

ПРЕИМУЩЕСТВО И НЕДОСТАТКИ ТОНКОСТЕННЫХ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ПОКРЫТИЙ ИЗ ПОЛОГИХ НЕРАЗРЕЗНЫХ ОБОЛОЧЕК

О.Р. НУМАНОВ (Таджикский технический университет имени академика М.С.Осими),
Р.Х ПИРМАТОВ (Ташкентский государственный транспортный университет)

Аннотация. В данной работе приведены сведения о пространственных конструкциях, а также их типы. Дано технико-экономическое обоснование (ТЭО) с учётом функционального назначения здания и архитектурных требований, а также условий изготовления и возведения. Приведены указания по проектированию многоволновых разрезных и неразрезных оболочек, преимущество и недостатки тонкостенных пространственных покрытий неразрезных оболочек.

Annotation. This paper provides information about spatial structures, as well as their types. Feasibility study (feasibility study) is taken into account the functional purpose of the building and architectural requirements, as well as the conditions of manufacture and construction. It is given the design of multi-wave split and non-split shells, advantages and disadvantages of thin-walled spatial coatings of continuous shells.

Annotsiya. Ushbu maqolada fazoviy konstruksiyalar, shuningdek, ularning turlari haqida ma'lumot berilgan. Binoning funktsional maqsadi va arxitektura talablarini, shuningdek, ishlab chiqarish va qurilish sharoitlarini hisobga olgan holda texnik-iqtisodiy asoslari (TIA) keltirilgan. Ko'p to'lqinli kesilgan va uzluksiz qobiqlarni loyihalash bo'yicha ko'rsatma berilgan. Uzluksiz yupqa devorli fazoviy tomlarning (qobiqlarning) afzalliklari va kamchiliklari keltirilgan.

Ключевые слова. Пространственная конструкция, полая оболочка, неразрезность, экономическое обоснование, преимущество, недостатки, выразительность.

Keywords. Spatial construction, flat shell, continuity, economic justification, advantages, disadvantages, architectural expressiveness.

Введение. Общие сведения о пространственных конструкциях. В настоящее время в странах СНГ и за её пределами в качестве покрытия применяют пространственные конструкции. Тип пространственной конструкции определяется в основном конструкцией оболочки.

Оболочкой называют тело, ограниченное двумя криволинейными поверхностями, расстояние между которыми намного меньше других размеров. Оболочка имеет форму срединной поверхности. Форма поверхности оболочки принимают такой, чтобы обеспечить её работу главным образом на сжатие. Поверхность оболочки имеет кривизну в одном или двух направлениях. Поэтому в оболочках возникают усилия в основном, одного знака. Изгибающие моменты возникают вблизи контурных элементов. Поэтому их влияние на подбор сечений намного меньше, чем в плоскостных конструкциях.

В дифференциальной геометрии доказывается, что каждая криволинейная поверхность в любой точке обладает взаимно перпендикулярными кривыми, имеющими наибольший (R_1) и наименьший (R_2) радиусы кривизны (рис. 1).

Соответствующие им кривизны $p_1 = 1/R_1$ и $p_2 = 1/R_2$ называются главными. Их произведение $K = p_1 \cdot p_2$ называют Гауссовой кривизной (ГК). Поэтому поверхности могут быть: положительной, отрицательной и нулевой (одинарной) ГК.

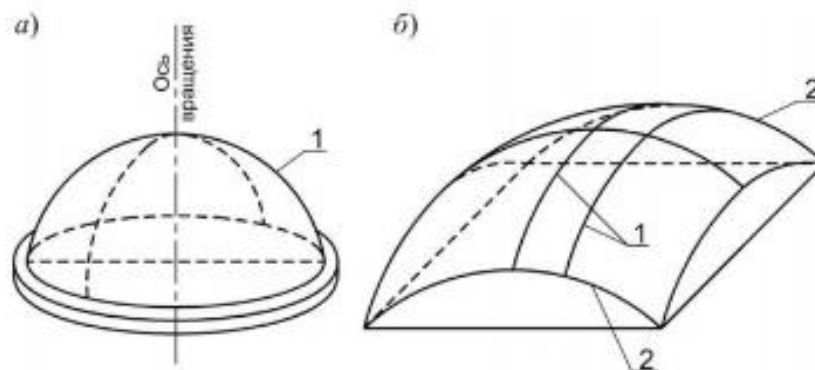


Рис. 1. Формы поверхности оболочек
а- оболочка вращения; б – оболочка переноса; 1 – образующая; 2 – направляющие.

