

## ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКИХ ОПАЛУБОК

**Асадов Шухрат Кудратович**

Ассистент Бухарский инженерно-технологический институт,  
Республика Узбекистан, г. Бухара

### АННОТАЦИЯ

*В статье рассмотрены основные задачи проектирования и конструирования пневматических опалубок при возведении тонкостенных архитектурных оболочек покрытий в подсистемах САПР.*

**Ключевые слова:** *Пневматическая опалубка, гибкость, метод изгиба, проектирования, гладкость, раскройная форма, кубический сплайн, вектор, геометрическое моделирования, граничные условия.*

### ABSTRACT

*The article deals with the main tasks of designing and constructing pneumatic formwork during the construction of thin-walled architectural shells of coatings in CAD subsystems.*

**Keywords:** *Pneumatic formwork, flexibility, bending method, design, smoothness, cutting pattern, cubic spline, vector, geometric modeling, boundary condition.*

### ВВЕДЕНИЕ

В статье будут рассмотрены основные задачи проектирования и конструирования пневматических опалубок при возведении тонкостенных архитектурных оболочек.

Внедрение пневматической опалубки (по) в архитектурно – строительную практику оказывает существенное влияние на возможность архитектора, строителя и проектировщика при поисках новых и более совершенных форм, и также строителя при воплощении творческих замыслов строителя архитектора в сталь и современный бетон.

Пневматическая опалубка, благодаря гибкости и упругости материала позволяет возводить криволинейные пространственный оболочки нового упруго качественного уровня.

При изучении и рассмотрении существующих методов формообразование и возведения железобетонных оболочек с помощью пневматической опалубки можно выделить нижеследующих методов: [1]

1. метод изгиба (прогиба)

2. метод набрызгов
3. Комплексный метод (рис-1)

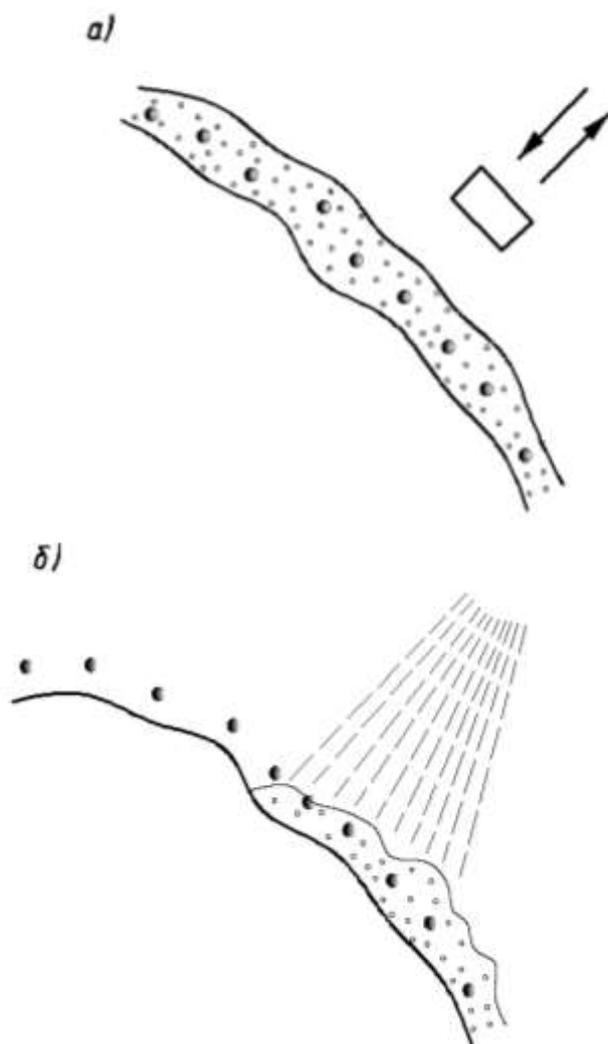


Рис-1

Метод прогиба осуществляется изгибом железобетонного слоя из плоскостного положение путем подъема пневматической опалубки до проектного положения уплотнение пневматической опалубки до проектного положения. Уплотнение осуществляется виброрейками в проектной положении.

