

Применение закономерностей строения растений при приведении реставрационных работ

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

Рассмотрим прочность строительных конструкций, состоящих из следующих элементов: каркаса и сеток [1]–[10]. Арматура растений – это стереометрическая система тканей, которая образует каркас, и обеспечивает прочность растительного объекта, т. е. ее способность противостоять воздействию статических и динамических нагрузок [1]–[10]. Как известно, начало систематическому изучению архитектоники растений было положено С. Шведенером и В. Ф. Раздорским, создавшими теорию осуществления строительно-механических принципов в строении растений[1]–[10].

Одним из путей повышения прочностных свойств реставрируемой конструкции является использование закономерностей строения биологических объектов, например, растений. Это направление позволяет использовать в практике особенности строения растений, которые наиболее приспособлены к различным механическим воздействиям.

В первую очередь необходимо обратить внимание на следующие принципы:

1. Принцип совместной работы структурных компонентов, обеспечивающих высокую надежность функционирования конструкции;
2. Принцип армирования, характеризующий количество, место расположения и форму механической ткани;
3. Принцип структурного построения.

Для стеблей некоторых растений характерна арматурная ткань, которая представляет собой каркас для укрепления волокон. Она может иметь разнообразную форму, и механические свойства которой также могут быть разными в вертикальном и горизонтальном направлениях.

Каркас может состоять из следующих элементов:

1. Ряда колец, соединенных между собой нитями или мелкой сетчатой тканью (рис.1,а);

2. Одинарных и двойных спиралей(рис.1,б,в);
3. Сетки с разнообразной структурой, которая включает нити с различными диаметрами и поперечными сечениями (рис.1,г);
4. Структуры, напоминающей совокупность листовых тонких удлиненных пластинок (рис.1,д).

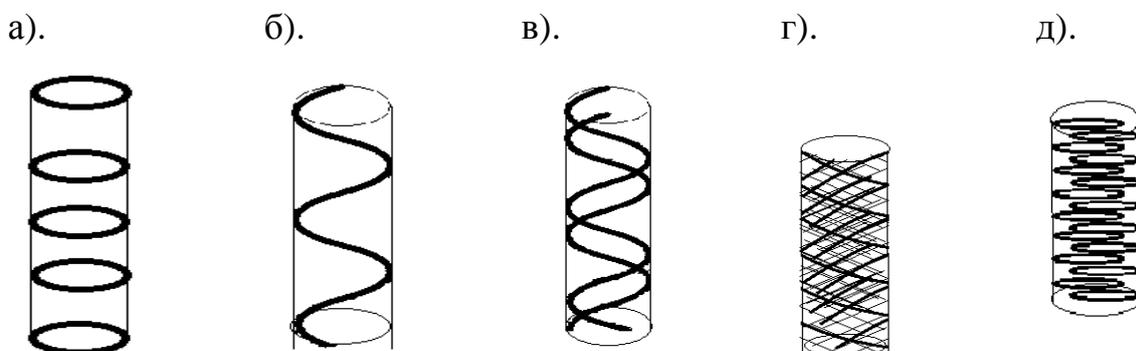


Рис. 1. – Виды структур арматурных тканей листостебельных растений.

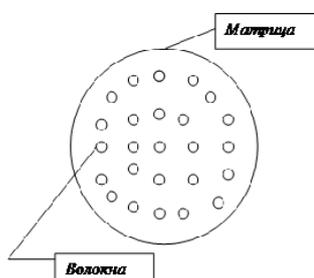
Конструкцию с армированной тканью нужно рассматривать как цельную структуру, но без изучения особенностей ее частей очень трудно понять, как работает данная система. И конечно желательно учитывать такое свойство листостебельных растений: внутри растительного объекта возникает напряженное состояние, даже когда оно не подвергается внешним воздействиям. Это свойство характерно для живых организмов.

Применим закономерности строения листостебельных материалов при проведении реставрационных работ в строительстве. Этот подход позволит улучшить прочностные свойства этих конструкций.

