

Устройство фасадных систем. Инновационные технологии и материалы

Е.А. Пилипенко, Т.Ф. Чередниченко

*Институт архитектуры и строительства Волгоградского государственного
технического университета*

Аннотация: В статье рассматривается возможность использования в строительстве легких материалов нового поколения. Авторами проанализированы отличительные особенности мембранных конструкций, раскрыты достоинства и недостатки пленки ETFE. На основании анализа сделан вывод, что данные материалы и технологии являются легкой и перспективной альтернативой традиционным.

Ключевые слова: инновационные фасадные системы, текстильная архитектура, мембранные конструкции, пленка на основе сополимера этилена и тетрафторэтилена, энергоэффективность.

Текстильная архитектура – это новый мир для архитекторов и дизайнеров. Использование легких материалов нового поколения (ETFE, PVC, PTFE) стало, по сути, технологической революцией в строительстве.

Основными элементами набирающей популярность текстильной архитектуры являются мембранные фасадные и кровельные конструкции. Благодаря своей универсальности и легкости текстильные конструкции нашли большое применение в практике мирового строительства. Их активно используют при строительстве зданий различного назначения. Это объекты офисной, торговой, гостиничной недвижимости, а также спортивные и культурно-зрелищные сооружения [1].

Инновационная составляющая материала в текстильной архитектуре весьма значительна [1]. При монтаже фасадных систем сложной геометрической формы мембранные (пленочные) материалы успешно применяются за счет гибкости и эластичности.

Пленка ETFE (Рис. 1) (ETFE — ethylene tetrafluoroethylene или ЭТФЭ — этилентetraфторэтилен, частично фторированный сополимер этилена и тетрафторэтилена) обладает комплексом преимуществ в сравнении с

традиционными технологиями, основанными на уникальных физико-химических свойствах пленки ETFE [2].

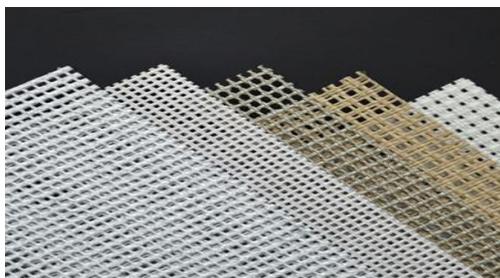


Рис.1. – Пленка ETFE

Можно выделить следующие отличительные особенности этого материала.

1. Легкость, что позволяет взамен громоздких несущих элементов применять более изящные конструкции в плане архитектурных и инженерных решений [3], примеры приведены на рис. 2. Форма зданий и сооружений может быть вогнутой, выпуклой, асимметричной, включая составную криволинейную поверхность, может иметь либо не иметь вспомогательные силовые элементы (арочные, балочные, стержневые, ферменные, сеточные, тросовые, и т. п.) [4]. Вес вспомогательных каркасных элементов также значительно меньше.



Рис.2. – Архитектурные решения зданий и сооружений, выполненные из мембраны ETFE.

2. Пожаробезопасность. Пленка ETFE соответствует требованиям Федерального закона от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» и относится к группе горючести Г1 [5], предотвращает распространение огня и не оплавляется при горении. При воспламенении в данном материале образуются крупные отверстия, через которые выходят продукты горения и происходит понижение температуры.

3. Большая амплитуда температур наружного воздуха. Мембранные системы успешно эксплуатируются в регионах с экстремально жарким и экстремально холодным климатом [6], в том числе — в условиях пустыни и вечной мерзлоты. Пленка ETFE устойчива к высоким и низким температурам.

4. Долговечность. Расчетный календарный ресурс пленки ETFE и многослойных систем — «подушек» составляет более 50 лет. По причине того, что в надувных системах материал постоянно находится в напряженном растянутом состоянии. А также благодаря эластичности соединений ячеек, достигается более долговечная эксплуатация мембранной пленки. В сравнении, например, ресурс резиновых уплотнений оконных стеклопакетов всего 10–15 лет [7].

