

## Применение полимерных сетчатых оболочек при проведении реставрационных работ

И.А.Маяцкая, И.А.Краснобаев, Ю.В.Гончарова

Одной из возможностей совершенствования строительных конструкций является использование закономерностей строения листостебельных материалов при проведении строительных работ. Это направление позволяет внедрить в практику принципы строения растений, которые наиболее приспособлены к различным механическим воздействиям.

Одним из основных элементов сооружения является проем. Форма проема в верхней его части может быть различной. Например, имеет форму прямоугольника, дуги окружности с центральным углом в  $180^\circ$  и меньше, более пологую форму, близкую к прямой линии.

Для примера рассмотрим оконные проемы строящегося здания с кирпичной кладкой (рис. 1).

а).



б).



в).

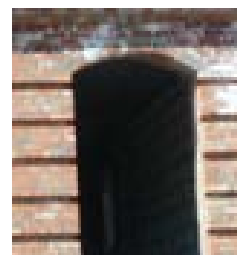


Рис. 1. – Оконные проемы:

с прямоугольной формой (а), с дугой окружности (б),  
с более полой формой (в)

Как видно из рис.1, что расположение кирпичей в проемах с прямоугольной формой и с дугой окружности с центральным углом в  $180^\circ$  таковы, что данная конструкция достаточно прочная. А с полой формой проема в верхней части необходимо укреплять металлическим каркасом (рис. 2).



Рис. 2. – Оконный проем  
с пологой формой и большой шириной,  
укрепленный металлическим каркасом

Проемы с очень пологой формой сверху не желательно использовать, так как в ранее построенных зданиях с такой конструкцией проемов при смене оконных рам происходит разрушение верхней его части. Примеры таких разрушений представлены на рис.3.

а).



б).

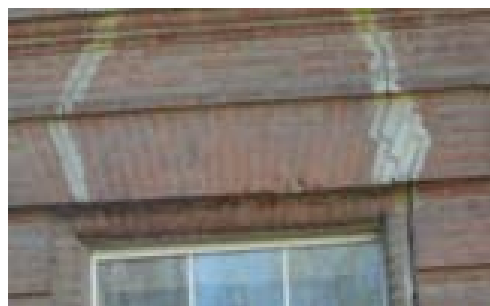


Рис. 3. – Разрушенные оконные проемы с более пологой формой,  
укрепленный металлическим каркасом (а) и  
без металлического каркаса (б)

Предлагаем при демонтаже старых деревянных рам для этих проемов при проведении реставрационных работ использовать сетчатую оболочечную конструкцию из полимерных композиционных материалов [1]–[8].

Эта оболочка состоит из трех частей: каркаса с нитями более толстого диаметра, которые прошивают старую деревянную раму сверху и стягивают ее вдоль стен с наружной и внутренней поверхности. На них действует ос-

новная нагрузка. Затем по поверхности этих стен натягивается сетка с ячейками различной формы и имеющие нити очень малого диаметра. Затем идет третий слой – это арматурная сетка с диаметром средней величины, но имеющую структуру похожую на ткань листьев. Например, она имеет волокна, расположенные под углом от  $45^\circ$  до  $60^\circ$ . Под действием температурного фактора эта оболочечная конструкция превращается в единое целое, как бы окутывая непрочную поверхность стены при реставрации сооружения. По окончании строительных работ оболочечная конструкция легко снимается, не разрушая проема отреставрированного здания.

Когда моделирование осуществляется с помощью объекта, имеющего другую природу, то применяется метод аналогий [9]. Мы проводим аналогию между структурой растения и полимерной композитной конструкцией и формально переносим особенности строения с одного объекта на другой.

Преимущество этого метода состоит в выяснении тех особенностей строения растительного объекта, которые могут существенно повысить прочностные свойства рассматриваемой конструкции [10],[11].

Механические ткани растений делятся на колленхиму и склеренхиму. Они придают растению прочность. Колленхима всегда твердая, но упругая. Склеренхима представляет собой совокупность волокон, обеспечивающих прочность. Данный растительный объект можно представить как композитную конструкцию в виде слоистой (многослойной) оболочки. Эти оболочки являются одними из наиболее эффективных типов конструкций, в которых требование наименьшей материалоемкости успешно сочетается с требованием повышенной прочности и жесткости.