Когда моделирование осуществляется с помощью объекта, имеющего другую природу, то применяется метод аналогий. 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, которые могут существенно повысить прочностные свойства рассматриваемой конструкции.

Строение стеблей травянистых растений различно. Для однодольных растений в поперечном сечении хаотично расположены коллатеральные проводящие пучки, а для двудольных – в сечении пучки расположены по кругу, а стебель можно рассматривать как двухслойный цилиндрический стержень. Для полимерных конструкций можно использовать закономерности строения стеблей, только вместо проводящих пучков можно применять волокна (рис. 2 а, б).

а).



б).

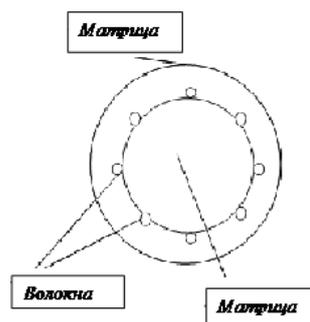


Рис. 2. – Различные модели расположения стекловолоконной арматуры в композитной конструкции: хаотично расположены волокна (а), волокна расположены по кругу (б).

Форма поперечного сечения может быть в виде круга или криволинейного многоугольника, семейство которых описывается уравнением вида

$$\rho = r \left(1 + \lambda \left| \sin \left(\frac{n}{2} \alpha \right) \right| \right),$$

где $\lambda = \frac{\rho_{\min}}{r} - 1$, ρ_{\min} – значение для середины криволинейной стороны, r – радиус базовой окружности, n – количество сторон многоугольника ($n=8$).

Природные растительные конструкции, например, стебли травянистых растений, развивались в ходе длительной эволюции и по своим показателям превосходят технические решения. Это позволяет использовать принципы строения этих растений при создании новых конструкций. При этом необходимо более детальное изучение строения стеблей с учетом их композитной конструкции.

Изучив особенности строения растительных материалов, можно предложить более сложное по своей структуре модели структуры композитной полимерной арматуры. В настоящее время в основном применяются следующие модели арматуры (рис. 3):

- а). каркас состоит из прямых нитей, расположенных по контуру;
- б). каркас состоит из прямых нитей, расположенных произвольно в контуре;
- в). каркас состоит из сетки, расположенной по контуру;
- г). каркас состоит из системы наклонных нитей, расположенных по контуру.

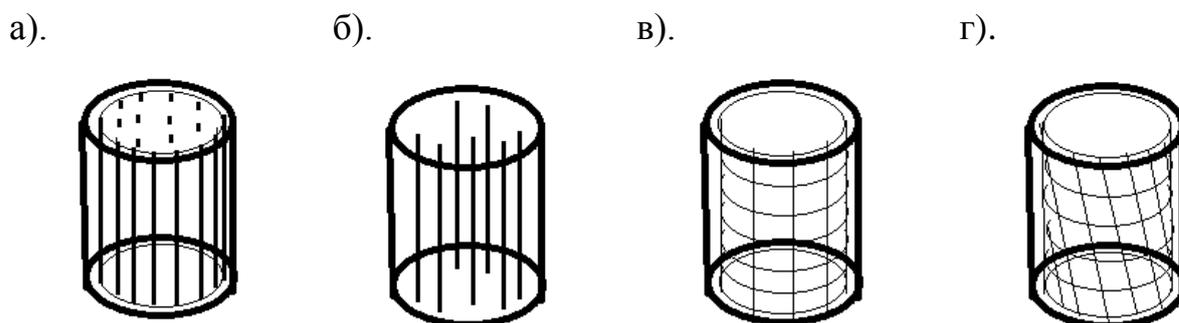


Рис. 3. – Различные модели арматурной структуры композитных цилиндрических стержней.

Если сравнить арматурную ткань на рисунках 1 и 3, то видны существенные различия в структурах конструкций. В дальнейшем для совершенствования композитных строительных конструкций на основе анализа строения растительных объектов необходимы исследования по изучению архитектуры растений и выявление особенностей их строения.

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. 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>.
14. 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>.

