

# ПОЛИМЕРНЫЕ КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ УСТРОЙСТВА ПОКРЫТИЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ И РЕСТАВРАЦИИ

В.А.Лисенко  
А.И.Буренин

(ОГАСА, г.Одесса, Украина)

При реконструкции и реставрации покрытий зданий со средними и большими пролётами рационально использовать различные типы пространственных конструкций из железобетона, что позволяет создать архитектурно выразительные здания и сооружения, улучшить их объёмно-планировочные решения, перекрыть большие площади безпромежуточных опор. Одной из наиболее экономичных форм покрытия для зданий больших площадей являются купола.

Однако, эффективность конструктивных решений сборных куполов существенно снижается в связи с необходимостью устройства громоздких подмостей, поддерживающих и монтажных приспособлений, значительных объёмов по сварке и замоноличиванию бетоном стыков. При этом сложны укладка и уплотнение бетона в стыках, а расход бетона для замоноличивания составляет 5-10% от общего расхода бетона на конструкции покрытия.

Одним из направлений, способствующих повышению эффективности конструкций куполов, является применение рациональных конструкций стыков и способов их омоноличивания.

Применение для сопряжения конструктивных элементов купольных покрытий таких эффективных композиционных материалов, как высокопрочные защитно-конструкционные полимеррастворы на основе эпоксидных олигомеров, позволяет по-новому, более технологично и экономично решать вопросы конструирования стыков, их равнопрочного омоноличивания и повышения плотности. При этом благодаря высоким адгезионным характеристикам полимерраствора обеспечивается монолитность не только бетона в стыках, но и клеевое соединение арматуры, прерванной в зоне стыка.

Для омоноличивания стыков бетона и арматуры сборных железобетонных элементов куполов используются высокопрочные полимеррастворы - композиции, в общем случае содержащие полимерное связующее (эпоксидные олигомеры), пластификаторы (модификаторы), отвердители, наполнитель и растворитель.

Соединение арматуры в стыках сборных конструкций может быть обеспечено путём закрепления арматуры в металлической соединительной муфте (клеемуфтовый стык) либо в бетонной штрабе (клеештрабной стык). При этом для равнопрочного соединения арматуры должна обеспечиваться необходимая расчетная длина анкеровки стержней в соединительной муфте или бетонной штрабе конструкции.

Расчетная длина анкеровки арматуры в соединительной металлической муфте, при условии равнопрочности муфты соединительным стержням, определяется по формуле:

$$l_{ан} \geq (R_s / 4 R_{gl}^{sh} \cdot d)$$

где  $l_{ан}$  - длина заделки стержня в муфте;  $R_s$  - расчетное сопротивление арматуры растяжению;  $R_{gl}^{sh}$  - расчетное сопротивление полимерраствора срезу по контакту арматура - полимерраствор;  $d$  - диаметр арматуры.

Экспериментально установлено, что длина зоны анкеровки должна находиться в пределах  $7,5 \dots 10 d$ . В этом случае стык удовлетворяет как условиям прочности, так и условиям деформативности, а разрыв арматурного стержня происходит вне зоны анкеровки стержня.

Прочность клеевого закрепления арматуры в бетонной штрабе, в основном, обуславливается работой бетона штрабы на срез и определяется по формуле

$$l_{ан} \geq R_s \pi d^2 / 4 R_b^{sh} (b + 2h)$$

где  $R_b^{sh}$  - расчетное сопротивление бетона срезу;  $b$  - ширина штрабы;  $h$  - глубина штрабы.

Для обеспечения достаточной величины защитного слоя из полимерраствора глубина бетонной штрабы конструктивно может быть принятой равной  $3-4 d$ . Установлено, что для класса В15 и арматуры класса А-III глубина заделки стержней в штрабы должна быть не менее  $10-15 d$  при периметре штрабы  $6-9 d$ . При указанных параметрах напряжения в арматуре вне зоны заделки достигают расчетных значений.

