

# ОПАЛУБОЧНЫЕ РАБОТЫ

## 1. НАЗНАЧЕНИЕ ОПАЛУБКИ

**Опалубочная система** — понятие, включающее опалубку и элементы, обеспечивающие ее жесткость и устойчивость, крепежные элементы, поддерживающие конструкции, леса.

Виды и назначение отдельных элементов опалубок и опалубочных систем:

- **опалубка** — форма для монолитных конструкций;
- **щит** — формообразующий элемент опалубки, состоящий из палубы и каркаса;
- **палуба** — элемент щита, образующий его формующую рабочую поверхность;
- **опалубочная панель** — формообразующий плоский элемент опалубки, состоящий из нескольких смежных щитов, соединенных между собой с помощью соединительных узлов и элементов и предназначенный для опалубливания всей конкретной плоскости;
- **блок опалубки** — пространственный, замкнутый по периметру элемент, изготовленный целиком и состоящий из плоских и угловых панелей или щитов.

Материалом опалубки служат сталь, алюминиевые сплавы, влагостойкие фанера и древесные плиты, стеклопластик, полипропилен с наполнителями повышенной плотности. Поддерживающие элементы опалубки обычно выполняют из стали и алюминиевых сплавов, что позволяет достичь их высокой оборачиваемости.

Комбинированные конструкции опалубки являются наиболее эффективными. Они позволяют в наибольшей степени использовать специфические характеристики материалов. При использовании фанеры и пластика оборачиваемость опалубки достигает 50 раз и более, при этом существенно возрастает качество покрытия за счет низкой адгезии материала с бетоном. В стальной опалубке используют листы толщиной 2...6 мм, что делает такую опалубку достаточно тяжелой. Опалубку из деревянных материалов защищают синтетическими покрытиями. Пленки на палубу наносят методом горячего прессования с использованием для пропитки древесины бакелитовых жидких смол, эпоксидно-феноловых лаков, используют стеклоткань, пропитанную фенолформальдегидом. В настоящее время наиболее широкое распространение получила влагостойкая фанера, выпускаемая толщиной 18...22 мм. Для кровельного слоя используют стеклопластики, слоистые пластики, винилпласты.

Находят применение пластмассовые опалубки, особенно армированные стекловолокном. Они обладают высокой прочностью при статической нагрузке, химически совместимы с бетоном. Опалубки из полимерных материалов отличаются небольшой массой, стабильностью формы и устойчивостью против коррозии. Возможные повреждения легко устраняются нанесением нового покрытия. Недостаток пластмассовых опалубок — их несущая способность резко снижается при термообработке с повышением температуры до 60°C.

Появились комбинированные опалубки, когда на металлическую палубу наносится листовая полипропилен. Использование композитов с токопроводящим наполнителем позволяет получать греющие покрытия с регулируемыми режимами теплового воздействия на бетон.

## 2. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ ОПАЛУБОК

Опалубку классифицируют по функциональному назначению в зависимости от типа бетонируемых конструкций:

- для вертикальных поверхностей, в том числе стен;
- для горизонтальных и наклонных поверхностей, в том числе перекрытий;
- для одновременного бетонирования стен и перекрытий;
- для бетонирования комнат и отдельных квартир;
- для криволинейных поверхностей (используется в основном пневматическая опалубка).

Для бетонирования стен применяют опалубку следующих видов: мелкощитовую, крупнощитовую, блок-формы, блочную и скользящую.

Для бетонирования перекрытий используют мелкощитовую опалубку с поддерживающими элементами и крупнощитовую, в которой опалубочные поверхности составляют единый опалубочный блок, целиком переставляемый краном.

Для одновременного бетонирования стен и перекрытий или части здания используют объемно-переставную опалубку. Для этих же целей применяют горизонтально перемещаемую, в том числе катучую, опалубку, которая может быть использована для бетонирования вертикальных, горизонтальных и наклонных поверхностей.

**Разборно-переставная мелкощитовая опалубка** состоит из набора элементов небольшого размера площадью до 3 м<sup>2</sup> и массой до 50 кг, что позволяет устанавливать и разбирать их вручную. Из элементов опалубки можно собирать крупные панели и блоки, монтируемые и демонтируемые краном без разборки на составляющие элементы. Опалубка унифицирована, применима для самых разнообразных монолитных конструкций с постоянными, переменными и повторяющимися размерами. Наиболее целесообразно использовать опалубку для бетонирования неунифицированных конструкций небольшого объема.

**Крупнощитовая опалубка** состоит из крупноразмерных щитов и элементов соединения. Щиты опалубки воспринимают все технологические нагрузки без установки дополнительных несущих и поддерживающих элементов. Опалубку применяют для бетонирования протяженных стен, перекрытий и туннелей. Размер щитов равен размеру бетонированной конструкции: для стен — ширина и высота помещения, для перекрытия — ширина и длина этого перекрытия. В случае бетонирования перекрытий большой площади, когда не представляется возможности уложить и уплотнить бетон конструкции в течение одной смены, перекрытие разбивают на карты. Размеры карты задают технологическим регламентом, на их границах устанавливают металлическую сетку толщиной 2...4 мм с ячейками 10 x 10 мм для обеспечения достаточного сцепления с последующими картами. Крупнощитовая опалубка рекомендуется для зданий с монолитными стенами и перегородками, сборными перекрытиями. Разборно-переставная крупнощитовая опалубка применяется также для бетонирования конструкций переменного поперечного сечения (силосы, дымовые трубы, градирни).

**Блочная опалубка** — это объемно-переставная опалубка, предназначенная для возведения одновременно трех или четырех стен по контуру ячейки здания без устройства перекрытия. Опалубку монтируют из отдельных блоков с зазорами, равными толщине возводимых стен.

Для зданий с монолитными наружными и внутренними несущими стенами и сборными перекрытиями рекомендуется комбинированный вариант: для наружных поверхностей стен — крупнощитовая опалубка, а для внутренних поверхностей и стен — блочная, вертикально перемещаемая и извлекаемая опалубка.

**Блок-формы** представляют собой пространственные замкнутые блоки: неразъемные и жесткие, выполненные на конус, разъемные или раздвижные (переналаживаемые). Блок-формы применяют для бетонирования замкнутых конструкций относительно небольшого объема не только для вертикальных, но и для горизонтальных поверхностей. Кроме этого они используются для объемных элементов стен, лифтовых шахт, отдельно стоящих фундаментов, колонн и т. д.

**Объемно-переставная опалубка** состоит из секций П-образной формы и представляет собой горизонтально извлекаемый крупноразмерный блок, предназначенный для одновременного бетонирования стен и перекрытий. При распалубке секции сдвигают (сжимают) внутрь и выкатывают к проему для последующего извлечения краном. Эту опалубку используют для бетонирования поперечных несущих стен и монолитных перекрытий жилых и гражданских зданий. Данный тип продольно перемещаемой опалубки нашел применение в зданиях с монолитными продольными несущими стенами и перекрытиями из монолитного железобетона.

Для зданий с простой конфигурацией в плане, большой площадью этажа, плоскими поверхностями фасадов рекомендуются объемно-переставные опалубки — туннельная, вертикально и горизонтально перемещаемые опалубки.

**Туннельная опалубка** — объемно-переставная опалубка, предназначенная для одновременного возведения двух поперечных и одной продольной стены здания и перекрытия над этими стенами. Туннель может быть образован из двух противостоящих полутуннелей путем соединения их горизонтальных и вертикальных щитов с помощью быстросъемных замков. Опалубка туннельного типа наиболее часто применяется для зданий с монолитными внутренними стенами, монолитными перекрытиями и навесными фасадными панелями.

**Горизонтально перемещаемая опалубка** предназначена для бетонирования горизонтально протяженных конструкций и сооружений, а также конструкций замкнутого сечения с большим периметром.

**Скользкая опалубка** применяется для бетонирования стен высоких зданий и сооружений. Она представляет собой пространственную опалубочную форму, установленную по периметру стен и поднимаемую гидродомкратами по мере бетонирования.

Для зданий точечного (башенного) типа большой этажности и с простой внутренней планировкой рекомендуется вертикально извлекаемая опалубка блочного типа или скользкая опалубка.

**Пневматическая опалубка** — гибкая, воздухонепроницаемая оболочка, раскроенная по габаритам сооружения. Устанавливают опалубку в рабочее положение, создают внутри избыточное давление воздуха или другого газа и бетонируют. Применяется такая опалубка для бетонирования сооружений относительно небольшого объема и криволинейных очертаний.

**Несъемная опалубка** используется для возведения конструкций без распалубливания, создания облицовки, а также тепло- и гидроизоляции.

При бетонных работах применяют следующие вспомогательные элементы опалубочных систем.

*Навесные подмости* — специальные подмости, навешиваемые на стены со стороны фасадов с помощью кронштейнов, закрепленных в отверстиях, оставленных при бетонировании стен.

*Выкатные подмости* — подмости, предназначенные для выкатывания по ним туннельной опалубки или опалубки перекрытий при их демонтаже.

*Проемообразователи* — специальная опалубка, предназначенная для формирования в монолитных конструкциях оконных, дверных и прочих проемов.

Если принять общую трудоемкость возведения монолитных железобетонных конструкций за 100%, то трудозатраты на выполнение опалубочных работ составляют примерно 45...65%, арматурных — 15...25% и бетонных — 20...30%.

### **3. РАЗБОРНО-ПЕРЕСТАВНАЯ ОПАЛУБКА**

Разборно-переставные опалубки бывают двух типов: мелкощитовые и крупнощитовые. Установку первых можно осуществлять вручную, крупнощитовая опалубка требует кранового монтажа. Современные системы опалубок применимы для бетонирования фундаментов, колонн, ригелей, стен, перекрытий и других конструктивных элементов зданий.

#### **3.1. Опалубки стен и колонн**

**3.1.1. Мелкощитовая опалубка** состоит из нескольких типов небольших по размеру щитов, выполненных из стали, фанеры, или комбинированных, а также элементов креплений и поддерживающих устройств. Щиты имеют площадь не более 3 м<sup>2</sup>, масса одного элемента такой опалубки не должна превышать 50 кг, что позволяет при необходимости устанавливать и разбирать опалубку вручную. При этом выдерживается боковое давление бетонной смеси на опалубку до 0,6 кПа. Для использования механизмов и снижения трудозатрат щиты

опалубки можно предварительно собрать в крупноразмерные плоские опалубочные панели или пространственные блоки, которые будут устанавливаться и сниматься с помощью кранов.

Мелкощитовые опалубки отличаются высокой универсальностью, их можно использовать для возведения самых различных конструкций — фундаментов, колонн, стен, балок, перекрытий. Тщательная обработка поверхности фанерной палубы дает возможность эксплуатировать ее до 200 циклов. Простота крепления опалубочных щитов к каркасу позволяет быстро заменять изношенную палубу.

Технологичность монтажа и демонтажа опалубочных систем определяется прежде всего конструкцией соединительных элементов. В отечественных опалубках применяют замковые соединения в виде муфты или металлического стержня с чекой и болтовые соединения. Такое решение замкового соединения требует больших усилий и значительных трудозатрат при разборке, а особенно при заклинивании. При укрупнительной сборке часто используют морально устаревшие болтовые соединения, зарубежный же опыт основан на исключении болтовых соединений.

Существенным недостатком мелкощитовых опалубок являются большие трудозатраты на установку и снятие опалубки, низкий уровень механизации этих процессов.

**Мелкощитовая опалубка «Фрамакс» фирмы «Дока».** Рамная мелкощитовая опалубка «Фрамакс» нашла широкое распространение на строительных площадках стройиндустрии. Опалубка предназначена для бетонирования стен, фундаментов и колонн (рис. 3.1.1).

При едином конструктивном решении она имеет ряд модификаций. При боковом давлении бетонной смеси до 80 кН/м<sup>2</sup> может быть использована горячеоцинкованная стальная рама. Благодаря закрытому контуру и порошкообразному покрытию поверхность конструкции легко и быстро очищается от бетонной смеси. При давлении, не превышающем 60 кН/м<sup>2</sup>, и установке элементов вручную применяют аналогичную алюминиевую рамную опалубку «Алю-Фрамакс». Палуба для этих двух вариантов одинаковая, зажимные и крепежные приспособления и комплектующие детали те же самые.

Особенностью опалубочной системы «Фрамакс» является малое количество опалубочных элементов. Применимы три высоты: 135, 270 и 330 см, по ширине элементы имеют размеры 135, 90, 60, 45 и 30 см, или 5 типоразмеров. Конструкция элементов и их стыков позволяет располагать их как вертикально, так и горизонтально, что облегчает опалубливание поверхностей самых разных размеров. Для больших площадей опалубливания и при объединении щитов в крупнопанельную опалубку целесообразно использовать крупноразмерный щит 2,7х2,4 м (табл. 3.1.1).

Таблица 3.1.1. - Рамные элементы «Фрамакс»

| Размеры, м                    | Масса, кг | Размеры, м  | Масса, кг | Размеры, м | Масса, кг |
|-------------------------------|-----------|-------------|-----------|------------|-----------|
| 0,3 × 2,7                     | 60        | 0,3 × 1,35  | 31,1      | 0,3 × 3,3  | 76,9      |
| 0,45 × 2,7                    | 74        | 0,45 × 1,35 | 39,3      | 0,45 × 3,3 | 95,4      |
| 0,6 × 2,7                     | 88,5      | 0,6 × 1,35  | 47,1      | 0,6 × 3,3  | 112,8     |
| 0,9 × 2,7                     | 116,8     | 0,9 × 1,35  | 64,8      | 0,9 × 3,3  | 156,0     |
| 1,35 × 2,7                    | 201,2     | 1,35 × 1,35 | 101,5     | 1,35 × 3,3 | 251,5     |
| <i>Универсальные элементы</i> |           |             |           |            |           |
| 2,4 × 2,7                     | 379,0     | 0,9 × 2,7   | 141,0     | 0,9 × 1,35 | 76,2      |
| 0,9 × 0,9                     | 60,5      | 0,9 × 3,3   | 179,5     |            |           |

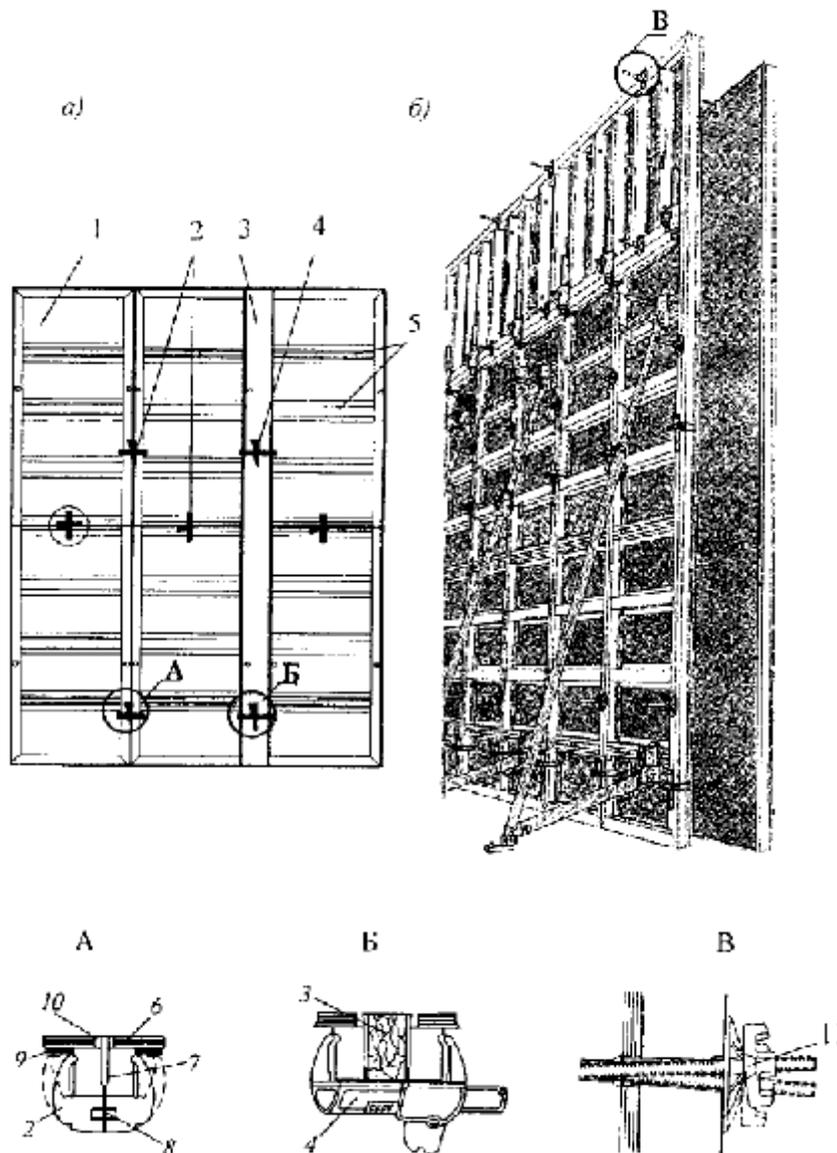


Рис. 3.1.1. Разборно-переставная опалубка фирмы «Дока»:

*a* — соединение щитов в опалубочную панель; *б* — соединение и раскрепление панелей опалубки; 1 — щит опалубки; 2 — замок самовыравнивающийся эксцентриковый; 3 — деревянный брус-вставка; 4 — замок самовыравнивающийся удлиненный; 5 — ребра жесткости щита; 6 — палуба из ламинированной фанеры; 7 — контурная рама щита опалубки; 8 — зажимной штырь; 9 — винт крепления палубы к раме; 10 — силиконовый шов; 11 — крыльчатая гайка стяжного стержня

Палуба может быть изготовлена в нескольких вариантах — из водостойкой фанеры толщиной 21 мм, из алюминиевых и стальных оцинкованных листов, которые крепятся к каркасу сзади на винтах, что обеспечивает чистую и гладкую поверхность бетонируемой конструкции и облегчает замену палубы.

Соединение элементов опалубки между собой можно осуществлять в любом месте рамы быстро и надежно благодаря тому, что контурная рама элемента опалубки имеет специальный желоб, проходящий по внешнему профилю рамы. Для соединения двух элементов между собой применяют быстродействующие и универсальные удлиненные (если между щитами опалубки располагается вставка) замки (зажимные приспособления), которые позволяют фиксировать соединение элементов простым ударом молотка. Фирма «Дока» использует быстроразъемные зажимные приспособления. Для восприятия горизонтального распора применяют винтовые стяжки, что обеспечивает быструю установку и снятие.

Опалубка приспособлена для возведения самых разнообразных строений, для малых и значительных высот палубы.

Удачно решено соединение щитов опалубки между собой с помощью винтовых стяжек в единую опалубочную систему. Для этого применяют анкерные стержни с винтовой нарезкой, вставляемые в специально оставленные в каркасе опалубки анкерные втулки. Закрепление и фиксация анкерных винтов происходит с помощью специальных анкерных пластин с большой площадью прилегания к поверхности и анкерных гаек, соединенных с пластинами шарнирно в единое целое. Винтовая стяжка решена таким образом, что позволяет анкерным винтам, проходя через коническую анкерную втулку, крепить элементы каркаса даже наклонно друг к другу. Конструкция анкерной пластины обеспечивает при этом жесткое прилегание к опалубке и надежное крепление анкерных гаек.

Высокопрочные рамы каркаса и жесткая конструкция палубы делают щиты устойчивыми и малодеформируемыми, что позволяет соединять противостоящие щиты опалубки с помощью всего лишь двух винтовых стяжек по высоте, обеспечивая тем самым высокую гибкость системы.

**Мелкощитовая опалубка «Фрамэко» фирмы «Дока».** В настоящее время фирма «Дока» рекомендует для применения улучшенную рамную опалубочную систему «Фрамэко». Стальная горячеоцинкованная рама опалубки из коробчатого профиля обеспечивает высокую прочность и жесткость, предохраняет торцы плиты опалубки от повреждений. Имеющийся желоб по внешнему профилю рамы позволяет соединять примыкающие элементы опалубки в любом месте, в вертикальном и горизонтальном положении. В качестве соединительных деталей и комплектующих элементов можно использовать изделия системы «Фрамэко». Рамные профили систем одинаковые, опалубочная плита системы «Фрамэко» стала тоньше, ее толщина 18 мм.

Несколько изменилась сетка типоразмеров элементов. Остался единственный крупноразмерный элемент 2,4 x 3,0 м массой 330 кг, остальные элементы, рассчитанные на нагрузку 60 кН/м<sup>2</sup>, имеют три номинальных значения ширины—1,0; 0,75 и 0,5 м и два высоты — 3,0 и 1,2 м (табл. 3.1.2). Для опалубки колонн разработаны специальные элементы, допускающие давление бетонной смеси до 90 кПа. Щиты опалубки имеют ширину 0,9 м и три значения высоты — 3,0; 1,8 и 1,2 м, что позволяет оптимально подогнать опалубку к необходимой высоте колонны. Удобное расположение отверстий на щитах дает возможность собирать опалубки колонны с поперечным сечением до 75 x 75 см с шагом 5 см.

Таблица 3.1.2. - Применяемые рамные элементы «Фрамэко»

| Размеры, м                    | Масса, кг | Размеры, м | Масса, кг | Размеры, м | Масса, кг |
|-------------------------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|
| 1,0 x 3,0                     | 123,3     | 0,75 x 3,0 | 99,5      | 0,5 x 3,0  | 75,5      |
| 1,0 x 1,2                     | 54,5      | 0,75 x 1,2 | 43,5      | 0,5 x 1,2  | 32,5      |
| <i>Универсальные элементы</i> |           |            |           |            |           |
| 0,9 x 3,0                     | 102,5     | 0,9 x 1,8  | 89,5      | 0,9 x 1,2  | 48,5      |

Замки эксцентриковые и удлиненные позволяют быстро и жестко соединять все элементы системы. Детали каждого приспособления прикреплены друг к другу, их невозможно потерять. Они устойчивы против загрязнения. Замки соединяют соседние щиты опалубки с помощью специального штыря, который забивают в специальное отверстие замка молотком. При этом соединяемые элементы щитов опалубки стягиваются, зажимное приспособление предохраняет стык от растяжения, благодаря наличию желобов у рамы щитов они рихтуются и с наружной стороны оказываются заподлицо.

Замок удлиненный (универсальное зажимное устройство) выполнен так, что его составляющие при разъединении не теряются, он также соединяет примыкающие щиты

опалубки с помощью штыря, загоняемого в специальную прорезь с помощью молотка. В отличие от замка эксцентрикового, удлиненный замок позволяет устанавливать между щитами опалубки брус или другой элемент, общая ширина стыка может достигать до 15 см.

**Системы опалубки фирмы «Мева».** Немецкая фирма «Мева» выпускает несколько типов опалубки, общих по решению, но отличающихся некоторыми конструктивными особенностями. Опалубочная система «Мева» предназначена для опалубки любых горизонтальных и вертикальных строительных конструкций, как для самых мелких, так и крупных возводимых сооружений (рис. 3.1.2). Эта система отличается несколькими характерными и оригинально спроектированными конструктивными элементами, которые позволили ей получить заслуженное признание.

Опалубочный замок обеспечивает быстрое и безопасное соединение двух щитов опалубки в горизонтальных и вертикальных конструкциях в любом месте конструктивной рамы. Замкнутые профили рам и ребер жесткости создают опалубочные соединения, успешно противостоящие нагрузкам кручения, облегчают процессы стыковки элементов, повышают безопасность строительства. Элементы функционального крепления противостоящих щитов опалубки между собой включают винтовые стяжки со специальной нарезкой, что резко снижает затраты труда и облегчает все соединения.

Специфика щитов опалубки фирмы «Мева»: все рамы щитов выполнены из стального, алюминиевого или смешанного каркаса, они сделаны из неразъемного полого профиля с выгнутым гофром и надежной защитой кромок элементов опалубки. Запатентованные замковые соединения щитов опалубки подходят для всех систем фирмы «Мева» и являются силовыми, что позволяет использовать их в любом месте рамы. При накладывании замка стягиваются два щита (у них выравнивается днище) и нижние части профилей, а ударом молотка замыкаются элементы путем стягивания их в местах специального скоса. Масса замка 2,8 кг, он может быть вставлен и закреплен одной рукой. Клин в замке несъемный, что постоянно обеспечивает комплектность замка. Достоинство данного конструктивного решения опалубки — жесткость не только щитов, но и целой опалубочной панели. Конструкция опалубки позволяет устанавливать щиты не только вертикально, но и горизонтально, что сокращает их номенклатуру, а жесткость и прочность соединения щитов при этом не уменьшаются.

Щитовая опалубка «Стар тек» фирмы «Мева» (стальная рама с алюминиевыми ребрами). Опалубка типа «Стар тек» является универсальной системой; она имеет в основе стальные рамы из неразъемных полых профилей с формированным гофром. Ширина профиля 4 см, высота — 12 см, толщина профиля определена по условиям статической работы и принята до 3,6 мм. Поверхность рамы лакированная. Для уменьшения массы внутренние элементы жесткости — подкосы и распорки выполнены из алюминия и крепятся к стальной раме методом клеевого сцепления. Такое решение каркаса обеспечивает жесткость конструкции для кранового монтажа при площади щитов до 40 м<sup>2</sup> и позволяет осуществлять ручной монтаж отдельных элементов. Опалубка рассчитана на статическую нагрузку 70 кН/м<sup>2</sup>. Оптимальное применение — для фундаментов и стен.

Выпускают элементы высотой 270, 135 и 90 см, ширина элементов имеет 9 типоразмеров — 270, 135, 90, 75, 55, 50, 45, 30, 25 см. Удельная масса элементов для типоразмеров 270 и 135 см составляет 55 кг на 1 м<sup>2</sup>, для остальных элементов масса не превышает 40 кг.

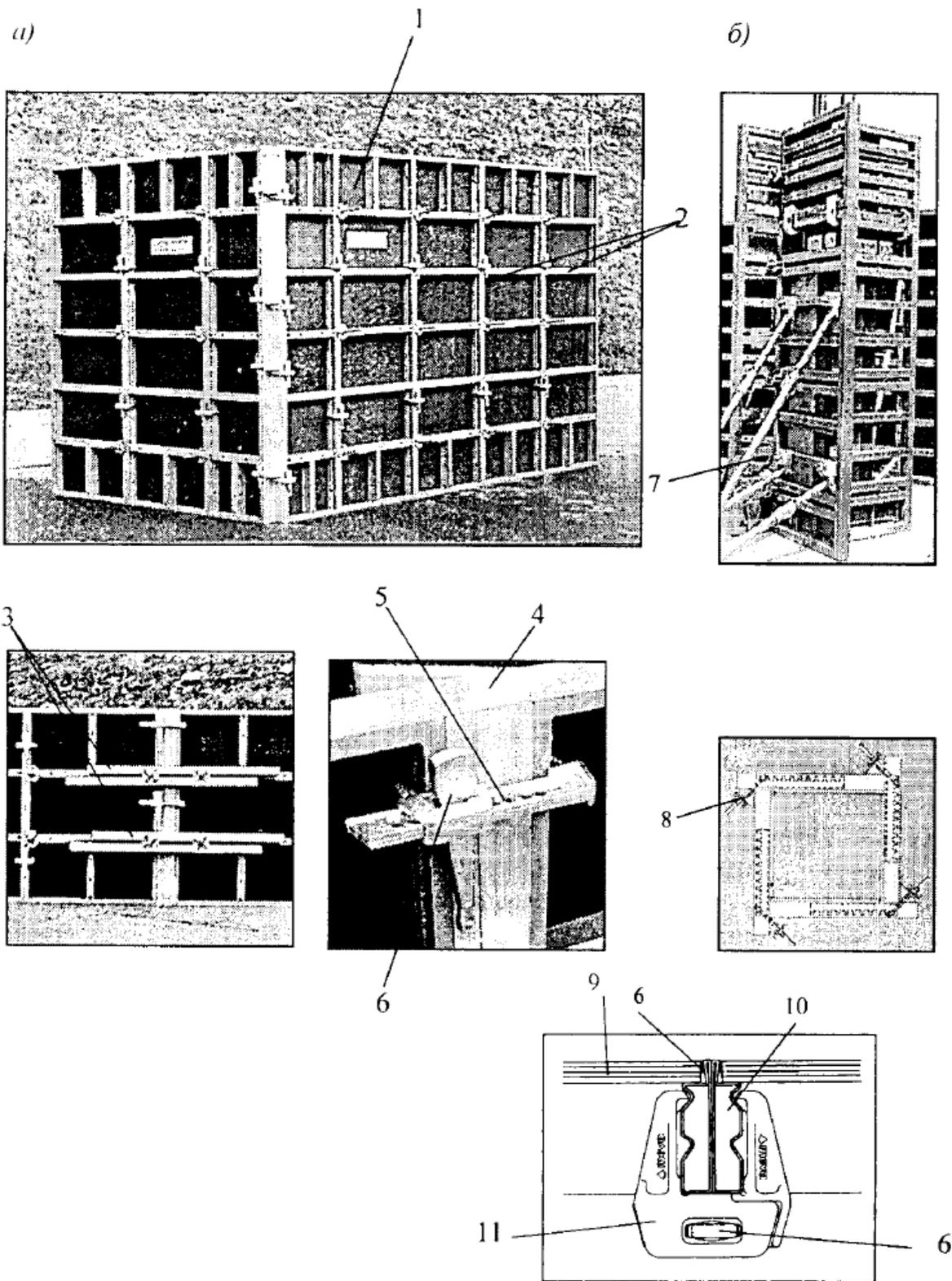


Рис. 3.1.2. Мелкощитовая опалубка фирмы «Мева»:

а — общий вид стеновой опалубки в сборе; б — опалубка колонны; 1 — щит опалубки; 2 — ребра жесткости; 3 — выравнивающие и зажимные шины; 4 — брус-вставка; 5 — замок удлиненный; 6 — узел примыкания двух палуб щитов; 7 — подкос; 8 — стяжной элемент; 9 — палуба из фанеры; 10 — контурная рама щита опалубки; 11 — замок

В качестве палубы принята высококачественная многослойная фанера, для элементов шириной до 90 см толщина фанеры составляет 15 мм, для элементов шириной 135 и 270 см

толщина фанеры увеличена до 18 мм. Фанера имеет двустороннее покрытие из синтетической смолы. Листы к раме крепятся с наружной стороны с помощью винтов с режущей кромкой, все отверстия заделывают пластмассовыми гильзами, крепление листов к раме — силиконом.

Комплектующие и замковые соединения аналогичны соединениям фирмы «Дока». Замок (зажимное приспособление) устанавливают одной рукой (можно при этом находиться на лестнице), он стягивает примыкающие щиты, при легком ударе молотком по штырю-зажиму щиты выравниваются без смещения, образуется жесткий узел. Для соединения и раскрепления щитов опалубки приняты и винтовые стяжки, для установки которых в рамах опалубки предусмотрены сквозные отверстия.

Лицензионное производство опалубки «Стартек» осуществляется в России.

**Мелкощитовая опалубка «Алу-стар» фирмы «Мева»** (каркас опалубочных щитов из алюминия). Опалубка «Алу-стар» фирмы «Мева» имеет рамы, выполненные из алюминиевых неразъемных двухкамерных профилей. Ширина профиля принята равной 4 см, высота — 12 см. Толщина профиля для элементов различной площади увязана со спецификой статической работы. Рама дополнительно усилена посредством поперечного ребра, которого нет в металлическом каркасе системы «Стар тек». Поверхность профиля защищена пластмассовым напылением, что повышает его ударостойкость, устойчивость к царапинам. Расчетная нагрузка —  $60 \text{ кН/м}^2$ .

Номенклатура элементов включает две высоты — 270 и 135 см, по ширине для обеих высот приняты только 7 размеров — 90, 75, 55, 50, 45, 30 и 25 см. Максимальную массу 48 кг имеют элементы размером 270 x 90 см, для остальных элементов масса находится в пределах 30 кг на  $1 \text{ м}^2$ .

Для палубы используют многослойную высококачественную фанеру толщиной 15 см с двусторонним покрытием синтетической смолой — пластмассовым порошковым покрытием, отталкивающим бетон, что значительно снижает затраты на очистку опалубки. Фанеру крепят к раме винтами с режущей кромкой, отверстия заделывают коническими пластмассовыми гильзами, примыкание щитов к раме предохранено силиконом.

Использованы комплекующие аналогичные комплекующим фирмы «Дока». Для соединения двух щитов между собой достаточно двух замковых соединений. Стяжки винтовые применяют для крепления всех вспомогательных элементов и для устройства распора опалубки. Также используют и ригели длиной 50 см для заключительного выравнивания установленной опалубочной панели.

Опалубка обладает значительными достоинствами. Благодаря применению двухкамерного и неразъемного профиля рама стала жесткой и прочной. Использование в каркасе рамы алюминия снизило массу изделий, все щиты можно устанавливать вручную, т. е. отсутствует крановый монтаж опалубки. Применены легкие замковые соединения. Пластмассовое покрытие палубы адгезиестойкое, ударостойкое, устойчивое к царапинам. При легком ударе молотком исключаются механические повреждения на поверхности щитов. Все это приводит к значительному сокращению времени на их очистку для повторного использования.

Мелкощитовая рамная опалубка «ЭкоАз» предназначена для опалубки фундаментов ленточного и стаканного типов и предусматривает ручную сборку. Щиты имеют высоту 2400, 1600, 1200 и 800 мм; ширину от 250 до 800 мм, максимальная масса щита составляет 60 кг, нагрузка на опалубку  $50 \text{ кН/м}^2$ .

**Мелкощитовая опалубка «Расто» фирмы «Тиссен».** Немецкая фирма «Тиссен» широко внедряет свои опалубочные системы. В частности, ею разработаны комплекты опалубки, взаимодополняющие друг друга, а именно, мелкощитовая опалубка «Расто», крупнощитовая опалубка «Манто» и опалубка для перекрытий «Сомпакт».

Опалубка «Расто» предназначена для ручной установки щитов. Она проста в использовании, прочна, выдерживает давление бетонной смеси до 60 кН/м<sup>2</sup>, многопрофильна, может применяться в различных областях строительства.

Основной элемент — щит высотой 270 см, для высоких сооружений применимы доборные щиты высотой 150 см, шириной от 45 до 90 см с градацией через 5 см. Щиты легко комбинировать по вертикали и горизонтали, подгонка осуществляется по длине при модуле 5 см, наращивание щитов возможно как при совпадении горизонтальных швов, так и при их смещении.

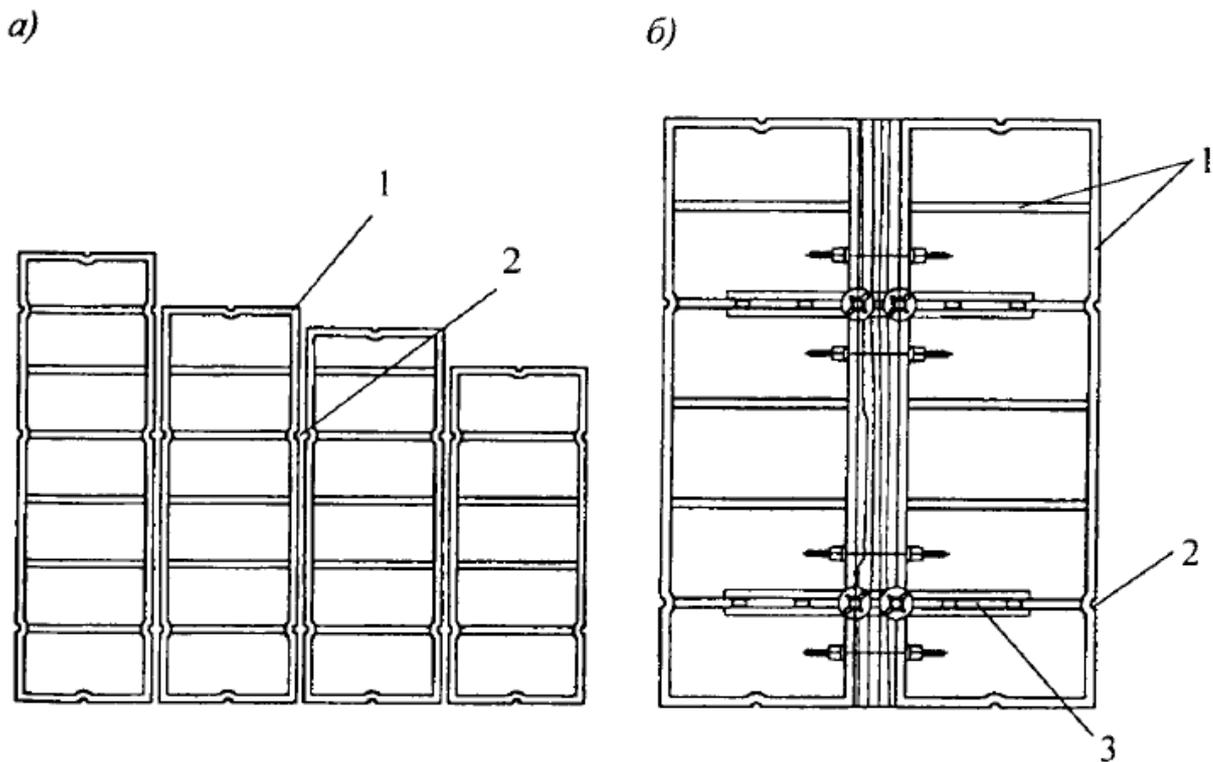
Щиты опалубки системы «Расто» выполнены из горячеоцинкованной стали, элементы опалубки обладают высокой выносливостью и прочностью. Рама опалубки изготовлена из металлического профиля высотой 12 см, по периметру она имеет выступ высотой 14 мм, который предохраняет торцы палубы той же толщины со всех сторон. Рама снабжена продольными ребрами через 30 см, в зависимости от ширины щитов имеет 1...2 поперечных ребра. Наличие в определенных местах уголковых креплений обеспечивает высокую жесткость и устойчивость щитов, а применение полых профилей для рамы значительно снижает их массу. Щит размером 2,7x0,75 м имеет массу всего 60 кг и допускает перемещение и монтаж вручную.

Для соединения щитов применяют универсальные замки (расто-сжимы). Замок эксцентриковый (комби-сжим) длиной 40 см соединяет два примыкающих элемента за один рабочий поворот барашка стык в стык, противодействуя растяжению, возможной вибрации и давлению бетонной смеси. Сжим не только выверяет и обеспечивает соосность щитов, жесткость стыка позволяет осуществлять крановый подъем щитов общей площадью до 40 м<sup>2</sup>. Когда необходимо соединять «стоящие» и «лежащие» щиты или между щитами устанавливать вставку шириной до 15 см, применяют удлиненные замки (раздвижные комби-сжимы) длиной 55 см. Разработаны и специальные угловые раздвижные сжимы с люфтом до 6 см. Замковые соединения опалубки «Расто» позволяют одним движением планки зацепить зажимные колодки, обеспечивающие плотное соединение соседних щитов. Демонтаж этих клиноэксцентриковых замков прост и не требует сверхусилий. Замковые соединения располагаются при монтаже по два замка на два стыкуемых щита и позволяют легко осуществлять демонтаж без нарушения устойчивости общей системы опалубки.