### **ОБСУЖДЕНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ**

При методе набрызгов, поднятая в проектное положение пневматическая опалубка вместе с арматурой подвергается набрызгов быстротвердеющей бетонной смесью. Оба метода допускают механизацию возведения, исключают повторное нанесение внутреннего защитного слоя арматуры, но предпочтителен метод набрызгов, при котором исключается уплотнение

бетонной смеси. При методе набрызгов появляется возможность полной механизации и автоматизации процесса возведения железобетонной оболочки.

Как известно, в строительной практике применяются в основном деревянные и металлические опалубки. Деревянные опалубки обходятся в 1,5 – 2 раза дороже пневматических, трудозатраты на возведение с их помощью оболочек, в 5 раз больше. Есть мнение что вторичное использование деревянной опалубки ограничено.

В кругах специалистов на сегодняшний день обсуждаются различные способы использования рециклированного пластика для дорожного строительства. Если этот метод использовать при подготовке опалубок применяя АПК (агропромышленные комплексы) тогда расходы для опалубки можно подготовить на 80% быстрее и 40% дешевле. Далее будут рассмотрено этот вопрос отдельно.

Металлическая опалубка также обладает таким недостатками, как высокая стоимость, металлоёмкость. Монтаж и демонтаж таких опалубок требует много времени и трудозатрат чем пневмоопалубок.

По сравнению с другими видами опалубок пневматическая опалубка обладает следующими достоинствами:

- 1) Многократное использование;
- 2) Мобильность и получение при помощи одного типа опалубки различных форм железобетонных оболочек. Из-за гладкости, гибкости и упругости материала исключается внутренний слой, так как под действием выбросов и ударной силы набрызгов в локальной области получает деформацию, куда поступает бетонная смесь. После снятия внешнего усилия пневматическая опалубка засечёт внутреннего избыточного давления стремиться занять исходное положение, при этом происходит уплотнение бетонной смеси наряду образованием защитного слоя арматуры с внутренней стороны. (рис.1б)

Однако в настоящее время стоимость проектирования пневматических опалубок, даже самых простых форм, достаточно высока. Ее использование ограничено несколькими простыми геометрическими формами, из-за сложности расчета и преобладания ручного рутинного ручного труда в практике проектирования и изготовления.

Цифровое автоматизированное проектирование пневматических опалубок позволит основные вычислительные процессы переложить на современные компьютеры, освободив проектировщика от сложных расчетов, однообразных

рутинно механических действий. Оно будет стимулировать развитие методологии проектирования и творческих возможностей проектировщика.

Комплексный подход к автоматизированному проектированию пневматических опалубок предусматривает использование современно компьютера и периферийных устройств при поиске оптимальных проектных решений.

Применение математических методов и современной компьютерной техники дают возможность повысить технический уровень и качества проектируемого объекта перейти от автоматизации отдельных инженерных расчетов комплексной автоматизации, т.е. к созданию и внедрению системы автоматизированного проектирования (САПР) объекта.

Автоматизированное проектирование пневматических опалубок связано с решением ряда задач основными из которых являются геометрическое моделирование объекта и процесса проектирования и степени взаимодействия проектировщика и компьютера в процессе проектирования.

Процесс автоматизированного проектирования пневматической опалубки с получением в конечном результате некоторой информационной модели, можно представить в виде этапов, которые включает в себя нижеследующих алгоритм. (таблица -1)