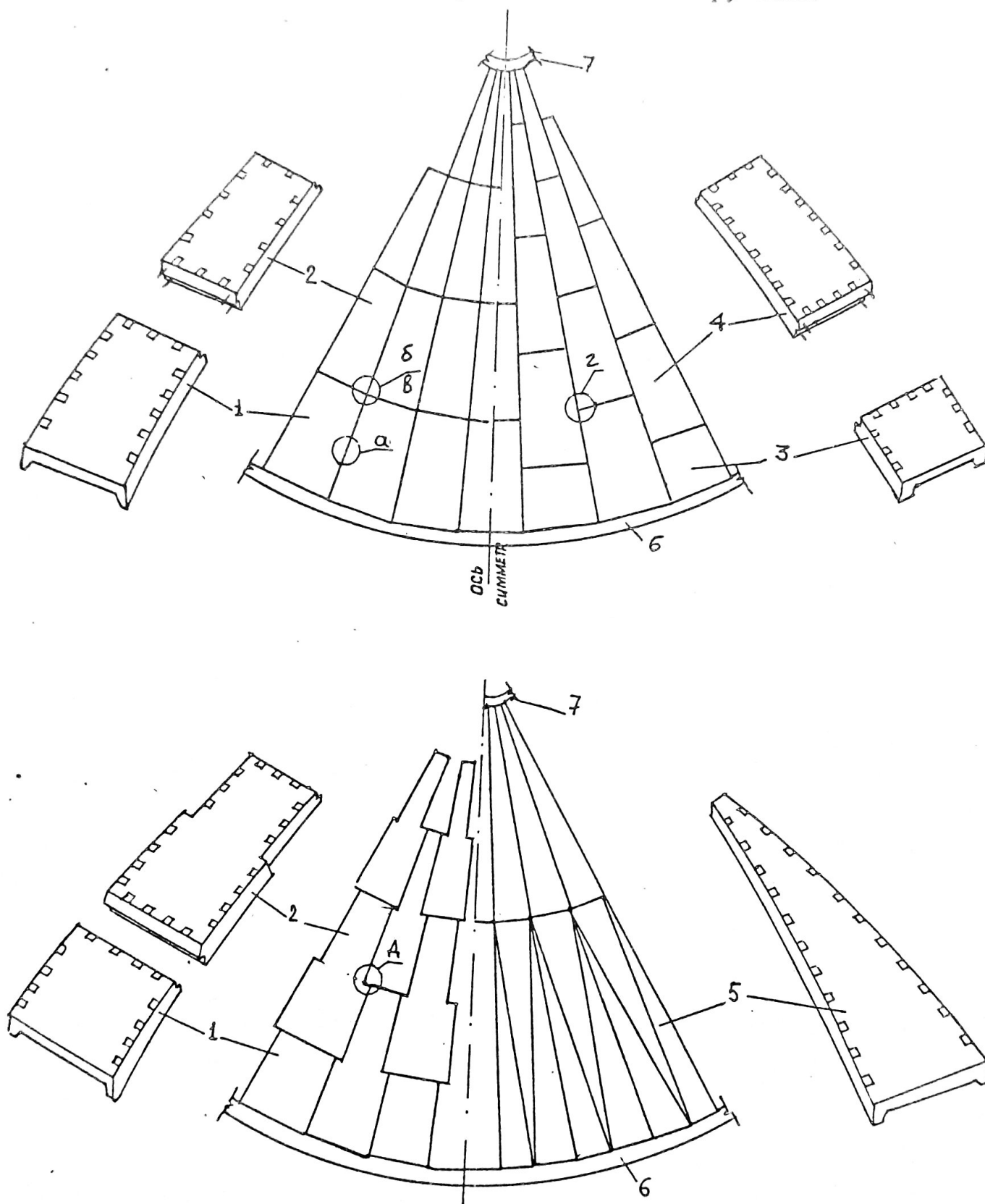
Сборные железобетонные купола, в зависимости от их диаметра, могут возводиться как из сборных плит, опирающихся с одной стороны на нижнее опорное кольцо, а с другой - на верхнее, поддерживаемое во время монтажа временными лесами, так и из некоторого числа сборных трапециевидных плит, вырезанных из купола по меридианам и параллелям и соединяемых с опорным кольцом и между собой.

Различные схемы разрезки на сборные железобетонные элементы куполов, возводимых с использованием полимеррастворов, приведены на рис.1.

Конструкции стыков сборных элементов куполов, предусматривающие применение для их омоноличивания высокопрочных полимеррастворов, зависят от схемы членения оболочки купола на монтажные элементы, методов возведения куполов. При этом независимо от способа разрезки купола и его конструктивного решения полимеррастворные стыки обеспечивают равнопрочное соединение бетонных конструкций, арматуры плиты оболочки и соединение арматуры контурных ребер плиты в меридиональном и кольцевом направлениях. Конструкции полимеррастворных стыков сборных элементов куполов приведены на рис.2.