Криволинейная поверхность положительной ГК характеризуется тем, что центры кривизны дуг всех нормальных сечений, проведённых через каждую точку, лежит по одну сторону поверхности, т.е. $K > 0$. Если эти центры расположены с обеих сторон, т.е. $K < 0$, то такая поверхность называется поверхностью отрицательной ГК. А если один из радиусов, например, $R_1 = \infty$, то $K = 0$ и поверхность называется поверхностью нулевой Гауссовой кривизны.

Типы пространственных конструкций. В строительстве применяют оболочки, поверхности которых образованы одним из двух способов (рис. 1).

1. Вращением некоторой плоской кривой, прямой или ломанной линии вокруг неподвижной оси, находящиеся вместе с ней в одной плоскости. Эти оболочки называют оболочками вращения. Оболочки с вертикальной осью вращения называются куполами (рис. 1, а), а с горизонтальной осью – бочарными оболочками.

2. Поступательным перемещением кривой или прямой линии (образующей) по некоторым кривым- направляющим (рис. 1, б). Такие оболочки называются оболочками переноса (положительной ГК).

Наиболее часто применяются следующие типы оболочек:

1. Цилиндрические оболочки (рис. 2, а). Они бывают длинными или короткими. По очертанию- нулевой ГК;
2. Купола (рис. 2, б). По очертанию оболочками вращения положительной ГК;
3. Оболочки переноса двойкой положительной ГК на прямоугольном или квадратном плане (рис. 2, в);
4. Гипары (Гиперболические параболоиды)- оболочки переноса отрицательной ГК (рис. 2, г);
5. Волнистые своды положительной ГК (рис. 2, д). Эти оболочки также относятся к оболочкам переноса двойкой положительной ГК;
6. Складки и складчатые покрытия различного очертания (рис. 2, е, ж, з);
7. Висячие покрытия (вантовые конструкции) различной кривизны (рис. 2, и, к).

Выбор типа пространственного покрытия осуществляется на основании технико-экономического обоснования (ТЭО) с учётом функционального назначения здания и архитектурных требований, а также условий изготовления и возведения. Для покрытий чаще применяют пологие оболочки положительной ГК, подъём поверхности которых составляет не более $1/5 \dots 1/6$ доли меньшей стороны размера основания оболочки.

Оболочки по контуру опирают на диафрагмы – в виде арок, ферм, балок, а также криволинейных брусьев, уложенных на стене или на ряды колонн по периметру здания или сооружения.

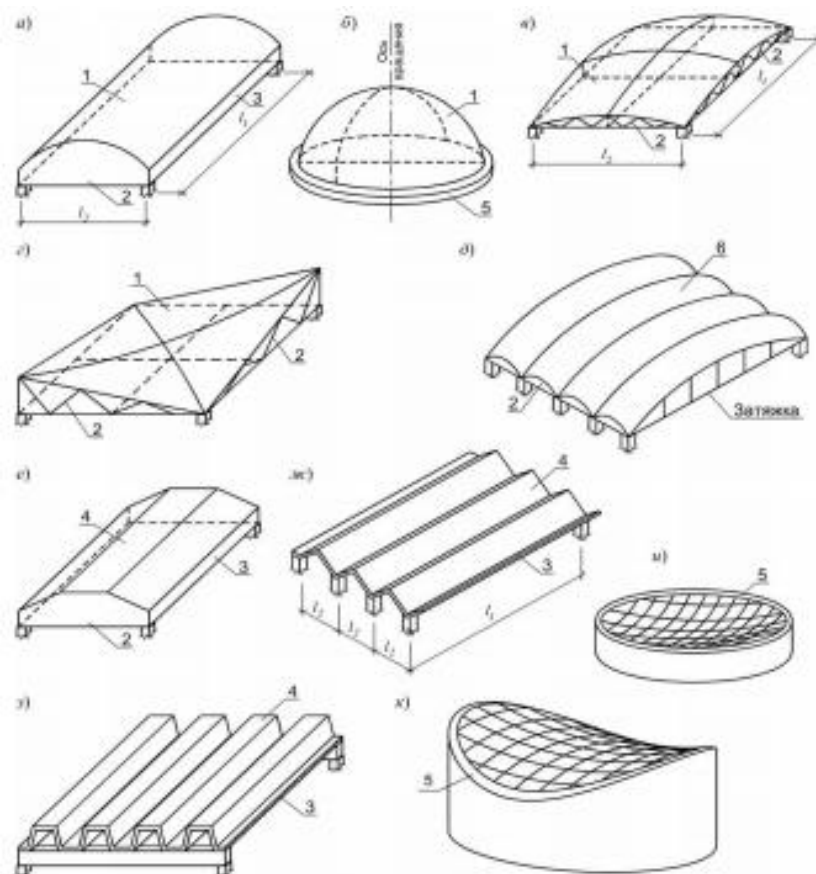


Рис. 2. Принципиальные схемы наиболее часто применяемых типов пространственных покрытий.