Если используется не вся номенклатура изделий мелкощитовой опалубки «Расто», то применяют пятисантиметровые компенсаторы (вставки) для установки в опалубке по длине стены и в угловых частях. В комплект опалубки могут входить специальные щиты опалубки колонн, которые позволяют иметь прямоугольные и квадратные формы размерами от 15x15 до 55 x 55 см.

Предусмотрены винтовые стяжки для соединения щитов опалубки между собой, раскрепления опалубки колонн, стен и перегородок. Имеются распорки (втулки) разной длины для выверки щитов опалубки, обеспечения пространственной жесткости системы щитов — блока опалубки при установке и бетонировании.

**Мелкощитовая опалубка фирмы «Далли».** Опалубка фирмы «Далли» состоит из модульных элементов, что позволяет комплектовать опалубочную панель при вертикальном и горизонтальном расположении щитов. Основное достоинство опалубки в том, что из минимального числа элементов и оригинального крепежа можно собирать вручную опалубку самых различных горизонтальных и вертикальных конструкций. Щиты выпускают трех размеров по высоте — 264, 132 и 88 см и 10 размеров по ширине — от 75 до 20 см с градацией через 5 см. Стандартные щиты размером 264 x 75 см имеют массу 60 кг, допускается ручной монтаж элементов опалубки. На торцах каждого щита предусмотрены две приваренные шестигранные гайки для прочного штыревого соединения двух примыкающих щитов (рис. 3.1.3).



*Рис. 3.1.3 Мелкощитовая опалубка стен фирмы «Далли»:  
 а — серийные элементы; б — стык двух щитов; 1 — элементы жесткости щитов;  
 2 — паз для крепления противостоящих щитов; 3 — выравнивающая шина*

Рабочая поверхность опалубки представляет собой 5-слой-ную деревянную плиту толщиной 21 мм с двусторонней усиленной облицовкой, что позволяет при регулярной очистке и смазке применять каждый элемент опалубки не менее 350 раз. Элементы рамы щитов выполнены из листовой стали с накладками и косынками, что делает каркас достаточно жестким, но такое решение позволяет значительно снизить массу щита. Каждый щит крепится всего двумя стяжными штырями, окончательное закрепление — с помощью крыльчатой гайки вручную. Фирмой разработаны собственные болтовые (беззамковые) зажимы, которые вставляются в сквозное отверстие двух соседних щитов и крепко их сжимают одним ударом молотка. Если два соседних щита смещены по вертикали, то можно использовать специальную скобу, которую закрепляют в любом месте также одним ударом молотка. Такое закрепление происходит за счет двух кулачков, с помощью которых профили опалубок будут сжаты вместе. Опалубочную скобу снимают ударом молотка в обратном направлении.

Для образования угловых соединений предусмотрены наружные и внутренние уголкового элементы, позволяющие осуществлять стыкование щитов под любым углом. Разработаны специальные переставные жестяные листовые выравниватели-вставки, благодаря которым можно образовать опалубочную панель точно требуемых размеров. Специфика щитов и угловых соединений позволяет применять опалубку «Далли» из стандартных элементов для стен разной толщины, высоты, различного очертания сооружения в плане.

Соединение противоположных щитов опалубки и их взаимную фиксацию можно осуществлять с помощью специальных винтовых стяжек с крыльчатой гайкой; винт стяжки пропускают через специальные половинные отверстия двух примыкающих щитов, которые предусмотрены на торцевых поверхностях опалубки.

Опалубка для колонн фирмы «Далли» разработана для 4 значений высоты элементов — 300, 264, 132 и 100 см (рис. 3.1.4), конструкция позволяет осуществлять наращивание щитов по высоте, размеры колонн от 10 x 10 до 80 x 80 см с шагом 2,5 см.

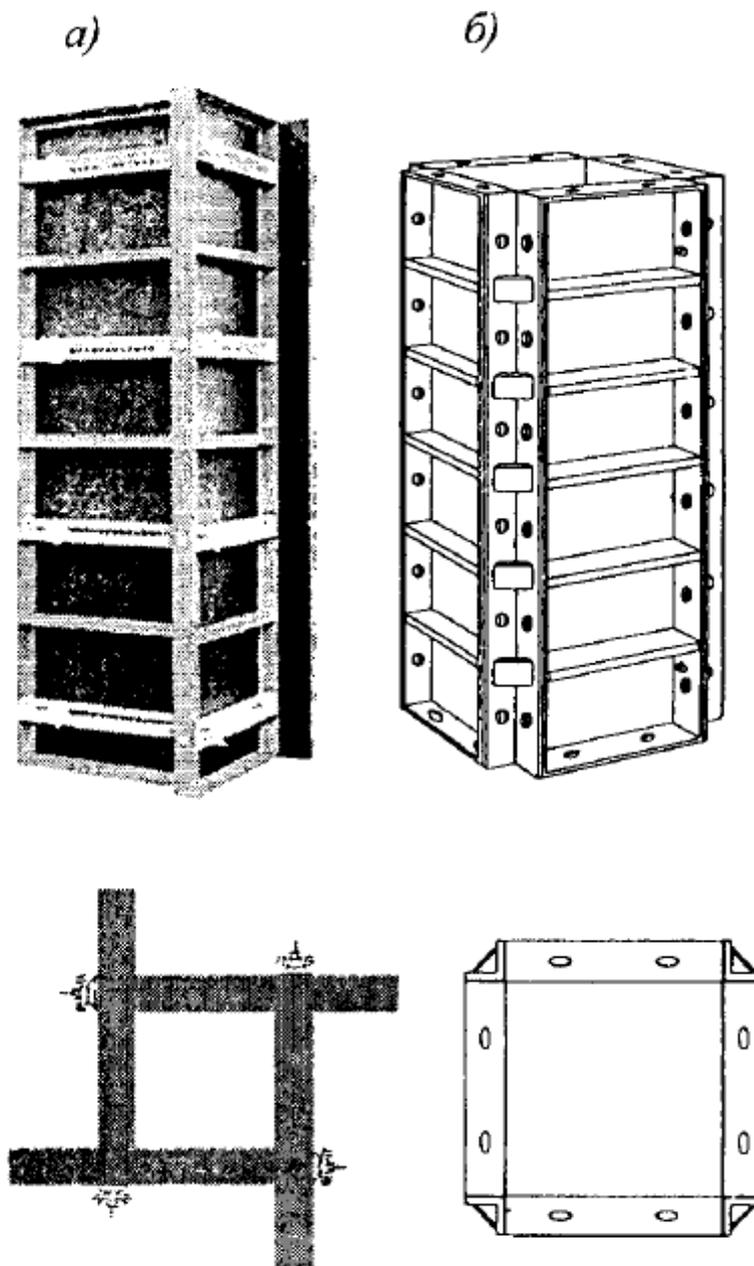


Рис. 3.1.4. Опалубка колонн фирмы «Далли»:  
*а* — опалубка с креплением натяжными элементами; *б* — то же, с наружными угловыми элементами

### 3.1.2. Крупнощитовая опалубка

Опалубка включает щиты площадью 3...20 м<sup>2</sup> повышенной несущей способности и применяется для конструкций с большими опалубливаемыми поверхностями. Элементы опалубки совмещают в себе палубу с поддерживающими прогонами и ребрами. Увеличение размеров щитов опалубки позволяет резко снизить трудоемкость работ по опалубливанию конструкций и более полно реализовать комплексную механизацию процессов. Крупнощитовая опалубка наиболее универсальна и мобильна в использовании и позволяет существенно улучшить качество конструкций за счет снижения числа сопряжений, при этом высоту щита принимают равной высоте яруса бетонирования.

Опалубка предназначена для возведения крупноразмерных монолитных конструкций самых разнообразных сооружений, установка и снятие опалубки осуществляется только кранами. Щиты опалубки являются самонесущими и включают палубу, элементы жесткости щита и несущие конструкции. Такие щиты оборудуют подмостями, подкосами для установки и первоначальной выверки, регулировочными домкратами.

Крупнощитовая опалубка применима практически для всех конструктивных элементов зданий и сооружений: фундаментов, наружных и внутренних стен, колонн, перекрытий. Наибольшее распространение опалубка нашла при строительстве жилых и гражданских зданий.

В многоэтажном жилищном строительстве при использовании крупнощитовой опалубки предпочтительнее иметь наружные стены из сборных панелей заводского изготовления (трехслойных с эффективным утеплителем), керамзитобетонных или из кирпича. Внутренние несущие стены выполняют из монолитного железобетона. Распространенной является конструктивная схема, при которой несущими являются железобетонные колонны при балочном или безбалочном перекрытии. Для сборных и кирпичных наружных стен целесообразно отставание монтажа на один этаж от производства бетонных работ.

В зависимости от толщины бетонируемой конструкции и требований к качеству поверхностей щит опалубки выполняют из несущего каркаса и палубы на всю плоскость опалубливания или собирают опалубочную панель из отдельных инвентарных щитов, объединяемых системой замков. Две противостоящие опалубочные панели соединяются между собой системой горизонтальных винтовых стяжек, пропускаемых через тело будущей бетонной конструкции и устанавливаемых до бетонирования. Для обеспечения устойчивости опалубки и выверки ее в проектное положение используют различные системы подкосов и раскосов, снабженные механическими винтовыми домкратами и регулировочными устройствами (рис. 3.1.5).

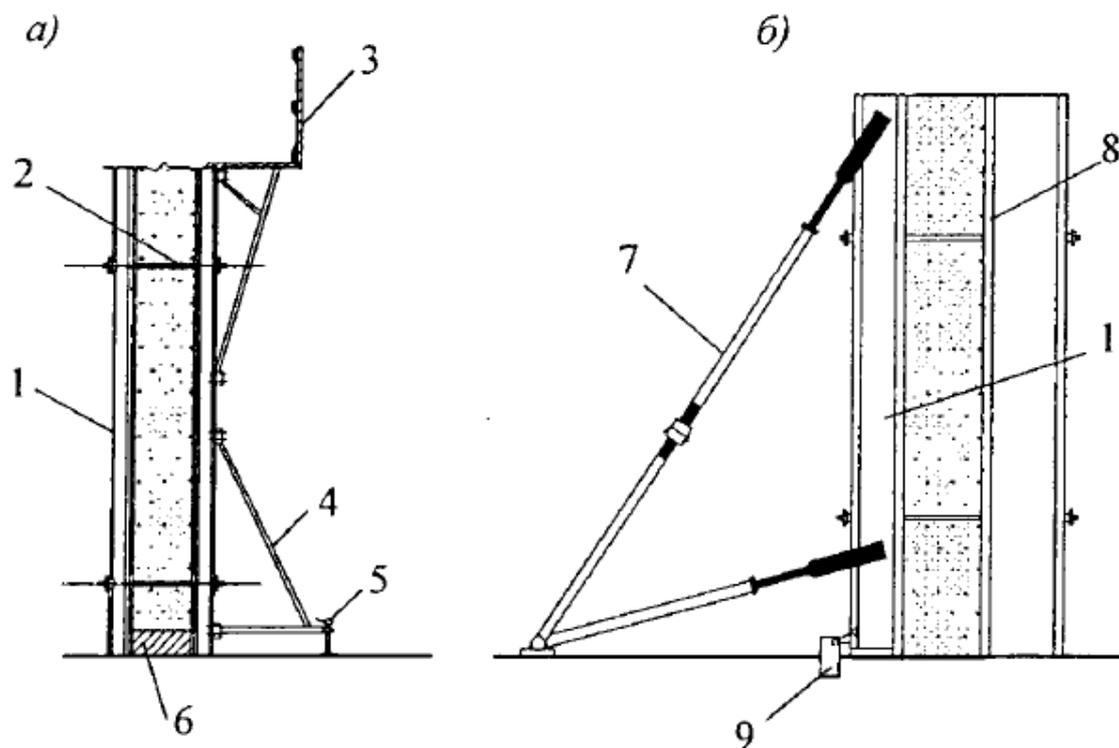


Рис. 3.1.5. Крупнощитовая опалубка стен фирмы «Мева»:

а — каркасная; б — каркасно-щитовая; 1 — каркас щита; 2 — стяжка винтовая; 3 — консольные подмости; 4 — подкос; 5 — механический домкрат; 6 — цоколь стены; 7 — подкос-расчалка; 8 — палуба; 9 — фиксатор

Опалубку стен устанавливают в два этапа. Сначала монтируют арматурный каркас, затем — опалубку с одной стороны стены на всю высоту этажа и на последнем этапе работ — опалубку со второй стороны. При приемке опалубки контролируют геометрические размеры, совпадение осей, вертикальность и горизонтальность опалубочных щитов, закладные детали, плотность стыков и швов.

Бетонную смесь в опалубку укладывают сверху с закрепленных на ней консольных подмостей, располагаемых с наружной стороны щита. Бетонирование стен ведут участками, границами обычно служат дверные проемы. Разгрузку бункера с бетонной смесью осуществляют всегда в нескольких точках, при этом смесь в опалубку укладывается слоями толщиной 30...40 см с уплотнением глубинными вибраторами сразу при укладке. Для восприятия давления бетонной смеси при установке опалубки используют специальные инвентарные втулки, а иногда и дополнительные вкладыши. Щиты опалубки для стен и перекрытий часто выполняют на размер бетонируемой площади (ячейки здания); эта площадь не должна превышать 70 м<sup>2</sup>.

Опалубку устанавливают в последовательности, определяемой ее конструкцией и обеспечением устойчивости отдельных элементов и опалубки в целом в процессе производства работ.

**Крупнощитовая опалубка «Маммут» фирмы «Мева»** (для массивных конструкций). Опалубка «Маммут» применима для всех видов строительства, но наибольшее распространение получила в жилищном строительстве.

Для расчетного давления бетонной смеси до 100 кН/м<sup>2</sup> разработана опалубочная система «Маммут» усиленного профиля. Рамы опалубки выполнены из высокопрочных стальных неразъемных полых профилей с формованным гофром. Высота профиля, как и в мелкощитовой опалубке, осталась прежней — 12 см, но ширина возросла до 6 см; толщина профиля у отдельных щитов достигает, по условиям статической работы, 3,8 мм. Поверхность рамы лакированная.

По высоте принято 3 размера — 300, 250 и 125 см, для каждой высоты приняты 4 значения ширины элементов — 250, 125, 100 и 75 см, но при необходимости могут быть поставлены элементы той же высоты при ширине от 60 до 25 см с шагом 5 см. Принятые типоразмеры позволяют получать опалубочную панель практически любых размеров. Предусмотрен только крановый монтаж опалубки, масса щитов в пределах 62 кг на 1 м<sup>2</sup>. Конструктивное решение опалубки позволяет обеспечивать заданную жесткость системы даже при давлении бетонной смеси до 97 кН/м<sup>2</sup>. Для данной опалубки приемлемо применение наружных вибраторов для пневматического уплотнения бетонной смеси.

Исходя из расчетного давления бетонной смеси используют многослойную высококачественную фанеру толщиной 21 мм, обработанную с двух сторон синтетической смолой — пластмассовое покрытие. Крепление к раме со стороны настила винтами с режущей кромкой отверстия заделывают пластмассовыми гильзами, соединение щитов с каркасом предохранено силиконом.

В качестве комплектующих применены по аналогии с другими системами замковые соединения — по два на элемент, универсальные замковые соединения (при необходимости стяжные винты) для крепления всех вспомогательных частей к элементам и для устройства распора опалубки. В комплекте имеются ригели для поперечного выравнивания и нивелирования поверхности.

Замковые соединения можно устанавливать в любом месте рамы. Это специальные замки того же конструктивного решения, простые, надежные и удобные в обращении. Стяжки винтовые — типовые. Все комплектующие изделия достаточно долговечны благодаря горячей оцинковке.

Достоинством опалубки является допустимая высота устройства до 4,5 м без дополнительных креплений и раскосов, опалубка выдерживает скоростные режимы бетонирования.

Опалубка перекрытий «МеваДек» предусматривает четыре различных решения: система главных и вспомогательных балок с опалубочным покрытием; перехлестывающиеся поперечные балки в виде системы из деревянных брусьев с опалубочным покрытием из готовых щитов или просто ламинированной фанеры; панельная система; использование стоек с падающей головкой для упрощения распалубки.

**Крупнощитовая опалубка «Манто» фирмы «Тиссен».** Крупнощитовая опалубка «Манто» предназначена для строительства крупных жилых и промышленных объектов. Разработан широкий ассортимент щитов высотой 2,7 м для жилищного и 3,3 м для промышленного и гражданского строительства. Опалубка предназначена для восприятия давления бетонной смеси до  $80 \text{ кН/м}^2$  (рис. 3.1.6).

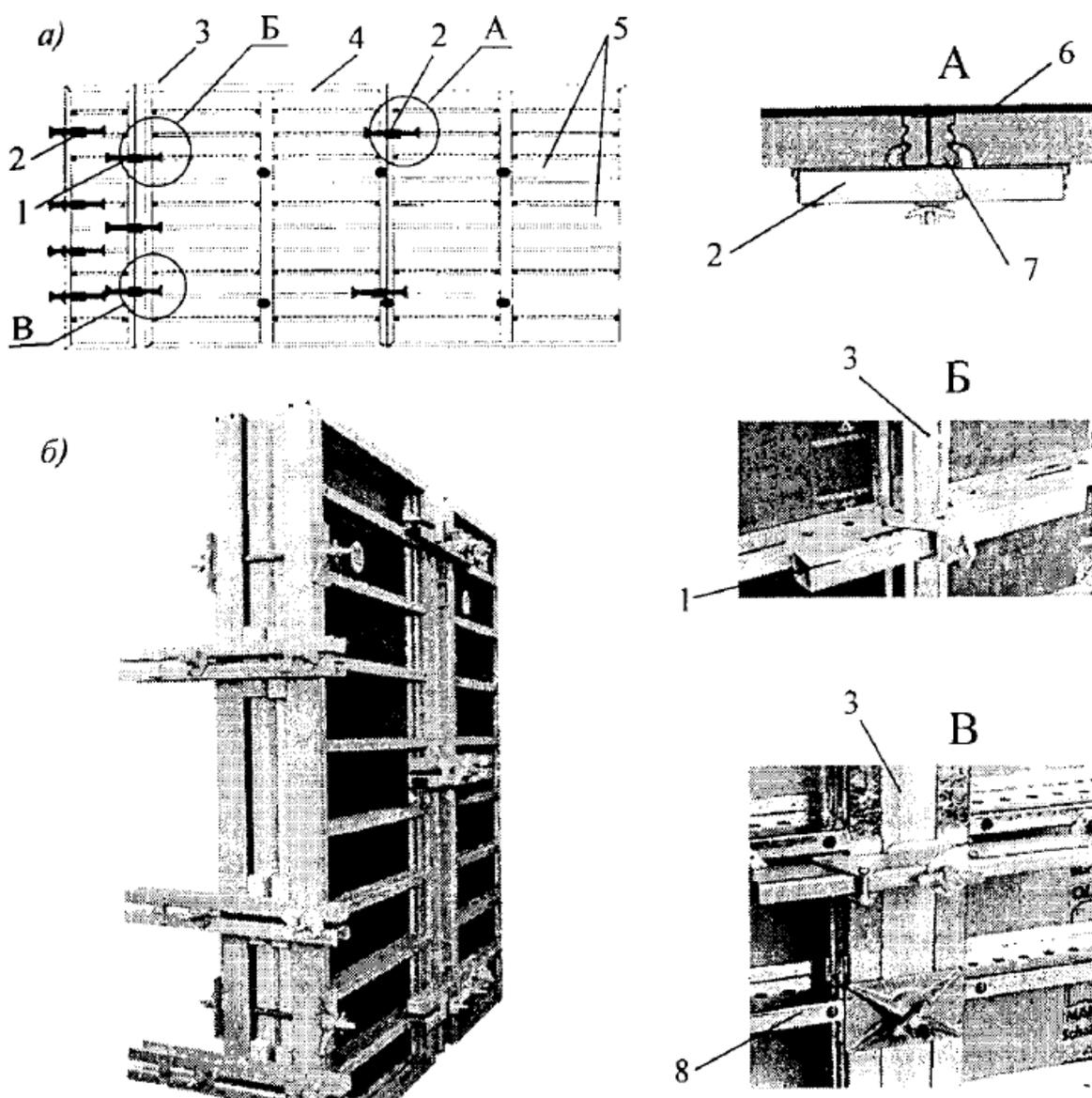


Рис. 3.1.6. Крупнощитовая опалубка стен фирмы «Тиссен»:

*а — соединение щитов в опалубочную панель; б — соединение и раскрепление панелей опалубки; 1 — замок удлиненный для стыков с компенсатором до 5 см; 2 — самовыверяющий сжим; 3 — деревянный брус-вставка; 4 — щит опалубки; 5 — ребра жесткости щита; б — палуба из ламинированной фанеры; 7 — контурная рама щита опалубки; 8 — компенсационный сжим при вставке до 15 см*

Каркас рамы состоит из оцинкованного металлического профиля сложной формы высотой 14 см, обеспечивающего высокую устойчивость на изгиб. Горячая оцинковка облегчает щиты, исключает коррозию, резко снижает адгезию каркаса. Принятые размеры рамы в сочетании с другими элементами устойчивости придают щитам особую прочность, позволяют выдерживать гидростатическое давление бетонной смеси высотой до 3,3 м. Конструкция рам, соединение их между собой самовыверяющимися замковыми соединениями создают высокую жесткость и устойчивость системы. Щиты высотой до 5,4 м могут обходиться без раскрепления подкосами.

Рядовые щиты опалубки выпускают высотой 330, 270, 120 и 60 см и шириной от 45 до 330 см. Все щиты в любом положении комбинируются друг с другом горизонтально и вертикально, со смещением по высоте или по горизонтали. Щиты опалубки можно признать универсальными, так как имеющиеся с внутренней стороны их обрамления два функциональных желобка гарантируют оптимальное применение различных соединительных средств, разработанных разными фирмами. Все щиты имеют по контуру стальной обрамляющий профиль, который предохраняет покрытый пластмассой многослойный щит из ценных пород древесины от ударов и повреждений.

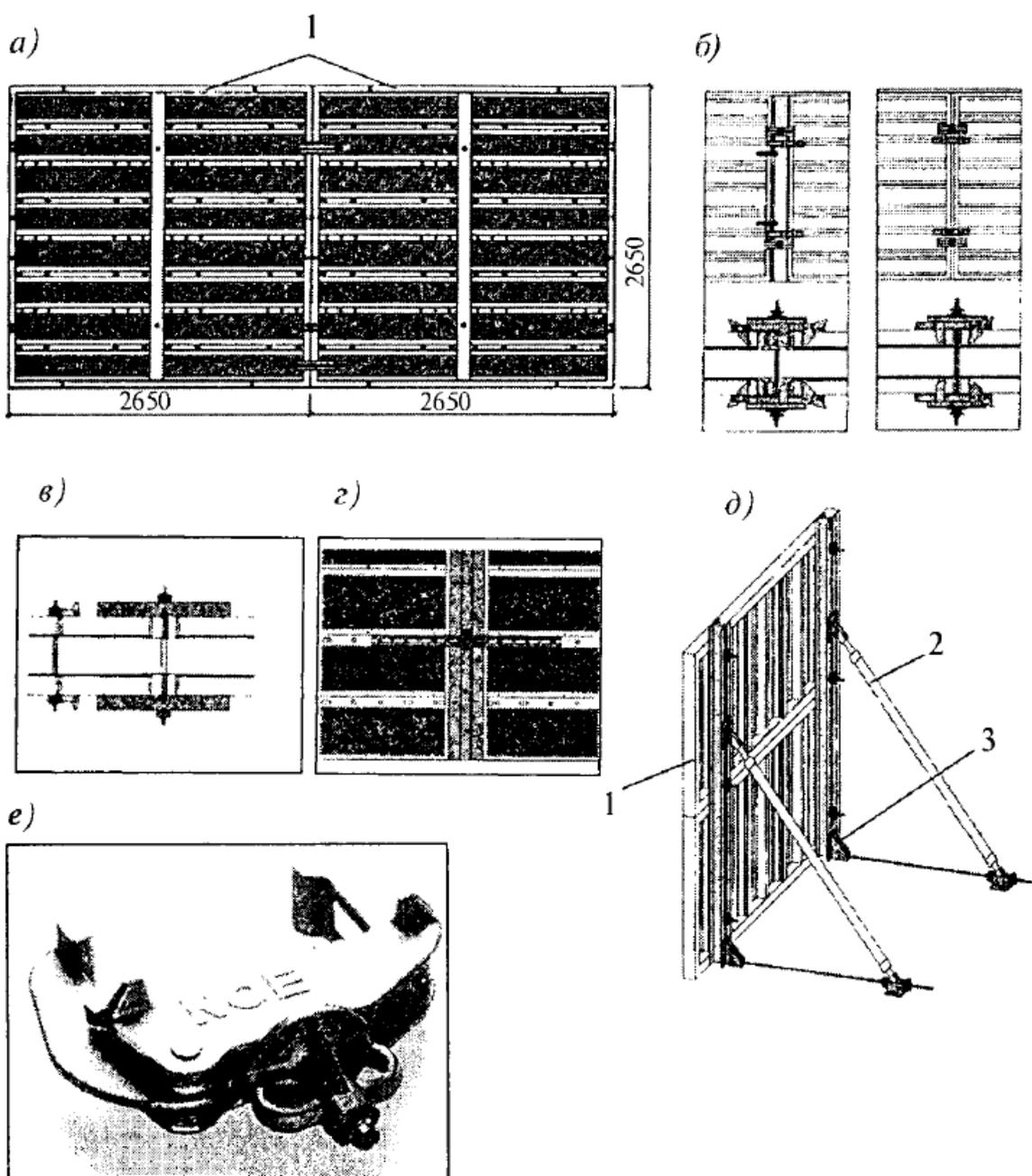
Для соединения щитов между собой применяют специальные вырехтовочные замки-сжимы, которые обеспечивают простое, быстрое, надежное, хорошо противостоящее растяжению и вибрации соединение двух элементов. Жесткость и прочность соединения позволяют при крановом монтаже поднимать опалубочные панели площадью до 40 м<sup>2</sup> без дополнительного раскрепления. Кроме соединения, замки одновременно вырехтовывают и выверяют щиты. Их можно применять при смещении щитов по высоте, при их наращивании. Для соединения двух щитов опалубки максимальных размеров достаточно двух замков.

Для бетонирования ленточных и столбчатых фундаментов и колонн можно обходиться минимальным числом элементов. Для опалубливания фундаментов щиты укладывают «лежа». Для бетонирования колонн можно использовать специально разработанную опалубку, но допустимо применять обычные щиты и угловые замковые крепления.

В зависимости от давления бетона в винтовых стяжках применяют винты с нарезкой «Дивидаг» ДВ15 и ДВ20. Крупноразмерные шайбы и гайки винтовых стяжек обеспечивают хорошее распределение нагрузки, эффективное использование несущей способности винтов, надежное противостояние давлению бетонной смеси.

**Разборно-переставная опалубка стен и колонн фирмы «НОЕ».** Опалубочная система «НОЕ 2000» для нужд строительства выпускается четырех модификаций — основная стальная рамная опалубка (рис. 3.1.7) с любым требуемым покрытием, включая сталь, рассчитанная на нагрузку до 80 кН/м<sup>2</sup> с высотой щитов до 3,31 м и максимальной опалубочной площадью щита до 14,05 м<sup>2</sup>; облегченная система со стальной рамой, допускающая бескрановую установку; алюминиевая опалубка, предназначенная исключительно для работ вручную, и универсальная опалубка для колонн, допускающая давление бетонной смеси до 125 кН/м<sup>2</sup>. Опалубку для стен можно собирать в разных комбинациях при вертикальном или горизонтальном расположении щитов.

Стандартные размеры стальной рамной опалубки: ширина элементов 265; 132,5; 125; 100; 75; 50 и 25 см; высота 331; 300 и 265 см, оборачиваемость палубы 70...90 раз, стальной рамы — 500 оборотов. Для облегченной системы дополнительно применимы элементы шириной 530 и 331 см и высотой 265; 132,5 и 66 см.



*Рис. 3.1.7. Разборно-переставная опалубка стен фирмы «НОЕ»:*

*а — соединение щитов; б и в — стыки щитов с универсальным самовыравнивающимся зажимом; г — то же, с применением выравнивающей цины; д — раскрепление щита при односторонней опалубке; е — быстродействующий замок с барашком;  
1 — опалубочный щит; 2 — распорка; 3 — нижняя опора*

Покрытие щитов изготавливают всегда цельным без вставок и доборов, даже для щитов размером 265 x 530 см. В качестве палубы могут быть применены водостойкие деревоклееные трехслойные щиты толщиной 21 и 22 мм или структурная деревянная плита необходимой по расчету толщины; палубу к щитам всегда крепят с тыльной стороны. Эти достоинства позволяют иметь высокую оборачиваемость щитов, оптимальный вид распалубленной поверхности и упрощают очистку щитов. Наиболее часто для опалубочного покрытия применяют березу в 15 слоев общей толщиной 21 мм с нанесенным двусторонним феноловым покрытием.

Внешний сплошной паз в обвязочной раме опалубочного щита позволяет осуществлять крепление щитов между собой в любом месте. Для сборки щитов в единую опалубочную па-

нель применяют клиновидные и винтовые струбцины для обычных соединений и удлиненные струбцины для выравнивания щитов при наличии вставок шириной до 25 см, при этом прочность стыка и всей опалубочной панели не снижается. Все стальные элементы опалубок обязательно проходят горячее оцинкование, что не только улучшает внешний вид, но и повышает оборачиваемость щитов, значительно снижает адгезию с бетоном.

Чисто стальная рамная опалубка всегда громоздка и тяжела. Облегченная опалубка фирмы «НОЕ» представляет собой вариант, сочетающий экономичность и прочность стальной рамы с алюминиевыми элементами жесткости.

Алюминиевая опалубка фирмы «НОЕ» имеет 4 типоразмера по ширине — 90, 75, 50 и 25 см, два по высоте — 265 и 132,5 см, оборачиваемость щитов 60...80 раз, рамы — 400 оборотов. Палуба из водостойкой 9-слойной фанеры общей толщиной 15 мм с лицевой стороны заклепана, сверху нанесено напыление защитного слоя для облегчения распалубливания и ухода за щитами. Опалубка легкая, допускает ручную установку; при необходимости могут быть использованы в рамках системы «НОЕ 2000» щиты других типов и модификаций. Кроме этого все угловые щиты, выравнивающие вставки и другие элементы крепежа одинаковы и могут быть при необходимости использованы.

Опалубка колонн фирмы «НОЕ» состоит из четырех щитов (рис. 3.1.8), позволяющих плавно регулировать их ширину от 15 до 150 см, высота щитов 300, 275, 100 и 50 см, имеется возможность соединения щитов по высоте с помощью стандартных соединительных элементов. Рама опалубки полностью стальная, она прочна и долговечна, покрытие щитов по выбору из многослойной, трехслойной фанеры, досок или 4-миллиметрового стального листа. Оборачиваемость деревянного покрытия в пределах 20...30 циклов, стальной рамы, включая стальную палубу, до 400 раз. Соединение щитов на болтах или на специальных треугольных накладках.

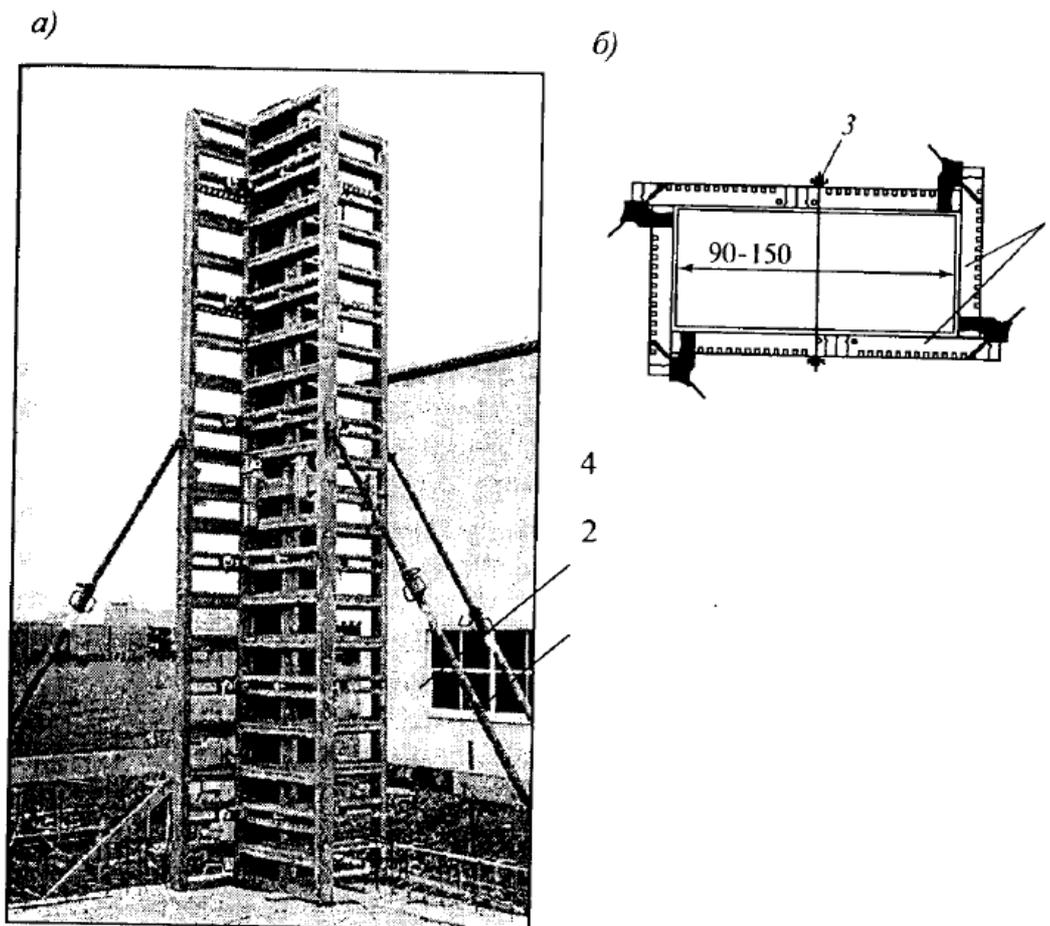
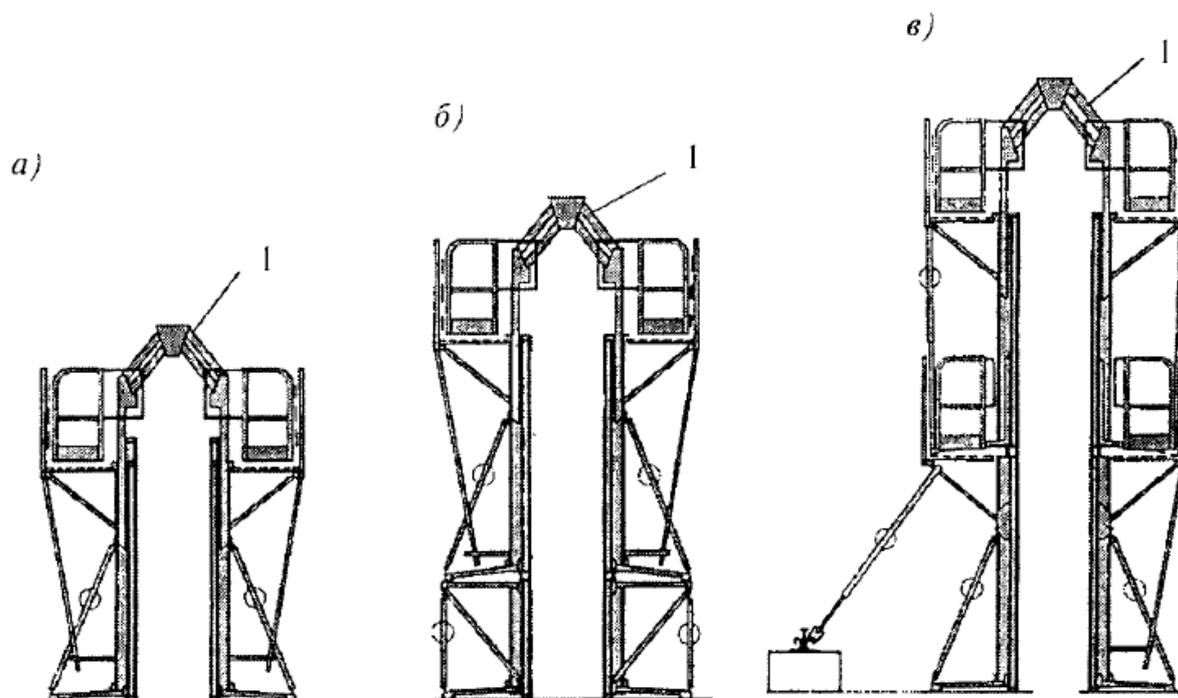


Рис. 3.1.8. Опалубка колонн фирмы «НОЕ»:  
 а — общий вид; б — конструктивное решение; 1 — щит опалубки; 2 — подкос;  
 3 — стяжка винтовая; 4 — стяжная муфта

**Щитовая стенная опалубка фирмы «Утинор».** Французская компания «Утинор» — признанный лидер в производстве металлической опалубки. Для стен, колонн, перекрытий, лифтовых шахт и т. д. разработаны различные виды опалубки с опалубочной поверхностью в виде 4-миллиметрового стального листа, благодаря ему и жесткой раме существенно повышается прочность опалубки, нормативная оборачиваемость опалубки составляет 800 циклов. Наиболее часто применяют крупнощитовую опалубку для стен и перекрытий, туннельную опалубку.

В настоящее время фирма «Утинор» производит три модели стеновой опалубки — стандартную, складывающуюся и контейнерную. Складывающаяся опалубка представляет собой промежуточное решение между стандартной щитовой и контейнерной.

Стандартная стенная опалубка состоит из вертикальных панелей высотой 2,52; 2,60 и 2,70 м и длиной модуля 1,25 м, что позволяет иметь элементы в наборе от 1,25 до 6,25 м. Щиты опалубки состоят из формирующего металлического листа толщиной 3 или 4 мм с элементами жесткости и несущими конструкциями (фермами, балками), которые воспринимают усилия от бетонной смеси и обеспечивают необходимую устойчивость опалубки и возможность ее регулировки (рис. 3.1.9).