Соединение бетона сборных элементов обеспечивается замоноличиванием полимерраствором продольных и поперечных швов в процессе монтажа. В силу вы-

Схемы разрезки на сборные элементы  
железобетонных покрытий зданий и сооружений

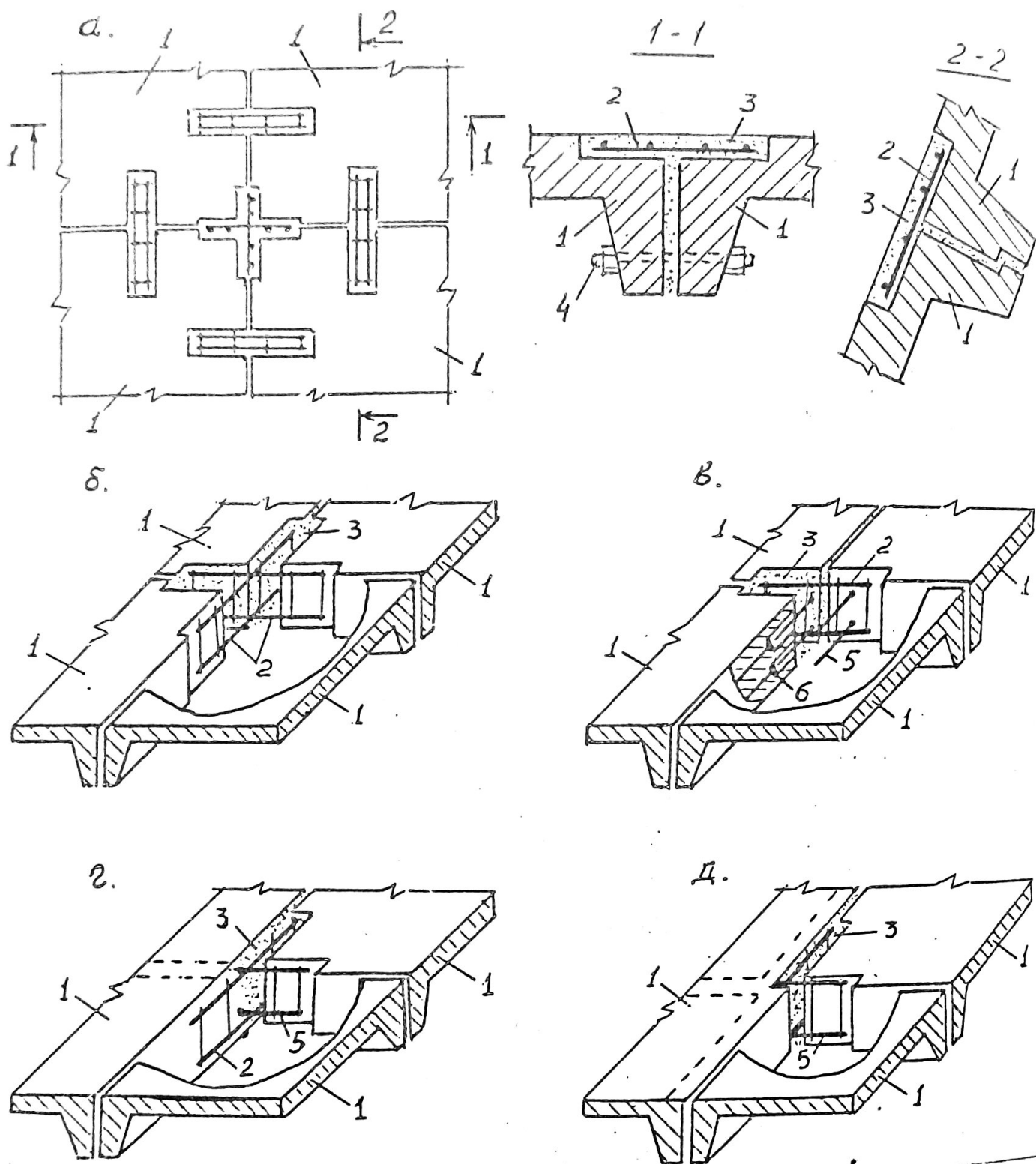


1, 3 - сборные элементы первого пояса; 2, 4 - то же второго пояса; 5 - треугольные панели; 6 - опорный контур; 7 - верхнее кольцо.