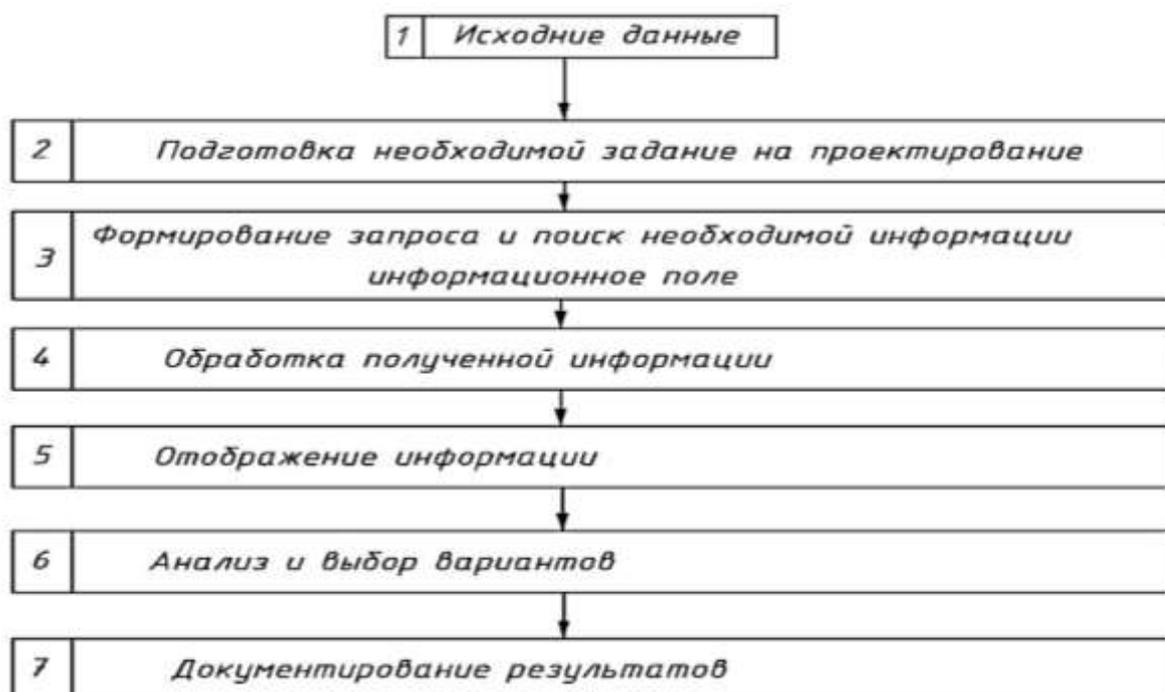


Табл. 1

Ниже иллюстрируем математический модель процесс проектирование пневматических опалубок и описание физической состояния объекта на различных стадиях расчетов и конструирования. Этот процесс можно группировать на четыре стадии приблизительно котором отвечают четыре основных состояний пневматической опалубки (табл.2).