Преимущество этого метода состоит в выяснении тех особенностей строения, которые могут существенно повысить прочностные свойства рассматриваемой конструкции. Сетчатые оболочки и пластинки часто используются в строительстве как в качестве самостоятельных элементов конструкции, так и в качестве подкрепляющих ребер ребристой поверхности. Еще не применялись сетчатые многослойные оболочки в качестве несущих кон-

струкций, способных повысить прочность сооружения. Можно рассмотреть и другие модели, используя возможности увеличения прочности проемов в сооружении.

Исследования сетчатых конструкций ведутся в двух направлениях. Первое направление основано на использовании дискретной расчётной модели. Второе направление основано на замене дискретной системы эквивалентной континуальной расчётной моделью. Большой вклад в развитие этого направления внёс Г.И. Пшеничнов, который разработал теорию расчёта упругих сетчатых пластинок и оболочек. В настоящее время развиваются эффективные численные методы расчёта сетчатых пластин и оболочек [12]–[14].

Известно, что анатомическое строение механических тканей растений и их механические функции тесно связаны.

Раздорский В.Ф. подробно рассматривал строение растения, рассматривая его характерные особенности, которые делают растительный объект более приспособленным к механическим воздействиям [10].

Можно использовать закономерности строения биологических объектов для увеличения прочности строительной конструкции. Это направление является новым и имеет большие перспективы в развитии теории сооружений.

### **Литература**

1. Амосов А.А. Техническая теория тонких упругих оболочек. [Текст]: Монография/ Амосов А.А. – М.:АСВ, 2009, – 332 с.
2. Филин А.П. Элементы теории оболочек[Текст]: Монография/ Филин А.П.– Л.:Стройиздат, 1975, – 256 с.
3. Новожилов В.В., Черных К.Ф., Михайловский Е.И. Линейная теория тонких оболочек. [Текст]: Монография/ Новожилов В.В., Черных К.Ф., Михайловский Е.И. –Л.:Политехника, 1961, – 658 с.

4. Огибалов П.М., Колтунов М.Л. Оболочки и пластины [Текст]: Монография / Огибалов П.М., Колтунов М.Л. – М.: МГУ, 1969, – 696 с.
5. Calladine C.R. Theory of shell structures. – N.Y.: Cambridge University Press, 1989, – 788 p.
6. Zingoni A. Shell structures in civil and mechanical engineering. – N.Y.: Thomas Telford Publishing, 1997, – 351 p.
7. Краснобаев И.А., Маяцкая И.А. Основы расчета на изгиб тонких жестких пластин [Текст]: Монография / Краснобаев И.А., Маяцкая И.А. – Ростов н/Д, РГСУ, 2011. – 87 с.
8. Краснобаев И.А., Маяцкая И.А., Смирнов И.И., Языев Б.М. Теория пластин и оболочек: [Текст]: Монография / Краснобаев И.А., Маяцкая И.А., Смирнов И.И., Языев Б.М. – Ростов н/Д, РГСУ, 2011. – 114 с.
9. Математическое моделирование. [Текст]: Монография / Дж. Эндрюс, Р. Мак – Лоун. – М.: Мир, 1979.
10. Раздорский В. Ф. Архитектоника растений. [Текст]: Монография / Раздорский В. Ф. – М.: Советская наука, 1995. – 432 с.
11. Саркисян Г. М. Совершенствование несущих конструкций сельскохозяйственных машин на основе использования бионических принципов. [Текст]: дис. докт. техн. наук: 05.20.04 / Саркисян Г. М. – Ереван, 1992. – 357 с.
12. Пшеничнов Г. И. Теория тонких упругих сетчатых оболочек и пластин [Текст] / Г. И. Пшеничнов. – М. : Наука, 1982. – 352 с.
13. Пикуль В. В. Общая техническая теория тонких упругих пластин и полых оболочек [Текст] / В. В. Пикуль. – М. : Наука, 1977. – 151 с.
14. Литвинов В.В., Кулинич И.И. Соотношения между компонентами поверхностной нагрузки в оболочках вращения при безмоментном их состоянии. [Текст] // Интернет-журнал «Инженерный вестник Дона». 2012 №4 (2) [Электронный ресурс]. – М. 2012. – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru>.
15. Стрельников Г.П., Бурцева С.В., Авилкин В.И. К расчету оболочек вариационно-энергетическим методом. [Текст] // Интернет-журнал «Инженерный

вестник Дона». 2012 №4 (2) [Электронный ресурс].-М. 2012. – Режим доступа: <http://www.ivdon.ru>.