а – цилиндрические оболочки; б – купола; в – оболочки двоякой положительной ГК; г – оболочки двоякой отрицательной ГК; д – волнистые своды; е – призматические складки; ж – призматические треугольные складки; з – призматические трапециевидные складки; и – висячая оболочка однозначной кривизны; к – висячая оболочка двузначной кривизны; 1 – оболочка; 2 – диафрагма; 3 – бортовой элемент; 4 – элемент складки; 5 – опорное кольцо; б – волна свода; l_1 – пролёт оболочки; l_2 – длина волны

Конструкция разрезных и неразрезных пологих оболочек. В зависимости от числа и расположения ячеек здания или сооружения оболочки проектируют отдельно стоящими (одноволновыми) и многоволновыми в одном и двух направлениях. Многоволновые оболочки проектируют разрезными и неразрезными. К разрезным относятся такие оболочки, в которых с помощью специальных конструктивных мер обеспечивается возможность горизонтальной податливости контура не только крайних, но и средних волн оболочек.

В неразрезных оболочках приконтурные зоны соседних конструкций жестко соединяются между собой и с диафрагмами. Сборные многоволновые оболочки проектируют разрезными, а монолитные – неразрезными.

Неразрезные оболочки обладают большей жесткостью, но требуют дополнительного расхода стали для обеспечения неразрезности. Неразрезные оболочки рекомендуется применять при нагрузках на покрытие, превышающих 6 кН/м^2 , а также в районах с сейсмичностью 7 баллов и более [1].

Технико-экономическое обоснование пологих оболочек. В работе [2] рассмотрен ТЭО применения пологих оболочек общими размерами в плане $90 \times 90 \text{ м}$, с сеткой колонн $30 \times 30 \text{ м}$, без подвешенного транспорта и без фонарей (Вариант I).

В качестве аналога приняты наиболее экономичные плоскостные конструкции:

а) покрытие из типовых железобетонных плит размерами 3х6 м и металлических ферм пролётом 24 м с металлической подстропильной фермой пролётом 24 м; общими размерами в плане 96х96м, с сеткой колонн 24х24 м (Вариант II);

б) плоскостное металлическое покрытие из структурных пространственных элементов размерами 24х12 м, по трубам-стойкам с металлическим профилированным настилом, общими размерами в плане 96х96м, с сеткой колонн 24х24 м (Вариант III).

В результате получены следующие выводы:

1. Приведённые показатели по абсолютной экономии материалов, стоимости и трудоёмкости, а также по стоимости в деле (от 17,76 до 43,54% по сравнению со II вариантом и от 21,1 до 56,49% по сравнению со III вариантом) свидетельствуют о высокой экономической эффективности покрытий из монолитных железобетонных оболочек положительной Гауссовой кривизны размерами в плане каждая 30х30 м (I вариант);

2. По приведённым затратам покрытий из монолитных железобетонных оболочек положительной Гауссовой кривизны размерами в плане каждая 30х30 м (I вариант) на 17,8% экономичнее по сравнению с покрытием из типовых железобетонных плит размерами каждая 3х6 м, металлических ферм с металлическими подстропильными фермами (II вариант) и соответственно на 21,1% экономичнее по сравнению с плоскостным металлическим покрытием из структурных пространственных элементов размерами 12х24 м, приведённые к ячейке 30х30 м (III вариант).

Для покрытий производственных зданий наиболее часто применяют оболочки размерами в плане 18х18, 18х24, 18х30, 24х24, 24х30, 30х30 м, для общественных, спортивных и транспортных зданий и сооружений применяют от 12х18 до 200 м и более. Эффективность применения многоволновых отдельно стоящих и неразрезных пологих оболочек отражены в работе (3).

Как показывают расчёты, в неразрезных оболочках по сравнению с разрезными уменьшается расход стали на 12,5%, в основном за счёт уменьшения расхода материалов на фасонки и накладки при переходе на общую ферму смежных оболочек [3].

Преимущество и недостатки тонкостенных пространственных покрытий. Пространственная работа конструкций пологой оболочки позволяет значительно уменьшить толщину покрытия за счёт рациональной работы материала. Поэтому толщина оболочек не превышает 5-10 см, а при использовании в бетоне специально подобранных мелких заполнителей может быть и меньше.

Конструктивная задача оболочек при всём разнообразии их очертаний одна: организовать работу покрытия за счёт равномерного распределения напряжений по всей поверхности, а не за счёт концентрации усилий в массовых несущих элементах.

Оболочки позволяют весьма экономично перекрывать большие пролёты, при этом затрачивая материал меньше, чем в традиционных «линейных» системах покрытий.

Пологие неразрезные оболочки отвечают требованиям по повышению качества архитектурных, градостроительных и объёмно-планировочных решений зданий и сооружений, уменьшению их материалоёмкости и стоимости.