*Рис. 3.1.9. Стенная опалубка фирмы «Утинор»:*

*а — для стандартных стен; б — с нижней горизонтальной вставкой 1,0 и 1,5 м; в — при установке стеновых панелей в два ряда по высоте; 1 — козлы для установки и перестановки опалубочной конструкции*

Для двустороннего формирования стен два щита опалубки фиксируются между собой в положении «лицом к лицу» с помощью подъемных «козел», благодаря которым постоянно обеспечивается устойчивость обоих щитов в течение необходимого времени. При распалубливании оба щита стропят, приподнимают подъемным краном, благодаря своей конструкции «козлы» автоматически раздвигают щиты.

При перемещении стеновой опалубки в новое рабочее положение щиты находятся в фиксированном нерабочем положении на расстоянии 1,1 м друг от друга, что позволяет устанавливать арматурные каркасы, другие закладные детали и вставки. При подготовке к бетонированию установку и закрепление щитов в проектном положении осуществляют с помощью специальных убирающихся роликов. Щиты соединяют стяжками (шпильками),

причем верхняя стяжка оказывается выше уровня бетонирования, а нижняя расположена в самом основании стены. Никаких других неровностей и отверстий после бетонирования стены не образуется. Необходимое расстояние между щитами опалубки (толщина бетонизируемой конструкции) в верхней части опалубки устанавливается и обеспечивается в процессе бетонирования конструкцией рамы «козлов», в нижней части — с помощью специальных рычажных устройств.

Каждая стеновая опалубка оснащена в основании домкратами для ее выставления на нужный уровень и двумя подъемными скобами в головной части. Несущие нагрузку от бетонной смеси вертикальные фермы на опалубке закрепляют с шагом 1,25 м (3 элемента на щит длиной 3,75 м) и имеют в основании домкрат для выставления уже всей опалубочной панели строго по вертикали. Каждый стеновой щит оборудован рабочей площадкой и лестницей.

Металлическая опалубка обладает высоким качеством формирующей поверхности. Идеальная стыковка формирующих поверхностей двух стеновых щитов обеспечивается специальными направляющими и соединительными рычагами и фиксирующими пальцами. Стяжки с резьбой (шпильки), распределительные пластины и крыльчатые гайки обеспечивают жесткую взаимную установку двух противоположных щитов и воспринимают давление заливаемой в опалубку бетонной смеси. На каждую стяжку надевают специальные втулки-распорки, которые жестко фиксируют изнутри расстояние между двумя противостоящими стеновыми щитами, втулки располагают под каждой фермой в нижней и верхней частях щита.

В тех случаях, когда необходимая высота возводимой бетонной стены превышает высоту стандартной стеновой опалубки, используют верхние доборные панели, вставляемые в верхней части основного щита. При высоте добора не более 0,35 м регулировку их положения осуществляют с помощью винтов, опирающихся на внутреннюю поверхность ребра жесткости опалубки; для вставок до 1 м применяют специальные стабилизаторы с регулировочными винтами. При высоте доборных элементов более 1 м используют специальные доборные фермы, соединяемые с основными несущими фермами. Все усилия от давления бетонной смеси передаются с доборных элементов на основные щиты опалубки.

Важным элементом качественного и соосного бетонирования сооружения по вертикали является бетонирование на нулевом уровне цоколей высотой 60... 100 мм с выпущенной арматурой. Цоколи должны бетонироваться одновременно с плитами перекрытия над подвалом, при бетонировании перекрытия первого этажа должны быть забетонированы цоколи стен второго этажа.

Получаемые в результате бетонирования поверхности практически не требуют какой-либо доработки, благодаря чему значительно сокращается объем отделочных работ. Металлическая опалубка позволяет использовать оконные, дверные и другие проеомобразователи, которые крепятся с помощью магнитных фиксаторов прямо на металлических щитах, что дает возможность быстро и качественно устанавливать в этих проемах оконные и дверные рамы и каркасы. Эти проеомобразователи могут иметь жесткую конструкцию и изготавливаться под определенные размеры либо могут быть раздвижными и использоваться под меняющиеся размеры. Они могут сразу содержать оконные и дверные коробки, которые в этом случае автоматически встраиваются в бетонную конструкцию, либо просто обозначают проемы, в которые позднее монтируются те же оконные и дверные коробки.

Распалубливание ранее собранной опалубки и монтаж ее на новом рабочем месте не представляют особой сложности. При распалубливании из ранее забетонированной стены вынимают винтовые стяжки и винты проеомобразователей, ослабляют домкраты ферм, отсоединяют торцевые отсечки стен и разъединяют (раздвигают) опалубочные панели, которые затем перемещают на следующую захватку.

Демонтаж опалубки отдельных щитов начинают со снятия домкратов ферм после их предварительного ослабления, после чего щиты отделяются от бетонной поверхности,

отклоняются назад, но благодаря «козлам» сохраняют при этом необходимую устойчивость. После распалубливания рабочая поверхность должна быть промыта струей воды, очищена скребком и смазана специальным маслом. Опалубку устанавливают на новое место над уже забетонированным цоколем. На щите в нужных местах монтируют все необходимые проеомобразователи, снятые с уже забетонированных стен; бригада электриков размещает на опалубке распределительные коробки, выключатели и осуществляет кабельную разводку. Арматурщики устанавливают арматурные сетки и каркасы, соединяя их между собой и со стержнями арматуры, выпущенными из цоколя. Затем щиты опалубки прижимают к цоколю, соединяют друг с другом и выравнивают по вертикали и горизонтали с помощью домкратов. После этого вставляют винтовые стяжки, на них надевают втулки, щиты окончательно вплотную притягивают к цоколю и стягивают при помощи винтовых стяжек.

Окончательное положение опалубки фиксируется после регулировки горизонтальности и вертикальности опалубки. На заключительном этапе установки опалубки торцы стен закрывают отсечками, которые после регулировки жестко фиксируются по краям опалубки.

В стандартной стеновой опалубке при транспортировании на новую строительную площадку необходимо демонтировать навесные площадки, фермы жесткости и другие элементы каркаса. Складывающаяся опалубка снабжена поворотными и откидывающимися в сторону элементами оснастки, что позволяет резко сократить ее габариты при транспортировке.

**Контейнерная стеновая опалубка фирмы «Утинор».** Ее выпускают в модульном исполнении длиной 1,25 и 2,5 м для стандартных значений высоты 2,52 и 2,60 м. Верхние доборные панели по 0,23 м и нижние по 0,5 и 1,5 м позволяют получать большое число комбинаций опалубки по высоте. Ребра жесткости опалубочной рамы решены в форме кессона с шагом ребер 15 см, что гарантирует палубе из формирующего листа толщиной 4 мм повышенные жесткость и прочность. Все углы опалубки снабжены специальными контейнерными замками — главным элементом соединения между щитами. Благодаря этим замкам щиты хорошо защищены от деформаций, соседние панели соединяются затягиванием специальных винтовых стяжек. При этом гарантируется стыковка и выравнивание соединяемых щитов опалубки без дополнительной регулировки.

Контейнерная стеновая опалубка складывается полностью: рабочая площадка (платформа и ограждение) и стабилизирующие подкосы не демонтируют при транспортировке.

Важное достоинство металлической опалубки фирмы «Утинор» состоит в том, что ее можно трансформировать по высоте, ширине и длине, т. е. ее можно применять для осуществления самых разных проектов при разной толщине стен, высоте этажей и пролетах до 8,2 м. Применяя технологию фирмы «Утинор», можно снизить себестоимость строительства по сравнению с крупнопанельным строительством до 30%, а при скоростном и круглогодичном производстве работ возможно сокращение и сроков строительства.

**Опалубочная система «Каплок».** Система опалубки «Каплок» разработана в Великобритании, она универсальна, может быть использована для опалубливания стен и перекрытий, как опорная часть мостов, туннелей и других высоких сооружений и как удобная в работе система лесов для отделки различных сооружений снаружи и внутри.

Предлагаются два типа стеновых опалубочных щитов высотой 2,7 и 1,5 м (рис. 3.1.10), рассчитанных на боковое давление бетонной смеси до 6 кПа при палубе из ламинированной фанеры толщиной 18 мм.

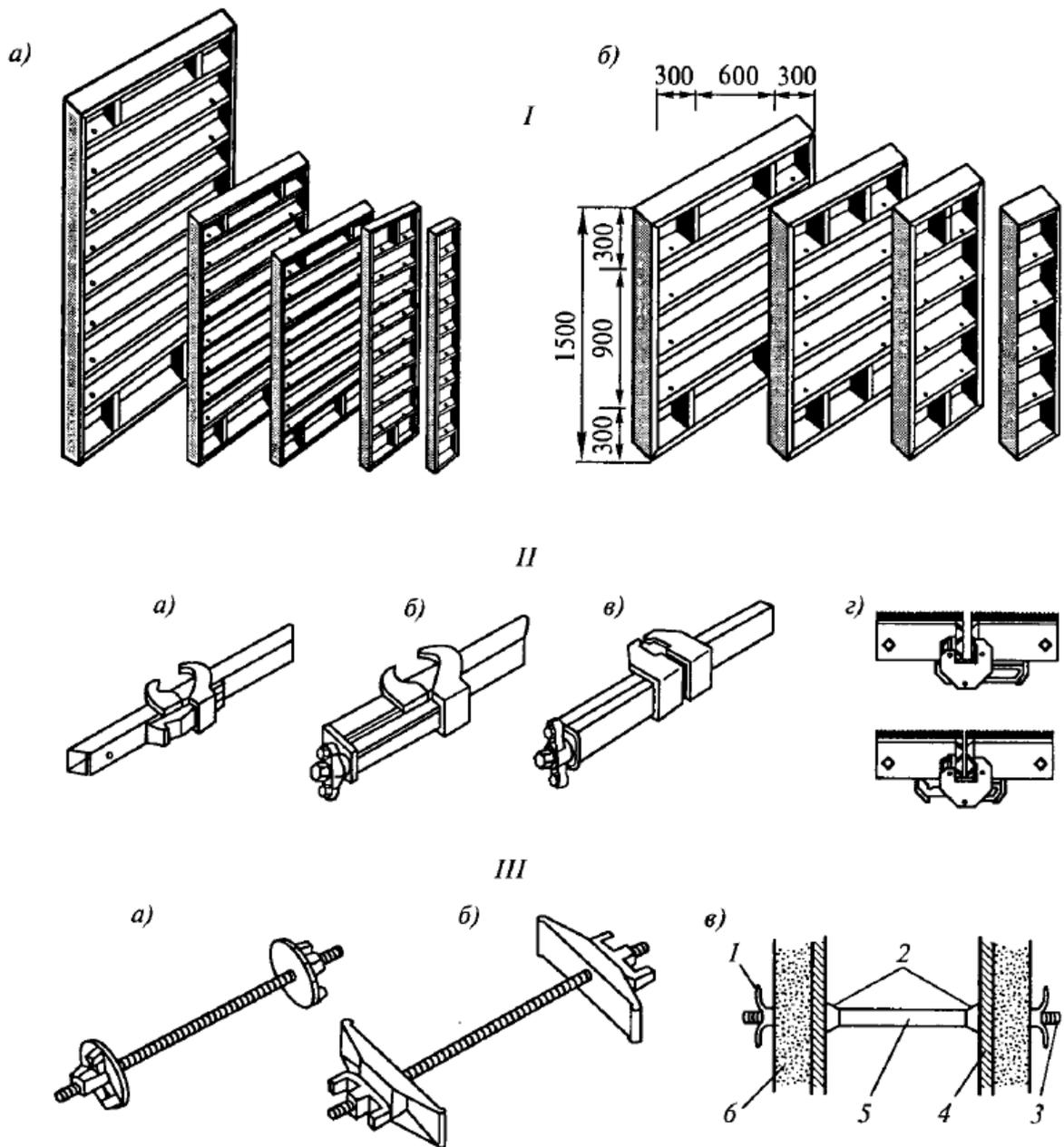


Рис. 3.1.10. Разборно-переставная опалубка фирмы «Каплок»:

I — щиты опалубки: а и б — крупнощитовая и мелкощитовая опалубки; II — конструкции замков: а — замок эксцентриковый; б и в — замки удлиненные с регулируемой затяжкой; г — установка и стык щитов в сборе; III — винтовые стяжки: а — стяжной стержень с крыльчатыми гайками; б — то же, с зажимными пластинами; в — схема соединения противостоящих щитов; 1 — гайка крыльчатая; 2 — пластиковые конусы; 3 — стяжной стержень (диаметр 10 мм); 4 — палуба из водостойкой фанеры (12...18 мм); 5 — пластиковая втулка; 6 — контурная рама щита опалубки (60...80 мм)

Для обеспечения многократной оборачиваемости щитов (табл. 3.1.3) и всех остальных элементов опалубочной системы их металлические части подвергнуты глубокой горячей оцинковке, которая дает покрытие более высокого качества, чем обычная окрасочная оцинковка. Качество покрытия гарантирует высокую сопротивляемость коррозии и механическим повреждениям в течение 5...6 лет. Удобство, простота соединения и закрепления элементов способствуют долговечности покрытия, снижению затрат на техническое обслуживание.

Таблица 3.1.3. - Щиты опалубочной системы «Каплок»

| Размер щита, мм | Масса, кг | Размер щита, мм | Масса, кг |
|-----------------|-----------|-----------------|-----------|
| 2700 × 2400     | 328       | 1500 × 1200     | 82        |
| 2700 × 1200     | 150       | 1500 × 900      | 74        |
| 2700 × 900      | 116       | 1500 × 600      | 53        |
| 2700 × 600      | 87        | 1500 × 300      | 33        |
| 2700 × 300      | 57        | —               | —         |

Для соединения щитов в опалубочную панель разработаны оригинальные замки, которые имеют боковое замковое запираение, более удобное при работе и надежнее металлических штифтов, забиваемых сверху. Замки имеют ряд разновидностей в зависимости от специфики применения: замок эксцентриковый и две разновидности удлиненных замков с боковой крыльчатой гайкой.

Свои отличительные особенности у винтовых стяжек, имеющих три разновидности, в том числе стяжки, позволяющие соединять противостоящие панели по их верхним граням, и стяжки со вставками (распорными втулками), препятствующие утонению сечения бетонируемой конструкции.

### 3.2. Опалубка перекрытий

При установке опалубки балочного перекрытия последовательность работ будет следующей (рис. 3.2.1). Сначала устанавливают арматурный каркас колонн, далее монтируют опалубку колонн с закреплением винтовыми стяжками или хомутами и раскреплением в 2...3 уровнях раскосами. Для сопряжения с вышерасположенными конструкциями арматуру колонн выпускают выше верхнего обреза опалубки на 40...50 см. Далее бетонируют колонны. После этого на специальные вырезы в опалубке колонн укладывают щиты днища балок или прогонов, под них устанавливают и выверяют по высоте поддерживающие телескопические стойки или пространственные опоры.

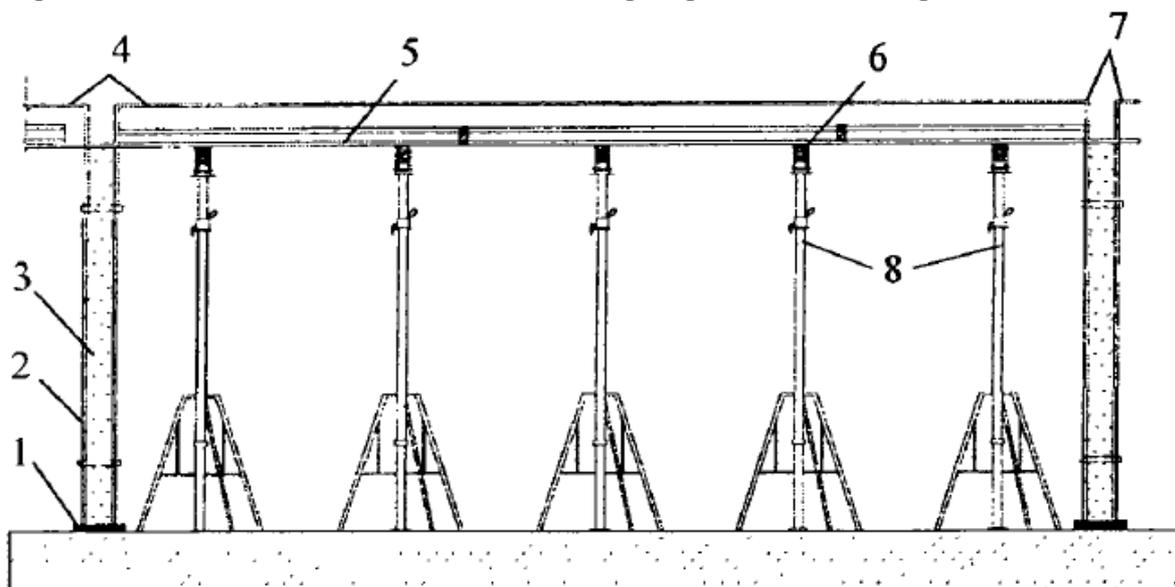


Рис. 3.2.1. Элементы разборно-переставных опалубок:

1 — деревянные рамки колонн; 2 — опалубка колонн; 3, 4 — щиты опалубки; 5 — щит днища балок; 6 — деревянные опалубочные балки; 7 — боковые щиты опалубки балок; 8 — поддерживающие телескопические стойки на треногах

Стойки для пространственной жесткости устанавливают на треногах. После установки боковых щитов опалубки балок и соединения их между собой горизонтальными винтовыми стяжками их скрепляют со щитом днища. На следующем этапе устанавливают стойки под второстепенные деревянные балки, по ним расстилают палубу из влагостойкой фанеры.

После укладки арматурных каркасов и сеток прокладки трубок для внутренних проводок осуществляют бетонирование. Разборку опалубки рекомендуется выполнять после набора бетоном распалубочной прочности и в последовательности, обратной установке опалубки.

Среди отечественных опалубок наиболее распространена унифицированная опалубка, разработанная институтом ЦНИИОМТП. Опалубка стен состоит из щитов высотой на этаж при модульной ширине от 300 до 1800 мм, а также доборных — торцевых и угловых. Щит состоит из металлической палубы, горизонтальных балок и вертикальных фермочек. В нижней части щитов предусмотрены винтовые домкраты. В опалубке можно бетонировать стены толщиной 12, 16 и 20 см при высоте до 3 м и перекрытия толщиной 10...22 см.

Монолитное перекрытие устраивают после возведения стен и набора ими необходимой начальной прочности. Опалубку перекрытий монтируют по телескопическим стойкам, укладывают арматурные сетки в двух уровнях, осуществляют бетонирование.

Для крупнощитовой опалубки разработана универсальная опалубка перекрытий, так называемая «столовая опалубка». Она состоит из набора модульных элементов, позволяющих собирать опалубку при длине щита до 12 м, ширине до 5,6 м и высоте от уровня стоянки от 1,75 до 10 м. Распалубливание осуществляют за счет снижения высоты опор стола. Далее опалубку выкатывают из-под перекрытия и переставляют на другое место. Монтаж и перестановку выполняют траверсой «утиный нос».

В настоящее время разработана и нашла применение опалубка разборно-переставная крупнощитовая из алюминиевых сплавов для стен и перекрытий, разработанная в институте ЦНИИОМТП. Назначение, область применения и конструктивное решение этой опалубки подробно рассмотрены в учебнике авторов «Технология строительных процессов» (Ч. 2.— М.: Высш. шк., 2003.).

**Опалубка «Сомпакт» фирмы «Тиссен»** (рис. 3.2.2). Она позволяет устраивать опалубку для перекрытий любой длины, ширины и толщины. Это достигается за счет того, что все составляющие элементы опалубки подогнаны друг к другу, имеют значительную прочность и долговечность. В целом опалубка состоит из следующих несущих элементов: компакт-балок H20, применимых для устройства любых перекрытий; раздвижных треног с базовыми стальными стойками, выдвигаемыми штангами и съемными головками (вильчатая и опорная) для простой распалубки и «падающей» головки для опускания только данной стойки в пределах до 10 см.

Монтаж опалубки осуществляют в следующей последовательности. Съемные головки, включая «падающие», устанавливают сверху в стойки, стойки закрепляют в проектном положении, с помощью раздвижки треноги они получают необходимую пространственную устойчивость. В съемные головки стоек устанавливают несущие продольные балки, по которым располагают поперечные балки, сверху раскладывают щиты или просто листы опалубки. Для проведения распалубливания «падающие» головки опускают вниз (для разных модификаций на 6... 10 см), в результате несколько прогибается вся опалубочная система. Появляется возможность относительно просто освободить отдельные продольные и поперечные балки и снять, при необходимости, щиты опалубки. Чаще опускание «падающих» головок используют для снятия из-под опалубки промежуточных стоек после достижения бетоном забетонированной конструкции перекрытия достаточной прочности.

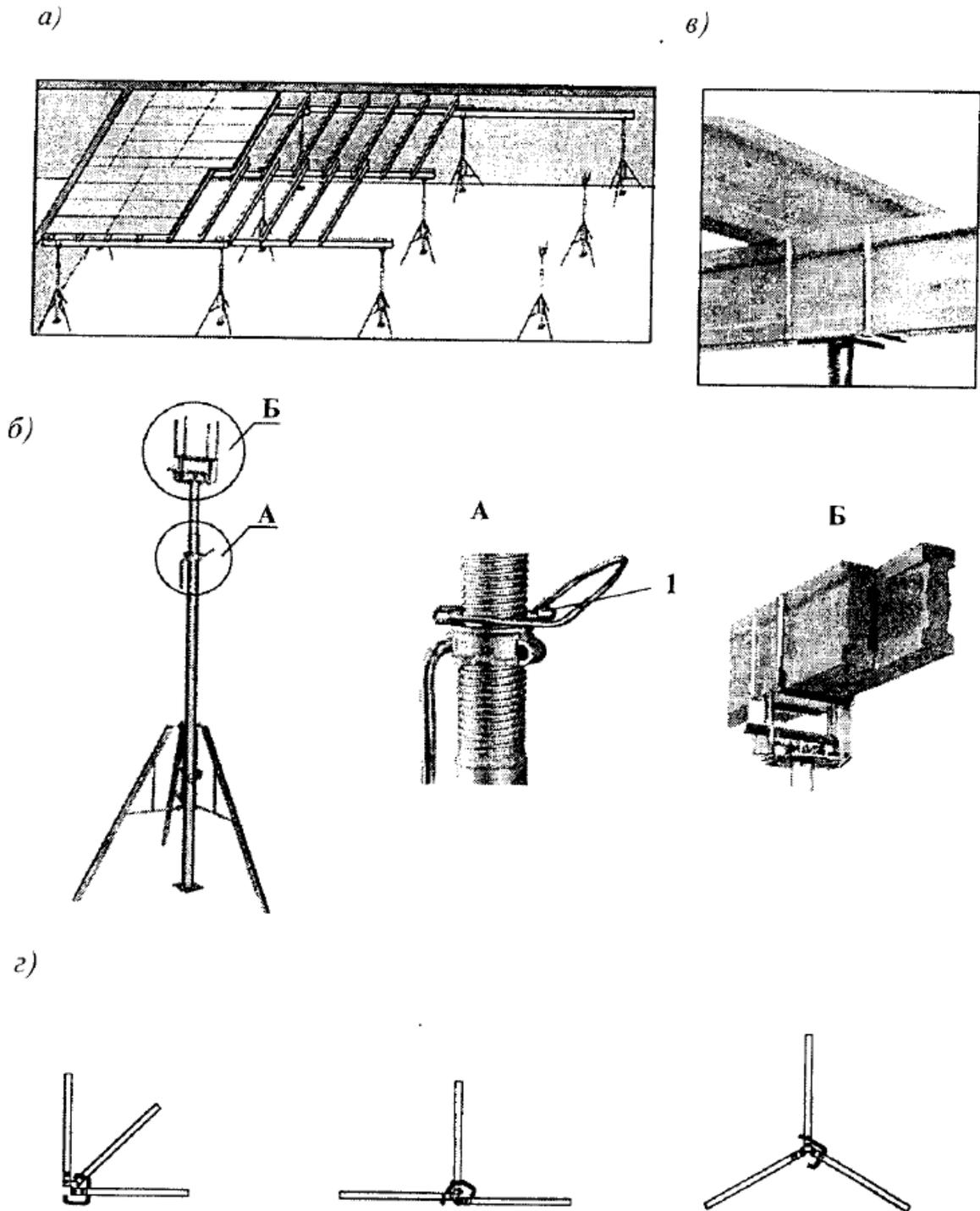


Рис. 3.2.2. Опалубка перекрытий «Компакт» фирмы «Тиссен»:  
 а — общий вид опалубочной системы; б — опорная телескопическая стойка; в — узел соединения продольных и поперечных балок Н20; г — варианты положения треноги опорной стойки; А — домкратное устройство; Б — стык балок Н20 в вилочном захвате; 1 — фиксирующий штырь

Особенностью опалубочной системы является то, что съемная головка стойки может держать сразу две балки, расположенные внахлест, которые можно легко передвигать по этой головке, поэтому конструкция применима к любым очертаниям опалубки в плане. Стойки-треноги, устойчивые сами по себе, а также расположенные по ним продольные и поперечные балки можно расставлять на расстояниях, соответствующих требованиям нагрузки, которую они будут воспринимать. Для значительных нагрузок расстояния должны

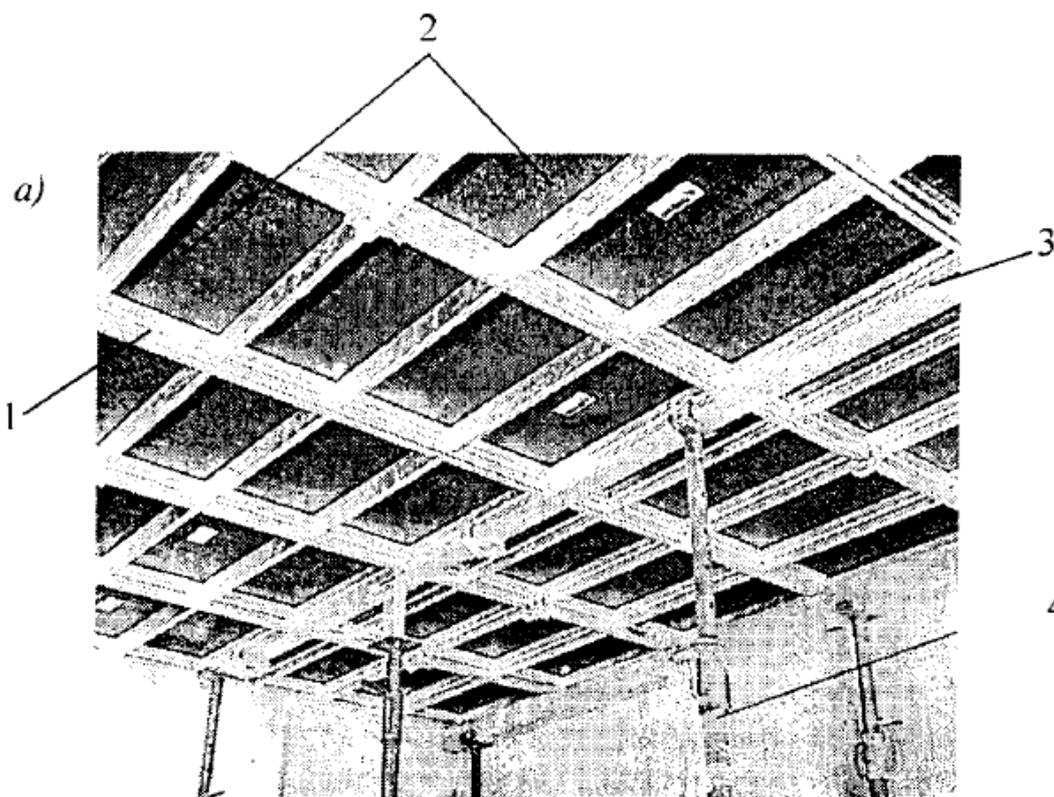
быть меньше; для перекрытий меньшей толщины и меньших нагрузок на опалубку расстояния между стойками и расположенными сверху прогонами могут быть увеличены.

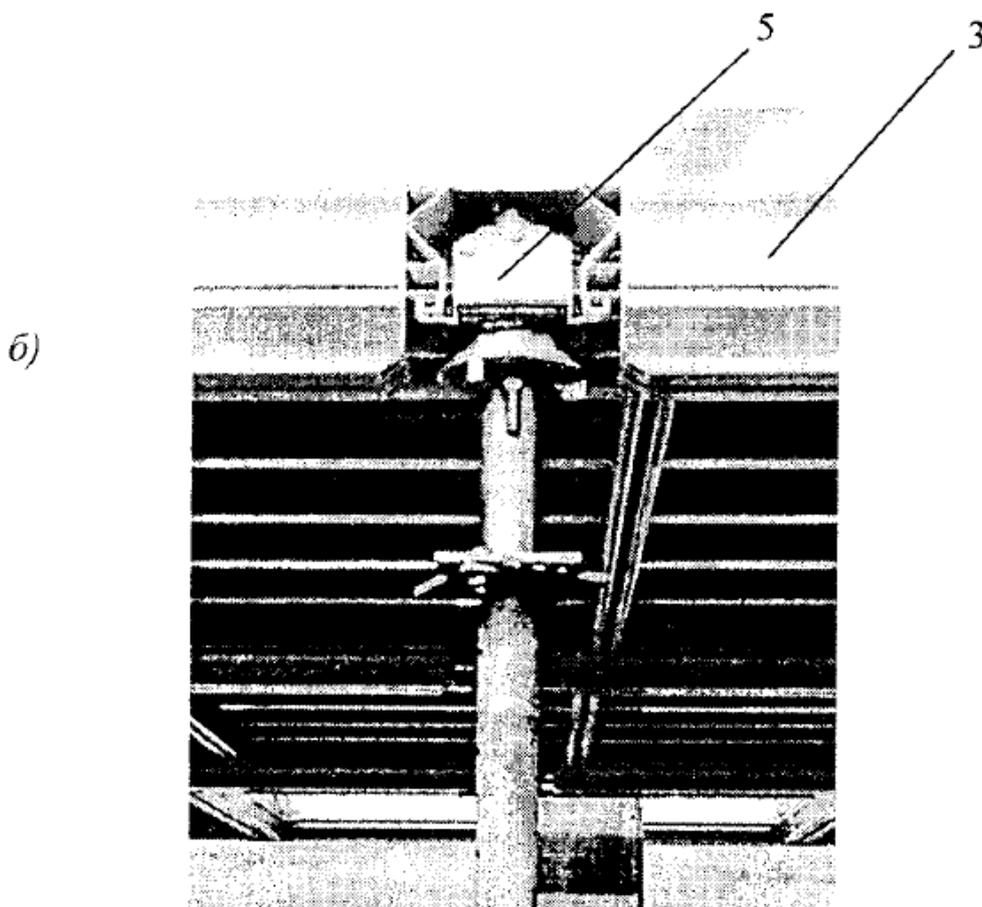
В данной опалубочной системе применены деревянные балки Н20. Они изготовлены из высокопрочной северной ели, имеют форму двутавра с «выпуклыми» боками и достаточно широкие и устойчивые пояса. Такая компактная форма делает балку прочной и устойчивой, а пятислойное склеивание резко увеличивает общую жесткость. Балка, даже если гвозди прибивают по краям, не раскалывается. При необходимости ее можно распилить в любом месте, даже наискось, что не уменьшает прочностных характеристик. Балка не деформируется при падении, мало подвержена износу, пропитка предохраняет ее от гниения. Деревянные прогоны относительно легкие, их могут устанавливать вручную два человека. Поперечное сечение балок позволяет легко кантовать их и устанавливать в нужное место. С такими прогонами, по сравнению с металлическими, работать проще, легче, а значит и быстрее.

**Опалубочная система «Мева Дек».** Она предназначена для горизонтальных конструкций и перекрытий. Главным преимуществом этой системы является то, что в ней использованы все известные технологии горизонтального опалубливания, что позволяет создавать четыре различные системы опалубки.

Комбинация этих систем дает возможность для каждого конкретного случая минимизировать поверхность добора, а применение стоек со съемными головками, в том числе «падающими», позволяет при ускоренном варианте распалубливания оставлять только отдельные промежуточные стойки, что дает значительную экономию времени и денег.

Широкое применение нашла деревянная клееная балка Н20, предназначенная для сборки по металлическим стойкам с «падающей» головкой системы из главных и второстепенных балок вручную, при этом создается универсальная опалубочная система (рис. 3.2.3). Стандартные размеры балок (при высоте 20 см) составляют 250, 330, 390 и 450 мм, балки других размеров могут быть изготовлены по заказу.





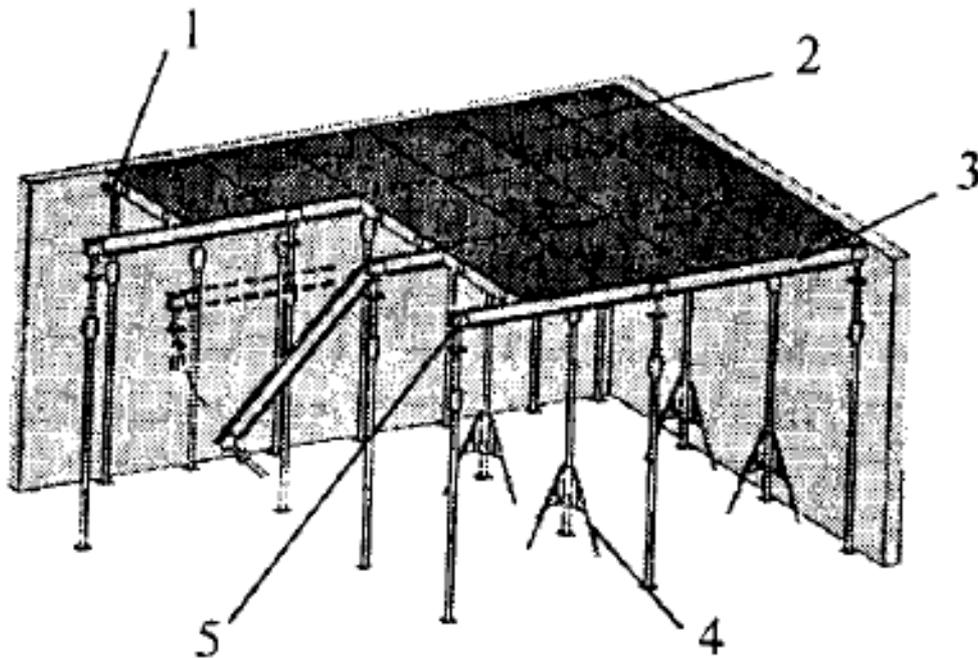
*Рис. 3.2.3. Опалубка перекрытий фирмы «Мева»:*

*а — общий вид опалубки перекрытия; б — узел опирания балок на стойку; 1 — второстепенная балка; 2 — рабочий щитовой настил; 3 — главная балка; 4 — опорная телескопическая стойка; 5 — падающая головка опорной стойки*

#### *Опалубки перекрытий системы «НОЕ»*

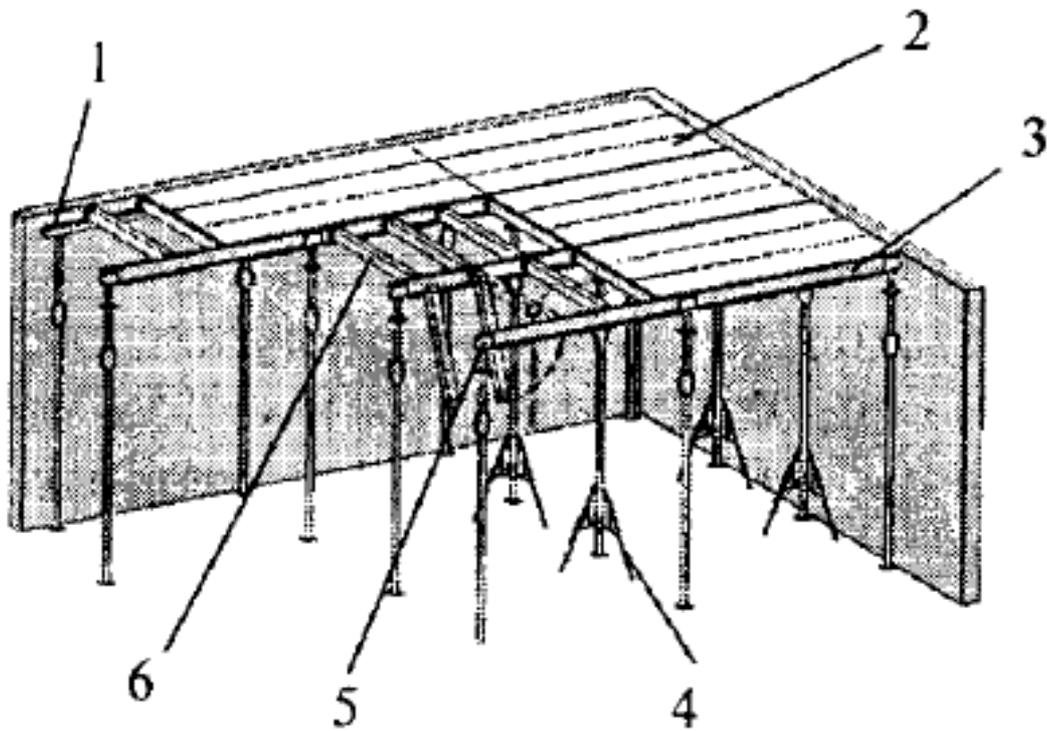
1. Опалубка из главных балок и опалубочных щитов. Нашла применение система опалубки перекрытий с несущими элементами из алюминиевых сплавов. Система состоит из стоек с «падающими» головками, потолочных балок и опалубочных щитов (рис. 3.2.4). Опалубочные щиты имеют длину 150 и 120 см при ширине от 90 до 30 см (шаг 15 см). Продольные потолочные балки по осям опор могут иметь размеры 300, 210, 180, 150 и 120 см, «падающая» головка стальная оцинкованная высотой 36 см, опускание головки при необходимости до 17 см. Опалубка может быть смонтирована вручную, включая закрытые помещения при минимальных доборах щитов.

Та же система опалубки с поворотной головкой позволяет иметь свободный выбор опалубочного покрытия. Конструкция применима для перекрытий с перепадами или при сильном расчленении конструкции перекрытия. На стандартные стойки с «падающей» или поворотной головкой укладывают продольные балки тех же размеров (см. выше), а по нижним поясам — поперечные ригели. Решение позволяет иметь свободный выбор опалубочного покрытия. В зависимости от установки поперечных балок опалубку (опалубочные листы или щиты) можно укладывать как между продольными балками, так и на них.