5. Устойчивость к ультрафиолету. Толщина пленки ETFE всего лишь 50–300 м.к., но уникальная многослойная структура полимерной пленки устойчива к воздействию ультрафиолетового излучения благодаря инертным свойствам химических молекул материала.

6. Устойчивость к ветровым нагрузкам и адаптивность к ливневым и снеговым. Благодаря возможности выбора оптимального угла наклона мембранной оболочки сооружения к горизонту (крыши, фасада и прочих элементов), особой аэродинамической компоновке и упругости пленки ETFE на поверхности здания с пневматической оболочкой не накапливаются

значительные объемы осадков, а также само здание устойчиво к ветровым нагрузкам [8].

7. Высокая энергоэффективность. Минимальное количество слоев материала в «подушках» — два. Большее количество слоев материала в мембранной системе способствует повышению сопротивляемости теплопередаче. Обширная площадь «подушек» способствует снижению потерь энергии на отопление или кондиционирование. И, наконец, затраты электроэнергии на компрессорную установку для поддержания избыточного давления воздуха составляют 100 Вт на 1000 квадратных метров поверхности оболочки.

8. Данный материал также решает проблему вторичной переработки промышленных и бытовых отходов [5]. Сырье, применяемое для изготовления ETFE, является экологически чистым. Для изготовления ETFE используются отходы от добычи руды свинца и олова, полевой шпат. Методом сополимеризации, сочетающим в себе два и более различных соединений, к этому веществу добавляют этилен, который получают из продуктов нефтехимии, либо из биоэтанола.

9. Подавление внутреннего шума. Материал ETFE обладает повышенной эластичностью, по этой причине многослойные мембранные системы на ее основе подавляют внутренний шум из конструкции, создавая тем самым комфортные условия внутри помещения. В таком здании практически отсутствует так называемый эффект эха. При этом акустическая волна частично поглощается и выводится через мембрану за стены здания. Внешний шум (например, шум осадков) также может значительно ослабляться благодаря управлению наддувом между наружным и последующим слоями многослойной оболочки [9].

10. Сжатые сроки и небольшие затраты на монтаж. Плюсами пленочной фасадной системы являются: растяжимость и гибкость материала,

малый вес и небольшие габариты сборочных компонентов. Это позволяет проводить монтажные работы данной системы с минимальным использованием строительных лесов, специальной технологической оснастки, инструмента и грузоподъемной техники, тем самым позволяя значительно уменьшать сроки выполнения монтажных работ и снизить их стоимость, по сравнению с процессом монтажа, например, классического фасада или крыши здания. Экономия ресурсов может составлять от 25 до 70 % [10].

Все вышеперечисленные свойства мембранной фасадной системы позволяют использовать ее в строительстве практически безгранично.

Однако, как и любой строительный материал, пленка ETFE имеет и определенные недостатки:

- высокая стоимость;
- высокая плотность;
- окисление в среде аминов, кислот, сульфокислот;
- ограниченное количество доступных марок;
- необходимость постоянного высококвалифицированного инженерного обеспечения.

Анализ плюсов и минусов мембранных (пленочных) материалов позволяет сделать однозначный вывод в пользу использования этих материалов в строительстве. Это кровли и фасады с применением материалов ETFE, PTFE, каркасно-тентовые быстровозводимые сооружения на основе PVC - мембран, многофункциональные сетчатые фасады. Данные материалы и технологии являются инновационной и перспективной альтернативой традиционным.

