

УДК 624.012

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ УСТРОЙСТВА ОБОЛОЧКИ ПОЛОЖИТЕЛЬНОЙ ГАУССОВОЙ КРИВИЗНЫ**

Шаров Н.В., студент гр. СПб-151, IV курс  
Гилязидинова Н.В., к.т.н., профессор  
Кузбасский государственный технический университет  
Имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

На стадии проектирования объекта строительства перед проектировщиком встает вопрос о выборе метода возведения конструкции. В зависимости от необходимых параметров, имеющихся машинах и механизмах, наличия рабочего состава и квалификации рабочих выбирается наиболее эффективный метод возведения.

Покрытия, выполненные в виде оболочек более экономичны. Благодаря своей форме они позволяют исключить или снизить изгибающие моменты в конструкции и, соответственно, уменьшить материалоемкость покрытия. Оболочки используются для перекрытия пролетов 18×18, 18×24, 24×24, 24×36, 24×48, 48×48 м. Также оболочками можно перекрывать пролеты большего размера, достигающих 102 м.

Оболочки могут выполняться в монолитном или сборно-монолитном вариантах.

Монолитные оболочки проектируют без ребер, толщиной 50 мм и более. При сборно-монолитном варианте монтаж выполняют из элементов с размерами 3×3, 3×6, 3×12 м, толщиной 30 мм и более, с контурными ребрами, которые обеспечивают прочность и трещиностойкость при изготовлении, транспортировании и монтаже.

При сборно-монолитном варианте оболочки могут монтировать тремя методами:

Первый метод используется при покрытии пролетов до 24 м. Плиты покрытия предварительно собираются в более большие картины на стенде укрупнительной сборки, который находится на строительной площадке (рис. 1). К укрупненной плите монтируют затяжки, которые вместе с плитой образуют самонесущую шпренгельную секцию. После установки секции в проектное положение, замоноличивания стыков, швов и достижения бетоном 70 % проектной прочности систему затяжек демонтируют.

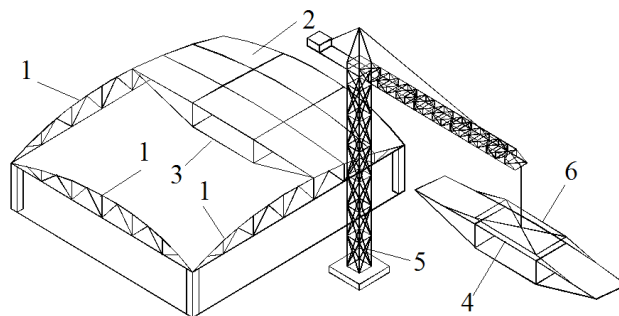


Рис. 1. Схема монтажа оболочки положительной гауссовой кривизны с предварительным укрупнением:

1 – контурная ферма; 2 – плита; 3 – временная затяжка; 4 – устанавливаемая секция; 5 – башенный кран

Второй метод монтажа оболочки используется при пролете более 24 м. При этом методе используются временные опоры (с шагом 18-24 м) с установкой на них балок или ферм (рис. 2). Далее на балки (или фермы) устанавливаются домкратные опоры, на которые в свою очередь укладываются укрупненные плиты, которые соединяют между собой сваркой.

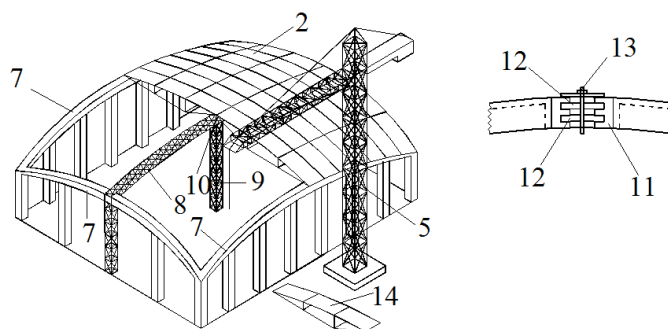


Рис. 2. Схема монтажа оболочки гауссовой кривизны с предварительным укрупнением и установкой временных опор:

2 – плита; 3 – временная затяжка; 5 – кран; 7 – контурные балки;  
 8 – временная ферма; 9 – временная стойка; 10 – домкратное устройство;  
 11 – опорная закладная деталь плиты; 12 – соединительные накладки;  
 13 – стойки шпренгельной системы

Третий метод монтажа используется при пролетах 18, 24 м. Данный метод предполагает использование большепролетных сборных предварительно-напряженных плит-оболочек типа «КЖС», размером 3×18 и 3×24 м (рис. 3). Такие плиты опирают на подстропильные балки длиной до 12 м.