Достоинство тонкостенных пространственных покрытий:

1. Возможность перекрывать большие пролёты без промежуточных опор;
2. Вследствие рациональной работы бетона (преимущественно на сжатие) достигается снижение материалоёмкости покрытий;
3. Архитектурная выразительность.

Недостатки тонкостенных пространственных покрытий:

1. Трудоёмкость возведения;
2. Криволинейные элементы менее технологичны в изготовлении, чем плоскостные конструкции;
3. Повышение эксплуатационных расходов.

Выводы:

1. Конструктивная задача оболочек при всём разнообразии их очертаний одна: организовать работу покрытия за счёт равномерного распределения напряжений по всей поверхности, а не за счёт концентрации усилий в массовых несущих элементах.

2. Пологие неразрезные оболочки отвечают требованиям по повышению качества архитектурных, градостроительных и объёмно-планировочных решений зданий и сооружений, уменьшению их материалоёмкости и стоимости.

Литература:

1. СП 387.1325800.2018. Железобетонные пространственные конструкции покрытий и перекрытий. Правила проектирования. Москва. Стандартинформ. 2018, 169 с.

2. О.Р. Нуманов Расчёт технико – экономических показателей пологих оболочек. Политехнический вестник. Серия Инженерные исследования. ТТУ №1(41) – 2018. - с.242

3. О.Р. Нуманов Эффективность применения многоволновых отдельно стоящих и неразрезных пологих оболочек. Политехнический вестник. Серия Интеллект. Инновации. Инвестиции. ТТУ №4 (60) – 2022. - с.51-54.

УДК № 69.05

ҚЎП ҚАВАТЛИ ТУРАР ЖОЙ БИНОЛАРИНИ БАҲОЛАШ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИНИ БАҲОЛАШ.

*профессор Юсупов Хамза Ибадович, докторант Якупов Отабек Хайратович
(Тошкент архитектура қурилиш университети)*

Аннотация: Бу мақолада қўп қаватли турар жой биноларини барпо этиш технологияларини баҳолаш ёритилган. Қорақалпоғистонда уй-жойларни лойиҳалаштириш ва қуриш амалиёти, методологияси, ҳажмига Ўзбекистонда рўй бераётган сиёсий, ижтимоий ва иқтисодий ўзгаришлар таъсир кўрсатилган. Жамият ривожланишининг замонавий илмий-технологик даражаси, бир томондан, қурилиш ишлаб чиқаришига янги, қоида тариқасида, ортиб бораётган талабларни тақозо этади, иккинчи томондан, уни такомиллаштириш ва янгилашда янги имкониятларни очиб берилган.

Аннотация: В данной статье описана оценка параметров технологий возведения многоэтажных жилых домов. На практику, методологию, масштабы проектирования и строительства жилья в Каракалпакстане влияют политические, социальные и экономические изменения, происходящие в Узбекистане. Современный научно-технический уровень развития общества, с одной стороны, диктует новые, как правило, возрастающие требования к строительной продукции, с другой стороны, открываются новые возможности в ее совершенствовании и обновлении.

Annotation: This article describes a assessment of the parameters of technologies for the construction of multi-storey residential buildings. The practice, methodology, size of the design and construction of housing in Karakalpakstan are affected by the political, social and economic changes taking place in Uzbekistan. The modern scientific and technological level of development of society, on the one hand, dictates new, as a rule, increasing requirements for construction production, on the other hand, new opportunities are opened in its improvement and renewal.

Калим сўзлар: эксплуатация, инвестиция, тизимли баҳолаш, инвестицион қурилиш мажмуаси, биноларнинг умрбоқийлиги, технологиклик, материал сарфи.

Ключевые слова: эксплуатация, инвестиция, системная оценка, инвестиционно-строительный комплекс, долговечность зданий, технологичность, материалоёмкость.

Keywords: operation, investment, investment and construction complex, durability of buildings, manufacturability, material consumption.

Кириш. Қорақалпоғистонда уй-жойларни лойиҳалаштириш ва қуриш амалиёти, методологияси, ҳажмига Ўзбекистонда рўй бераётган сиёсий, ижтимоий ва иқтисодий ўзгаришлар таъсир кўрсатмоқда. Давлат сиёсатини амалга ошириш уй-жой шароитларини яхшилашга, экологик тоза инсон муҳитини яратишга, моддий-техник базани реконструкция қилиш ва техник қайта жиҳозлашга ёрдам берадиган илмий-техник ютуқларни жорий этишдан иборат. Ижтимоий-иқтисодий ўзгаришлар инвестиция ва қурилиш комплексини жадал такомиллаштириш заруратини келтириб чиқаради, чунки у