	40×100 40×120 40×150	2×40×100 2×40×120 2×100×140	16 16 22
Из тары емкостью от 0,2 до 0,8 $м^3$	Более 100	19 25 40	500 700 1000	2×25×120 2×25×120 2×25×150	12 14 16	500 600 1100	40×100 40×120 40×150	2×40×100 2×40×120 2×100×140	16 16 22
Из тары емкостью 0,8 $м^3$	Более 100	19 25 40	500 700 1100	2×25×120 2×25×120 2×25×150	12 14 18	500 500 1100	40×120 40×120 40×170	2×40×120 2×40×120 2×100×140	16 16 22

Примечания: 1. Размеры опалубки стен даны при расстояниях между стяжками на ребрах или между схватками, равных 1000 *мм*

2. Расстояния между стяжками на схватках приняты равными двойному расстоянию между ребрами.

3. При проволочных стяжках ребра опалубки без схваток, а также схватки могут быть выполнены из одиночных досок, пластин или четвертин, сечения которых должны быть эквивалентны сечениям, указанным в таблице.

4. Стяжные болты и проволочные стяжки можно не устанавливать в тех случаях, когда усилия от бокового давления бетонной смеси могут быть переданы на стенки котлованов, на бетоновозные эстакады или на другие аналогичные конструкции, а также в тех случаях, когда опалубка может быть надежно закреплена к несущей арматуре или поддержана подкосами.

ПРИЛОЖЕНИЕ III

Составы смазок для опалубки

№ п.п.	Наименование компонентов	Состав в весовых частях	Область целесообразного применения
1	Нигрол Мыло хозяйственное Вода	1—2 1—2 10—12	Горизонтальные поверхности стальной, деревянной и комбинированной опалубки, в том числе термоактивной; вертикальные поверхности деревянной и деревометаллической опалубки
2	Автол Мыло хозяйственное Вода	1—2 1—2 8—10	Там же, что и по рецепту № 1
3	Керосин Соляр Мыло хозяйственное Вода	1 1 1 5—7	Для металлической опалубки
4	Автол Цемент Вода	1 1 10	Для деревянной, комбинированной и металлической опалубки, в том числе термоактивной
5	Кальцинированная сода Эмульсол ЭКС Вода	1 12 87	Для стальной опалубки

ПРИЛОЖЕНИЕ IV

Адреса организаций, распространяющих рабочие чертежи систем инвентарных опалубок, рекомендованных к применению

№ п.п.	Конструкция опалубки	Наименование организации, разработавшей опалубку, ее адрес	Шифр чертежей, архивный номер	Наименование организации, распространяющей чертежи опалубки, ее адрес
1	Инвентарная стальная и комбинированная опалубка ЦНИИОМТП	ЦНИИОМТП Госстроя СССР, Москва, И-434, Дмитровское шоссе, д. 9	1572/IIIб	Бюро внедрения ЦНИИОМТП, Москва, К-212, Куйбышева 3/8, тел. 228-89-24
2	Инвентарная опалубка «монолит»	ЦНИИОМТП		Бюро внедрения ЦНИИОМТП,
3	Инвентарная стальная опалубка Минмонтажспецстроя	КБ Минмонтажспецстроя		То же
4	Инвентарная комбинированная опалубка с каркасом из гнутых профилей	ЦНИИОМТП	№ 8582	Центральный ин-т типовых проектов, Москва, Спартаковская, д. 3
5	Инвентарная металлическая опалубка из гнутых профилей	Приднепровский Промстройпроект, Днепропетровск, ул. Набережная, 15	№ 8578	Центральный ин-т типовых проектов
6	Инвентарная металлическая опалубка из гнутых профилей	Приднепровский Промстройпроект	№ 8579	То же
7	Инвентарная деревянная опалубка	То же	№ 8580	»
8	Инвентарная деревянная опалубка	ЦНИИОМТП	№ 8581	Центральный ин-т типовых проектов
9	Инвентарная комбинированная опалубка треста Тагилстрой	Трест Тагилстрой, г. Н. Тагил, Свердловской области	—	Технический отдел треста «Тагилстрой»

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 3
Глава 1. **Общие положения** 5
Типы опалубки 5
Материалы для изготовления опалубки 10
Основные данные по расчету опалубки и рекомендации по конструированию 15
Требования к проектированию технологии и организации опалубочных работ 35
Глава 2. **Разборно-переставная опалубка** 43
Инструменты и приспособления для производства опалубочных работ 74
Сборка опалубки ступенчатых фундаментов 84
Установка опалубки ленточных фундаментов 95
Установка опалубки фундаментов под технологическое оборудование 97
Устройство опалубки стен, маслоподвалов, резервуаров . . 99
Устройство опалубки каркасов рамного типа 108
Устройство опалубки перекрытий 115
Установка опалубки бункеров 123
Установка опалубки сборно-монолитных конструкций . . 128
Установка опалубки механизированным способом 129
Уход за опалубкой и смазка опалубки 140
Правила техники безопасности и производственной санитарии 143
Приложение I 149
Приложение II 152
Приложение III 166
Приложение IV 167

ЦНИИОМТП

РУКОВОДСТВО ПО ПРИМЕНЕНИЮ ОПАЛУБКИ ДЛЯ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Выпуск 1

Разборно-переставная опалубка

* * *

Стройиздат,
Москва, К-31, Кузнецкий мост, д. 9.

* * *

Редактор издательства *И. С. Бородина.*
Технический редактор *Г. В. Копылова.*
Корректор *Е. Н. Кудрявцева.*

Сдано в набор 10/II 1972 г. Подписано к печати 5/V 1972 г. Т-08743. Бумага 84×108$^{1}/_{32}$.—2,625 бум. л. 8,82 усл. печ. л. (уч.-изд. 9 л.). Тираж 46 000 экз. Изд. № XII-3493. Зак. № 261. Цена 45 коп.

Типография изд-ва газ. «Коммунар», г. Тула, ул. Ф. Энгельса, 150.

gost.e-ecolog.ru