Узлы а, б, в, г, д смотреть рис. 2

Рис.1

Конструкции полимеррастворных стыков  
сборных элементов покрытий



а - сопряжение кольцевой и меридиональной арматуры плит; б, в, г, д - соедине-  
ние смежных панелей в углах; 1 - сборная панель покрытия; 2 - соединительная  
арматура (каркас); 3 - полимерраствор; 4 - стяжной болт (съёмный); 5 - выпуски  
арматуры; 6 - металлическая соединительная муфта.

Рис.2

сокой адгезионной способности и прочности полимерраствора, незначительной толщины шва сдвигающие усилия в стыках воспринимаются непосредственно бетоном конструкции, а также полимеррастворными шпонками нагельного типа, расположенными на боковых гранях плит, и шпонками, образующими после замоноличивания соединительной арматуры в пазах плиты оболочки.

Сопряжение арматуры плит оболочки в кольцевом и меридиональном направлении осуществляется путём омоноличивания полимерраствором соединительной арматуры (соединительных каркасов), размещаемой в пазах (штрабе) плиты оболочки двух смежных элементов (клеештрабной стык арматуры), см. рис.2, а. Величина заделки арматуры (каркасов) в бетон соединяемых плит должна быть не менее 15 диаметров арматуры.

Непрерывность арматуры контурных рёбер плит в меридиональном и кольцевом направлении, в зависимости от схемы разрезки купола на элементы и конструкции стыка, обеспечивается заанкериванием на полимеррастворе выпусков арматуры одного элемента в соединительных металлических муфтах другого элемента (клеемуфтовый стык арматуры) либо закреплением соединительных каркасов (или выпусков арматуры) в шпонках, образуемых в углах плит (см. рис.2, б-д). Величина заделки арматуры в соединительной муфте должна быть не менее 10, а в шпонках - не менее 15 диаметров арматуры.

Методы возведения куполов из сборных элементов выбираются в зависимости от величины перекрываемого пролёта и способа разрезки купола на элементы.

При разрезке поверхности оболочки купольного покрытия сквозными меридиональными и кольцевыми сечениями на трапециевидные панели (см. рис.1) возведение оболочки может осуществляться с использованием временной центральной и подвижной вращающейся фермы-шаблона (рис.3,а). Монтаж купольного покрытия производится последовательной сборкой кольцевых поясов оболочки.

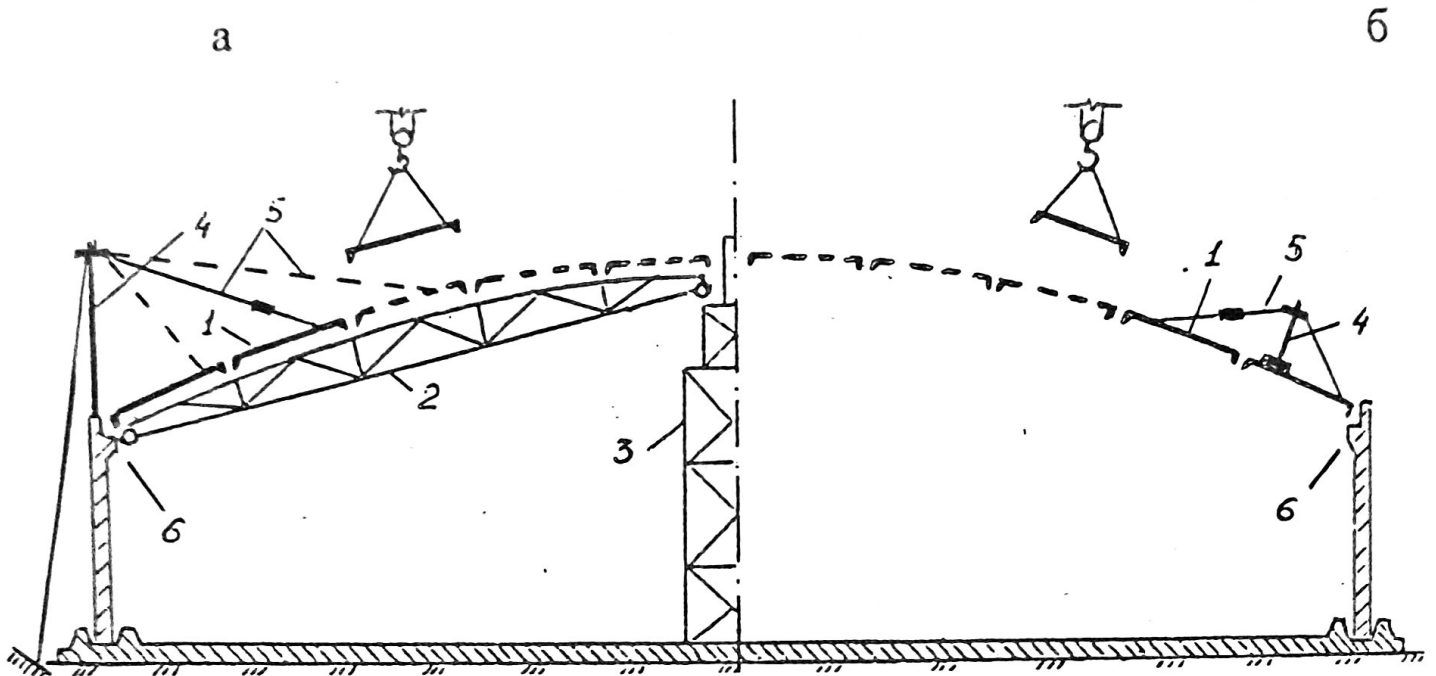
Монтаж панели первого яруса производится после разметки их положения на опорном кольце. Для временного закрепления панелей в процессе монтажа отдельных поясов оболочки по периметру опорного кольца устанавливаются монтажные стойки, закрепляемые расчалками. Монтируемая панель одним краем устанавливается на опорное кольцо, другим - на установочные винты фермы-шаблона. В проектном положении панель закрепляется к монтажным стойкам двумя подвесками с натяжными муфтами. Освобождённая от панели ферма-шаблон перемещается под следующую монтируемую панель.