*Рис. 3.2.4. Опалубка перекрытий фирмы «НОЕ» из крупноразмерных щитов:  
 1 — опора с крестовиной; 2 — потолочный крупноразмерный щит; 3 — продольная несущая балка; 4 — штатив для опоры; 5 — опора с «падающей» головкой*

2. Опалубка с раздвижными второстепенными балками. Потолочная фасонная система фирмы «НОЕ» (рис. 3.2.5), совместимая с алюминиевой опалубкой, является ее дальнейшим развитием и совершенствованием. Стойки с «падающей» головкой принимают нагрузку от щитов покрытия даже при одностороннем загрузении без момента изгиба опор. Второстепенные балки — раздвижные от 100 до 150 см, телескопического типа. Как вариант применима фасонная система из крупноразмерных щитов, опирающихся непосредственно на полки главных балок, что позволяет осуществлять легкий монтаж и демонтаж щитов. Сортамент щитов имеет шаг 15 и 30 см, что дает возможность оптимально разложить опалубку по всей площади помещения с минимальными доборами. Конструктивное решение позволяет иметь плотное прилегание к стене и надежное крепление с ней. При необходимости допустимо применение продольных балок длиной 3 м, что значительно сокращает число требуемых стоек и упрощает процесс их установки под опалубочные потолочные панели.



*Рис. 3.2.5. Опалубка перекрытий фирмы «НОЕ» с раздвижными балками:  
 1 — брус с рейками; 2 — щитовое покрытие; 3 — главная продольная балка; 4 — штатив для опорной стойки; 5 — «падающая» головка; 6 — поперечная раздвижная балка*

**3. Потолочная опалубка с падающими головками.** Данное решение универсально, оно включает потолочную опалубку с «падающими» головками и несущей системой продольных балок и потолочных панелей (рис. 3.2.6). Балки устанавливают на «падающие» головки, которые предварительно крепят на оголовки выдвижных штанг опорных стоек. В «падающих» головках заземляют несущие ригели, штативы стоек обеспечивают стабильность в течение монтажа ригелей. На собранную несущую конструкцию опалубки укладывают опалубочные панели, укладку осуществляют быстро как в продольном, так и в поперечном направлениях. Достоинство данного решения — возможность раннего распалубливания, при этом стойки с «падающей» головкой постоянно подпирают распалубленное перекрытие. Снятые опалубочные панели могут быть в это время смонтированы на соседней захватке на запасных опорах.

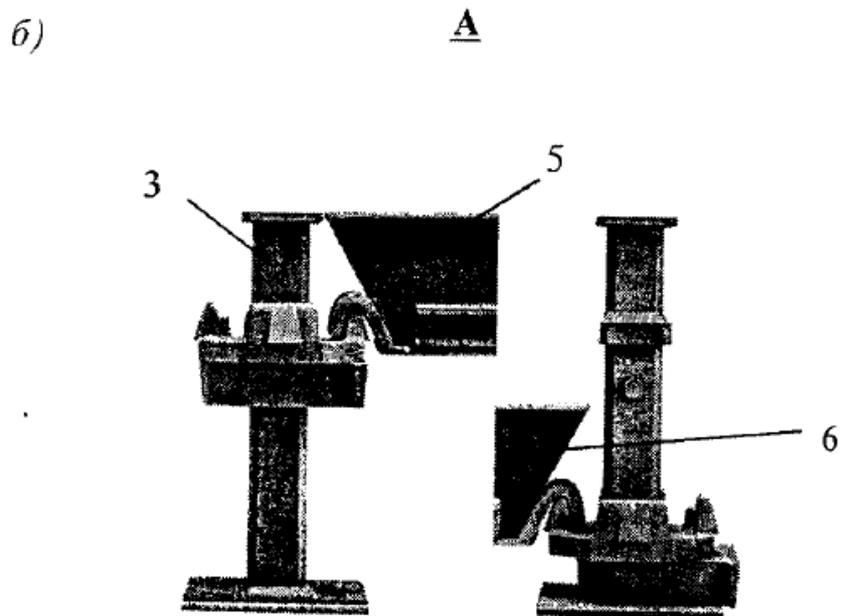
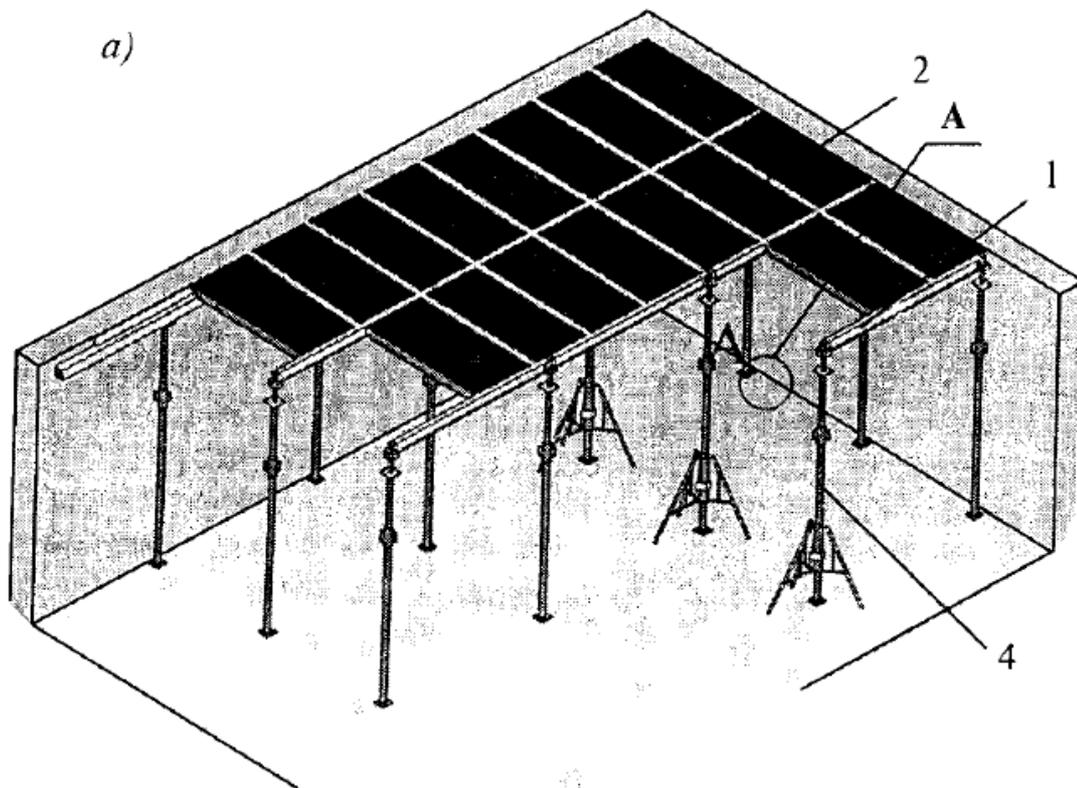


Рис. 3.2.6. Опалубка перекрытий фирмы «НОЕ» с «падающими» головками:  
 1 — несущая продольная балка; 2 — опалубочный щит; 3 — «падающая» головка; 4 —  
 опорная телескопическая стойка; 5 — продольная балка при установке опалубки; 6 —  
 продольная балка при распалубке

4. **Опалубка с балками Н20.** Широкое применение нашли деревянные балки Н20 в системе опалубок фирмы «НОЕ». Вся система состоит из деревянных балок, вилочных головок, стандартных опор и штативов и покрытия в виде щитов или листов многослойной фанеры (рис. 3.2.7). Опалубку устанавливают вручную. Она особенно подходит для закрытых помещений. Недостатком этой системы является пониженная оборачиваемость балок (до 50 оборотов) и щитов (до 20 оборотов).

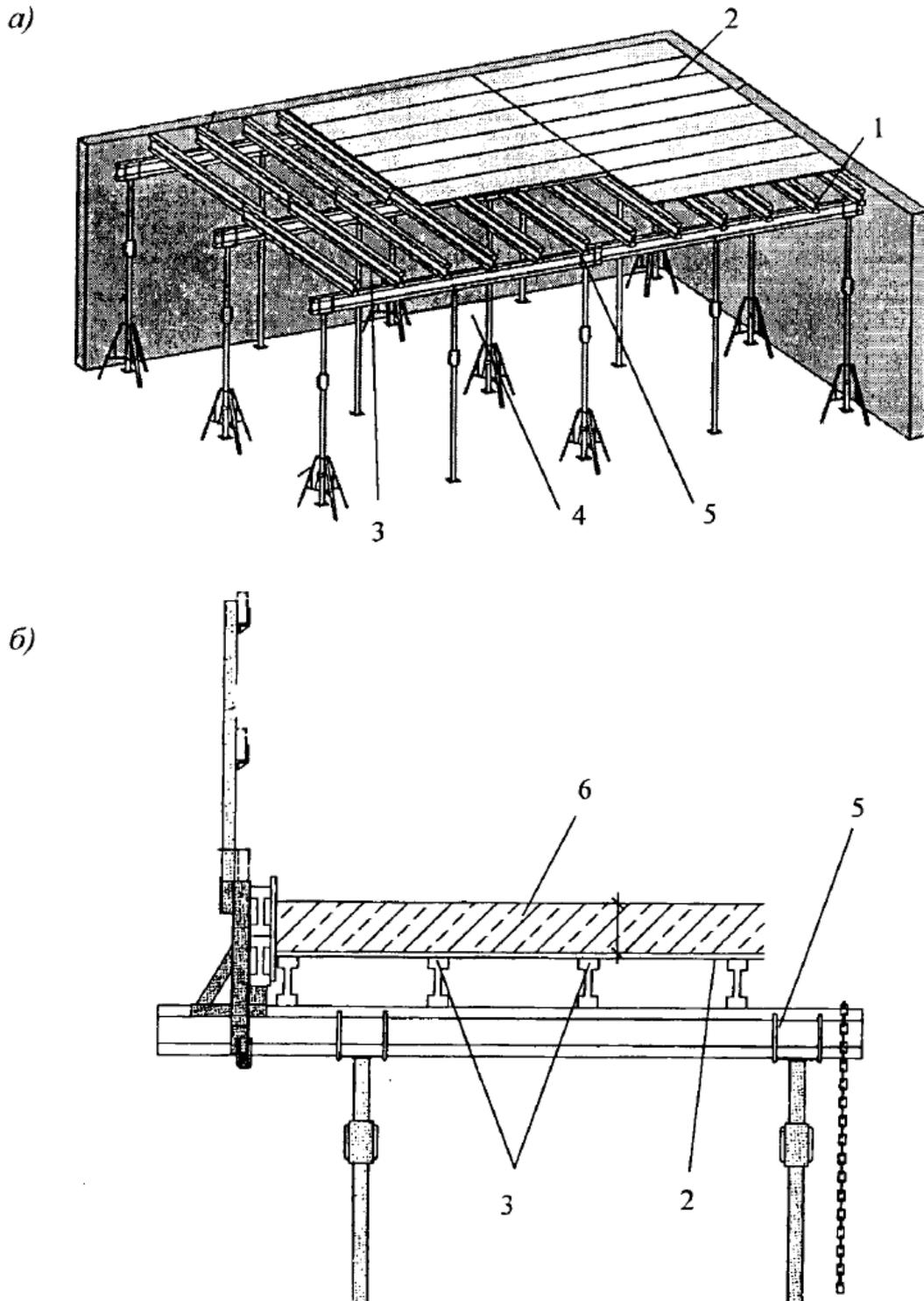
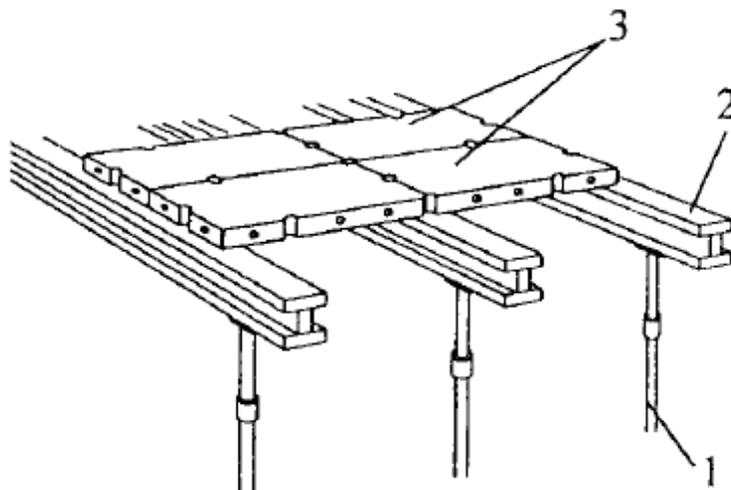


Рис. 3.2.7. Опалубка перекрытий фирмы «НОЕ» с балками Н20:  
 а — общий вид; б — крайевой узел опалубки; 1 — балка Н20; 2 — опалубочный щит из водостойкой фанеры; 3 — продольная балка Н20; 4 — опорный штатив; 5 — вилка; 6 — бетонное перекрытие (до 30 см)

**Опалубка фирмы «Далли» для перекрытий.** Конструктивное решение опалубки традиционное — раздвижные стойки, деревоклееные балки Н20, по верхним полкам которых укладывают щиты опалубки, предназначенные для стен, а также аналогичных размеров (но длиной только 132 и 88 см) специальные щиты (рис. 3.2.8). Стойки трех типоразмеров переменной длины 1,15...3; 2...3,5 и 2,3...4,1 м, балки Н20 стандартных размеров, для распалубливания на раздвижные стойки устанавливают 11-образный держатель балки с «падающей» головкой.



*Рис. 3.2.8. Опалубка перекрытий фирмы «Далли» по балкам Н20:  
1 — опорная телескопическая стойка; 2 — балка Н20;  
3 — щиты покрытия (щиты опалубки стен)*

**Опалубка перекрытий фирмы «Утинор».** Фирма «Утинор» предлагает три самостоятельных варианта опалубки для бетонирования перекрытий: несъемную опалубку из самонесущих элементов, которые при наличии временных промежуточных опор могут выдерживать не только свою массу, но и массу укладываемой бетонной смеси; мелкощитовую опалубку для бескрановой установки и формовочные столы.

Мелкощитовая опалубка содержит три основных элемента: стандартную стойку с закрепляемой сверху вильчатой головкой, металлическую профильную балку и щиты, состоящие из стальной рамы и ламинированного фанерного листа. Раздвижные стойки дают возможность использовать опалубку для помещений с высотой этажа от 2 до 5,2 м. Несущие балки длиной 1,0 и 1,6 м позволяют при необходимости наращивать их в пределах 0,6...0,9 м. Щиты имеют ширину 30 и 60 см и длину от 0,9 до 1,5 м (самый тяжелый элемент опалубки весит 26 кг). Забетонированную плиту после демонтажа щитов и балок поддерживают с помощью стандартных стоек с вильчатыми, опорными и падающими головками.

*Стандартный формовочный стол* фирмы «Утинор». Конструктивное решение стола позволяет применять его при высоте помещения от 2 до 2,5 м и при пролетах от 1,9 до 6 м. Рабочая поверхность выполнена в виде металлического листа толщиной 3 мм или крупноразмерных листов фанеры толщиной 18...21 мм. Стол состоит из раздвижных поперечных балок, установленных на продольных балках каркаса стола. Металлическое покрытие прикрепляется к раздвижным балкам через приваренные элементы жесткости, фанера — с помощью скоб и болтов с потайной головкой.

Решетчатые продольные и поперечные балки U-образной формы имеют длину от 1,2 до 5,4 м с шагом 60 см, что позволяет получать палубу с пролетом до 6 м. Опорные ноги V-образной формы крепятся болтами к нижним полкам продольных балок, а с помощью раскосов — к поперечным балкам. Каждая опорная нога оборудована винтовым рычажным домкратом с ручным управлением и ходом 690 мм и колесом диаметром 200 мм для перемещения опалубки вдоль пролета.

Сначала с помощью винтовых домкратов на опорных ногах и по уровню реперных отметок на верхней части стен выставляют стол по высоте, подгоняют боковые габаритные распалубочные рейки (обозначают по периметру помещения габарит опалубки), а затем устанавливают проеомообразователи, электрооборудование и кабельную разводку, прокладывают необходимые коммуникации и укладывают арматурные сетки.

Распалубочные рейки, устанавливают с каждой стороны стола. Они позволяют выбрать зазор, образующийся при установке между столом и примыкающими стенами, и легко опустить формовочный стол после схватывания бетона. Распалубка стола осуществляется под действием силы тяжести и исключительно за счет его опорных ног и создаваемого с их помощью при опускании на домкратах зазора между столом и низом перекрытия в 30...40 см. При раскручивании опалубки и опускании домкратов стол оказывается на встроенных колесах или шаровых опорах и его легко подкатить к краю плиты для последующего выдвижения и перестановки. Одновременно в освобожденном пролете устанавливают временные опорные стойки для поддержания еще не набравшей прочности бетонной плиты.

При бетонировании перекрытий второго этажа для извлечения столов следует использовать распалубочные площадки или консольные подмости, нагрузка от которых передается на уже успевшую набрать достаточную прочность плиту перекрытия первого этажа. Существует несколько вариантов извлечения столов краном. Стол может выкатываться на подмости, служащие продолжением плиты, а с них подниматься краном с помощью четырехветвевго стропа. Стол также может быть поднят краном и без подмостей с помощью специальной траверсы или уравнивающего устройства.

При низких (но не отрицательных) температурах для поддержания температуры бетона за счет экзотермического тепла, для ускорения его твердения рекомендуется накрывать забетонированную плиту легким теплоизоляционным материалом типа полистирола. При высокой температуре окружающего воздуха, наоборот, целесообразно осуществлять бетонирование поздно вечером, а утром полить перекрытие водой, чтобы предотвратить растрескивание бетона до момента перестановки стола.

**Опалубка перекрытия «Каплок».** Опорная система «Каплок» в настоящее время является одной из самых прочных и универсальных систем несущих конструкций. Важной особенностью системы является не целостность телескопических стоек, а их собираемость из отдельных элементов на нужную высоту.

Стойки разработаны двух разновидностей — безвтулочного и втулочного соединений (рис. 3.2.9).

Стойки в зависимости от длины имеют 2...6 чашечковых соединений, чашки приварены к стойкам через 50 см по длине. Стойки безвтулочного соединения могут применяться самостоятельно, на них могут быть закреплены винтовые домкраты. Стойки втулочного соединения применяют в сочетании со стойками безвтулочными, они имеют втулки длиной 150 мм для вертикального соединения с другими стойками. Предусмотрены отверстия для дополнительного крепления стоек между собой на запорных шплинтах или шпонках.

Каждое соединение состоит из двух чашечек, верхняя, мобильная, по форме колпака, выполнена из ковкого литья, что способствует ее сохранности и долговечности. Нижняя чашечка, фиксированная на определенной высоте (с шагом 50 см), выполнена с наружной стороны в форме пиалы, а внутри имеет четыре специальные расточки для вставки горизонтальных связей. Конструкция стоек позволяет осуществлять их взаимное наращивание на необходимую высоту. Трубы стоек из высокопрочной стали с толщиной стенки 3,2 мм позволили значительно облегчить всю систему, при этом нагрузка на одну стойку может достигать 64 кН.

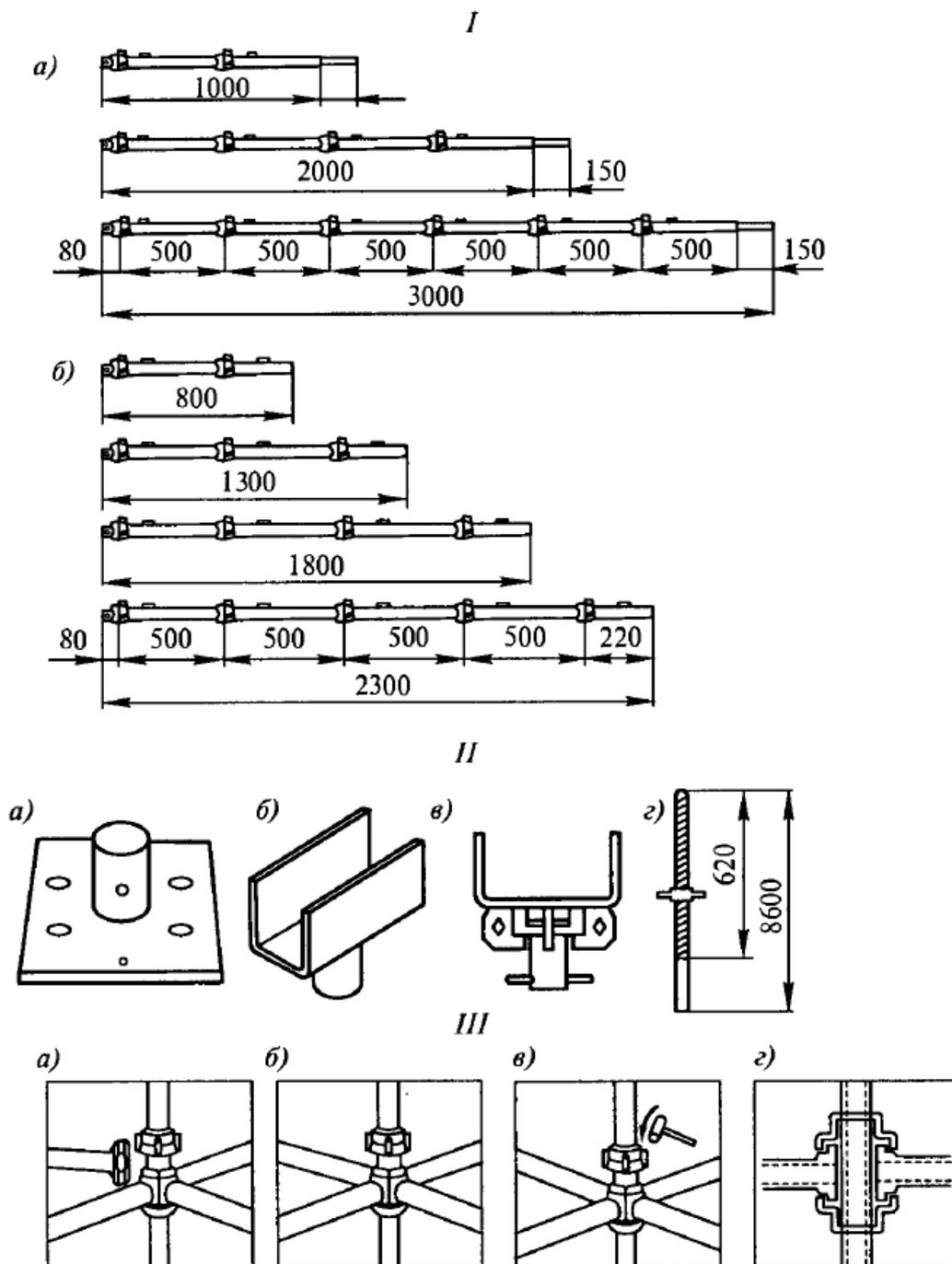


Рис. 3.2.9. Опалубка перекрытий фирмы «Каплок» — опорные стойки  
 I — номенклатура стоек: а и б — безтулочные и тулочные стойки; II — опорная система стоек: а — башмак, или верхняя головка; б — фиксирующая верхняя вилка; в — то же, качающаяся вилка; г — универсальный винтовой домкрат; III — последовательность соединения элементов в узле: а — установка концевика горизонтали в чашечку; б — надевание и завинчивание верхней чашечки; в — силовой элемент завинчивания; г — жесткое соединение четырех элементов на стойке

В комплект стоек входит опора, имеющая приваренную трубку высотой 110 мм. Опора может быть использована в нижней части стойки как основание (пята) и в верхней части — как головка. Для верхней части стоек применяют фиксированные вилки из дерева, стали или алюминия для установки балок вплотную друг к другу (при ширине вилки 150 мм) или с угловым смещением (при ширине вилки 200 мм). Нашли применение «падающая» головка и качающаяся вилка, применяемые, когда стойки имеют перелом в одном или двух

направлениях. Важной составляющей частью является универсальный винтовой домкрат, его использование возможно в верхней и нижней частях стоек. Имеются две разновидности винтовых домкратов с муфтой — при длине элемента 400 мм его нарезка составляет 250 мм, при длине элемента 860 мм нарезка возрастает до 620 мм. Домкраты предназначены для точной регулировки опорной системы, используются в соединении с вилкой или пятой, закрепляются в полости чашечного стыка. Они рассчитаны на определенную нагрузку при установке необходимых горизонтальных и диагональных связей.

Горизонтальные связи имеют длину 600, 900... 1300 (с шагом 100 мм), 1600, 1800 и 2500 мм. Эти связи позволяют устанавливать стойки на расстоянии от 60 до 250 см в соответствии с требованием проекта, они могут располагаться на разных уровнях по высоте, обеспечивая пространственную жесткость всей опорной системе. Горизонтали и стойки, при необходимости, могут быть использованы как строительные леса быстрого соединения и разъединения. Каждая горизонталь имеет на концах кованую насадку (концевик) большой прочности и специальной конструкции, которая жестко входит в специальную расточку нижних чашечек стоек.

Система «Каплок», имея оригинальное соединение элементов, обеспечивает быструю сборку каркаса в узлах. Способ узловой сборки горизонтальных элементов основан на предварительной установке их на опоры в нижних чашечках стоек, таких элементов может быть четыре. На установленные в стыке концевики горизонтальных связей опускают верхнюю чашечку, при этом она жестко захватывает эти концевики и закрепляется одним ударом молотка, образуя жесткое соединение. Такой стык горизонтальных элементов на одном уровне является удобным, упрощается комплектная сборка, уменьшаются напряжения в узле. Достоинство опорной системы также в том, что она решена без болтов, клиньев, гаек.

Несущие алюминиевые балки каркаса (рис. 3.2.10, табл. 3.2.1) имеют три разновидности в зависимости от несущей нагрузки и перекрываемого пролета.

Таблица 3.2.1. - Балки каркаса системы «Каплок»

| Балка S150 |            |           |            | Балка T150 |            |           |            | Балка T225 |            |           |            |
|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|-----------|------------|------------|------------|-----------|------------|
| Дли-на, м  | Мас-са, кг | Дли-на, м | Мас-са, кг | Дли-на, м  | Мас-са, кг | Дли-на, м | Мас-са, кг | Дли-на, м  | Мас-са, кг | Дли-на, м | Мас-са, кг |
| 1,2        | 4,8        | 5,1       | 20,4       | 1,3        | 7,5        | 4,2       | 24,4       | 1,8        | 16,1       | 5,4       | 48,2       |
| 1,8        | 7,2        | 5,7       | 22,8       | 1,8        | 10,4       | 4,8       | 27,8       | 2,4        | 21,4       | 6,0       | 53,5       |
| 2,7        | 10,8       | 6,4       | 25,6       | 2,5        | 14,6       | 5,4       | 31,4       | 3,0        | 26,8       | 7,2       | 64,2       |
| 3,6        | 14,4       | 7,2       | 28,8       | 3,6        | 20,9       | 6,4       | 37,2       | 4,2        | 37,5       | 7,5       | 66,9       |
| 4,2        | 16,8       | —         | —          | 3,9        | 22,7       | 7,2       | 41,8       | —          | —          | —         | —          |

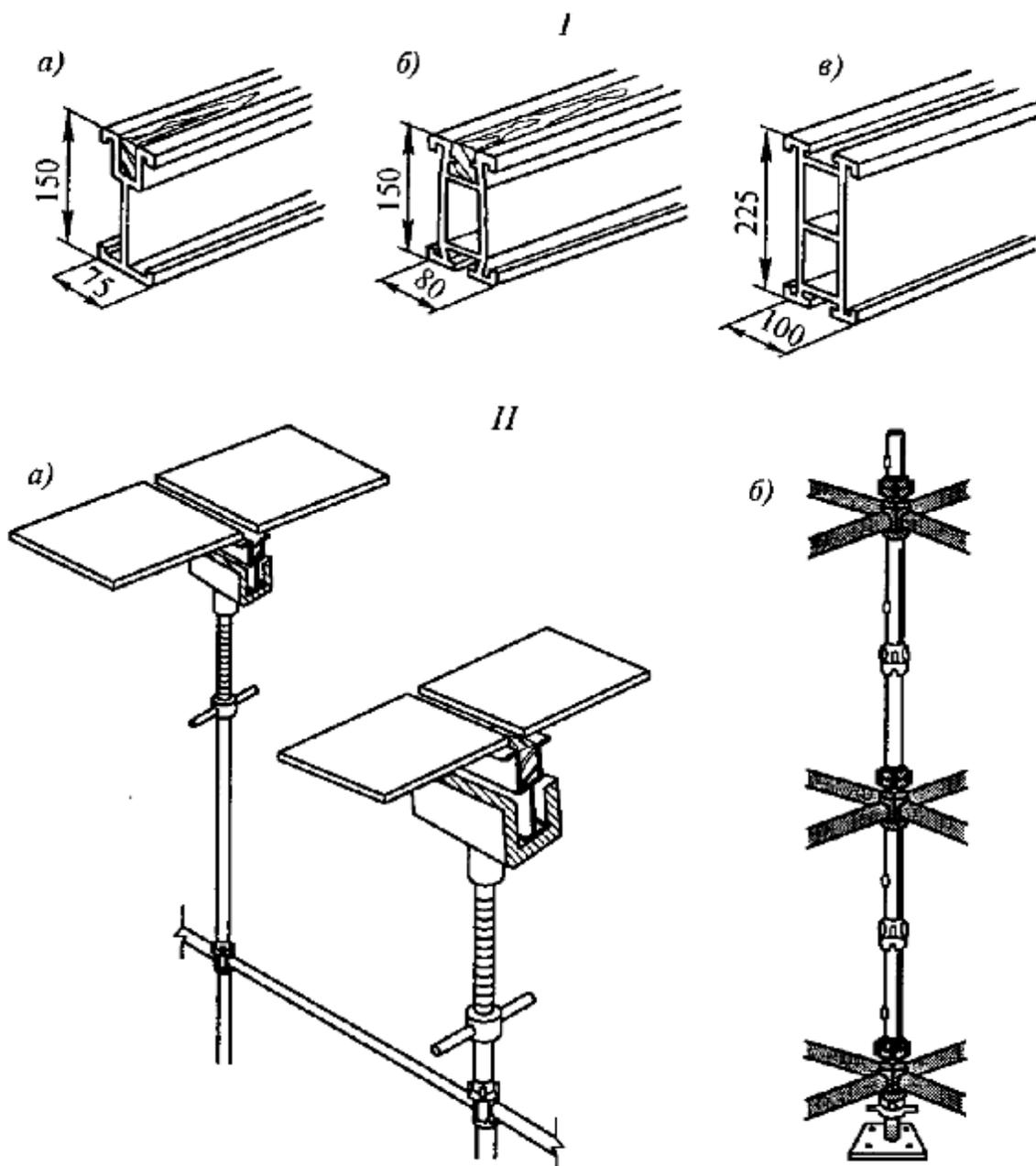


Рис. 3.2.10. Несущие конструкции опалубки фирмы «Каплок»:  
 I — конструкции прогонов при нагрузке: а — до 7 т; б — до 13 т; в — до 29 т; II: а — опалубка в сборе; б — использование стоек опалубки в качестве лесов

Варианты раскрепления лесов, установки несущих и второстепенных балок опалубки перекрытия приведены на рис. 22.20, II. Важным достоинством опорно-опалубочной системы являются простота конструктивного решения и возможность быстрой сборки и разборки. Диапазон работы установленного домкрата составляет 620 мм (в других опалубочных системах — 100...200 мм), расстояние между опорными стойками может изменяться в значительных пределах. Система рассчитана на бескрановую сборку всего каркаса, удобны и технологичны несущие алюминиевые балки со вставками из дерева, позволяющие иметь расстояние между колоннами каркаса до 7,5 м при массе несущей балки опалубки 67 кг. Наличие деревянных вставок в балках обеспечивает надежное крепление палубы из фанерных листов и опалубочных щитов разных конструкций.

Для предварительного сравнения различных опалубочных систем на рис. 3.2.11. приведено распределение удельных трудозатрат на устройство опалубки перекрытий.

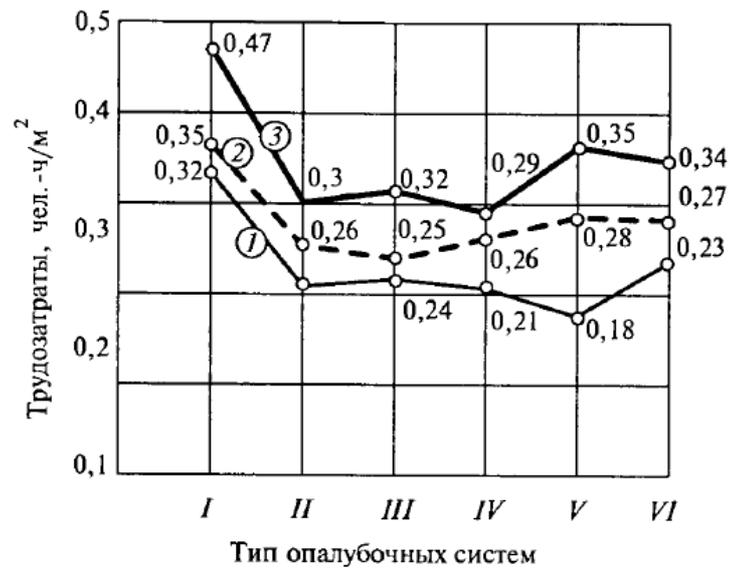


Рис. 3.2.11. Трудозатраты на устройство опалубки монолитных перекрытий для зданий прямоугольных в плане (1); трапециевидного (2) и сложного (3) очертаний: I — конструкции ЦНИИОМТП; II — фирмы «Мове»; III — фирмы «Утинор»; IV — «Алума-Системс»; V — несъемная опалубка из тонких железобетонных плит; VI — то же, из стального профнастила

## 4. ВОЗВЕДЕНИЕ ЗДАНИЙ В ГОРИЗОНТАЛЬНО ПЕРЕМЕЩАЕМЫХ ОПАЛУБКАХ

### 4.1. Катучая опалубка

Катучая — горизонтально перемещаемая опалубка периодически передвигается в горизонтальном направлении по мере приобретения бетоном достаточной прочности. Ее применяют для бетонирования линейно протяженных сооружений, *возводимых открытым способом*, имеющих постоянное поперечное сечение и типовые повторяющиеся элементы ячейки: подпорные стенки, туннели и коллекторы для подземных сооружений и коммуникаций. В зависимости от типа и объемно-планировочного решения сооружения катучая опалубка может иметь свои технологические особенности, но в целом основное конструктивное решение не меняется.

Главный смысл данной опалубки заключается в непрерывности бетонирования (допустимы незначительные перерывы). Возможны два варианта технологии: *непрерывное скольжение* опалубочных щитов по поверхности возводимой конструкции и *последовательная перестановка* щитов с предварительным их отрывом от бетона на предыдущей захватке.

Современные типы опалубок позволяют перемещать опалубочные щиты вдоль оси бетонируемой конструкции, поднимать их по вертикали для поярусного бетонирования, регулировать уклон бетонируемых поверхностей.

Катучая опалубка для бетонирования линейно-протяженного сооружения (коллектора) состоит из внутренней и наружной частей (рис. 4.1). Нижняя внутренняя часть опалубки, смонтированная на рельсовом пути, состоит из тележки с закрепленными на ней подъемными устройствами — домкратами двух типов (подъемно-опускными опорами), которые несут инвентарную опалубку.

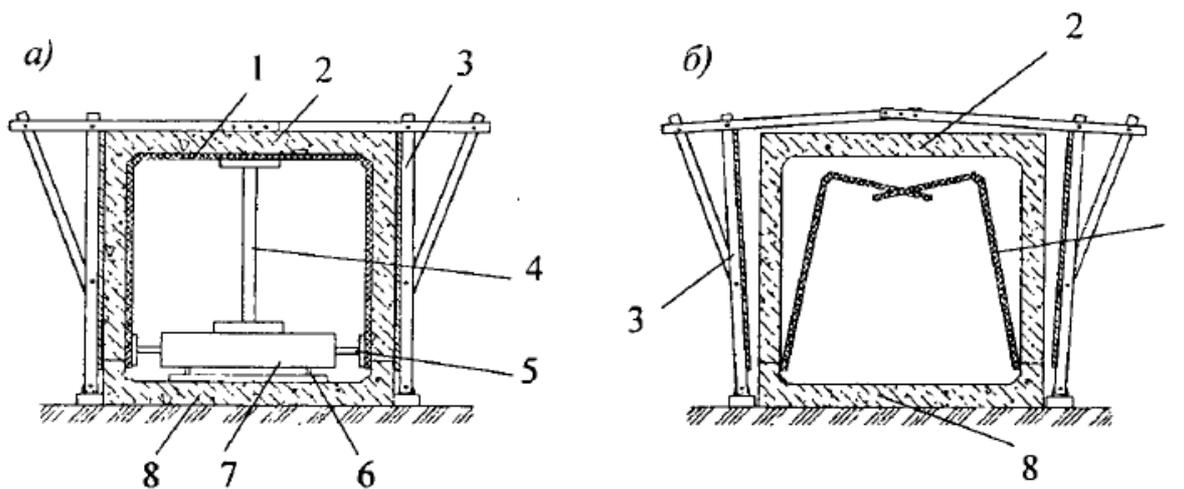


Рис. 4.1. Катучая опалубка для бетонирования подземных коллекторов:  
а — установка опалубки; б — распалубливание; 1 — внутренняя опалубка; 2 — бетонируемый коллектор; 3 — наружная опалубка; 4 — центральная стойка; 5 — домкрат; 6 — катки; 7 — тележка; 8 — днище коллектора

На перемещаемой тележке имеются горизонтальные домкраты, позволяющие установить в проектное положение внутренние боковые щиты опалубки. На тележке установлены также центральные стойки с винтовыми домкратами, позволяющими перемещать опалубку в вертикальной плоскости.

Верхний щит составной, он шарнирно закреплен на стойке. Вертикальные щиты соединены с горизонтальными также на шарнирах. Верхние щиты устанавливают в рабочее положение и распалубливают вращением домкратов, расположенных на стойках.

Наружная опалубка состоит из двух боковых рам, соединенных шарнирно; они могут поворачиваться при установке в рабочее положение и при распалубливании. Наружную опалубку переставляют краном, внутреннюю на тележке перемещают по рельсам (каткам) с помощью лебедок после распалубливания.

Для перемещения опалубка снабжена *катками* или *тележками*, передвигающимися по направляющим или рельсам, и для транспортирования — *лебедкой* или *приводом*.

После укладки и твердения бетона осуществляют отрыв от него опалубочных щитов с приведением их в транспортное положение. Затем опалубку по направляющим перемещают вдоль возводимого сооружения на новую стоянку. При распалубке внутренний горизонтальный щит как бы переламывается и при опускании вниз тянет за собой вертикальные щиты; они также отрываются от бетона и поворачиваются.