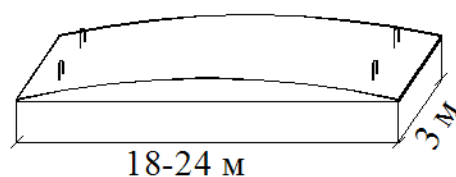


Рис. 3. Плита-оболочка типа «КЖС»

Возведение монолитной оболочки положительной гауссовой кривизны осуществляется по общим правилам для монолитных конструкций. Комплекс работ при возведении монолитной оболочки включает в себя:

- подготовительные работы;
- опалубочные работы;
- арматурные работы;
- бетонирование.

При опалубочных работах используются различные виды опалубок. Существует пневматическая опалубка (рис. 4), специально разработанная для возведения монолитной тонкостенной оболочки. Она устанавливается на поддерживающие опоры, которые предварительно развернули в пролете. Опалубка крепится к стропильной системе, нагнетается воздухом. Далее производится армирование согласно проекту. После окончания армирования производятся бетонные работы.

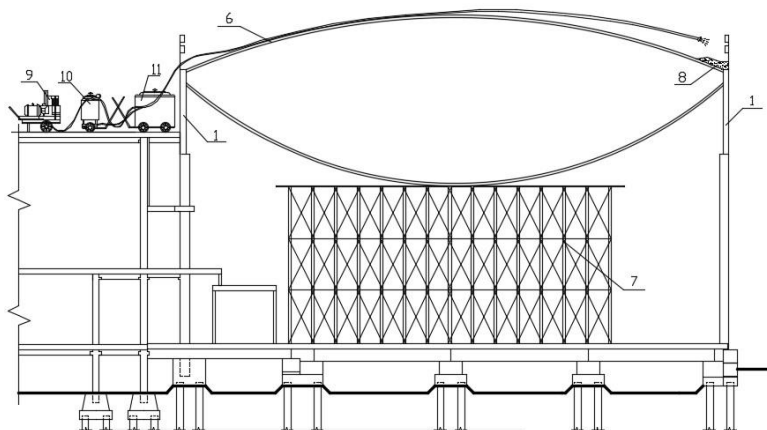


Рис. 4. Устройство монолитной оболочки положительной гауссовой кривизны в пневматической опалубке:

- 1 – контурная ферма; 6 – пневматическая опалубка; 7 – леса, поддерживающие опалубку; 8 – свежеложенный бетон; 9 – компрессор; 10 – машина для торкретирования; 11 – бак для воды

Для выбора метода устройства оболочки положительной гауссовой кривизны возьмем реальный проект с покрытием из данной конструкции. Размеры в плане 24×36 м.

Согласно нормативным документам «Государственные элементные сметные нормы – 2001», сборник 7, «Бетонные и железобетонные конструкции сборные» сравнительные характеристики на монтаж плит покрытия оболочки составляют:

Трудозатраты, согласно ГЭСН 07-02-003-08:  $\frac{204,24 \text{ чел.-ч.} * 48 \text{ шт.}}{100 \text{ шт.}} = 98,03 \text{ чел.-ч.}$

Стоимость работ:  $\frac{(1897,39 \text{ р.} + 377,89 \text{ р.} + 3\,224,03 \text{ р.}) * 48 \text{ шт.}}{100 \text{ шт.}} = 2639,67 \text{ р.}$

Согласно нормативным документам «Государственные элементные сметные нормы – 2001», сборник 6, «Бетонные и железобетонные конструкции монолитные», сравнительные характеристики на устройство оболочки составляют:

Опалубочные работы, согласно ГЭСН 06-01-087-02:

Трудозатраты –  $6,5 \text{ чел.-ч.} * 86,4 \text{ м}^2 = 561,6 \text{ чел.-ч.}$

Стоимость работ –  $(32,45 \text{ р.} + 193,34 \text{ р.}) * 86,4 \text{ м}^2 = 19508,26 \text{ р.}$

Арматурные работы, согласно ГЭСН 06-01-145-01:

Трудозатраты –  $32,65 \text{ чел.-ч.} * 5 \text{ т.} = 163,25 \text{ чел.-ч.}$

Стоимость работ –  $(318,99 \text{ р.} + 2\,521,78 \text{ р.}) * 86,4 \text{ м}^2 = 245442,53 \text{ р.}$