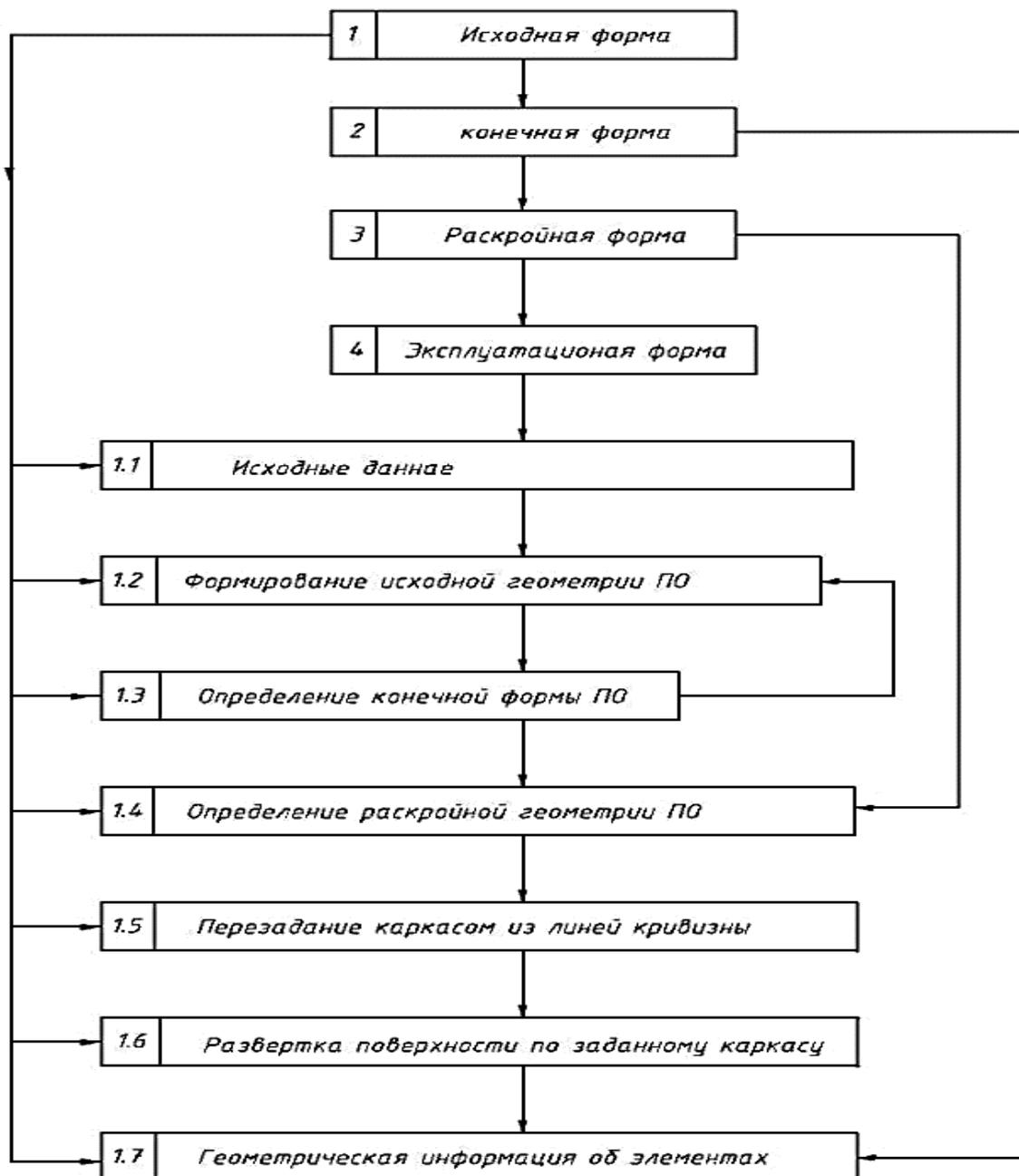


Рис. 2

Исходя выше изложенных можно предложить общую структуру формализации задачи проектирования ПО (рис-3).