Катучая опалубка коллекторов и туннелей может быть прямоугольного и криволинейного сечений. Опалубка позволяет бетонировать сооружения шириной 2100...2800 мм с модулем 100 мм и высотой 1800...2200 мм. Изменение высоты достигается за счет телескопических боковых несущих стоек. Ширина же изменяется путем раздвижки боковых поверхностей относительно нижнего ригеля с центральной стойкой. Эта стойка, оснащенная винтовым домкратом, позволяет осуществить распалубку внутренней опалубки и установку ее снова в рабочее положение.

Разновидности катучей опалубки применимы для бетонирования сводов-оболочек и оболочек двойной кривизны. Бетонируемые пролеты могут достигать 12... 18 м, а высота сооружения от уровня пола до низа перекрытия — 5...7 м.

Звено инвентарной опалубки имеет длину 6 м, в зависимости от требуемого ритма работ по длине захватки одновременно могут находиться в работе 2...3 и более звеньев опалубки.

Существует разновидность катучей опалубки, предназначенной для бетонирования высоких и протяженных стен, в частности подпорных стенок (рис. 4.2).

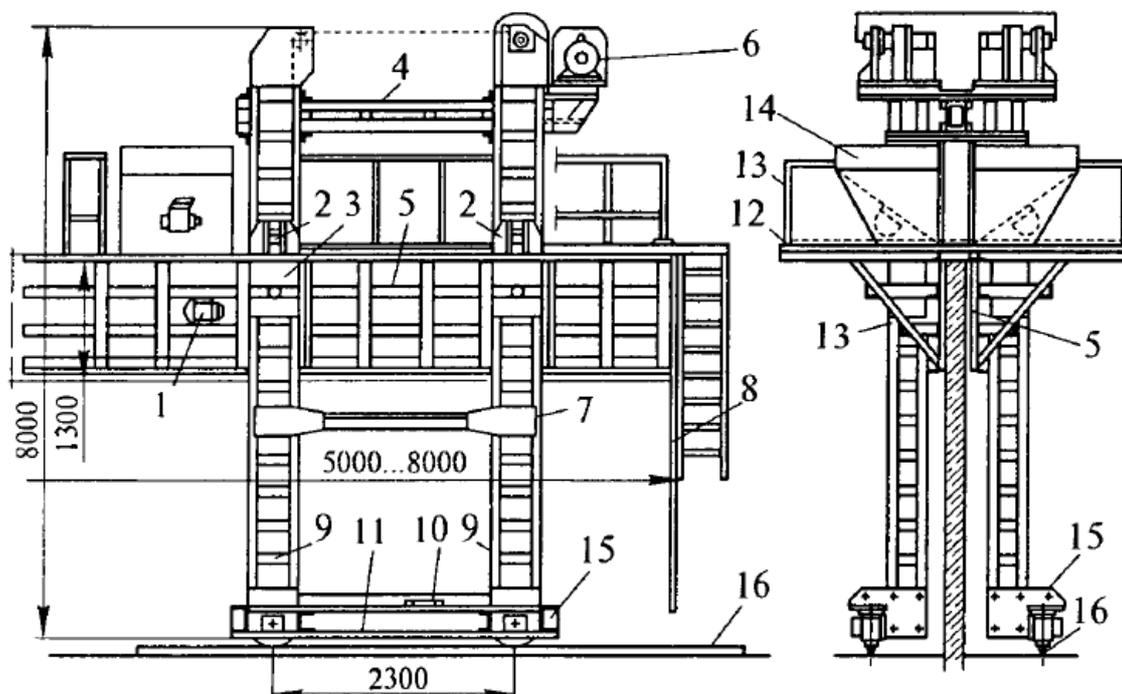


Рис. 4.2. Катучая опалубка для бетонирования стен:

1 — вибратор; 2 — фиксаторы; 3 — ползуны; 4 — соединительная балка; 5 — щит опалубки; 6 — лебедка подъема щитов; 7 — монтажное устройство; 8 — лестница; 9 — стойка катучей опалубки; 10 — электрический привод; 11 — тележка; 12 — рабочий настил; 13 — ограждение настила; 14 — бункер для бетонной смеси с вибратором; 15 — тележка для горизонтального перемещения; 16 — рельсовый путь

Щиты опалубки могут иметь длину до 8 м, они закреплены на перемещающемся портале. Портал позволяет иметь разную толщину стен — до 800 мм. Щиты можно перемещать вверх по направляющим портала для перестановки на следующий ярус бетонирования. Щиты опалубки отрывают от бетона и перемещают горизонтально с помощью домкратов, а поднимают и опускают с помощью тросов.

#### 4.2. Объемно-переставная опалубка

Объемно-переставную опалубку применяют для одновременного бетонирования внутренних поперечных стен и междуэтажных перекрытий многоэтажных жилых и административных зданий. Объемно-переставная опалубка представляет собой крупноразмерный опалубочный блок, *включающий опалубку стен и перекрытий*, который монтируют и переставляют с помощью монтажного крана.

Эту опалубку выполняют в виде пространственных секций П- и Г-образной формы. Она состоит из двух боковых (стеновых) и потолочной опалубочных панелей, шарнирно сочлененных между собой, поддерживающих устройств и приспособлений для закрепления в проектном положении и распалубки.

Секции при соединении образуют «туннели» — опалубки на квартиру или на всю ширину здания. Секции опалубки могут иметь переменную ширину в зависимости от принятого шага стен и различную длину. П- и Г-образные секции опалубки устанавливают на перекрытии ранее забетонированного этажа, выверяют и закрепляют между собой в продольном и поперечном направлениях.

Общие конструктивные признаки опалубки:

- наличие системы механических домкратов для выверки и установки в проектное положение;
- катучие опоры для перемещения секций опалубки при монтаже и демонтаже;
- система раскосов для обеспечения необходимой пространственной жесткости.

В России объемно-переставную П-образную опалубку выпускают в виде секций шириной 1,2; 1,5; 1,8 м (модуль 300 мм), при пролетах 2,4...6,3 м и шаге 0,3 м. Опалубку применяют для этажей высотой 2,8; 3,0 и 3,3 при толщине перекрытий не более 16 см. Ее собирают из Г-образных элементов, объединяемых верхним шарниром, используя системы подкосов и стоек. В комплект опалубки входят щиты торцевых наружных стен, лифтовых шахт, секции для коридоров, подмости.

Опалубочный блок из готовых П-образных секций собирают на всю ширину здания. Секции опалубки устанавливают на путь из швеллеров, по которым их можно перемещать вдоль или поперек здания в зависимости от его конструктивного решения. Пути прокладывают вдоль бетонируемых стен. Боковые панели служат внутренней опалубкой монолитных стен, а верхние — опалубкой перекрытия. Собранный секцию опалубки краном устанавливают в проектное положение. Для установки (и для распалубки) в рабочее положение нижняя часть секции оборудована четырьмя катками (шаровыми опорами) для передвижения по перекрытию и четырьмя винтовыми домкратами (по два с каждой стороны), которые располагаются выше опор и с помощью которых секцию можно поднимать при установке в рабочее положение и опускать при распалубке.

При бетонировании предыдущего этажа одновременно или с небольшим разрывом во времени бетонируют и цоколи стен следующего этажа высотой 15...20 см и выпуском арматуры на 30...40 см для сопряжения с арматурными каркасами стен. После распалубки этих цоколей тщательно проверяют их положение в плане и толщину, контролируют отметки перекрытия, соосность стен, определяют и закрепляют рисками места установки щитов опалубки стен.

На новом рабочем горизонте осуществляют разбивку осей стен, разметку мест установки секций опалубки, при необходимости — устройство маяков стен.

Перед установкой опалубку очищают, смазывают, проверяют состояние замковых соединений, струбцин, опор и домкратов. Опалубку подают краном и устанавливают в соответствии с разбивочными рисками (рис. 4.3).

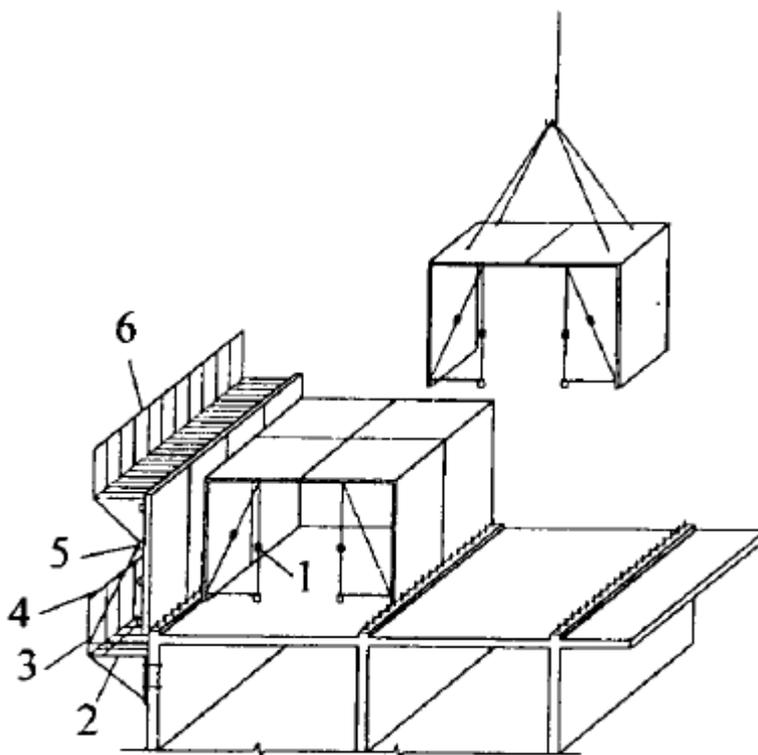


Рис. 4.3. Схема установки щитов объемно-переставной опалубки:

1 — механические домкраты; 2 — консольные подмости; 3 — телескопические наклонные стойки для крепления щитов; 4, 6 — ограждения; 5 — торцевой щит опалубки

Домкратами выверяют горизонтальность верхней палубы, а струбцинами добиваются контакта с цоколем и вертикальности боковых панелей. Затем по длине туннеля устанавливают рядом соседнюю секцию, между элементами укладывают специальные прокладки для максимально плотного соединения элементов и осуществляют дополнительное натяжение с помощью замковых соединений.

После устройства туннеля на всю длину приступают к установке пространственных каркасов армирования стен на высоту этажа (обычно длиной до 6 м). Каркасы подают краном и соединяют с выпусками арматуры нижележащего этажа. Затем устанавливают торцевой боковой щит и, если это положено по проекту, устанавливают торцевой наружный щит на специальные консольные подмости и крепят его с помощью телескопических наклонных стоек, жестко прижимают нижним торцом к ранее забетонированной конструкции стен предыдущего этажа. Это обеспечивает неизменяемое геометрическое положение торцевых наружных щитов. Для образования оконных и дверных проемов на опалубке закрепляют специальные вставки, которые также могут быть использованы как опалубка торцевых стен. На поверхность туннеля укладывают арматурные каркасы перекрытия, которые связывают с ранее установленными каркасами стен.

Бетонную смесь укладывают между туннелями опалубки для бетонирования и образования стен здания, а также на сами секции, осуществляя бетонирование перекрытий. После того как бетон наберет распалубочную прочность, опалубку распалубливают, не разбирая ее на составные элементы. При распалубливании секции опалубки как бы сжимаются, для чего сдвигают внутрь забетонированного туннеля внутренние боковые щиты опалубки (или щиты стен), благодаря этому легко отрывается и перемещается вниз горизонтальный щит перекрытия. Для извлечения опалубки из забетонированной секции элементы верхней панели опускают с помощью домкратов, а боковые панели отодвигают от

стен. Затем опалубку на катках выдвигают по инвентарным путям, уложенным по перекрытию, на соседнюю позицию или на специальные подмости, которые устраивают с продольной открытой стороны здания, откуда закрепленную секцию переставляют краном на новую позицию.

Объемно-переставную или горизонтально перемещаемую опалубку применяют преимущественно при строительстве зданий с поперечными несущими стенами и открытыми фасадами, необходимыми для извлечения опалубки, что накладывает определенные технологические ограничения (необходимо оставлять проемы или открытые фасады для извлечения крупных секций опалубки). Эти открытые поверхности затем закрывают сборными стеновыми панелями, кирпичной кладкой и т. д.

Применение трансформируемой объемно-переставной опалубки для разных пролетов, толщины стен, при необходимости, и высоты этажей позволяет получать разнообразные объемно-планировочные решения зданий. Объемно-переставная опалубка, по сравнению с крупнощитовой, имеет относительно сложную конструкцию и большую стоимость. Поэтому ее целесообразно использовать для возведения большой серии монолитных зданий в одном районе и с высоким темпом оборачиваемости опалубки.

Конструктивно опалубка может иметь самое разнообразное решение. Принципиальной является возможность значительного отклонения боковых щитов от вертикали, они могут смещаться к центру при распалубке и, наоборот, возвращаться в вертикальное положение при установке опалубки в рабочее состояние. Горизонтальный щит также может иметь различное конструктивное решение, но главное требование к нему — легкость установки и распалубки. Отрыв щита от бетона происходит при одновременном действии трех факторов: опускание боковых щитов на несколько сантиметров с помощью домкратов, отклонение боковых щитов от вертикали (что снижает их высоту по вертикали) и отрыв горизонтальных щитов в центре пролета с помощью домкратов.

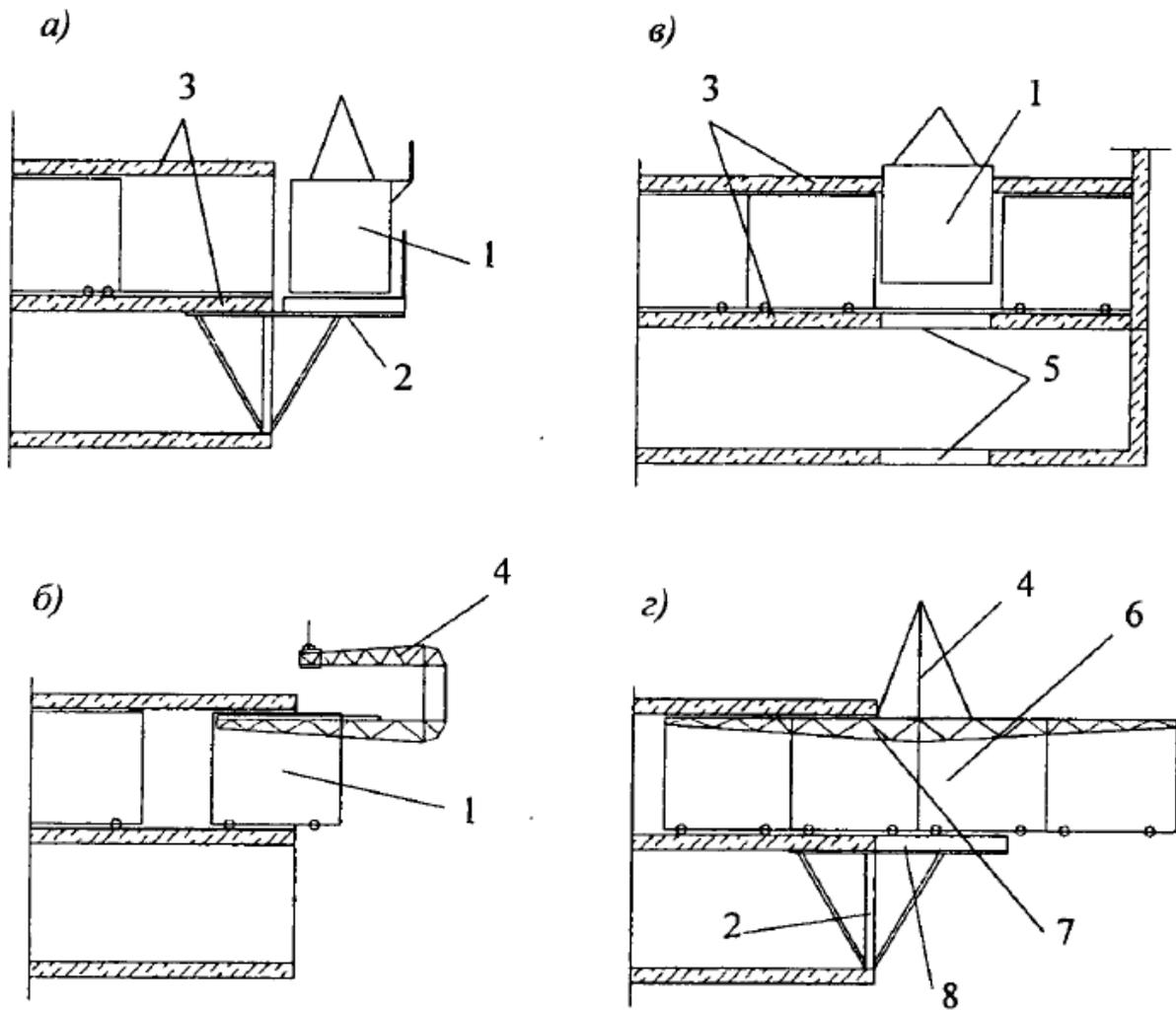
В зависимости от применяемой технологии и наличия соответствующих приспособлений используют несколько схем демонтажа объемно-переставной опалубки.

Демонтаж опалубки может быть осуществлен (рис. 4.4):

- мелкими П-образными секциями длиной 1,2... 1,8 м путем их выкатки на выносные подмости и подъема с них краном;
- мелкими секциями путем их выкатки на обрез наружной стены и перестановки краном с помощью траверсы «утиный нос»;
- мелкими секциями через специально оставленные при бетонировании проемы в перекрытиях;
- крупными Г- и П-образными блоками длиной в 3...5 элементов при использовании выносных подмостей и траверсы в виде распределительной фермы при одновременной подвеске блока на крюке крана с помощью траверсы и постепенном выкатывании его из забетонированного пространства.

Применение выносных подмостей повышает затраты труда, поэтому рациональнее использовать извлечение опалубки крупными секциями и их перестановку с помощью специальных траверс.

При демонтаже опалубки мелкими секциями первоначально их отсоединяют в замках. С помощью домкратов и струбцин отжимают опалубку крайней секции от забетонированной конструкции, щиты этой опалубки отрывают от бетонных поверхностей. Всю эту секцию опускают на катки. Затем секцию выкатывают на площадку выносных подмостей, стропуют и перемещают краном на участок, подготовленный к монтажу опалубки. Далее те же операции повторяют со следующими секциями поочередно, осуществляя отрыв их от забетонированных поверхностей с помощью гидравлических или винтовых домкратов. Более эффективно использовать специальную траверсу, которая захватывает секцию без предварительного выкатывания на выносные подмости. В результате снижаются трудозатраты на монтаж и демонтаж опалубки.



*Рис. 4.4. Схема демонтажа объемно-переставной и туннельной опалубки:  
 а — мелкими секциями с помощью выносных подмостей; б — с помощью траверсы «утиный нос»; в — через проемы в перекрытиях; г — крупными блоками с помощью распределительной фермы и подмостей с откидным ограждением; 1 — секция опалубки; 2 — выносные подмости; 3 — перекрытие; 4 — траверса; 5 — проемы в перекрытии; 6 — крупногабаритный блок; 7 — траверса — распределительная ферма; 8 — откидное ограждение*

Для демонтажа опалубки можно использовать специальные проемы в перекрытиях (например, проемы лифтовых шахт или специально временно оставляемые проемы). Демонтаж также ведут отдельными секциями в той же очередности. Секции выкатывают в проем и поднимают краном с последующей установкой на новое место.

Возможно применение схемы демонтажа сразу всего блока опалубки. Для этого необходима траверса специальной конструкции, блок опалубки должен иметь тележки для выкатывания. По мере выдвигания опалубочного блока устанавливают по центру пролета временные телескопические стойки с фиксирующими домкратами.

Использование объемно-переставной опалубки позволяет добиться снижения трудоемкости опалубочных работ и делает процесс возведения монолитных конструкций здания наиболее индустриальным.

### **4.3. Туннельная опалубка**

Опалубку используют для отделки туннелей и коллекторов, бетонирования конструкций жилых и общественных зданий, *возводимых закрытым способом*.

Туннельная опалубка конструктивно мало отличается от горизонтально перемещаемой. Она включает в себя щиты — панели, прикрепленные к каркасу, который снабжен фиксирующими и распалубочными устройствами и механизмом для горизонтального перемещения опалубки по направляющим.

Туннельная опалубка применима и для возведения зданий, когда целесообразна продольная схема перемещения опалубки (больницы, дома отдыха, гостиницы). В этом случае возведение всех элементов этажа, включая и наружные стены, становится непрерывным. Для внутренних стен при перемещении опалубки оставляют поперечные щели, после установки инвентарной крупнощитовой опалубки через эти щели будет осуществлено бетонирование.

При наличии свободных блоков туннельной опалубки возможно применение ступенчатого бетонирования. В этом случае особенность технологии работ заключается в том, что одновременно возводятся ячейки здания на нескольких этажах со смещением фронта работ на одну ячейку относительно соседнего этажа. Внутренние стены будут возводиться позже, после перемещения опалубки в очередную ячейку с использованием инвентарной мелко- или крупнощитовой опалубки.

При возведении зданий с использованием горизонтально извлекаемых опалубок появляются дополнительные трудозатраты за счет создания специальных площадок для извлечения и временного размещения до перестановки на новое место опалубочных блоков.

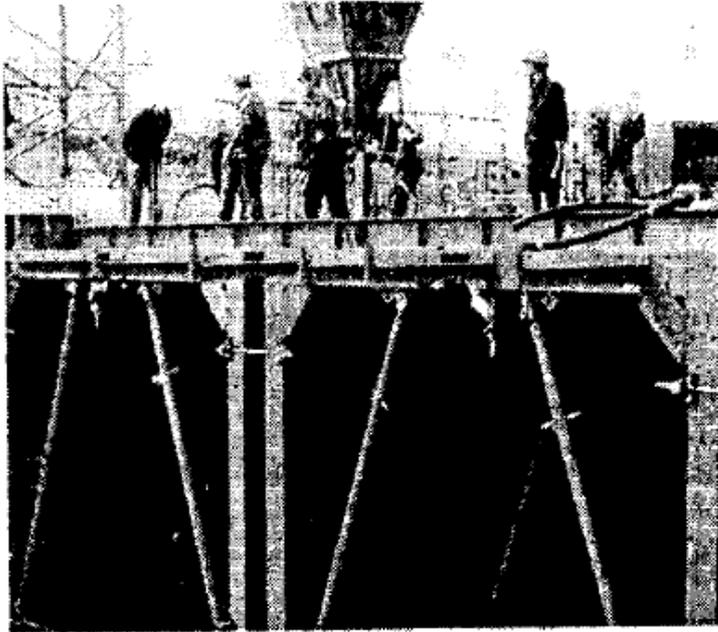
#### **4.3.1. Многоцелевая объемная опалубка фирмы «НОЕ»**

Туннельная опалубка фирмы «НОЕ» представляет собой объемную опалубку, которая может быть использована как в комплекте, так и отдельными частями для одновременного возведения стен и перекрытий здания (рис. 4.5). Опалубка, как правило, со стальным покрытием состоит из стандартных элементов длиной 2,5 и 1,25 м и имеет модульную ширину 0,3 м, благодаря чему возможно бетонирование сооружений различных размеров по длине, ширине и высоте. Вследствие высокой точности изготовления элементов опалубки обеспечивается плотное примыкание элементов друг к другу, достигается гладкая и ровная поверхность бетона.

Имеющиеся механизмы позволяют качественно устанавливать и переставлять опалубку на новое место в короткие сроки. Сокращение сроков выдерживания бетона и досрочное распалубивание может быть обеспечено при дополнительном прогреве бетона.

Наличие широкого спектра доборных элементов для палубы перекрытия и стен позволяет использовать опалубку при ширине пролета от 1 до 7 м и по высоте до 7,5 м со вставками по 0,5 м. Имеющиеся откидные заглушки на опалубке перекрытий позволяют подгонять ее без переделки под изменившиеся размеры помещения по ширине.

a)



б)

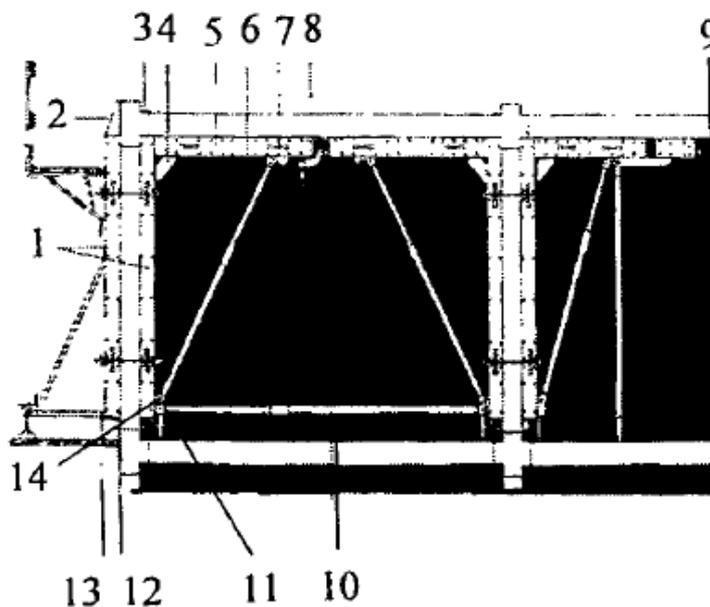


Рис. 4.5. Туннельная опалубка фирмы «НОЕ»:

а — общий вид; б — конструктивное решение; 1 — щиты опалубки стен; 2 — щит перекрытия; 3 — соединительный элемент Г-образных элементов туннеля; 4 — нижняя опора; 5 — верхняя опора; 6 — диагональная распорка; 7 — потолочная опорная консоль; 8 — опорный уголок; 9 — элемент выверки полутуннеля по высоте; 10 — колесики для передвижения туннеля; 11 — горизонтальный соединительный элемент туннеля; 12 — ходовая часть; 13 — рабочие подмости; 14 — цоколь для установки опалубки на новом ярусе

### 4.3.2. Туннельная опалубка фирмы «УТИНОР»

Туннельная опалубка позволяет одновременно бетонировать стены и перекрытия, что существенно повышает монолитность, целостность и надежность конструкции. Опалубка состоит из нескольких элементов длиной 2,5 м, называемых *секциями*. Секция имеет прямоугольное сечение и состоит из двух вертикальных щитов высотой, равной высоте бетонлируемой стены, и одного горизонтального щита, ширина которого соответствует ширине перекрытия. Каждая секция может быть разъединена на две полусекции с соединительным швом вдоль оси горизонтального щита. Этот туннель называют двухсекционным; если туннель изготовлен или используется в собранном виде, его называют односекционным.

Двухсекционный туннель создан на базе стандартной щитовой опалубки «Утинор» (рис. 4.6).

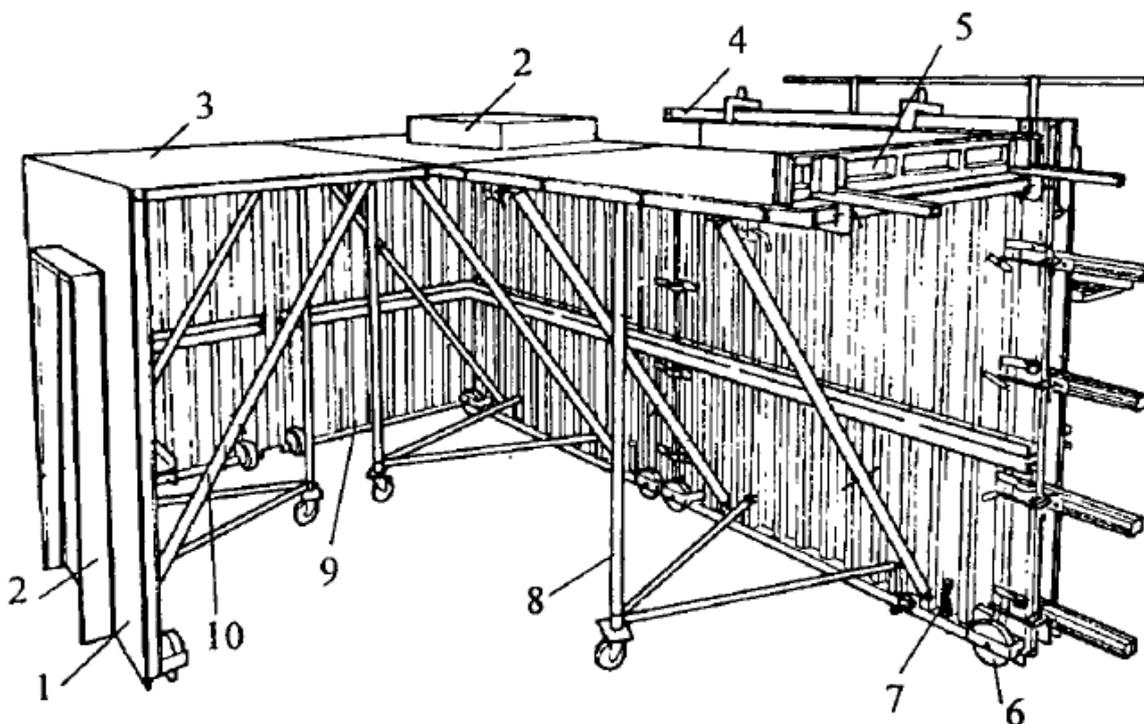


Рис. 4.6. Туннельная опалубка фирмы «Утинор»:

1 — вертикальная панель; 2 — проеомообразователи с магнитными защелками; 3 — горизонтальная панель; 4 — опалубка для бетонирования цоколя; 5 — торец ограждающей стенки опалубки; 6 — роликовое колесо; 7 — регулировочный домкрат; 8 — центральная опорная стойка; 9 — задняя панель; 10 — подкос

Вертикальные панели имеют ту же конструкцию, что и стеновая опалубка со стальным листом толщиной 3 мм. Каждая стандартная панель длиной 1,25 и 2,5 м оснащена двумя винтовыми домкратами для выставления уровня по высоте и двумя роликовыми колесами. Отдельные туннели могут соединяться вместе в один элемент длиной от 3,75 до 12,5 м, при этом распалубливание будет осуществляться уже этими крупными модулями. Вертикальная панель не имеет фермы для восприятия давления бетонной смеси, поэтому в туннеле на трех уровнях с шагом 1,25 м предусмотрено крепление с помощью винтовых стяжек.

В вертикальных панелях соседних туннелей, устанавливаемых «лицом к лицу», предусмотрено отверстие для стягивания щитов третьей соединительной винтовой стяжкой (кроме двух в верхней и нижней частях щитов). Стандартная высота туннеля равна 2,43 м, что соответствует по высоте бетонирования стеновому щиту высотой 2,52 м.

Горизонтальная панель, изготовленная из металлического листа толщиной 3 мм, усилена элементами жесткости. Две вертикальные и горизонтальная панели соединены между собой путем сочленения в паз и стягивания болтами. Соединительный замок

представляет собой штампованную стальную пластину с двумя просверленными рядами отверстий (один имеет боковой разрыв). Пластина, прижатая зацепными болтами двух полутуннелей, обеспечивает их соединение в один туннель, гарантируя при этом распалубочный зазор и правильную стыковку обоих элементов туннеля.

Раздвижные подкосы регулируются по высоте с помощью винтовых стяжек с переставными пальцами, что позволяет выставить панели под прямым углом и отрегулировать стрелу выпуклости. Каждая полусекция оборудована костылем с роликовым колесом, который вместе с нижней шарнирной тягой и роликовыми колесами вертикальных щитов образует распалубочную выкатную тележку и одновременно служит стойкой-подпоркой плиты в момент распалубки первой туннельной полусекции (рис. 4.7). В процессе установки опалубки и при бетонировании этот костыль, закрепленный шарнирно, отводят в сторону вертикальной панели опалубки.

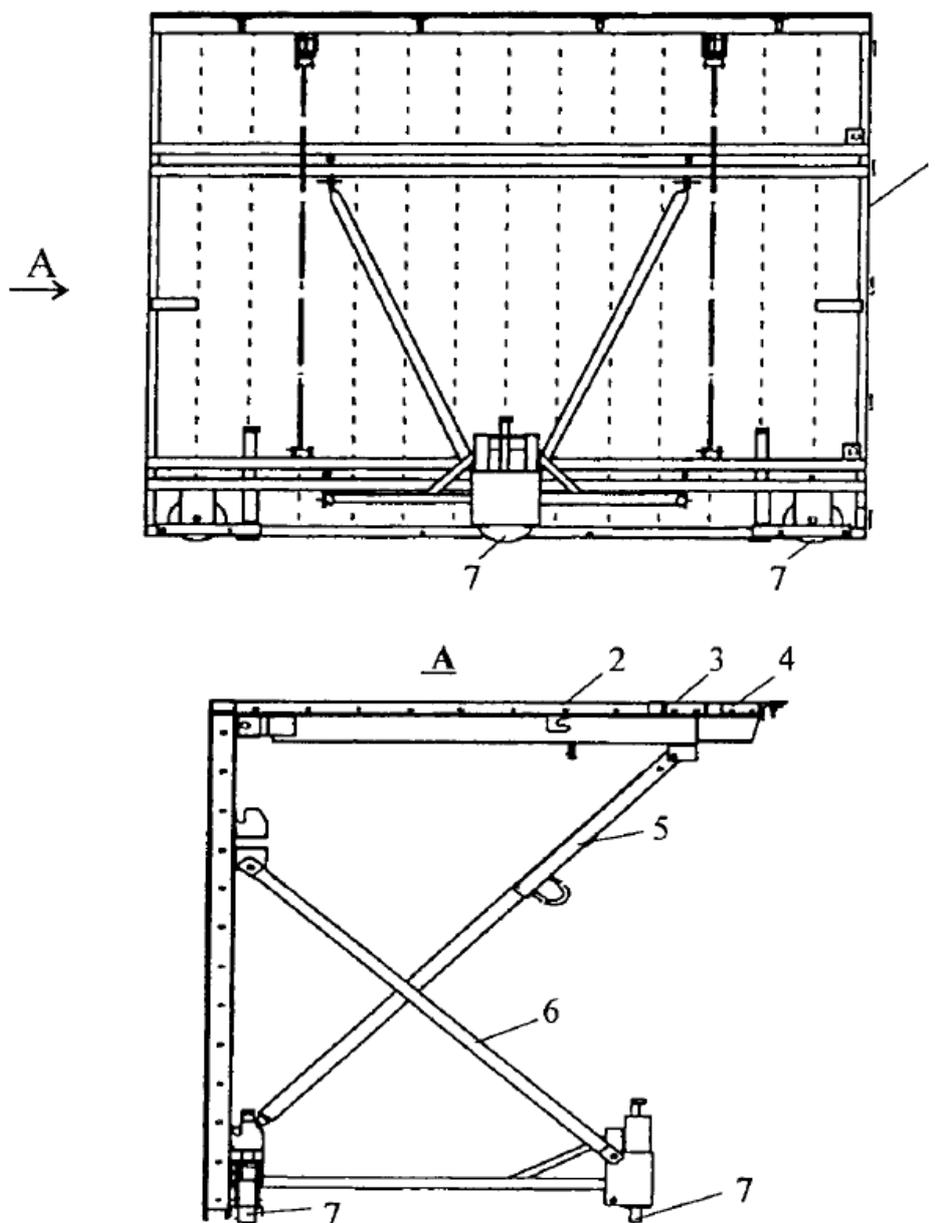


Рис. 4.7. Конструктивное решение полутуннеля фирмы «Утинор»: 1 — панель вертикальная; 2 — то же, горизонтальная; 3 — то же, доборная; 4 — то же, выдвигаемая; 5 — шарнирный подкос; 6 — угловая распорка; 7 — роликовые колеса для перемещения полутуннеля на выносные консоли

Панели, образующие туннель, имеют очень точные размеры, что позволяет отливать цоколи стен с высокой точностью их положения. Опалубку цоколей используют вначале на нижнем перекрытии, а затем устанавливают с помощью направляющих шаблонов на вертикальные панели туннеля таким образом, чтобы цоколь служил продолжением бетонированной стены. Цоколь бетонируют одновременно с плитой перекрытия, точно задавая размеры стены следующего этажа без дополнительной регулировки.

Пролет туннеля может быть увеличен за счет дополнительной вставки между горизонтальными панелями. Эта вставка оснащается регулируемыми стабилизаторами и остается вмонтированной в полутуннель.

В особых случаях при бетонировании узких длинных пролетов представляется целесообразным работать с туннельной опалубкой, оставляемой в собранном виде после распалубки. Для этого полусекции туннеля оборудуют шатунами и тягами. Распалубку осуществляют за счет укорачивания (путем ввинчивания) подкосов и тяг, тем самым подтягивая боковые стенки опалубки к центру. Одну полусекцию опускают ниже соседней и заводят внутрь ее на несколько сантиметров. В результате такого сближения вертикальных щитов и опускания горизонтальных с помощью домкратов образуются зазоры по всему периметру туннельной опалубки, достаточные для перемещения туннеля вдоль пролета.

Иногда необходимо одновременно забетонировать и внутренние поперечные стены, в этом случае в торце туннельной опалубки монтируют заднюю панель. Ее собирают из двух элементов с соединением в паз и закреплением соединительными замками с туннельной опалубкой. Эти панели оборудуют домкратами выставления уровня и роликовыми колесами. Соединение с вертикальными панелями туннеля аналогично угловому соединению стеновой опалубки. Так формируется одна сторона опалубки стены. Вторую сторону собирают из элементов мелкощитовой опалубки; соединение этих двух опалубочных панелей выполняют на винтовых стяжках.

Распалубку полусекций осуществляют путем опускания опорных домкратов, при этом горизонтальная панель отрывается от забетонированного перекрытия в результате опускания домкратов подкосов. Туннельную секцию перемещают путем поочередного выкатывания полусекций на распалубочные площадки-подмости, при этом, когда одна из полусекций демонтирована, перед демонтажом второй полусекции перекрытие подпирают опорными стойками в центре пролета по оси соединения полусекций до набора бетоном необходимой прочности. На распалубочной площадке на опалубочные вертикальные поверхности наносят смазку, далее полутуннель переставляют на новую захватку. Распалубочные и рабочие площадки предназначены для удобства выполнения работ по очистке и смазке опалубки, они обеспечивают безопасность и свободное перемещение рабочих, оснащены защитными сетками.

Для извлечения туннельной опалубки из забетонированной ячейки используют выкатные платформы. Их устанавливают между полом и верхним перекрытием, монтируют и перемонтируют на новое место с помощью крана по мере продвижения строительных работ. Если туннели извлекают с одной стороны здания, с противоположной стороны монтируют площадки-подмости для безопасного перемещения рабочего персонала от одной ячейки к другой. Если используют балансир, аналогичный применяемому при извлечении столовой опалубки, то выкатные подмости не нужны.