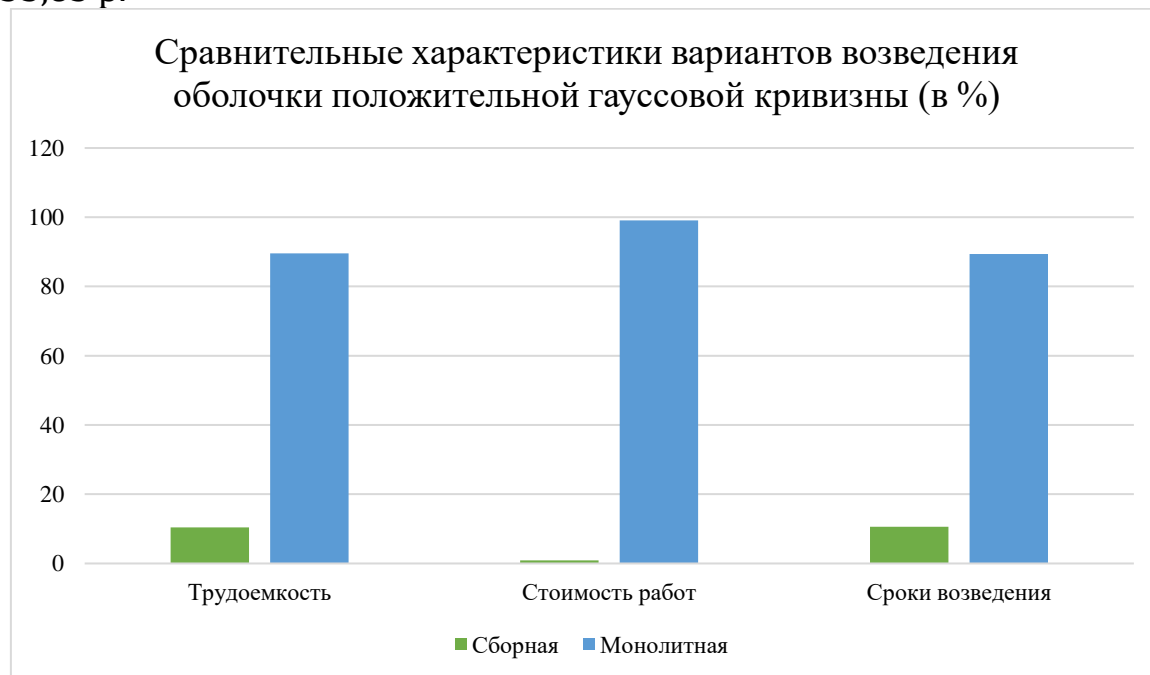
Бетонирование, согласно ГЭСН 06-01-091-05:

Трудозатраты –  $1,38 \text{ чел.-ч.} * 86,4 \text{ м}^2 = 119,23 \text{ чел.-ч.}$

Стоимость работ –  $(50,70 \text{ р.} + 193,34 \text{ р.}) * 86,4 \text{ м}^2 = 21085,06 \text{ р.}$

Общая трудоемкость –  $561,6 + 163,25 + 119,23 = 844,08 \text{ чел.-ч.}$

Общая стоимость работ –  $19508,26 + 245442,53 + 21085,06 = 286035,85 \text{ р.}$



Исходя из полученных мной результатов можно констатировать: монтаж оболочки положительной гауссовой кривизны из сборных элементов менее затратный в отличие от устройства монолитной оболочки. По всем приведенным характеристикам монтаж оболочки из сборных элементов наиболее эффективный и прогрессивный метод. В связи с этим, возведение оболочки положительной гауссовой кривизны применяется крайне редко.

#### **Список литературы:**

1. Гилязидинова Н. В. Технологические процессы в строительстве: курс лекций: электронное учебное пособие [Электронный ресурс] для студентов направления подготовки 08.03.01 «Строительство» / Н. В. Гилязидинова, Т. Н. Санталова, Н. Ю. Рудковская; КузГТУ. – Кемерово, 2016. –114 с.
2. Белова, Е. М. Технология возведения сложных зданий и сооружений: учеб. пособие [Электронный ресурс] для студентов направления подготовки бакалавров 08.03.01 «Строительство» / сост.: Е. М. Белова; КузГТУ. – Кемерово, 2016.
3. ГЭСН – 2001. «Государственные сметные элементные нормы», сборник 7, «Бетонные и железобетонные конструкции сборные».
4. ГЭСН – 2001. «Государственные элементные сметные нормы – 2001», сборник 6, «Бетонные и железобетонные конструкции монолитные».
5. Теличенко В.И. Технология возведения зданий и сооружений [Текст] : учебник для вузов / В.И. Теличенко, О.М. Терентьев, А. А. Лapidус. – Москва : Высшая школа, 2004. – 446 с.