Сопряжение панелей с опорным кольцом осуществляется сваркой монтажных закладных деталей после установки и выверки панелей. Омоноличивание меридиональных швов полимерраствором осуществляется в процессе монтажа панелей, при этом полимеррастворная композиция наносится на боковые поверхности ранее установленной панели непосредственно перед монтажом смежной панели.

Для увеличения прочности и плотности стыка рекомендуется производить обжатие шва в процессе монтажа с помощью инвентарных съёмных стяжных болтов. По мере монтажа панелей первого пояса производится также сопряжение

кольцевой арматуры плит путём установки в штрабу соединительной арматуры (каркасов) и омоноличивания штрабы полимерраствором (см. рис. 2, а).

### Схемы монтажа сборного железобетонного купола



а - при помощи передвижной фермы; б - навесным способом;  
1 - сборная панель покрытия; 2 - ферма-шаблон; 3 - временная опора; 4 - монтажная стойка; 5 - растяжки; 6 - опорный контур.

Рис.3

В замоноличенном виде кольцевой пояс купола обладает достаточной жесткостью и прочностью для восприятия собственного веса и монтажной нагрузки. После сборки панелей первого пояса и отверждения полимерраствора в соединениях подвески, поддерживающие свободный край пояса, снимаются.

Монтаж панелей второго и последующих поясов производится в той же последовательности, что и первого пояса. Панели каждого последующего пояса опираются на профилированные торцы панелей ранее смонтированного пояса купола, а свободный край панели временно закрепляют подвесками к монтажным стойкам.

До установки панелей каждого последующего пояса на торцевые поверхности смонтированных панелей наносят полимерраствор.

Соединение арматуры меридиональных рёбер второго и последующего поясов рекомендуется выполнять путём анкеровки на полимеррастворе выпусков арматуры монтируемой панели в соединительных муфтах ранее установленной панели. Арматура поперечных рёбер (в кольцевом направлении) соединяется по типу

клеештрабных стыков с помощью арматурных каркасов, устанавливаемых в шпонки, предусмотренные в углах, и омоноличиваемых полимерраствором. По такому же типу может соединяться и арматура меридиональных ребер (рис.2).

Для соединения арматуры плит, расположенной в меридиональном направлении и прерванной кольцевым швом, используются клеештрабные стыки, выполняемые аналогично сопряжению кольцевой арматуры плит.

Эффективность возведения куполов значительно повышается в случае полного исключения применения лесов и подмостей при их монтаже. Одним из конструктивных решений, при котором монтаж купола осуществляется без поддержки лесов (навесным способом), является зубчатый способ монтажа (расположение сборных элементов в шахматном порядке), см. рис. 3, б.

### Литература

1. В.А.Лисенко. Защитно-конструкционные полимеррастворы в строительстве. - Киев: Будівельник, 1985.
2. Рекомендации по проектированию планетариев и массовых астрономических обсерваторий. - М.: Стройиздат, 1988.