Высокая размерная точность туннельной опалубки позволяет механизировать отделку забетонированных и распалубленных поверхностей. Для работы с двухсекционной опалубкой требуется немного рабочих. Технологический процесс легко осваивается за счет повторяемости одних и тех же операций, причем доля тяжелого ручного труда минимальна.

Односекционная складывающаяся туннельная опалубка. Этот вид туннельной опалубки разработан с целью механизации всех регулировочных операций и дальнейшего сокращения ручного труда. Принцип действия опалубки основан на возможности сближения вертикальных панелей на необходимую для распалубки величину за счет эластичной деформации горизонтальной панели.

Вертикальные щиты с покрытием из металлического листа толщиной 3 мм имеют вертикальные и горизонтальные ребра жесткости, жесткую структуру, что позволяет для крепления с соседними щитами ограничиться установкой по высоте только двух винтовых стяжек. На верхнем ребре жесткости щитов закрепляют горизонтальные полубалки, которые в свою очередь с помощью шарниров соединены между собой и ориентированы вдоль оси туннеля. Горизонтальная панель опалубки, перекрывающая весь пролет туннеля, опирается на эти полубалки, а не на подкосы.

Горизонтальную панель соединяют с вертикальными панелями в паз и фиксируют болтами. В таком положении она находится при бетонировании и первичном наборе бетоном прочности. При распалубливании центральный шарнир, соединяющий две горизонтальные полубалки, опускается под растягивающим действием подкосов, в это время происходит синусоидальная деформация горизонтального щита. Вертикальные щиты также соединены между собой тягами на шатунах, оснащены роликовыми колесами и подъемными роликами для выставления уровня и распалубки. Односекционная туннельная опалубка с гидравлическим приводом автоматически переводится в рабочее положение для выполнения опалубочных операций. Распалубку также выполняют автоматически с помощью одновременно работающих домкратов, управляемых одним общим электрическим насосом. Домкраты приводят в действие жесткий вал, воздействующий одновременно на шатуны подкосов, на тяги и серьги подъемных роликов.

Для туннеля пролетом 6 и длиной 5 м достаточно двух гидравлических домкратов (по одному с каждой стороны) для приведения в действие всех четырех подкосов с каждой стороны туннеля, двух тяг и четырех подъемных устройств. Соединяют секции в единый опалубочный комплект только в распалубленном состоянии. Последовательно выполняют следующие операции:

- установку подкосов и тяг нужной длины с помощью винтовых домкратов;
- выставление опалубки на нужную высоту с помощью домкратов;
- растяжку опалубочной поверхности горизонтального щита запорным устройством, расположенным между горизонтальными полубалками.

Туннельная опалубка перемещается на роликовых колесах или специальных рулежных устройствах, устанавливаемых непосредственно под нижней обвязочной балкой вертикальных щитов.

Складывающаяся туннельная опалубка может быть оснащена задней панелью и верхней добавочной откидной вставкой на шарнире. С помощью стенового щита той же конструкции, что и вертикальная панель туннеля, можно одновременно бетонировать наружные стены на торцах здания, фасадах, стенах лифтовых шахт.

Извлекают туннельную опалубку из забетонированной ячейки, зацепляя ее стропами или балансиром. Туннельная опалубка может быть оснащена малогабаритными наружными вибраторами и инвентарными обогревательными устройствами для всепогодного проведения бетонных работ.

Механический, менее автоматизированный вариант сооружения туннеля требует больших затрат ручного труда. В этом случае подъем и опускание туннеля при распалубке осуществляют с помощью ручных винтовых домкратов, установленных в основании вертикальных панелей.

**Модульная туннельная опалубка.** Двухсекционную туннельную опалубку этого типа целесообразно применять на строительных площадках, где приходится бетонировать чередующиеся пролеты разной ширины. Горизонтальные панели опалубки раздвигают с помощью гидравлических устройств и к ним добавляют устанавливаемые вручную дополнительные вставки. Устойчивость туннельных полусекций за счет использования наклонных подпорок с роликовыми колесами позволяет обеспечивать достаточную прочность и жесткость при перемещении по опалубке, бетонировании и уплотнении бетонной смеси.

Туннельная опалубка может с успехом применяться круглый год в условиях сурового климата и при температуре наружного воздуха до  $-30^{\circ}\text{C}$ . Закрыв с обоих торцов металлические туннели специальными теплозащитными шторками или изолировав туннель, можно создать в нем микроклимат с устройством тепляка, что позволяет осуществлять прогрев замкнутого пространства изнутри с помощью теплогенераторов, учитывая отличную теплопроводность металла опалубки. Использование солярки для прогрева бетона в зимнее время и интенсификации его твердения летом значительно сокращает расход электроэнергии и улучшает структуру бетона.

Важным направлением исследований фирмы «Утинор» является разработка технологии и организации работ с четко определенным суточным ритмом и специально рассчитанным температурным режимом бетонирования и выдерживания бетона, позволяющим поддерживать темп производства работ 4...6 дней на этаж в зависимости от его площади, конструктивного решения здания, наличия секций туннельной опалубки и разбивки в связи с этим здания на захватки. Суточный цикл работ состоит из следующей последовательности операций: распалубка конструкций, забетонированных накануне; перестановка туннельной опалубки на следующей захватке (рабочем участке); установка арматуры, закладных элементов, прокладка сетей; бетонирование; интенсификация твердения бетона (в том числе и в ночное время) для набора распалубочной площади к утру следующего дня. Технология предусматривает установку временных промежуточных опор-стоек при распалубливании конструкций.

Применение технологии фирмы «Утинор» с использованием туннельной опалубки позволяет снизить стоимость строительства по сравнению с крупнопанельным домостроением до 30% и также на треть сократить сроки строительства. При этом возрастает монолитность и надежность конструкции каркаса. Металлическая палуба обладает высоким качеством формирующей поверхности, получаемые бетонные конструкции практически не требуют дополнительной доработки, исключается необходимость устройства цементной стяжки, значительно сокращается весь объем отделочных работ. Достигается высокая размерная точность всех элементов забетонированной конструкции. Использование оконных, дверных и прочих проеомобразователей, крепящихся с помощью магнитных фиксаторов прямо на металлических щитах, дает возможность быстро и качественно устанавливать оконные и дверные рамы.

### **Пример 1.**

Туннельная складывающаяся опалубка с гидравлическим управлением:

Площадь,  $\text{м}^2$ :

горизонтальной поверхности опалубки..... 266,6

вертикальной поверхности (стен)..... 107,0

Общая площадь,  $\text{м}^2$ ..... 373,6

Объем укладываемого бетона,  $\text{м}^3$ ..... 35

Численность персонала:

бригадир..... 1

рабочие..... 8

Грузоподъемность подъемного крана на вылете 20 м, т..... 7,5

Производительность труда,  $\text{м}^2/\text{ч}$ ..... 0,22

*Примечание.* Выкатывание туннелей осуществляют с помощью балансира, распалубочные подмости не применяют.

| Ежедневные операции                                | График бетонных работ |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
|--|-----------------------|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
|  | Часы работы           |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
|  | 7                     | 8 | 9 | 10 | 11 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| Подготовка к распалубке                            | ■                     | ■ |   |    |    |    |    |    |    |    |
| Распалубка и перестановка                          |                       | ■ | ■ | ■  | ■  |    |    |    |    |    |
| Регулировка и фиксация, монтаж закладных элементов |                       |   |   |    | ■  | ■  |    |    |    |    |
| Армирование (установка и раскрепление)             |                       |   | ■ | ■  | ■  |    |    |    |    |    |
| Бетонирование и отделочные работы                  |                       |   |   |    |    |    | ■  | ■  | ■  |    |

**Пример 2.** Двухсекционная туннельная опалубка:

Площадь, м<sup>2</sup>:

горизонтальной поверхности опалубки..... 336

вертикальной поверхности (стен)..... 56

Общая площадь, м<sup>2</sup>..... 392

Объем укладываемого бетона, м<sup>3</sup>..... 31

Численность персонала:

бригадир..... 1

рабочие..... 10

Грузоподъемность подъемного крана на вылете 30 м, т..... 4

Производительность труда, м<sup>2</sup>/ч..... 0,25

*Примечание.* Выкатывание туннелей осуществляют с помощью треугольной траверсы на распалубочные подмости.

| Ежедневные операции                                | График бетонных работ |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
|--|-----------------------|---|---|----|----|----|----|----|----|----|
|  | Часы работы           |   |   |    |    |    |    |    |    |    |
|  | 7                     | 8 | 9 | 10 | 11 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| Подготовка к распалубке                            | ■                     | ■ |   |    |    |    |    |    |    |    |
| Распалубка и перестановка                          |                       | ■ | ■ | ■  | ■  |    |    |    |    |    |
| Регулировка и фиксация, монтаж закладных элементов |                       |   |   |    |    | ■  | ■  |    |    |    |
| Армирование (установка и раскрепление)             |                       |   | ■ | ■  | ■  |    |    |    |    |    |
| Бетонирование и отделочные работы                  |                       |   |   |    |    |    | ■  | ■  | ■  |    |

## 5. ВОЗВЕДЕНИЕ ЗДАНИЙ В ВЕРТИКАЛЬНО ПЕРЕМЕЩАЕМЫХ ОПАЛУБКАХ

### 5.1. Подъемно-переставная опалубка

Опалубку применяют для возведения специальных сооружений постоянного и переменного сечений по высоте, чаще всего имеющих конусообразную направленность вверх — труб, градирен, силосных сооружений и т. д. Опалубка состоит из наружных и внутренних щитов, отделяемых от бетона при установке на новый ярус, элементов креплений и поддерживающих устройств, рабочего настила и подъемных приспособлений (рис. 5.1).

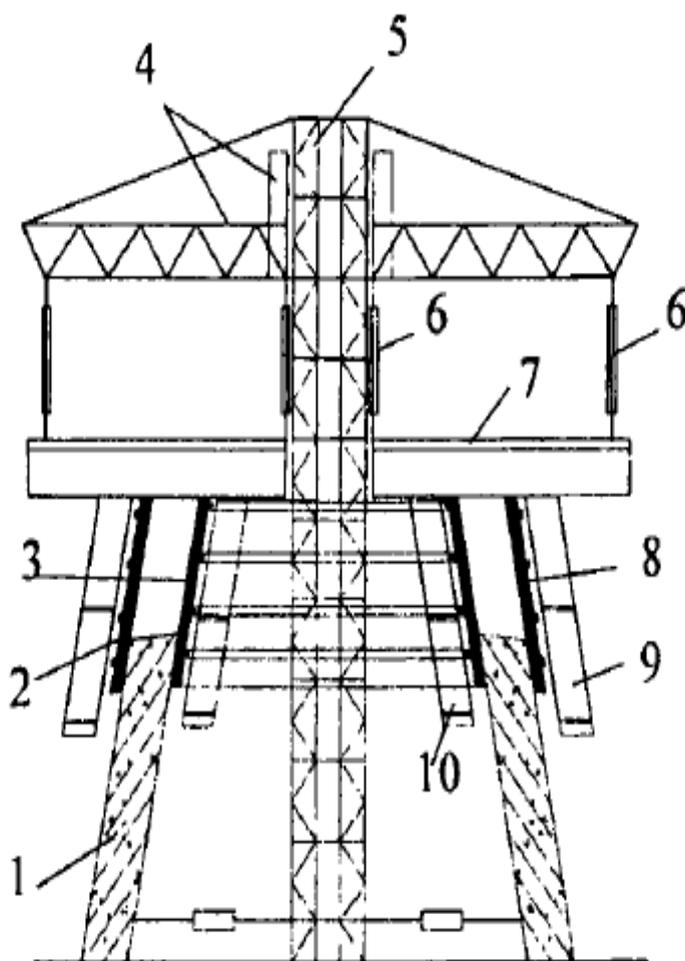


Рис. 5.1. Подъемно-переставная опалубка:

1 — бетонизируемая стена; 2 — наружные опалубочные щиты; 3 — внутренние опалубочные щиты; 4 — подъемное устройство; 5 — шахта опорно-подъемного устройства; 6 — подвески; 7 — рабочая площадка; 8 — опорные балки; 9, 10 — наружные и внутренние подвесные подмости

Наружную опалубку набирают из панелей прямоугольной и трапециевидной формы, изготовленных из стального листа толщиной 2 мм, обрамленного металлическими уголками или влагостойкой фанерой толщиной 20...22 мм, устанавливаемой на металлический каркас. Размер прямоугольных панелей 2700 x 850 мм; у трапециевидных, служащих для придания наружной опалубке конической формы, высота составляет 2700 мм, ширина поверху — 818 мм, понизу — 850 мм. Панели соединяют крепежными приспособлениями, для стягивания наружной опалубки в местах расположения конечных панелей устанавливают стяжные элементы.

Внутреннюю опалубку собирают из двух ярусов щитов меньших размеров — 1250 x 550 мм. Для перемещения опалубки предусмотрена подъемная головка, опирающаяся на шахтный подъемник. При подъеме опалубки головка отрывается от подъемника на высоту 2,5 м, на этом цикл работ по возведению очередного яруса заканчивают, переставляют опалубку, наращивают дополнительное звено подъемника.

## 5.2. Скользящая опалубка

Скользящая опалубка подвижна, ее поднимают вверх без перерыва в бетонировании и применяют при возведении высотных железобетонных сооружений с монолитными вертикальными стенами постоянного, а в последнее время и переменного сечений. Применение опалубки особенно эффективно при строительстве высотных зданий (16...24 этажа) и сооружений с минимальным количеством оконных и дверных проемов, закладных деталей и элементов (рис. 5.2). К ним относятся хранилища различных материалов, дымовые трубы высотой до 400 м, градирни, ядра жесткости высотных зданий, резервуары для воды, радио- и телевизионные башни. Важным достоинством возведения таких объектов в скользящей опалубке является значительное повышение темпов строительства, снижение трудоемкости, стоимости, сроков работ.

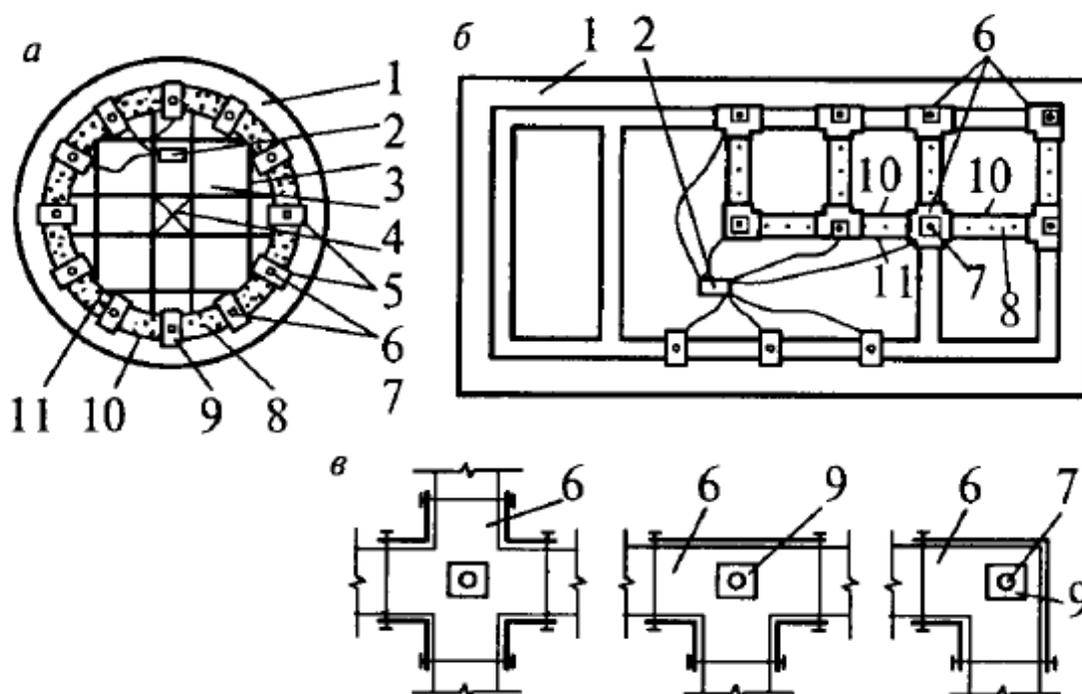


Рис. 5.2. Скользящая опалубка:

*а* — план для круглого сооружения; *б* — то же, для прямоугольного; *в* — варианты домкратных рам (для узла пересечения стен, примыкания и угла здания); 1 — рабочий настил; 2 — насосная станция; 3 — прогон; 4 — настил; 5 — шахтный подъемник; 6 — домкратные рамы; 7 — домкратные стержни; 8 — бетонизируемая конструкция; 9 — домкраты; 10 и 11 — наружный и внутренний щиты опалубки

В отличие от сборных железобетонных сооружений в монолитных исключены стыки, что способствует улучшению эксплуатационных характеристик зданий. Скользящая опалубка позволяет расширить гамму архитектурно-планировочных решений, обеспечивает улучшение звукоизоляции сооружения, повышает теплотехнические характеристики здания. При возведении зданий в сейсмических районах решается проблема их надежности и сейсмостойкости.

Монолитное домостроение в скользящей опалубке позволяет с использованием одного комплекта опалубки, путем его переналадки, осуществлять строительство зданий различного планировочного решения и разной этажности.

Опалубка эффективна, если ее использование предусмотрено для возведения нескольких рядом расположенных зданий. При возведении одиночных зданий опалубка окажется экономически эффективной при высоте здания не менее 25 м.

Опалубка состоит из двух одинаковой высоты внутренних и наружных щитов (рис. 5.3) неизменяемой конструкции. Неизменяемость щитов обеспечивается опалубочными балками, располагаемыми в два яруса по высоте щитов по всему их контуру с наружной и внутренней стороны.

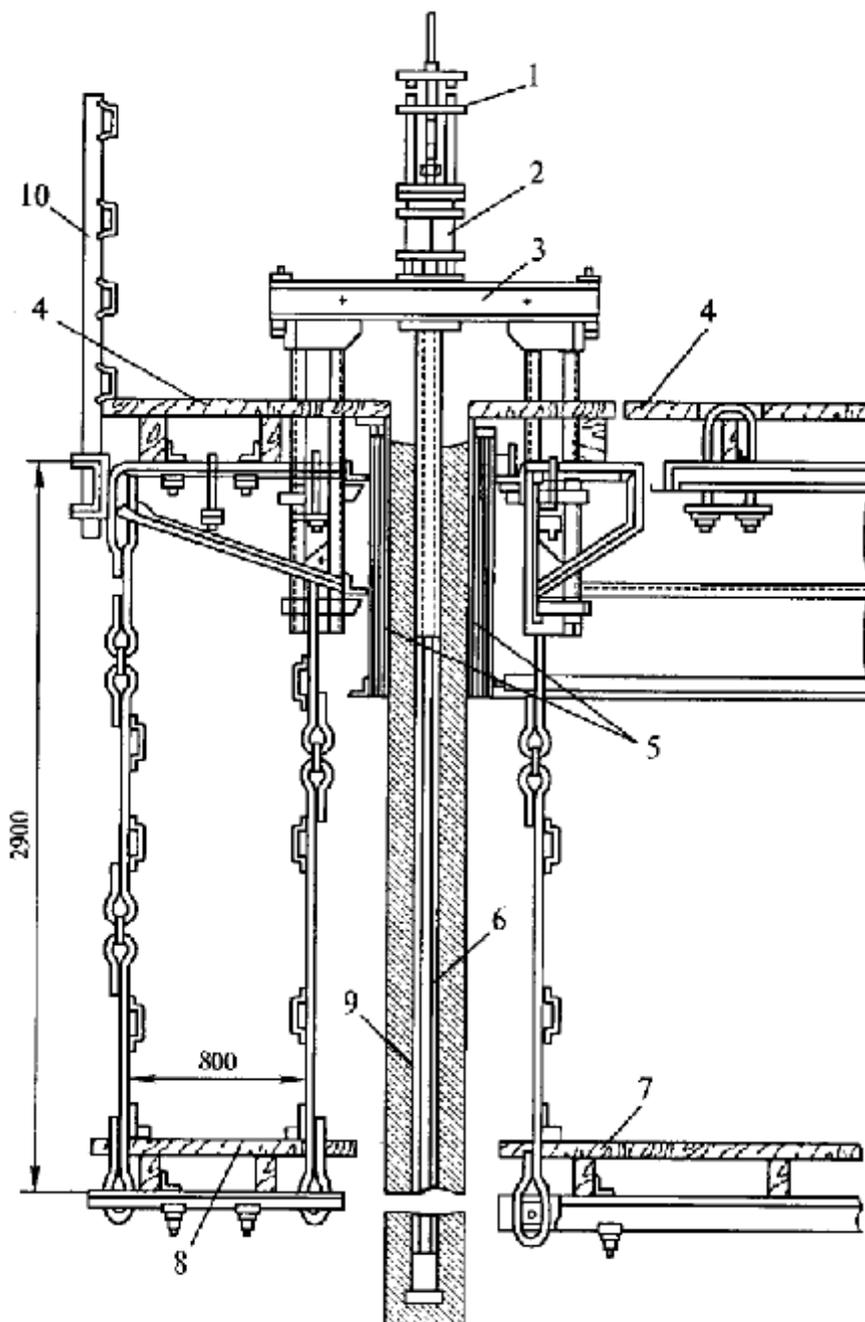


Рис. 5.3. Конструкция скользящей опалубки:

- 1 — регулятор горизонтальности; 2 — гидравлический домкрат; 3 — домкратная рама; 4 — рабочий настил; 5 — щиты опалубки; 6 — домкратный стержень; 7 — подвесные подмости внутренние; 8 — подвесные подмости наружные; 9 — металлическая труба; 10 — наружное ограждение

Балки, в свою очередь, передают усилия на металлические домкратные рамы, располагаемые над опалубкой по всему ее периметру и передающие массу всей опалубки на домкратные стержни диаметром 22...28 мм и длиной до 6 м. Вместо стержней могут быть применены трубы, расстояние между которыми, а значит и между домкратными рамами, определяется расчетами в зависимости от действующих на стержни нагрузок и не превышает 2 м при круглых стержнях и 1,2... 1,4 м при прямоугольных. Несущая способность стержней должна быть больше всех действующих на них усилий и нагрузок. Домкратные стержни внизу крепят с помощью электросварки к арматурному выпуску из фундамента здания. Стержни наращивают по высоте, стык выполняют на резьбе; в нижнем стержне имеется выточка с внутренней резьбой, в верхнем стержне — хвостовик с наружной резьбой. Целесообразно, чтобы стыки соседних арматурных стержней располагались на разных уровнях.

На домкратных рамах сверху закреплены гидравлические или электрические домкраты, с их помощью одновременно поднимают все элементы опалубки по домкратным стержням.

На домкратные рамы и верхний ряд балок опирается с внутренней стороны рабочий настил, где находятся рабочие, необходимое для работ оборудование, материалы и наружный настил с ограждением. Также с наружной и внутренней сторон опалубки к домкратным рамам и рабочему настилу подвешены на цепных подвесках подмости, с которых выполняют работы по исправлению дефектов бетонирования, изъятию закладных деталей и проемообразователей.

Насосно-распределительная станция может располагаться на земле, но лучше, если она находится на рабочем настиле в зоне работ. По настилу прокладывают систему гидроразводок, соединяющих каждый домкрат с насосной станцией. Грузоподъемность домкратов 6... 10 т, масса домкратов 15...21 кг, число одновременно работающих домкратов на объекте может достигать 160... 200.

Большинство домкратных рам конструктивно решены с двумя стойками, но в местах примыкания и пересечения стен применяют рамы соответственно с тремя и четырьмя стойками (см. рис. 5.2, в).

Опалубку редко изготавливают из одного материала (древесины или металла), обычно она бывает деревометаллической. Настилы и балки при таком решении выполняют из древесины, остальные конструкции — из металла. Обшивку (внутреннюю поверхность щитов опалубки) чаще делают из листовой стали или влагостойкой фанеры, если опалубка предназначена для возведения 10 и более однотипных сооружений; при меньшем объеме работ применяют обшивку из деревянной клепки.

По конструкции щитов опалубку разделяют на крупно- и мелкощитовую. Последняя более универсальна, но трудоемкость ее монтажа и демонтажа значительно выше. При использовании мелких щитов их укрупняют с помощью элементов укрупнительных соединений. В крупноразмерных щитах балки входят в конструкцию щита. Щиты выполняют плоскими и криволинейными, что позволяет разнообразить архитектурные формы фасадов зданий.

Щиты опалубки обычно имеют высоту 1,1...1,2 м; их делают с 0,5%-й конусностью (уширением книзу), поэтому расстояние между щитами в верхней части меньше на 10... 12 мм расстояния в нижней части опалубки. Для облегчения скольжения перед бетонированием внутренние стенки опалубки смазывают соляровым маслом.

Минимальная толщина стенок бетонлируемой конструкции определяется расчетом и равна 12 см. Необходимо обеспечивать такие порядок и темп работ, чтобы при подъеме опалубки не происходил отрыв бетона за счет сил трения. При толщине стенки 12 см масса бетона, свежееуложенного выше образовавшегося зазора между опалубкой и ранее уложенным бетоном, будет больше сил трения между бетоном и стенками опалубки. Для колонн с учетом малой площади сечения при относительно большом периметре опалубки минимальная толщина стенок должна быть не менее 25 см.

Для подъема опалубки используют домкраты: ручные, гидравлические и электрические. Самые неудобные в работе ручные винтовые домкраты. Специфика их

работы заключается в том, что на холостом ходу усилия от домкратной рамы и вес прилегающей к ней опалубки передаются на рядом расположенные домкраты, так как на новый ярус их поднимают попеременно. Этим объясняется низкий темп работ.

Домкратные стержни при использовании ручных винтовых домкратов остаются в теле конструкции и служат дополнительным, нерасчитываемым армированием, на которое затрачивается до 20% общего количества арматуры. При использовании электрических и гидравлических домкратов для предотвращения сцепления домкратного стержня с бетоном снизу домкрата присоединяют специальную трубку длиной до 1,2 м, образующую в бетоне канал, в котором свободно без сцепления с бетоном размещается домкратный стержень, который после завершения бетонирования вынимают.

Подъем скользящей опалубки осуществляют с помощью синхронно работающих гидродомкратов, приводимых в действие одновременно насосно-распределительной станцией с одного пульта управления. Гидравлический домкрат состоит из рабочего цилиндра, верхнего и нижнего зажимных устройств (рис. 5.4).

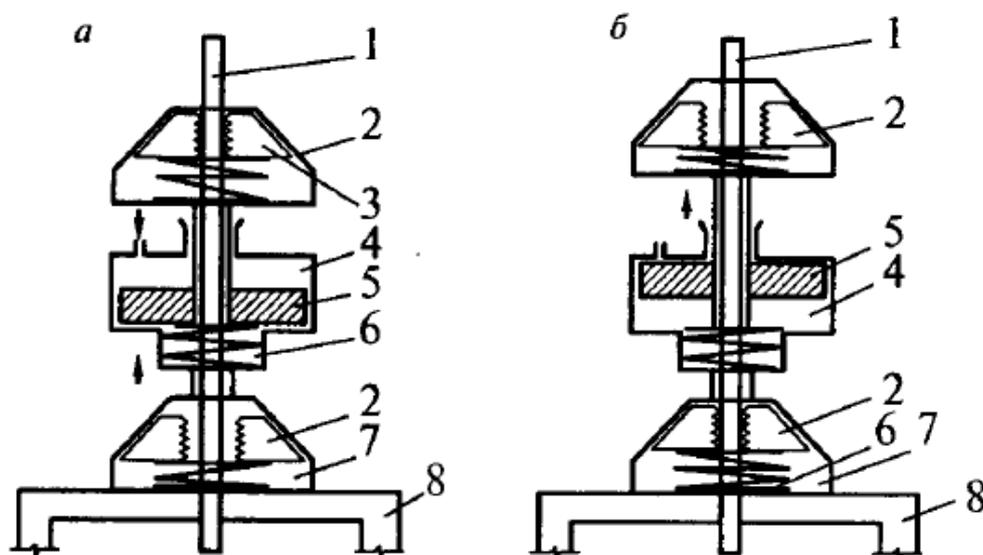


Рис. 5.4. Схема работы гидравлического домкрата:

*а* — подъем опалубки; *б* — холостой ход; 1 — домкратный стержень; 2 — верхнее зажимное устройство; 3 — клиновидный зубчатый вкладыш; 4 — цилиндр; 5 — поршень; 6 — пружина; 7 — нижнее зажимное устройство; 8 — домкратная рама

Зажимное устройство включает в себя обойму, рас точенную на конус, и шесть клиновидных зубчатых вкладышей, обжимающих гладкий домкратный стержень. В верхнюю часть цилиндра нагнетается рабочая жидкость, при этом поршень, связанный через шток с верхним зажимным устройством, остается на месте, так как вкладыш верхнего зажимного устройства заклинивает домкратный стержень. В это время цилиндр под действием давления рабочей жидкости поднимается вверх и тянет за собой нижнее зажимное устройство, которое автоматически отключается от домкратного стержня и через опорную плиту поднимает домкратную раму и соединенную с ней опалубку. При снятии давления цилиндр домкрата под действием нагрузки от опалубки стремится опуститься, в результате нижний зажим заклинивает домкратный стержень, поэтому домкрат остается неподвижным вместе с домкратной рамой и опалубкой. В момент заклинивания нижнего зажима поршень под действием возвратной пружины поднимается вверх, верхнее зажимное устройство расклинивается и скользит вверх вдоль домкратного стержня. При повторном нагнетании жидкости цикл повторяется, за один цикл система поднимается вверх на 20...30 мм.

Применение скользящей опалубки при непрерывной работе в три смены позволяет возводить сооружения на высоту 3...4 м в сутки. При таком темпе бетонирования стен в жи-

лищном строительстве реально соорудить до одного этажа в сутки. Такой скорости не обеспечивают другие методы производства работ.

Подъем арматуры и бетонной смеси на рабочий настил осуществляют шахтным подъемником, смонтированным внутри возводимого сооружения, с помощью башенного крана и других приспособлений для вертикального перемещения грузов. Подъем и спуск рабочих осуществляют специальным подъемником, смонтированным рядом с шахтным или вне сооружения, а при относительно небольшой высоте возводимого сооружения по лестнице.

Подъем опалубки начинают сразу после укладки в нее бетонной смеси. Опалубочные щиты в процессе подъема не отрываются от бетона, а скользят по его поверхности. Скорость подъема опалубки составляет 1...4 см/мин. При такой скорости вполне достаточно времени для выполнения всего цикла бетонирования — установки арматуры, закладных частей и элементов, наращивания домкратных стержней, укладки и уплотнения бетонной смеси.

Возведение зданий в скользящей опалубке требует строгого выполнения технологических требований: высокое качество бетонной смеси (подвижность, вязкость, удобоукладываемость), непрерывность бетонирования, строгая вертикальность движения опалубки, доставка бетонной смеси по графику бетонирования, непрерывность работ по установке арматуры.

Часть этих требований может быть смягчена. Бетонирование можно осуществлять не круглосуточно, а с перерывами, используя специальные добавки в бетонных смесях. Замедлители твердения бетона позволяют продлить срок схватывания до 18 ч. Перспективным является безвибрационный метод бетонирования, когда в опалубку укладывают сверхпластичную литую бетонную смесь с осадкой конуса 14... 16 см со специальными добавками, в частности, суперпластификаторов. Смесь самоуплотняется без вибрирования при высоком качестве распалубленных поверхностей и высокой прочности бетона. В районах с холодным климатом, наоборот, можно применять добавки — ускорители твердения бетона, использовать его тепловую обработку с помощью инфракрасного излучения или электропрогрева.

Возведение жилых зданий в скользящей опалубке — комплексный процесс, который включает в себя установку и выверку опалубки, армирование конструкций, наращивание домкратных стержней, установку закладных деталей, проемообразователей для оконных и дверных блоков, уход за бетоном и т. д. Эти процессы должны быть увязаны во времени. Армирование стен следует осуществлять параллельно с бетонированием, без отставаний, проемообразователи необходимо устанавливать до монтажа и вязки арматурных каркасов.

Каждый строительный процесс выполняет специализированное звено рабочих, возведение объекта в скользящей опалубке — комплексная бригада. Так как ведущими процессами являются укладка и уплотнение бетонной смеси, то принятой скорости бетонирования должны быть подчинены все остальные процессы. Для поточного производства работ здание разбивают на захватки, на каждой из которых в конкретный момент выполняют определенную работу. По завершении процесса звено рабочих переходит на соседнюю захватку, предоставляя прежний участок работы другому звену. При непрерывном процессе работ особое внимание уделяется средствам механизации, обеспечению их стабильной работы. Выход из строя одного механизма приведет к нарушению ритма потока.

Здания в скользящей опалубке возводят с использованием башенных кранов. На возведении зданий высотой до 16 этажей применимы краны на рельсовом ходу, при большей этажности — приставные. Кран должен обязательно обслуживать всю зону работ, включая склады, площадки приема бетона, подачу бетонной смеси в бадьях и арматуры в зону производства работ, обслуживать подъездные пути. При подаче бетонной смеси бетононасосами на земле должна быть предусмотрена специальная площадка для приема смеси, достаточная для одновременного размещения на ней не менее двух автобетоносмесителей.

Бетонная смесь подвижностью 6...8 см считается оптимальной. Применение литой смеси сокращает до минимума трудоемкость разравнивания, уплотнения и отделки горизонтальных поверхностей, в том числе и перекрытий. Даже при отсутствии пластифицирующих добавок бетонная смесь может иметь подвижность 4...6 см и подаваться в конструкции с помощью пневмоустановок.

На начальном этапе бетонирования по периметру сооружения укладывают ярус высотой 70...80 см слоями 20...30 см с обязательным виброуплотнением. После набора бетоном требуемой начальной прочности опалубку начинают поднимать со скоростью 20...30 см/ч с одновременной укладкой бетонной смеси слоями. С учетом транспортирования с завода, перегрузок, укладки слоями, бетонную смесь приготавливают с использованием замедлителей схватывания не менее чем на 3 ч. Для укладки смеси в опалубку могут быть использованы бункеры, мото- и ручные тележки, оптимальным можно считать применение бетононасосов с распределительными стрелами. Желательно бетонную смесь укладывать сразу по всему периметру сооружения, каждый последующий слой — до схватывания ранее уложенного.

В традиционной форме скользящей опалубки с расположением опорных внутри нее стержней имеется много недостатков: сложность, а иногда и невозможность установки арматуры в виде сеток, пакетов, каркасов, невозможность устройства больших проемов в стенах.

Применение опалубки требует большого объема вспомогательных работ по устройству проемов, высока трудоемкость устройства перекрытий, все это ограничивает применение опалубки в жилищном строительстве. Дополнительные недостатки опалубки — сложность контроля вертикальности сооружения и необходимость использования бетонов более высоких марок.

Сдерживающими факторами развития и широкого распространения скользящей опалубки являются:

- резкое удорожание работ в зимних условиях;
- использование рабочих только высокой квалификации;
- резкое снижение эффективности при нарушении технологического процесса;
- большие затраты на ликвидацию дефектов бетонирования.

Одним из конструктивных решений может быть автоматизация работы гидродомкратов, в частности использование режима «шаг на месте», позволяющего исключить прилипание опалубки к бетону при остановке подъема системы. Этот режим служит и другой, более важной цели — строго горизонтальное выравнивание опалубки. При подъеме опалубки может произойти ее перекося. При заданном уровне остановки подъема домкратов тот из них, который достиг этого уровня, начинает топтаться, поджидая выравнивания остальных.

Другим решением, повышающим индустриальность и технологичность работ в скользящей опалубке, является переход от скользящего непрерывного движения щитов к их циклическому подъему. Для этой цели используют отрывные щиты с системой шагающих электромеханических подъемников. В основу технологии положен принцип остановки опалубочной системы после бетонирования яруса на высоту  $1/4$  высоты этажа, или на 70...80 см. Бетонирование при этом ведут традиционно. После достижения бетоном заданной начальной прочности осуществляют отрыв щитов от бетона и перестановку (перемещение) их на новую отметку яруса. При этом подъем всей системы осуществляют электромеханическими подъемниками, опирающимися на телескопические стержни с опорными башмаками. Механизм подъема настраивают на обеспечение хода, равного высоте бетонизируемого слоя, или 70...80 см.

Рассмотренная технология достаточно эффективна. Повышается качество поверхностей, исключаются дефекты бетонирования, связанные с перерывами в подаче бетонной смеси. Технологические перерывы способствуют лучшей организации выполнения всех сопутствующих работ. Применение отрывных щитов позволяет увеличить

долговечность их эксплуатации, использовать в качестве палубы водостойкую фанеру, что значительно повышает качество бетонируемой поверхности и снижает массу щитов.

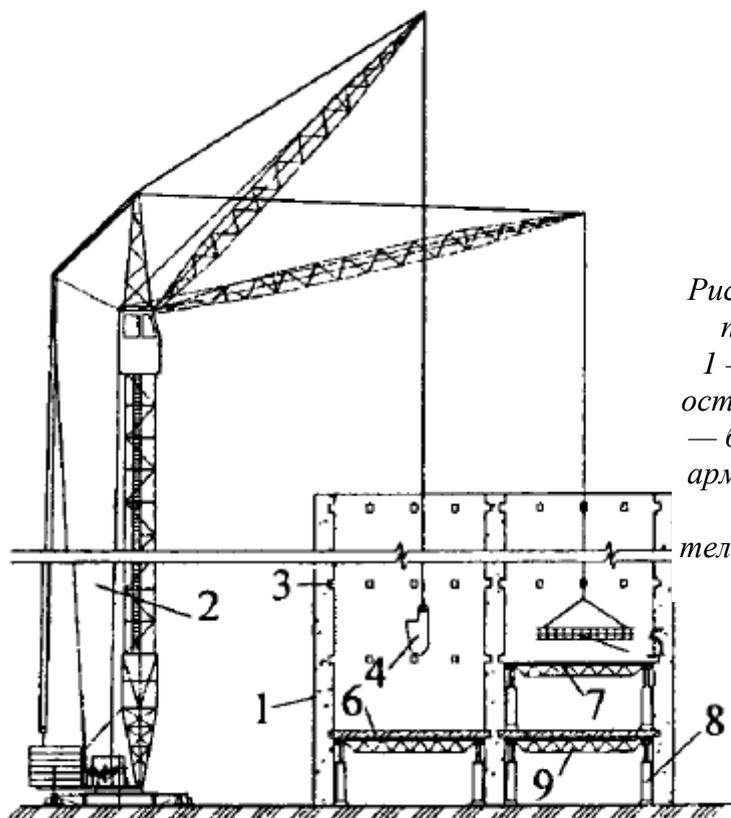
Существуют системы скользящей опалубки, где домкратные стержни вынесены за пределы бетонируемой конструкции. Они расположены снаружи с двух сторон от опалубки и закреплены в пространственных каркасах. Такое решение позволяет облегчить извлечение домкратных стержней из конструкции, упрощает установку арматурных каркасов, устройство оконных, дверных и других проемов, укладку в опалубку любых закладных деталей, но одновременно возникает проблема обеспечения устойчивости домкратных стержней.