Литература

1. Власова М.П. Теория и практика организационно-технологических и экономических решений в строительстве: магистерская диссертация по строительству. Волгоградский государственный технический университет Факультет строительства и жилищно-коммунального хозяйства. Волгоград. 2018. С. 1-85.
2. Что такое ETFE? URL: etfe.com.ua/ (дата обращения: 22.12.2020).
3. Абрамян С. Г., Фарниев Д. К., Оганесян О. В. Устройство светопрозрачных кровель Часть 2. Инновационные технологии и материалы // Инженерный вестник Дона. 2017. №1 URL:ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2015/3987.
4. Guerlich D., Reber A., Biesinger A. Daylight Performance of a Translucent Textile Membrane Roof with Thermal Insulation. Buildings. 2018. Volume 8. Issue: 9. Article Number: 118.
5. Абрамян С. Г., Михайлова Н. А., Котляревский А. А., Семочкин В. О. Теплоизоляционные материалы, обеспечивающие энергоэффективность фасадных систем // Инженерный вестник Дона. 2018. № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5331.
6. Абрамян С. Г., Фарниев Д. К. Характерные особенности прозрачных кровельных материалов // Интернет - журнал «Науковедение». Том 8, 2016, №2. URL: naukovedenie.ru/PDF/58TVN216.pdf. DOI: 10.15862/58TVN216.
7. Sastre R., Eribol M., Dirin R. Parametric Surface Approach to Textile Facade Cladding for Sustainable Buildings. Conference: Tensinet Symposium - Tensile Architecture: Connecting Past and Future. Location: Uaceg, Sofia, Bulgaria. Date: SEP 16-18. 2010. pp. 177-185.
8. Paech C. Structural membranes used in modern building facades. Conference: International Symposium on Novel Structural Skins - Improving

Sustainability and Efficiency through New Structural Textile Materials and Designs. Location: Newcastle upon Tyne, England. 2016. pp. 61-70.

9. Schmid F., Haase W., Sobek W. Noise protection and acoustic behaviour of multi-layer textile facade systems. Bauphysik. 2014 Volume 36. №1. pp. 1-10.

10. Duman I. Metal Curtains of Architectural Stage: Media Facades. Conference: 4th International Conference on Social Sciences and Society. Location: Paris, France. 2015. №70. pp. 195-200.

References

1. Vlasova M. P. Teorija i praktika organizacionno-tehnologicheskikh i jekonomicheskikh reshenij v stroitel'stve: masterskaja dissertacija po stroitel'stvu [Theory and Practice of Organizational, Technological and Economic Solutions in Construction: Master's Thesis in Construction]. Volgograd state technical university institute of architecture and construction. Volgograd. 2018. pp. 1-85.

2. Chto takoe ETFE? [What is ETFE] URL: etfe.com.ua/ (data obrashhenija: 22.12.2020).

3. Abramjan S. G., Farniev D. K., Ogenesjan O. V. Inzhenernyj vestnik Dona. 2017. №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2015/3987.

4. Guerlich D., Reber A., Biesinger A. Buildings. 2018. Volume 8. Issue: 9. Article Number: 118.

5. Abramjan S. G., Mihajlova N. A., Kotljarevskij A. A., Semochkin V. O. Inzhenernyj vestnik Dona. 2018. № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5331.

6. Abramjan S. G., Farniev D. K. Internet - zhurnal «Naukovedenie». Tom 8, 2016, №2. URL: naukovedenie.ru/PDF/58TVN216.pdf. DOI: 10.15862/58TVN216.



7. Sastre R., Eribol M., Dirin R. Conference: Tensinet Symposium Tensile Architecture: Connecting Past and Future. Location: Uaceg, Sofia, Bulgaria. Date: SEP 16-18. 2010. pp. 177-185.

8. Paech C. Conference: International Symposium on Novel Structural Skins - Improving Sustainability and Efficiency through New Structural Textile Materials and Designs. Location: Newcastle upon Tyne, England. 2016. pp. 61-70.

9. Schmid F., Haase W., Sobek W. Bauphysik. 2014 Volume 36. №1. pp. 1-10.

10. Duman I. Conference: 4th International Conference on Social Sciences and Society. Location: Paris, France. 2015. №70. pp. 195-200.