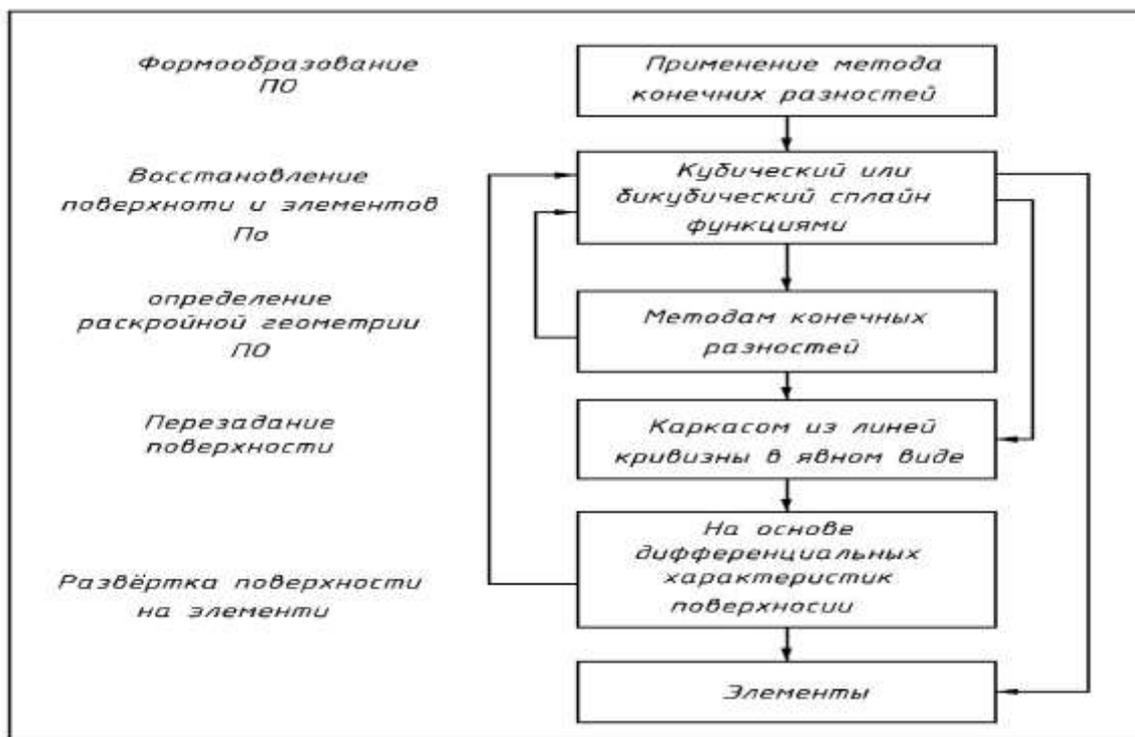


Рис.3

Теперь рассмотрим геометрическое моделирование процесса формообразования пневматических опалубок. Формальное описание процесса формообразования ПО можно осуществлять связанной аналитической, дифференциальной геометрией также имея в виду дифференциальных характеристик поверхностей со статикой мыльных пленок или высокоэластичной резины в нагруженном состоянии [1].

Известно, что поверхность может быть описана с помощью вектора, зависящего от двух с полярных параметров  $\bar{R} = \bar{R}(U, v)$ . (1)

где  $U, v$  – представляют собой два семейства параметрических линий образующих в общем случае координатную сеть.

$$\bar{e}_U = \bar{R}_U(E)^{-0.5}; \bar{e}_v = \bar{R}_v(G)^{-0.5} \quad (2)$$

Вектор нормали к поверхности ПО определяется формулой:

$$\bar{e}_n = \bar{e}_U \cdot \bar{e}_v (|\bar{e}_U \cdot \bar{e}_v|)^{-1} = \bar{e}_u \cdot \bar{e}_v \cdot (\sin \theta)^{-1} \quad (-3)$$

где  $\theta$  - угол между линиями сетки

$$\sin \theta = \frac{F}{\sqrt{EG}} \text{ или } \bar{e}_n = \bar{R}_u \bar{R}_v \cdot (|\bar{R}_u \times \bar{R}_v|)^{-1} \quad (-3)$$

Элемент поверхности, соответствующей дифференциал параметров  $du$  и  $dv$  определяется формулой

$$(5) \quad ds = \left| \frac{\partial R}{\partial u} du \cdot \frac{\partial R}{\partial v} dv \right| = \sqrt{EG - F^2} dudv$$

Коэффициенты первой квадратичной формы через радиус – вектор выражаются следующими формулами.

$$E = R_u^2; F = R_u R_v; G = R_v^2 \quad (6)$$

При задании поверхности вида  $Z = Z(x; y)$  средняя кривизна  $H = 2^{-1}(K_1 + K_2)$  – полусумма главных кривизн, может быть записана формулой

$$H = \frac{(1+z_x^2)z_{xx} + (1+z_y^2)z_{yy} - 2z_x z_y z_{xy}}{2\sqrt{1+z_x^2+z_y^2}} \quad (7)$$

$$\text{Где } 1+z_x^2 = E; Z_x Z_y = F; 1+z_y^2 = G$$

С учетом вышеперечисленных геометрических соотношений и [4], поверхность пневматической опалубки можно геометрическим образом моделировать с использованием уравнения мыльной пленки.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мыльные пленки отличаются тем, что они не могут воспринимать касательные усилия и предполагают равенство нормальных мембранных усилий по всем направлениям. Таким образом задача автоматизированного формообразования сводится к задаче определения уравнения поверхности пневматических опалубок при заданных граничных условиях способами нагруженные и пакета прикладных программ и их реализации.

## REFERENCES

1. Беспалов В.В. Строительство монолитных железобетонных оболочек с помощью пневматической опалубки. М.:1973. -41с.
2. Некушчев Ю.В. Управление отходами опыт Европейского союза.-М.:2017. - 55с.
3. Отто Фрей, Тростиль Р, Пневматические строительные конструкции.- М.:Стройиздат; 1967.-320 с
4. Akmedov Yu.Kh I. Asadov.K. Construction of the shadows of the polyhedron IJSS: 2509-0119. VI. 24 guns. January 2, 2021.PP 370-374.
5. Asadov Sh.K. From the history of the development of ganch carving in Central Asia ISBN 2542-0348 No. 11 (45) .1.2018. pp 84-91.
6. Asadov Shukhrat Qudratovich1, Narzullaeva Shakhnoz Xudoyorovna. Bukhara painting of the 19-21 century, technology and technology of performing patterns on wooden surface. 2. Vol.-10 Issue. 04, April 2021. ISSN 2456 – 5083. PP240- 243.