При возведении стен в скользящей опалубке могут быть использованы следующие варианты устройства междуэтажных перекрытий:

- а) из сборных железобетонных плит размером на комнату после возведения стен;
- б) монолитные, бетонируемые «снизу вверх» также после возведения стен;
- в) монолитные, когда совмещают бетонирование стен и перекрытий поэтажным способом;
- г) монолитные перекрытия, бетонируемые «сверху вниз»;
- д) монолитные перекрытия, бетонируемые в процессе возведения стен с отставанием на два-три этажа.

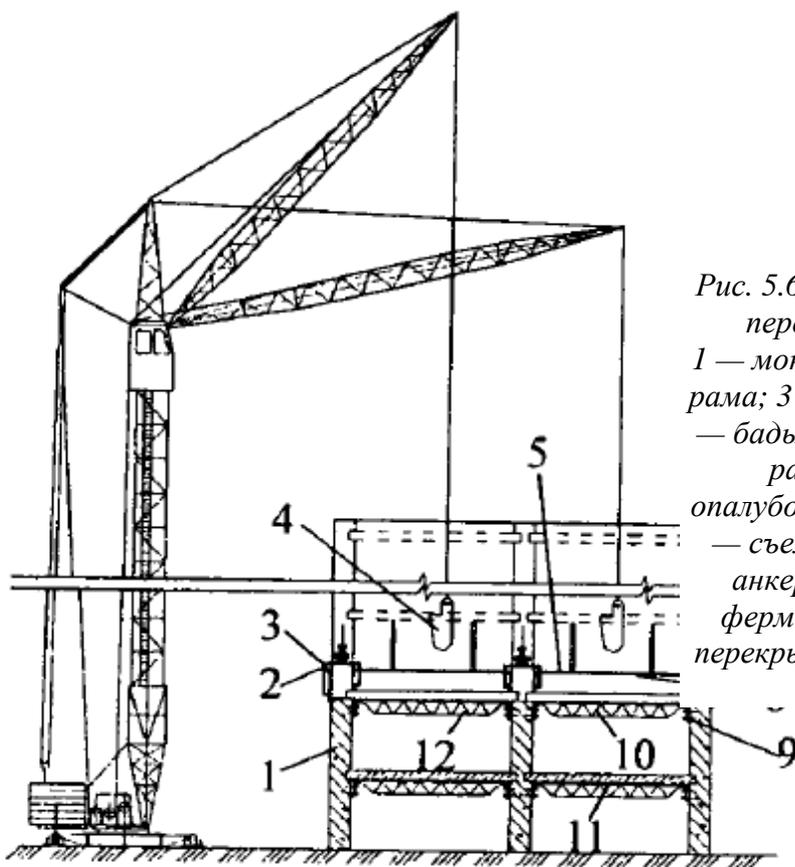
**Вариант «а».** Рассмотрен подробно при описании возведения крупнопанельных зданий.

**Вариант «б».** При устройстве монолитного перекрытия «снизу вверх» используют крупнощитовую инвентарную опалубку, щиты которой укладывают на инвентарные прогоны и стойки. Для армирования используют сетки, которые приваривают к армокаркасам стен через штрабы, оставляемые в стенах при бетонировании. Бетонирование ведут поэтажно, к работам на новом ярусе приступают после полного завершения работ на предыдущем перекрытии. Демонтаж опорных стоек и ригелей осуществляют после приобретения бетоном распалубочной прочности с учетом нагрузок от вышележащих перекрытий (рис. 5.5).



*Рис. 5.5. Бетонирование междуэтажных перекрытий методом «снизу вверх»:  
1 — монолитные стены; 2 — кран; 3 — оставленные при бетонировании гнезда; 4 — бадья для подачи бетонной смеси; 5 — армокаркас; 6 — опалубка перекрытия; 7 — фермочный прогон; 8 — телескопическая стойка; 9 — монолитное перекрытие*

**Вариант «в».** При поэтажном способе бетонирования перекрытий совмещают с возведением стен. Для удобства ведения работ внутренние щиты опалубки делают короче наружных на толщину перекрытия. После завершения бетонирования стен на высоту этажа скользящую опалубку устанавливают строго на уровне перекрытия, ниже уровня рабочего настила. Далее устанавливают опалубку междуэтажного перекрытия, опирающуюся на прогоны, которые сами крепятся с помощью анкеров к стенам. Армокаркасы и бетонную смесь подают краном через монтажные отверстия в рабочем настиле скользящей опалубки. После завершения бетонирования перекрытия приступают к бетонированию следующего этажа. При данной, чрезвычайно трудоемкой и неудобной технологии обязательна остановка опалубки при бетонировании перекрытий, что усложняет технологию ведения работ (рис. 5.6).



*Рис. 5.6. Бетонирование междуэтажных перекрытий циклическим методом:*  
 1 — монолитные стены; 2 — домкратная рама; 3 — наружные удлиненные щиты; 4 — бадья для подачи бетонной смеси; 5 — рабочий стол; 6 — внутренние опалубочные щиты; 7 — гидродомкрат; 8 — съемные щиты рабочего стола; 9 — анкеры для крепления прогона; 10 — фермочный прогон; 11 — монолитное перекрытие; 12 — опалубка монолитного перекрытия

**Вариант «г».** Способ бетонирования перекрытий «сверху вниз» нашел распространение в США, Швеции и других странах. Способ используют при возведении стен на полную высоту. Не демонтируя скользящую опалубку, на ее рабочем настиле устанавливают специальные лебедки с гибкими тросами, на которых подвешивается инвентарная опалубка перекрытий, состоящая из инвентарных телескопических прогонов и щитов. После закрепления опалубки и армирования осуществляют бетонирование с применением бетононасосов. После приобретения бетоном распалубочной прочности опалубку демонтируют и перемещают ее вниз на отметку следующего перекрытия (рис. 5.7).

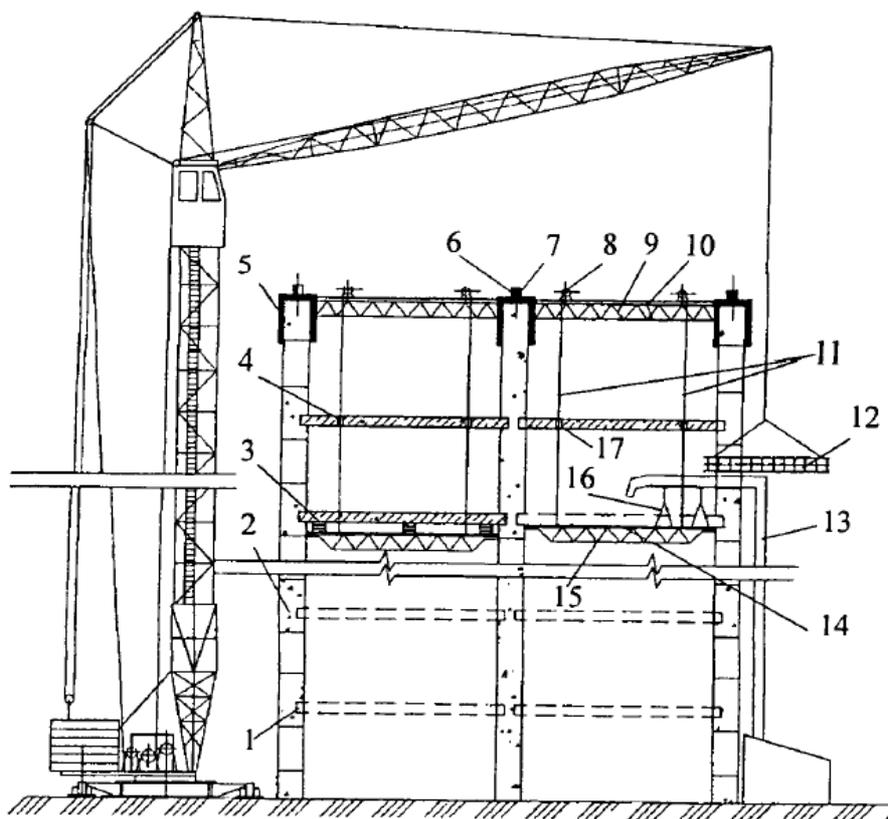


Рис. 5.7. Бетонирование междуэтажных перекрытий методом «сверху вниз»:  
 1 — гнезда; 2 — стена; 3 — пневматическое отрывное устройство; 4 — монолитное перекрытие; 5 — домкратная рама; 6 — домкратный стержень; 7 — гидродомкрат; 8 — тормозные устройства; 9 — опалубочный щит; 10 — рабочий настил; 11 — гибкие тяги; 12 — армокаркас; 13 — бетоновод; 14 — опалубка перекрытия; 15 — несущая ферма опалубки перекрытия; 16 — стойка; 17 — гильза

Достоинства скользящей опалубки:

- комплект опалубки можно использовать для зданий разной планировки;
- высокая пространственная жесткость и устойчивость к сейсмическим нагрузкам;
- трудозатраты ниже, чем при строительстве кирпичных и блочных зданий;
- высокая скорость бетонирования (до 4 м/сут);
- резкое сокращение затрат на базу стройиндустрии.

### 5.3. Блок-формы

Эта пространственная конструкция нашла широкое применение в практике монолитного строительства, так как позволяет изготавливать различные конструктивные элементы зданий. Получили распространение универсальные, разъемные и переналаживаемые блок-формы, собираемые в основном из стальных щитов на разъемных, шарнирных креплениях или при помощи сварки.

Наиболее часто блок-формы применяют для ступенчатых фундаментов. Для возведения фундаментов небольших размеров (объемом 1,5...2 м<sup>3</sup>) используют *неразъемную опалубку* (рис. 5.8, а). В ней палуба ступеней располагается с небольшой конусностью, что значительно снижает силы трения, возникающие при распалубливании. Использование различных вставок и доборных элементов позволяет использовать одну форму для изготовления 10...20 типоразмеров фундаментов. Каждый элемент блок-формы имеет конусность и предназначен для бетонирования одной из частей фундамента или его ступени. Для отрыва форм от бетона используют монтажные механизмы — краны (при достаточно большом запасе их грузоподъемности), но наиболее часто для этой цели применяют

домкраты, которые опираются через подкладки на блок-форму нижерасположенного яруса; верхняя часть поршня домкрата упирается в специальные кронштейны с четырех сторон формы. Благодаря возникающим усилиям блок-формы отрываются от бетона. Для самого нижнего яруса блок-формы подкладки под домкраты устанавливают на землю или готовое бетонное основание.

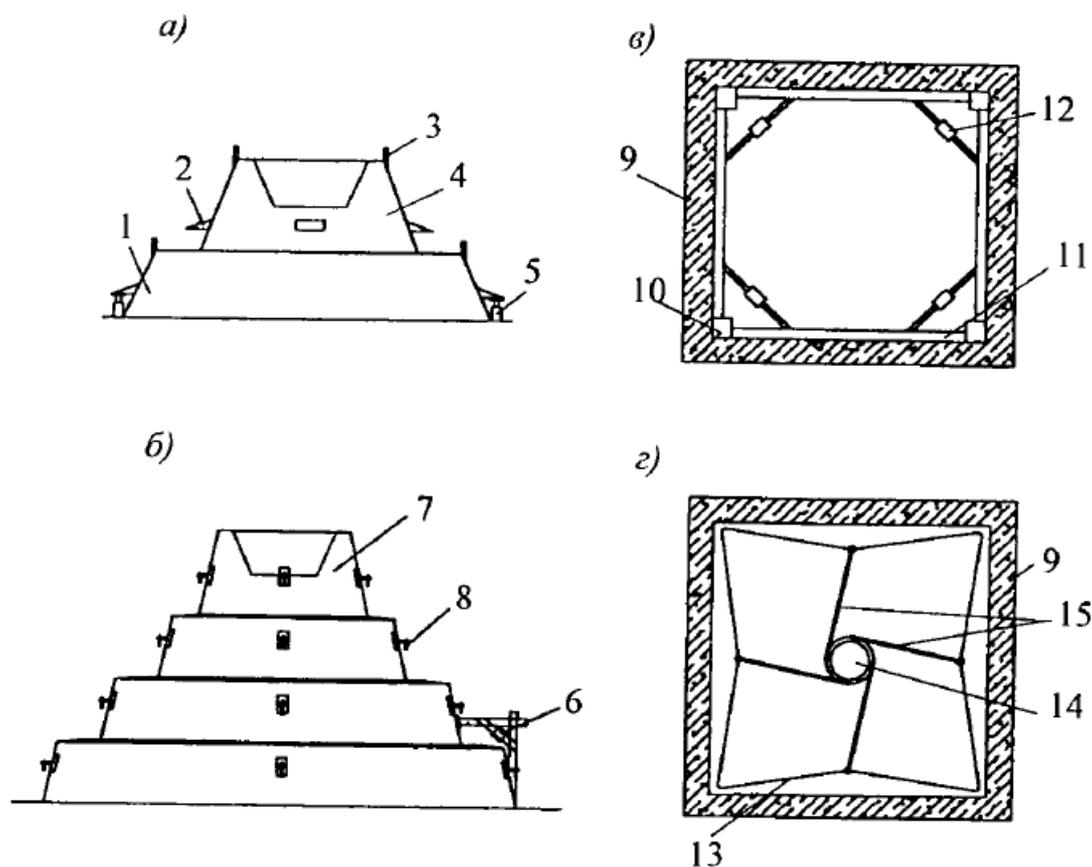


Рис. 5.8. Блок-формы и блочные опалубки:

*а* — неразъемные блок-формы фундамента; *б* — разъемные блок-формы фундамента; *в* — крупноблочная опалубка со стяжными муфтами; *г* — то же, с гибкими щитами; 1 — блок подколонника; 2 — кронштейн для упора домкратов; 3 — монтажная петля; 4 — блок ступени фундамента; 5 — домкрат; 6 — отрывное устройство; 7 — замок; 8 — блок-форма стороны фундамента; 9 — бетонируемая конструкция; 10 — элемент каркаса опалубки; 11 — щит опалубки; 12 — стяжная муфта; 13 — гибкий щит опалубки; 14 — центральная поворотная стойка; 15 — тяги к щитам

Для экономии времени и трудозатрат на строительной площадке используют предварительную сборку блочной опалубки вне площади возводимого объекта и в ряде случаев вне строительной площадки. Доставленные к месту установки опалубочные блоки можно сразу же устанавливать в проектное положение. Монтируют и демонтируют такие блоки с помощью крана. Иногда в блочную опалубку заранее помещают и закрепляют арматурный каркас и затем весь блок устанавливают в проектное положение. Такую конструкцию, состоящую из арматурного каркаса и опалубки, называют *арматурно-опалубочным блоком*.

Применяют универсальные блок-формы ЦНИИОМТП. Они состоят из блока-подколонника и объемных щитов ступенчатой части фундамента высотой 0,3 и 0,6 м и длиной от 1,2 до 2,1 м с шагом 30 см. Положение щитов при установке опалубки обеспечивается специальными фиксаторами. Готовую блок-форму снабжают специальными механическими домкратами, гарантирующими распалубку отдельных щитов без нарушения

поверхности и структуры бетона. Конструкция блок-формы достаточно жесткая, что обусловлено наличием специальных ребер и надежной фиксацией отдельных щитов.

Для изготовления более массивных конструкций фундаментов используют *переналаживаемые* или *разъемные* блок-формы (рис. 5.8, б). Разъемные формы выполняют из четырех жестких панелей, соединенных в углах замками, которые позволяют им перемещаться относительно друг друга на шарнире без отсоединения. Замки устанавливают на противоположных щитах блока по два с каждой стороны. Замки раскрывают с помощью рычага.

Применяют опалубочные формы для бетонирования ступенчатых фундаментов, когда металлическая опалубка образует одну из сторон всего фундамента. Четыре независимых крупных щита опалубки для типовых фундаментов в углах примыкания соединяются жесткими пластинами с закреплением клиньями.

Для отрыва опалубки от бетона и раздвижки створок используют отрывные приспособления, приваренные на всех плоскостях опалубки. Применяют съемные винтовые домкраты.

Число отрывных устройств принимают из расчета 1 домкрат на 0,6 м<sup>2</sup> опалубочной поверхности и не менее трех на опалубочный щит ступенчатой части фундамента. Форма отрывается от забетонированного фундамента после ослабления креплений в узлах за счет последовательного вращения винтовых домкратов на всех поверхностях, начиная с верха формы.

Блочная опалубка применима при возведении колонн жилых и общественных зданий. Конструкция опалубки представляет собой наружную жесткую раму, на которой посредством кривошипа смонтированы щиты опалубки на полную высоту колонны. Щиты имеют каркасную конструкцию, палуба выполнена из листового металла. При отрыве опалубки от забетонированной конструкции происходит раскрытие щитов, вслед за ними начинает подниматься рама. И наоборот, при опускании опалубки щиты под собственной массой сближаются и устанавливаются в рабочее положение с помощью шарнирно-рычажного механизма. Вертикальность формы достигается четырьмя винтовыми домкратами, расположенными на основании рамы. С использованием такой опалубки можно бетонировать колонны сечением от 40 x 40 до 60 x 60 см и высотой до 4 м.

Блок-формы до полного износа оборачиваются 200...300 раз. Их применение в большинстве случаев оказывается экономичнее разборно-переставной опалубки благодаря значительному снижению затрат труда.

#### **5.4. Блочная опалубка**

Конструктивное решение блочной опалубки позволяет возводить как полностью монолитные, так и сборно-монолитные общественные и жилые здания. Предпочтение тому или иному варианту отдается по результатам технико-экономического сравнения с учетом развития индустрии сборного железобетона, наличия транспортных путей и климатических условий региона строительства. Часто применяют комбинированное сочетание монолитного и сборного железобетона:

- монолитные наружные и внутренние стены и сборные перекрытия;
- монолитные внутренние стены и сборные наружные стены и перекрытия;
- монолитные внутренние стены, сборные перекрытия и сборно-монолитные наружные стены.

Расширяется номенклатура объемно-блочных элементов заводского изготовления и полной готовности — санузлы, элементы лоджий, лифтовые шахты, кухни, мусоропроводы, лестничные марши и т. д.

При поточном методе возведения жилых зданий их обязательно разбивают на захватки с приблизительно одинаковыми объемами работ по отдельным процессам — монтажу опалубки, установке арматуры, бетонированию, монтажу сборных элементов.

Крупноблочную опалубку с металлической палубой часто применяют для бетонирования замкнутых ячеек стен при небольших пролетах. Она представляет собой

опалубку ячейки, состоящую из четырех стен, объединенных в единый блок, целиком устанавливаемый и впоследствии извлекаемый после бетонирования краном. Перед демонтажом с помощью механических или гидравлических домкратов откидываются вставки и сближаются щиты опалубки. При устройстве внутренних стен и перегородок с применением блочной опалубки может быть дополнительно задействована и крупнощитовая опалубка. Сначала устанавливают блоки блочной опалубки, которые соединяются между собой тягами. Затем, при необходимости, устанавливают панели и отдельные щиты крупно- и мелкощитовой опалубки.

Наиболее целесообразно использовать крупноблочную опалубку для бетонирования лифтовых шахт и стен лестничных клеток. Конструктивно крупноблочная опалубка решена в двух вариантах. В первом варианте смежные щиты соединены в узлах тягами с винтовой муфтой (рис. 5.8, в). Сдвигая и раздвигая тяги в муфтах, можно как устанавливать объемный блок в проектное положение, так и отрывать его от бетона. Второй вариант отличается тем, что опалубку изготавливают с четырьмя гибкими щитами, которые при распалубливании изгибаются, после чего их отрывают от бетона и стягивают к центру забетонированной ячейки.

Для отрыва используют гидравлические или механические домкраты; центральную поворотную стойку, на которой шарнирно закреплены тяги, соединенные также шарнирно с гибкими щитами. При распалубке вращением центральной стойки угловые щиты изгибаются и притягиваются к центру. Устанавливают опалубку в рабочее положение обратным вращением стойки (рис. 5.8, г).

При монтаже опалубки лифтовой шахты первоначально блок опалубки ставят на опорное днище и опорные кронштейны в гнездах забетонированной стены нижнего яруса. При установке в рабочее положение «сжатая» в процессе перемещения блочная опалубка «разжимается», занимая место по периметру стен нижнего яруса. Затем с наружной стороны монтируют панели и щиты крупнощитовой опалубки, соединяя их между собой тягами.

Соединение армокаркасов лучше организовать методом вязки или другим безогневым (имеется в виду сварка) способом. Искры и капли расплавленного металла прожигают смазку опалубочных щитов, что приводит к ухудшению качества забетонированных поверхностей и более ранней отбраковке щитов опалубки.

Бетонирование на захватке при использовании крупноблочной опалубки осуществляют после завершения всех предшествующих процессов, бетонную смесь укладывают непрерывно слоями толщиной до 50 см без перерывов и на всю высоту опалубки; рабочих участков должно быть не менее четырех. Каждый последующий слой укладывают до начала схватывания предыдущего и тщательно уплотняют глубинными вибраторами. До начала бетонирования должны быть обязательно установлены или уложены вкладыши, каналообразователи для последующей протяжки электро- и слаботочной проводки.

Опалубку демонтируют при достижении бетоном распалубочной прочности. Для керамзитобетонных стен она может быть достигнута через 24 ч.

Демонтированные элементы опалубки опускают на площадку складирования для ремонта, очистки и смазки. Последовательность демонтажа опалубки следующая. Сначала демонтируют наружные и внутренние панели опалубки, торцевые и угловые щиты, только после этого блоки опалубки. Для демонтажа используют специальные устройства для отрыва щитов: клинья, струбцины, механические и гидравлические домкраты.

Оптимальной организации и технологии работ можно добиться, если здание разбирают на 3...4 захватки, комплект опалубки рассчитан на одну или даже две захватки, работы ведут поточным способом.

Этапы работ (потоки) следует выполнять в следующем порядке:

- установка опалубки перекрытия на захватке;
- бетонирование данного перекрытия;
- монтаж блочной опалубки и бетонирование стен;
- демонтаж опалубки стен после набора распалубочной прочности;

- демонтаж опалубки перекрытий;
- установка опалубки перекрытия на новом ярусе.

Целесообразно, чтобы щиты наружных стен включали в себя нижние и верхние опорные пояса. После бетонирования при распалубке демонтируют щит наружной стены вместе с нижним поясом, а замоноличенный верхний пояс служит маяком (цоколем) для установки на него щита опалубки верхнего этажа. Такое решение позволяет существенно повысить точность возведения конструктивных элементов и дополнительно закрепить наружные площадки и панели опалубки.

### 5.5. Крупноблочная опалубка для шахт

Опалубочные щиты и внутренние угловые элементы из стандартных элементов опалубки стен вместе с распалубочными элементами образуют быстро монтируемый внутренний опалубочный блок фирмы «НОЕ» (рис. 5.9).

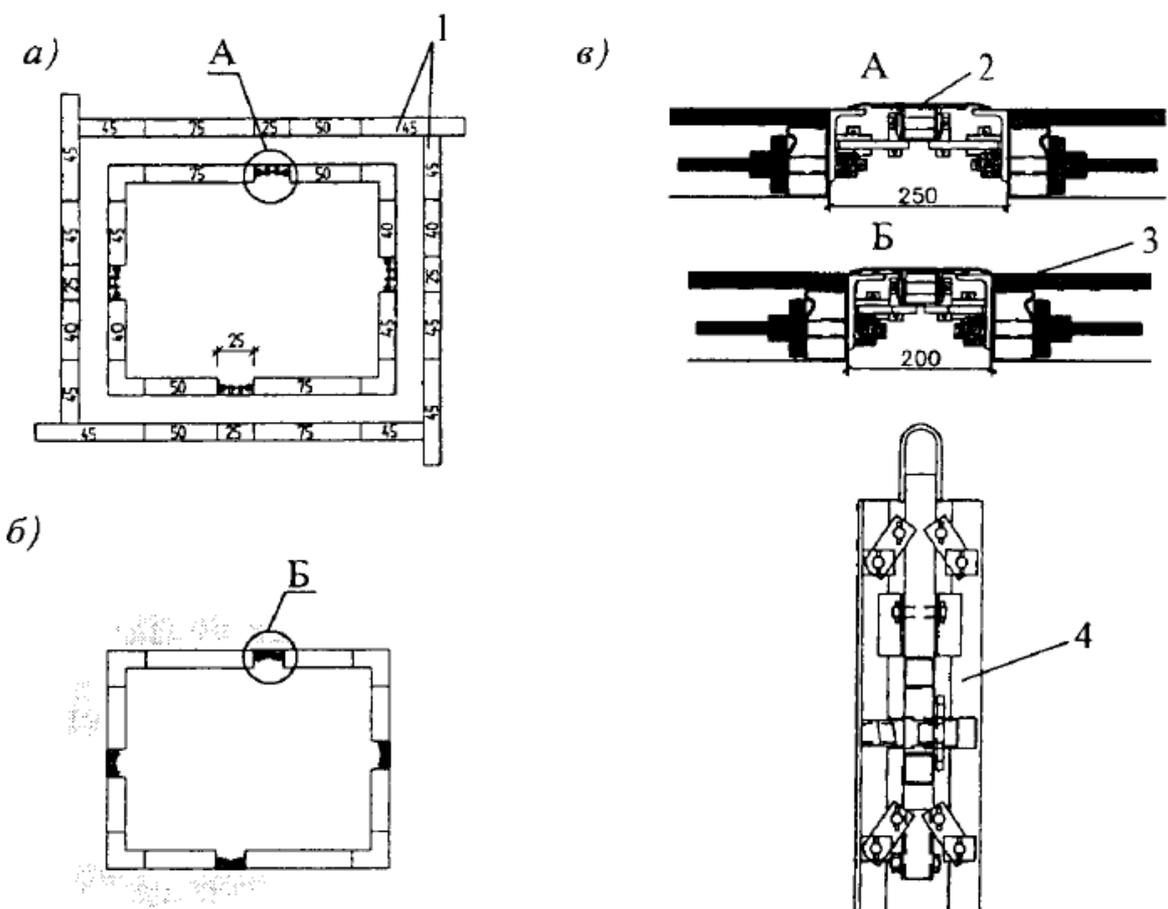


Рис. 5.9. Опалубка для шахт и ядер жесткости фирмы «НОЕ»:

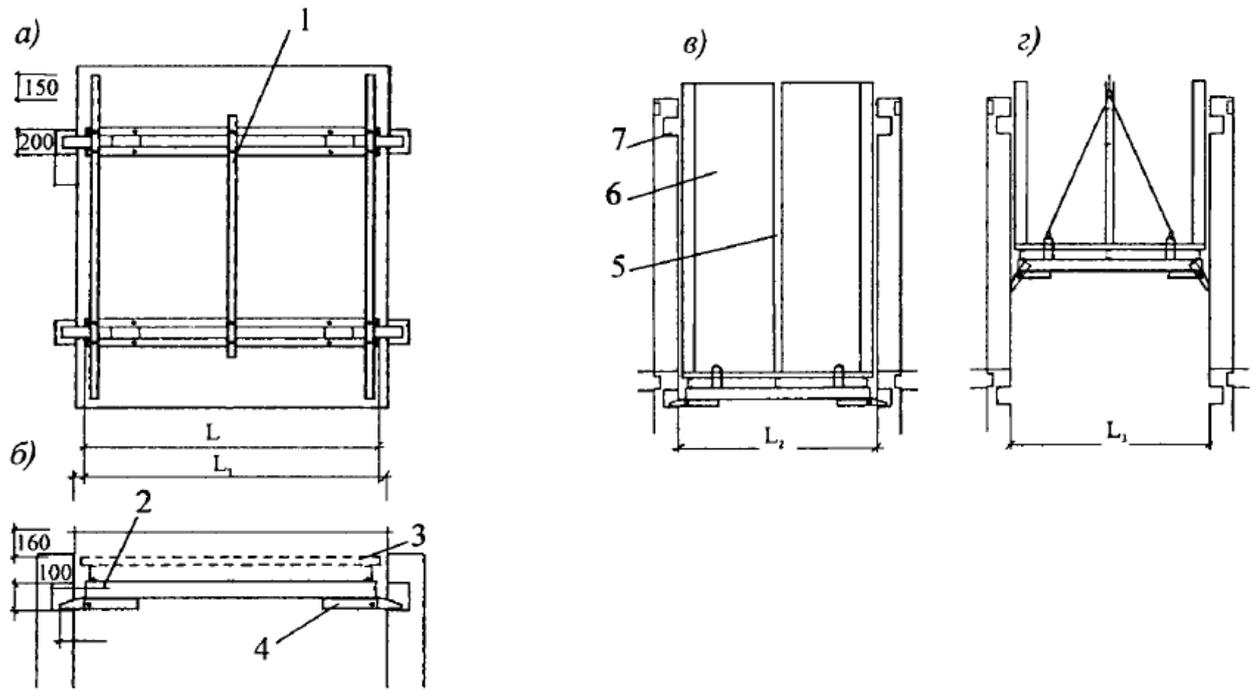
*а и б* — внутренняя опалубка в рабочем и сжатом состоянии при подъеме;

*в* — распалубочные вставки; *1* — щиты стандартной щитовой опалубки стен;

*2* — распалубочное пружинное устройство; *3* — то же, при подъеме в сжатом состоянии;

*4* — распалубочная вставка

Опалубку шахт первоначально целесообразно установить на подъемном столе (рис.5.10) и соединить с распалубочными элементами. Высота бетонирования зависит только от скорости укладки и уплотнения бетонной смеси, для многоэтажного жилищного строительства ярус бетонирования принимают равным высоте этажа. В процессе распалубливания и подъема крупноблочной опалубки распалубочные элементы автоматически складываются для беспрепятственного перемещения блока на новую позицию.



*Рис. 5.10. Подъемная платформа опалубки шахт фирмы «НОЕ»:  
 а и б — фасад и план платформы на нулевой отметке; в — опалубка и  
 забетонированный первый ярус стены; з — подъем опалубки на платформе; 1 —  
 распалубочная вставка; 2 — несущая балка; 3 — рабочий настил; 4 — откидная опора; 5 —  
 распалубочное пружинное устройство; б — опалубка шахты; 7 — проем для откидных опор*

Опалубка «НОЕ» имеет конструктивное решение из стандартных щитов с четырьмя стяжными распалубочными элементами, что позволяет переставлять внутреннюю опалубку шахты целиком за один прием при поднятии краном всего блока. При этом распалубочные элементы благодаря своему конструктивному решению автоматически сжимаются на 2,5 см, обеспечивая подъем всей конструкции на новый ярус.

Если возведение ядра жесткости сооружения опережает возведение всех остальных конструкций, целесообразно применить скользящие подмости системы «НОЕ» (рис. 5.11). Подвешенные на два анкера подмости выдерживают значительную нагрузку, главное обеспечить точную установку подвесных анкеров. Перестановка подмостей по вертикали допустима только при наборе бетоном достаточной прочности и несущей способности.

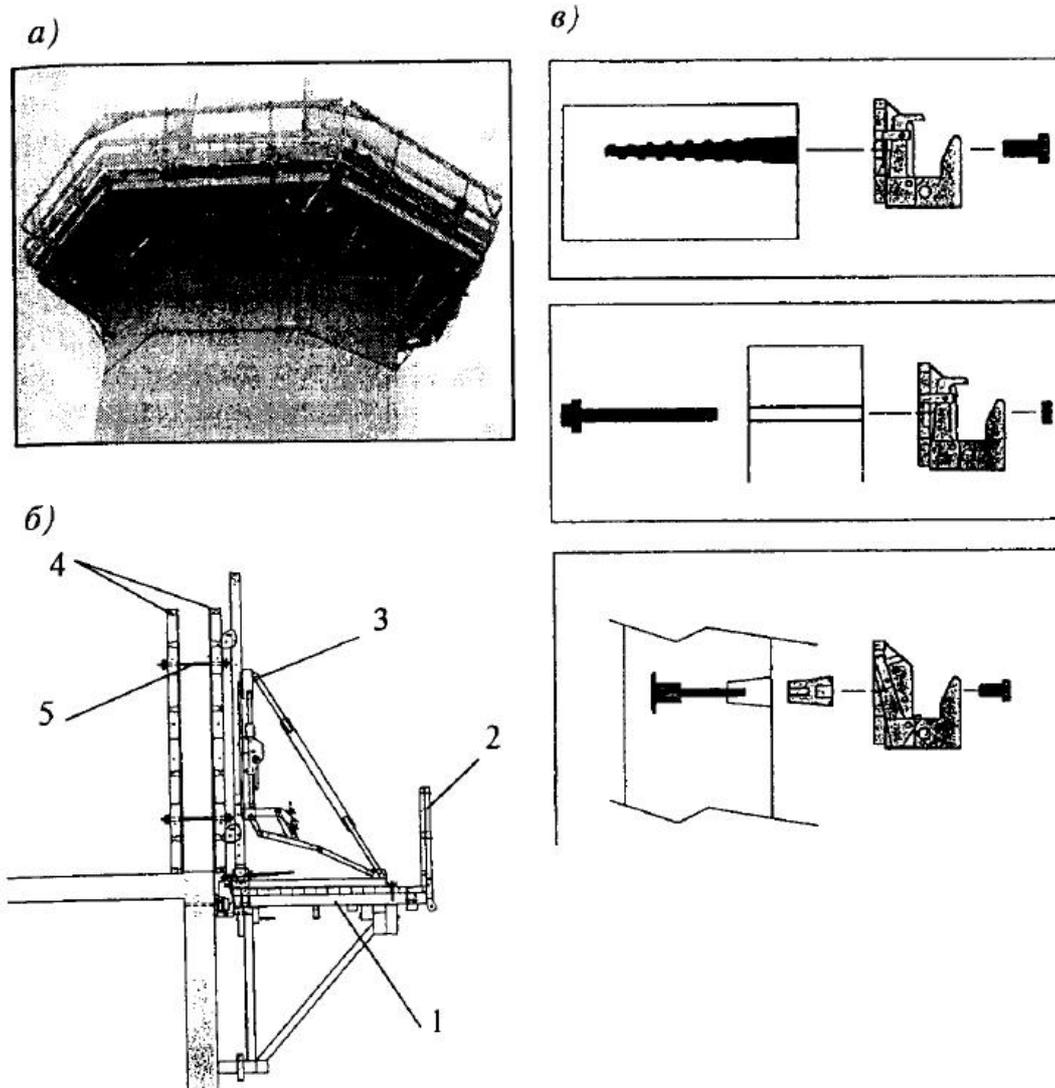


Рис. 5.11. Скользящие подмости фирмы «НОЕ»: а — общий вид; б — конструктивное решение подмостей; в — анкеры и элементы временного крепления; 1 — опорная консоль; 2 — защитное ограждение; 3 — распорка с рабочим механизмом распалубливания; 4 — щиты опалубки стен; 5 — стяжная стержень с резьбой

## 6. ВОЗВЕДЕНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В СПЕЦИАЛЬНЫХ ОПАЛУБКАХ

### 6.1. Пневматическая опалубка

Для возведения сооружений и отдельных элементов криволинейной поверхности экономически целесообразно использовать пневматическую опалубку. Ее успешно применяют для возведения коллекторов, покрытий купольных сооружений диаметром до 36 м и сводчатых тонкостенных конструкций при пролете 12...18 м. С помощью пневмоопалубки можно возводить склады, производственные здания, ангары для разнообразной техники, хранилища зерна и удобрений, системы коллекторов и трубопроводов, спортивные сооружения.

Этот вид опалубки выполняют в виде гибкой оболочки из высокопрочной прорезиненной ткани толщиной 0,3...0,5 мм или прочной полимерной пленки, пленки из резиноклатковых материалов, наполненной сжатым воздухом или пневматически поддерживающих элементов с формообразующей оболочкой. В рабочем положении опалубка поддерживается за счет избыточного давления воздуха. Опалубку раскраивают по

специальным выкройкам, сшивают, швы проклеивают тем же материалом. Опалубку закрепляют по контуру основания, затем в нее нагнетают воздух под давлением 0,05 МПа.

Перед бетонированием ее поверхность покрывают эмульсионной смазкой. Армирование выполняют из дисперсного армированного стекловолокна или из обычной сетки. Бетон наносят набрызгом или послойно. Когда бетон приобретает проектную прочность, опалубку отделяют от бетона. Для ускоренного твердения бетона возможна подача в опалубку пара или подогретого воздуха.

Пневматическая опалубка не требует больших затрат на транспортирование, монтаж и эксплуатацию. С помощью такой опалубки можно возводить конструкции в самых труднодоступных местах.

Важными преимуществами пневмоопалубок является их малая масса, высокая оборачиваемость и низкая трудоемкость монтажа и демонтажа.

При работе с пневмоопалубкой необходимо в ней постоянно поддерживать рабочее давление около 1,2 кПа. Воздухоподающая установка должна работать в автоматическом режиме, давление внутри опалубки следует постоянно контролировать манометрами. Для прохода рабочих под оболочку опалубки устраивают входной шлюз с двумя плотно закрывающимися дверями.

Бетонную смесь наносят установкой «пневмобетон», начиная снизу от фундамента вверх, к замку, по зонам и на полную конструктивную высоту. Рабочие располагаются на автогидроподъемнике, толщину слоя набрызга контролируют путем предварительной установки на опалубке специальных маяков, показывающих проектную толщину конструкции.

При укладке бетонной смеси в несколько слоев с применением торкретирования для обеспечения надежного сцепления поверхность ранее уложенного бетона должна быть тщательно увлажнена. Кроме этого, разница по срокам нанесения бетона на смежных участках опалубки не должна превышать 2...4 ч, так как при больших сроках деформации опалубки при укладке смеси могут передаться и вызвать нарушение структуры твердеющего бетона на соседнем участке.

Для предотвращения высыхания твердеющего бетона от воздействия ветра и солнечной радиации его поверхность сразу после укладки слоя проектной толщины покрывают методом напыления защитной пленкой, препятствующей активному испарению влаги.

При достижении бетоном проектной прочности осуществляют распалубливание. Первоначально снимают внутреннее давление в системе и опалубке, затем демонтируют крепежные устройства. Опалубка легко отделяется от вертикальных и горизонтальных поверхностей уже набравшего прочность бетона; после очистки ее сворачивают и подготавливают для повторного использования.

## **6.2. Несъемная опалубка**

### **6.2.1. Общие положения**

Рациональным направлением в строительстве является разумное сочетание монолитного железобетона и сборных конструкций. Часто эффективным оказывается комбинированное применение сборных и монолитных ограждающих конструкций стен, перекрытий и других конструктивных элементов.

Несъемная опалубка после укладки монолитного бетона и завершения последующих процессов остается в теле забетонированной конструкции и работает в ней как одно целое. Опалубка не только образует форму сооружения, его архитектурное оформление, но и защищает поверхность от атмосферных воздействий, повышает прочностные характеристики конструкции, улучшает режим твердения бетона. Выпуски арматуры в виде змейки и сама внутренняя поверхность панели неровная, шероховатая, способствуют лучшему контакту с укладываемым монолитным бетоном. Применение несъемной опалубки способствует значительному повышению производительности труда.

В качестве материала несъемной опалубки можно использовать стальной профилированный настил, различный листовый материал, керамические и стеклянные блоки и даже металлические сетки. Опалубка может быть изготовлена также из плоских, ребристых и корытообразных профильных плит из железобетона, бетона, армоцемента, стеклоцемента, фиброцемента. Такие плиты применяют для бетонирования монолитных конструкций и сооружений простой конфигурации и с большими опалубливаемыми поверхностями; их устанавливают в проектное положение с помощью кранов, внешние плоскости этих элементов должны совпадать с поверхностью возводимой монолитной конструкции. Крепление таких плит осуществляют путем сварки их выпусков и арматурного каркаса монолитной конструкции. Возможны также варианты крепления с помощью инвентарных крепежных и поддерживающих устройств (прогонов, подкосов, схваток), которые после бетонирования и набора бетоном начальной достаточной прочности снимают и применяют повторно.

В зависимости от функционального назначения опалубку используют как формообразующую конструкцию, опалубку-облицовку и опалубку-изоляцию, часто совмещая все или часть этих функций. В любом случае эти элементы являются наружной поверхностью возводимой конструкции, поэтому могут иметь как различную фактуру, так и отделку различными плитками и другими материалами, наносимыми в заводских условиях. Учитывая заводское или полигонное изготовление опалубки, ее размеры, форма и конфигурация могут быть различными в зависимости от требований проекта (рис. 6.1).

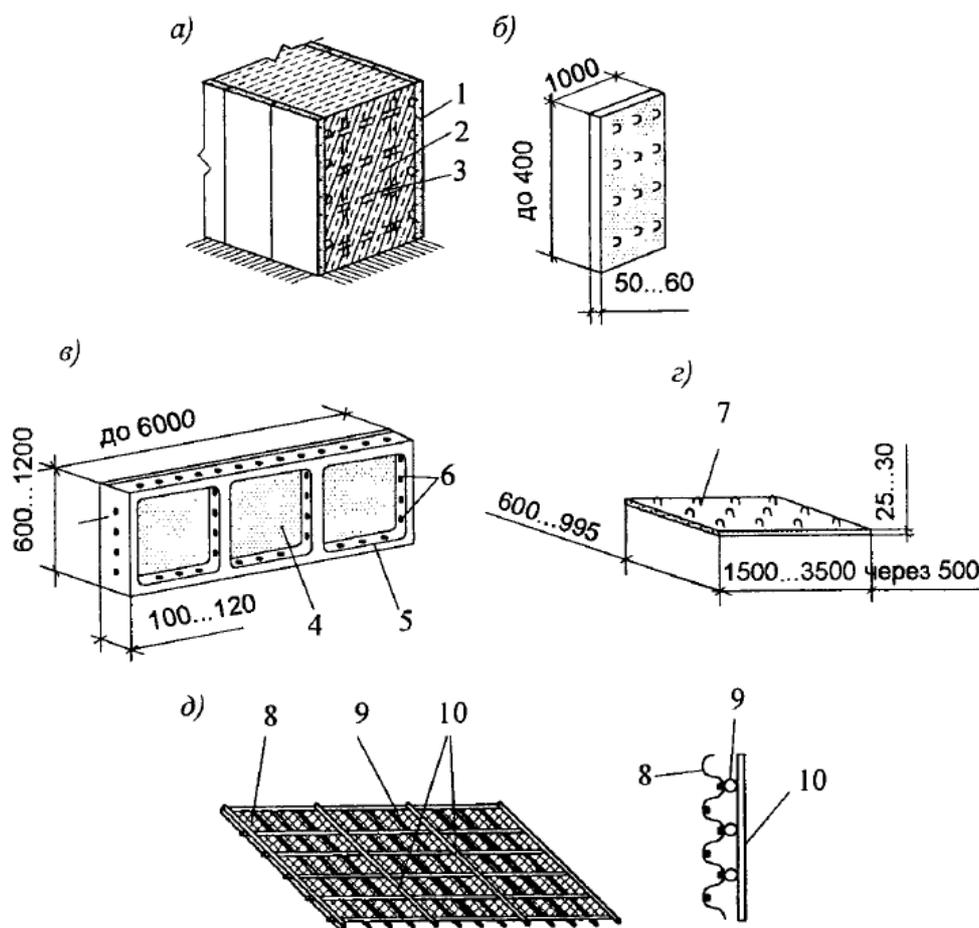


Рис. 6.1. Несъемная опалубка: а — общий вид массива с опалубкой-облицовкой; б — железобетонная плита плоская; в — то же, ребристая; г — плоская армоцементная плита; д — армопакет; 1 — плита; 2 — бетон массива; 3 — армокаркас; 4 — шероховатая поверхность; 5 — ребро плиты; 6 — отверстия; 7 — плита с выступающими анкерами; 8 — тканая сетка; 9 — сварная сетка; 10 — прижимные прутки

Если наладить изготовление элементов несъемной опалубки на приобъектном полигоне, то значительно сократятся трудозатраты на транспортирование, будут исключены повреждения хрупких элементов, вызванные динамическими нагрузками при транспортировании.

При возведении монолитных жилых зданий применяют специальные двухслойные плиты, которые одновременно выполняют функции опалубки и декоративно-теплоизоляционного слоя для фасадных стен зданий. Несъемная опалубка стен может быть также решена в виде скорлупы из монолитного керамзитобетона, скорлупы с наклеиваемым утеплителем из пенополистирола и внутренним монолитным слоем из тяжелого бетона. Применяется и решение, когда несъемную опалубку устанавливают с наружной и внутренней стороны конструкции, пространство между ними заполняют теплоизоляционно-конструктивным материалом — пенобетоном, поризованным бетоном, пенофосфогипсом и др.

Наибольшее распространение получила железобетонная опалубка-облицовка. Несъемная опалубка из тонкостенных железобетонных плит нашла широкое распространение при новом строительстве и реконструкции зданий. Ее с успехом применяют при возведении гидротехнических, энергетических объектов, фундаментов под оборудование, массивных колонн и стен в промышленном строительстве. Основными достоинствами решения являются высококачественная поверхность потолка, не требующая больших затрат на отделку, снижение общих трудозатрат по сравнению с другими решениями перекрытий, в том числе исключается разборка опалубки перекрытия. В результате использования легкобетонных смесей (пенобетон, керамзитобетон, перлитобетон) существенно повышаются характеристики перекрытия по шумоизоляции, виброизоляции, теплотехнические.

Интерес представляют опалубки-облицовки для сборно-монолитного домостроения, которые выполняют в виде плит толщиной 8... 10 см из керамзитобетона и тяжелого бетона. Возможны варианты применения двусторонней опалубки-облицовки с заполнением полости легким бетоном — керамзитобетоном и пенобетоном.

В зависимости от технологического назначения железобетонную опалубку изготавливают из специальных цементов и заполнителей, что позволяет использовать ее в качестве теплоизоляции, защиты будущей конструкции от агрессивных сред, в том числе и грунтовых вод.

Использование несъемной опалубки перекрытий из ребристых тонкостенных железобетонных элементов с укладкой слоя утепляющего материала (пенобетона), армированием и бетонированием до проектной толщины приводит к значительному сокращению трудозатрат, улучшает звукоизоляционные характеристики перекрытия.

Сами же плиты несъемной опалубки после бетонирования монолитных конструкций остаются их составной частью. Основными преимуществами несъемной опалубки являются сокращение трудозатрат приблизительно в 2 раза за счет исключения цикла демонтажа опалубки, снижение объема монолитного бетона за счет включения опалубки как составной части конструкции, сокращение трудозатрат на отделку фасадных поверхностей и практически полное исключение отделочных работ.

За несъемной опалубкой большое будущее в монолитном домостроении. Однако необходимо решить ряд принципиальных вопросов — монтаж опалубки, ее выверка, временное и окончательное закрепление. Должны быть разработаны средства механизации, обеспечение принудительного и безвыверочного монтажа ее элементов.

### **6.2.2. Опалубочная система из пенополистирола**

Введение в действие новых, более жестких требований к сопротивлению теплопередаче для ограждающих конструкций в жилищном строительстве требует разработки и внедрения эффективных энергосберегающих технологий производства строительных материалов,

создания универсальных изделий и конструкций, позволяющих получить высококачественное и дешевое жилье.

Использование несъемной опалубки из пенополистирольных блоков является одним из примеров энергосберегающих технологий. Использование пространственных блоков в качестве опалубки стен и перекрытий позволяет в значительной степени интенсифицировать процесс нового строительства и реконструкции зданий. Ведь масса  $1 \text{ м}^2$  стеновой панели составляет  $2,5 \dots 3 \text{ кг}$ , а перекрытия —  $2 \dots 2,5 \text{ кг}$ , это обстоятельство позволяет выполнять опалубочные работы вручную. Плотность пенополистирола в изделиях составляет  $20 \dots 25 \text{ кг/м}^3$ , ценным свойством материала является его влагостойкость. Несъемная опалубка состоит из изготовленных в заводских условиях опалубочных элементов стен и перекрытий, объединяющих в себе функции опалубки, утеплителя и звукоизоляции стен и перекрытий, а также основания для нанесения отделочных (фактурных) слоев.

Различные конструктивные решения блоков имеют общие важные качества — это несъемная опалубка, она дополнительно выполняет функцию теплоизоляции, обеспечивает плотное сочленение вертикальных и горизонтальных стыков, которые занимают проектное положение с достаточно высокой степенью адгезии.

Находит широкое распространение опалубочная система из пенополистирольных плит (рис. 6.2). Основные достоинства опалубки в малой массе, достаточной прочности и невозгораемости. Малая масса элементов позволяет выполнять многие процессы вручную, используя систему подмостей и распределительных стоек, исключая деформации от свежешелюженного и уплотненного бетона.

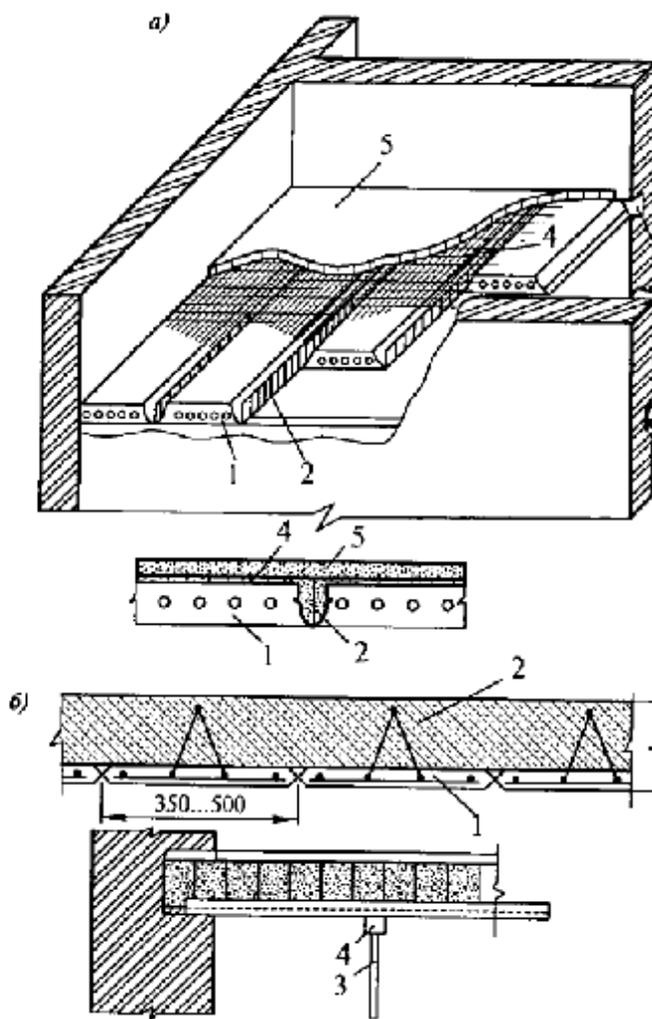


Рис. 6.2. Сборно-монолитные перекрытия из пенополистирольных панелей: а — с армированием каркасами и обетонированием поверхности: 1 — пенополистирольная панель; 2 — армокаркас; 3 — штраба в кирпичной стене; 4 — арматурная сетка; 5 — слой бетона; б — из армоопалубочных пенополистирольных панелей: 1 — панель несъемной опалубки; 2 — слой монолитного бетона; 3 — телескопическая стойка; 4 — прогон

Осуществляют укладку всех элементов пенополистирольной опалубки на захватке, концы панелей, примыкающих к несущим стенам (при реконструкции зданий), заводят в штрабы, устанавливают в межплитном пространстве арматурные каркасы, на поверхности плит опалубки-облицовки укладывают арматурную несущую сетку, которая соединяется с арматурными каркасами, осуществляют бетонирование. Схема из армоопалубочных пенополистирольных панелей предусматривает использование плит длиной, равной пролету. Панели опираются на штрабы, по их длине устанавливают распределительные стойки для исключения появления деформаций, далее осуществляют бетонирование. Размер плит заводского изготовления, степень их армирования и толщину укладываемого бетонного слоя определяют расчетом индивидуально для каждого перекрытия с учетом нагрузок и перекрываемых пролетов.

Устройство сборно-монолитных перекрытий с применением несъемной опалубки наиболее эффективно при реконструкции зданий. Одним из основных преимуществ такой технологии является возможность применения башенных кранов малой грузоподъемности. Технологический процесс устройства перекрытий включает оставление штраб по периметру здания глубиной в 0,5 кирпича и высотой 1...1,5 кирпича; обеспечение единого монтажного горизонта, путем выравнивания поверхности штраб цементно-песчаным раствором; установку распределительных балок на телескопических стойках и непосредственно укладку элементов несъемной опалубки. Панели опалубки в местах стыков крепятся между собой распределительными стержнями, при необходимости, устанавливают дополнительное сетчатое армирование. После завершения укладки панелей опалубки на захватке осуществляют проверку их горизонтальности. Допустимое отклонение на пролет не более 3...4 мм. При необходимости, в проектное положение панели устанавливают с помощью винтовых домкратов, размещаемых на распределительных балках. Бетонирование перекрытия может осуществляться по двум схемам — с помощью монтажного крана или бетононасосом (рис. 6.3).

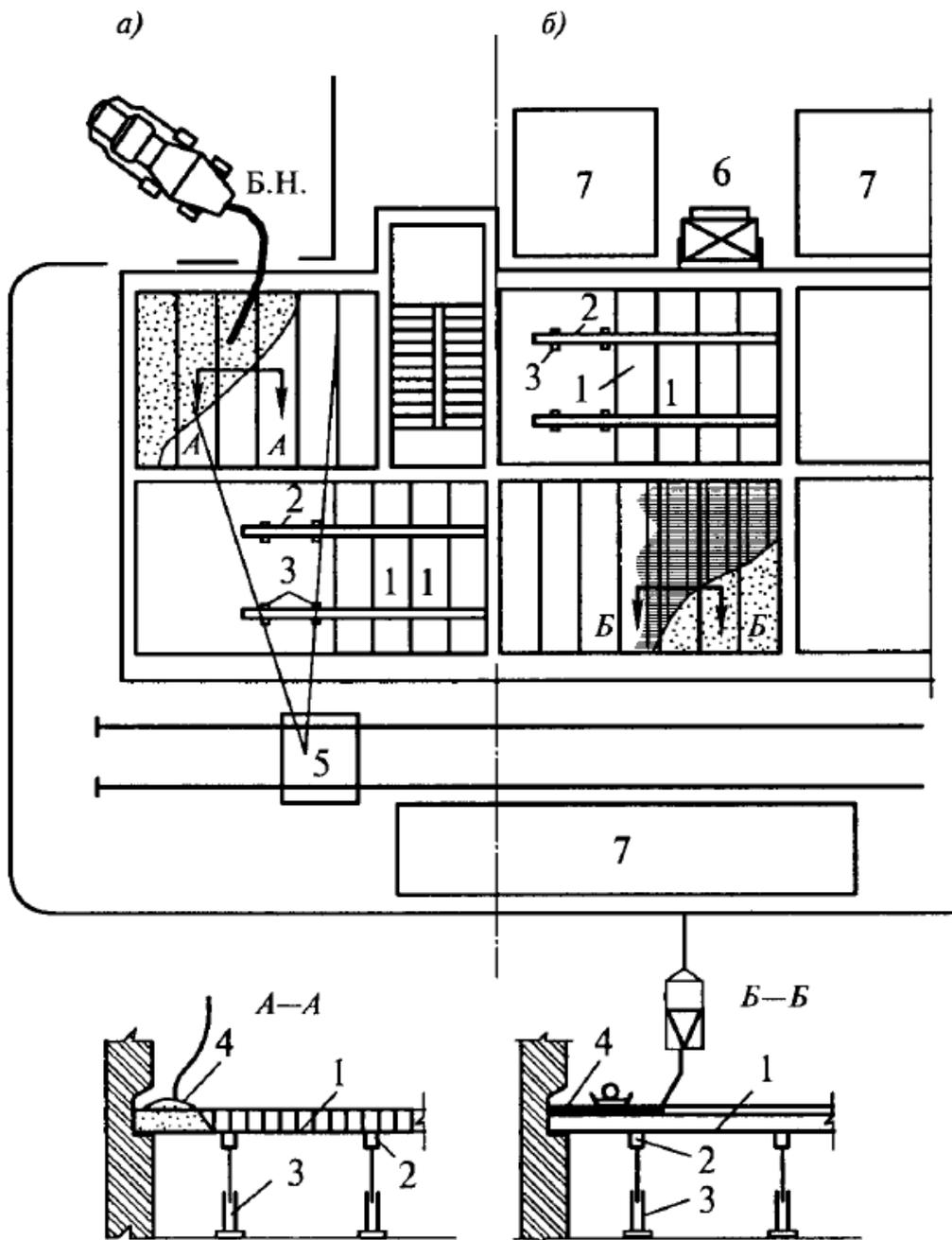


Рис. 6.3. Устройство сборно-монолитных перекрытий в несъемной опалубке: а — железобетонные плиты с выпусками арматуры; б — из пеностирольных плит; 1 — несъемная опалубка; 2 — ригели; 3 — телескопические стойки; 4 — монолитный бетон; 5 — монтажный кран; 6 — подъемник грузопассажирский; 7 — зоны складирования

Объемные блоки несъемной опалубки не являются несущей конструкцией, а служат опалубкой, в полости которой устанавливают арматурные каркасы и в последующем заполняют пластичной бетонной смесью. На рис. 6.4 приведена технологическая схема устройства наружных стен и перекрытий из пенополистирольной опалубки, а на рис. 6.5 — конструктивное решение сопряжения перекрытия с надстраиваемой стеной.

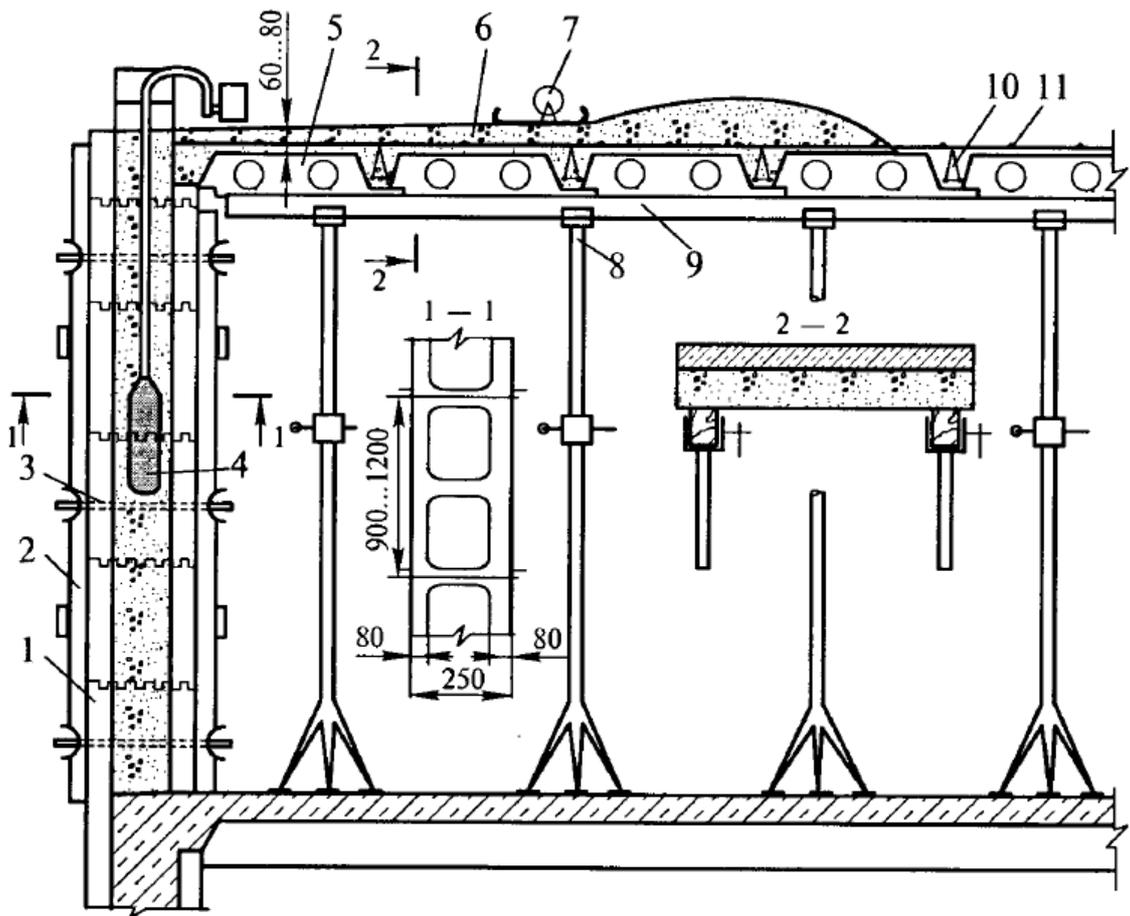


Рис. 6.4. Схема устройства наружных стен и перекрытий в несъемной опалубке:  
 1 — стеновые блоки; 2 — распределительные стойки; 3 — стяжки; 4 — вибратор;  
 5 — панель перекрытия из пенополистирола; 6 — бетонная смесь; 7 — виброрейка; 8 —  
 телескопические стойки; 9 — распределительные балки; 10 — армокаркас; 11 — сетчатое  
 армирование

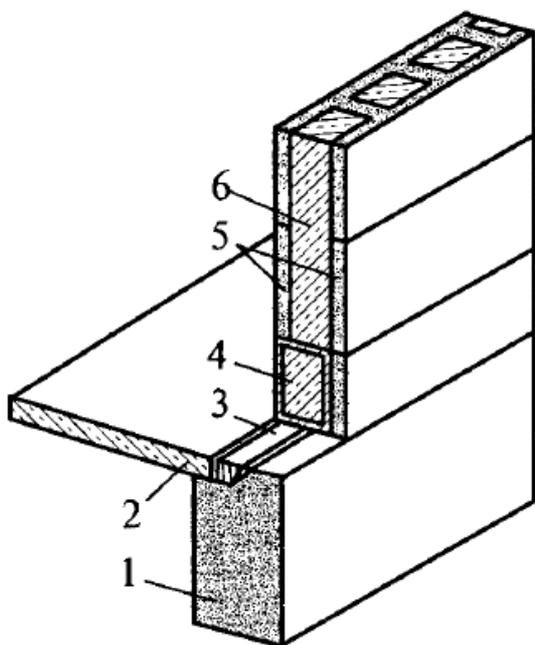


Рис. 6.5. Сопряжение перекрытия с  
 надстраиваемой стеной:  
 1 — существующая стена надстраиваемого здания; 2 — перекрытие; 3 —  
 армокаркас; 4 — монолитный участок; 5 — блоки несъемной опалубки; 6 — мо-  
 нолитный бетон

В целом, несущие конструкции сооружения, возведенного в несъемной опалубке из пенополистирола, представляют собой монолитную железобетонную пространственную систему, состоящую из железобетонных продольных и поперечных стен, ребристых перекрытий и обвязочных горизонтальных рам, соединяющих стены и перекрытия.

Пространство между пенополистирольными элементами стен и перекрытий заполняют бетоном, который армируют металлическими стержнями и сетками. Внутри здания вертикальные поверхности стен и перегородок из пенополистирола оштукатуривают по металлической сетке или облицовывают гипсокартонными листами или гипсоволокнистыми и вермикулитовыми теплоизоляционными плитами.

Для обеспечения долговечности зданий монтаж элементов опалубки рекомендуется выполнять с отметки, превышающей уровень земли не менее чем на 0,6 м, или предусматривать в проекте технически обоснованное решение по защите цокольной части панелей от увлажнения атмосферными осадками (снег, дождь) и механического повреждения.

Размер захваток зависит от предполагаемого темпа работ, комплектности поставки опалубочных элементов, обеспеченности площадки бетонной смесью и квалифицированной рабочей силой. Минимальное число захваток две, четырехзахватная система позволяет лучше организовать производственный процесс.

Монтаж опалубочных элементов перекрытий следует начинать после окончания монтажа и выверки опалубки стен на захватке. При разбивке здания на одну-две захватки опалубочные элементы перекрытия укладывают, начиная от торца здания; при протяженных зданиях (в несколько захваток) для средних захваток рекомендуется начинать укладку опалубки от лестничной клетки.

Работу на захватке начинают с установки телескопических стоек лесов согласно проекту производства работ. Стойки устанавливают на подготовленное основание (бетонный пол подвала, междуэтажное перекрытие) с ячейкой не менее 1,5 x 1,5 м и площадью опалубливаемой поверхности в пределах 3 м<sup>2</sup> на одну стойку. Для предотвращения обжатия опорных частей пенополистирола стен и перекрытий первый ряд стоек выставляют не далее чем на 0,5 м от опорных торцов стен. По верху стоек в пазы оголовка укладывают опорные прогоны из бруса 100 x 100 мм.

Здания, возведенные в несъемной пенополистирольной опалубке, требуют защиты фасадной поверхности от механических повреждений, ее надежной облицовки. В стенки пенополистирольных блоков устанавливают с требуемым шагом анкеры, на которых в дальнейшем будут крепиться кронштейны с вертикальными направляющими (рис. 6.6).

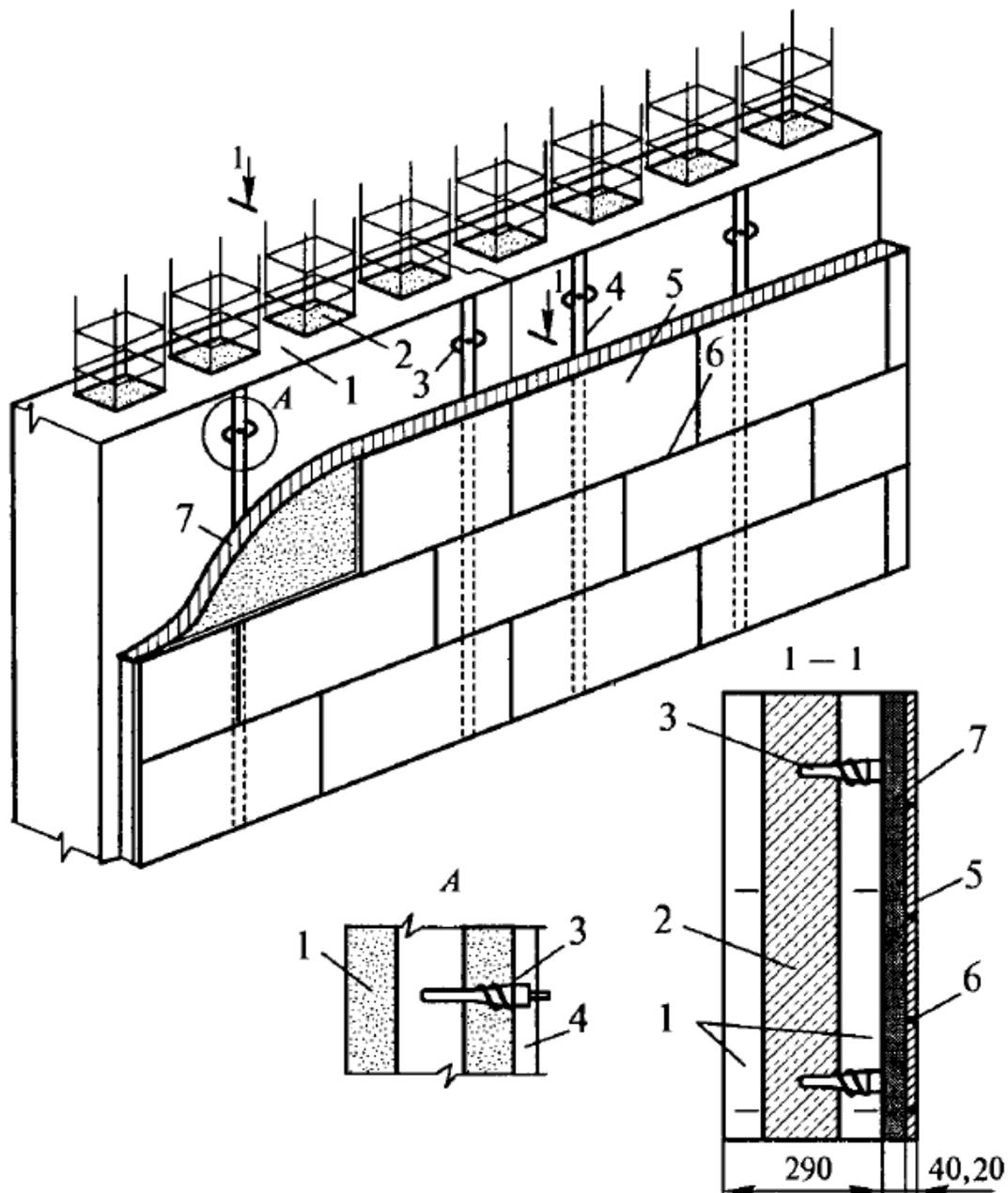


Рис. 6.б. Схема облицовки стен, возводимых в несъемной опалубке:  
 1 — пенополистирольный блок; 2 — монолитный бетон; 3 — анкер; 4 — направляющие из уголка; 5 — облицовочные панели; 6 — съемные вкладыши; 7 — заполнение полости раствором

В процессе монтажа облицовочных панелей осуществляется заполнение свободного пространства легкобетонной смесью на мелком заполнителе, пенобетоном или цементно-песчаным раствором.

### 6.3. Греющие опалубки

Щиты такой опалубки снабжены нагревательными элементами, вмонтированными с тыльной стороны палубы и закрытыми слоем утеплителя. Нагревательными элементами могут быть снабжены щиты любой опалубки (мелкощитовой, крупнощитовой, объемно-переставной, катучей, скользящей и т. д.). Применяют греющие опалубки при бетонировании в зимних условиях, а также для ускорения твердения бетона в летних условиях с целью

ускорения работ и сокращения производственного цикла. Передача тепла в таких опалубках происходит путем теплопроводности, т. е. контактным способом от нагретой поверхности опалубки к примыкающему бетону.

**Греющая опалубка** имеет палубу из металлического листа или водостойкой фанеры, с тыльной стороны которой расположены электрические нагревательные элементы. В современных опалубках в качестве нагревателей используются греющие провода и кабели, сетчатые и углеродные ленточные нагреватели, токопроводящие покрытия и др. Наиболее эффективны кабели из константановой проволоки в термостойкой изоляции, изоляция в свою очередь защищена от механических повреждений металлическим чулком (рис. 6.7).

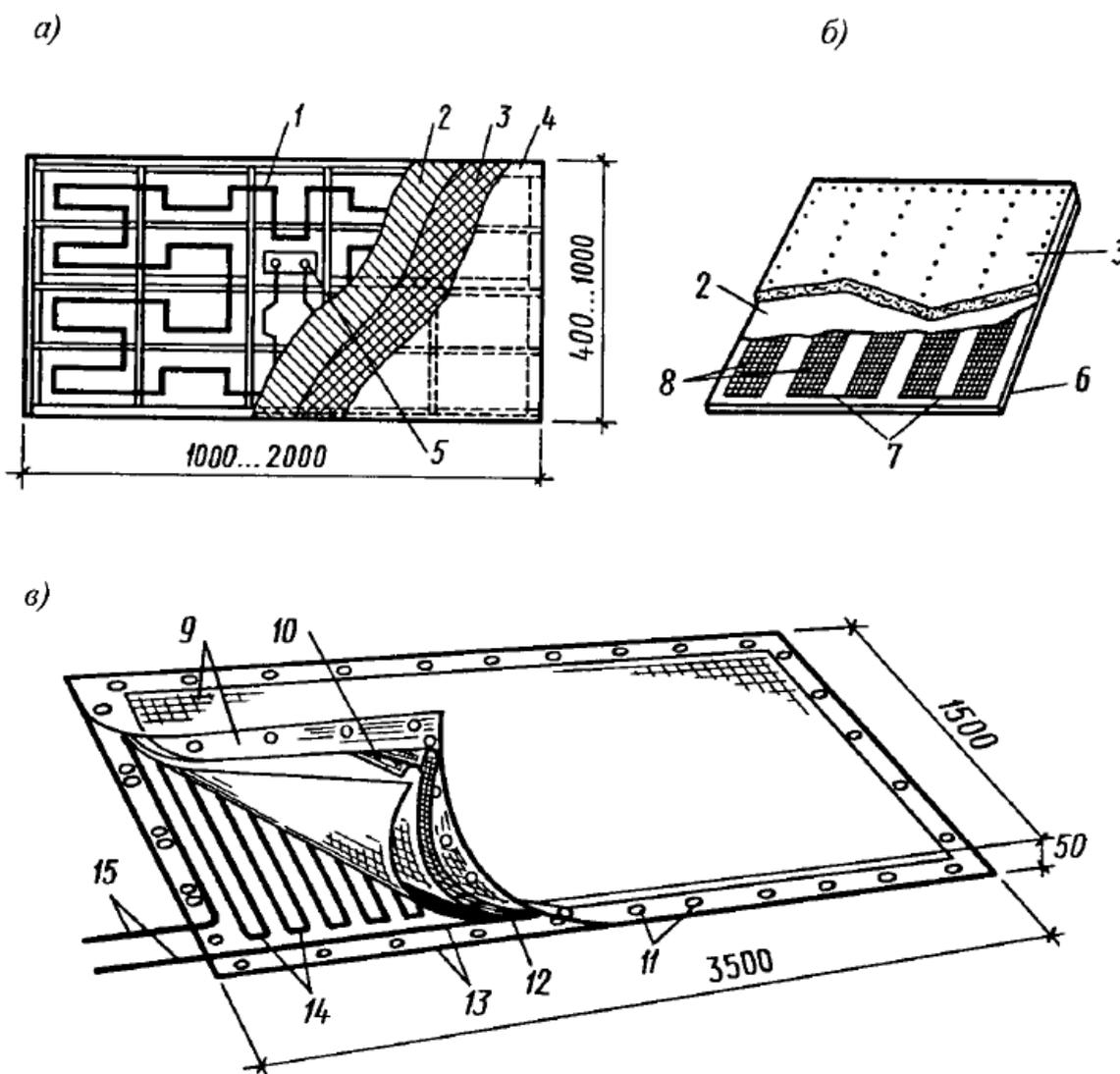


Рис. 6.7. Технические средства для кондуктивного нагрева бетона:  
 а — термоактивная опалубка с греющим кабелем; б — то же, с сетчатыми нагревателями; в — термоактивное гибкое покрытие с греющими проводами; 1 — греющий кабель; 2 — асбестовый лист; 3 — минеральная вата; 4 — защитный стальной лист; 5 — клемма; 6 — палуба из фанеры; 7 — разводящие шины; 8 — сетчатые нагреватели; 9 — защитный чехол; 10 — алюминиевая фольга; 11 — отверстия для крепления покрытия; 12 — утеплитель; 13 — листовая резина; 14 — греющий провод; 15 — коммутационные выводы

Нашли применение плоские графитопластиковые нагреватели, которые представляют собой графитовую ткань, которая по контуру окантована электродами, подключенными к коммутационным проводам. Этот нагреватель помещен в стеклопластиковую или полипропиленовую изоляцию, общая толщина щита не превышает 2 мм. Щиты могут

выпускаться различных размеров в плане, имеют низкую стоимость. Щиты можно располагать с наружной или внутренней стороны палубы, но оптимальным считается их расположение между щитами палубы на расстоянии 5...6 мм от внутренней поверхности, что повышает срок эксплуатации до 50...60 тыс. ч. Температура на рабочей поверхности — в пределах 80...120°С, для получения 70% марочной прочности достаточно эксплуатации установки в течение 24...36 ч (в зависимости от температуры наружного воздуха) при рваном режиме прогрева.

Сетчатые нагреватели из металла изолируют с двух сторон прокладкой тонких асбестовых листов, лист с тыльной стороны дополнительно покрывают теплоизоляцией.

В греющую опалубку может быть переоборудована любая инвентарная опалубка с палубой из стали или фанеры. Опалубку применяют при возведении тонкостенных и среднемаассивных конструкций, а также при замоноличивании узлов сборных железобетонных элементов.

Термоактивная опалубка, собираемая в построечных условиях (рис. 6.8), состоит из щитов (стальных или фанерных); греющего устройства, включающего набор плоских проволочных спиралей либо ТЭНов; электроизоляционного слоя между греющим устройством и щитом опалубки; тепловой защиты на внешней поверхности. Эта опалубка имеет такую же форму, как и опалубка для бетонирования в летних условиях, но снаружи к ней примыкает обогревающее устройство и теплоизоляционные слои.



**Термоактивное покрытие (ТРАП)** — легкое, гибкое устройство с углеродными ленточными нагревателями или греющими проводами, обеспечивающими нагрев поверхности соприкосновения до 50°С. Основой покрытия является стеклохолст, к которому и крепят нагреватели. Для теплоизоляции применяют листовое стекловолокно с экранированным слоем из фольги. В качестве гидроизоляции используют прорезиненную ткань.

Гибкое покрытие можно изготавливать различных размеров. Для крепления отдельных покрытий между собой предусмотрены специальные зажимы. Покрытие можно располагать на вертикальных, горизонтальных и наклонных поверхностях конструкций. По окончании работы с покрытием на одном месте его снимают, очищают и для удобства транспортирования сворачивают в рулон. Наиболее эффективно применение ТРАП при интенсификации твердения плит перекрытий и покрытий, устройстве подготовки под полы.