

**Дугина Анастасия Алексеевна,**  
Студент, факультет архитектуры,  
Государственный университет по землеустройству,  
Москва, Россия

**Янгас Варвара Станиславовна,**  
Студент, факультет архитектуры,  
Государственный университет по землеустройству,  
Москва, Россия

**Борисова Софья Александровна,**  
Студент, факультет архитектуры,  
Государственный университет по землеустройству,  
Москва, Россия

**Белуосова Татьяна Алексеевна,**  
Студент, факультет архитектуры,  
Государственный университет по землеустройству,  
Москва, Россия

**Кошкин Андрей Корнилович,** старший преподаватель,  
Государственный университет по землеустройству,  
Москва, Россия

## ПНЕВМОКАРКАСНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

**Аннотация:** В статье представлен всесторонний анализ пневмокаркасных конструкций. Обсуждаются история и эволюция этих конструкций, их принципы работы, ключевые преимущества и недостатки, а также области применения. Рассмотрены основные технические аспекты, включая материалы, технологии накачки и методы крепления. Также акцентируется внимание на необходимости расчета нагрузок для обеспечения надежности и безопасности конструкций. В заключение рассматриваются перспективы развития пневмокаркасных технологий, включая новые материалы, устойчивое строительство и адаптивные решения, что открывает новые возможности для их применения в различных сферах.

**Abstract:** The article presents a comprehensive analysis of pneumatic frame structures. The history and evolution of these structures, their principles of operation, key advantages and disadvantages, as well as applications are discussed. The main technical aspects are considered, including materials, pumping technologies and fastening methods. Attention is also focused on the need to calculate loads to ensure the reliability and safety of structures. In conclusion, the prospects for the development of pneumatic frame technologies, including new materials, sustainable construction and adaptive solutions, are considered, which opens up new opportunities for their application in various fields.

**Ключевые слова:** Пневмокаркасные конструкции, принципы работы пневмокаркасных конструкций, наноматериалы, прочность материалов, инновационные технологии в строительстве, инновационные материалы

**Keywords:** Pneumatic frame structures, principles of operation of pneumatic frame structures, nanomaterials, strength of materials, innovative technologies in construction, innovative materials



### **История и эволюция пневмокаркасных конструкций**

Первые пневмокаркасные конструкции начали появляться в середине XX века, когда их начали использовать для военных нужд и гуманитарных миссий. Эти ранние модели были достаточно простыми, но уже тогда продемонстрировали свои преимущества в скорости развертывания и легкости транспортировки.

С течением времени, с развитием технологий и материалов, таких как полимеры и композиты, пневмокаркасные конструкции стали более прочными и долговечными. Новые материалы позволили улучшить их устойчивость к внешним воздействиям, таким как ветер, дождь и снег. В наши дни пневмокаркасные решения применяются в самых разнообразных областях – от временных укрытий для беженцев до постоянных зданий для офисов и складов.

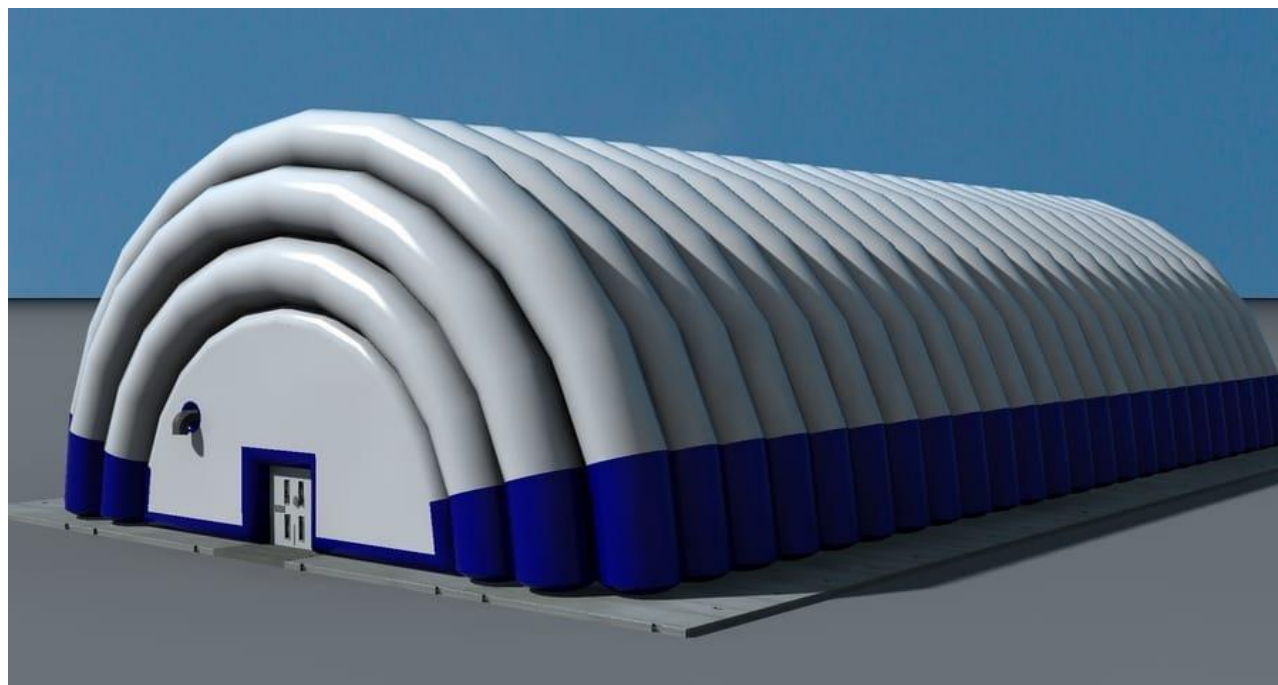


Рис. 1. Пример арочной пневмокаркасной конструкции

### **Принцип работы**

Пневмокаркасные конструкции используют герметичные трубчатые элементы, которые накачиваются воздухом. Это создает давление внутри конструкции, что позволяет ей сохранять форму и жесткость. Системы накачки могут быть как ручными, так и автоматическими, что обеспечивает поддержание необходимого давления в течение всего времени эксплуатации.

Существует несколько типов пневмокаркасных конструкций: стационарные и мобильные, а также модели, предназначенные для многократного или одноразового использования. Это разнообразие позволяет выбрать оптимальное решение в зависимости от конкретных потребностей.

### **Преимущества пневмокаркасных конструкций**

Пневмокаркасные конструкции обладают рядом значительных преимуществ:

1. Быстрота установки: благодаря простоте сборки такие сооружения можно развернуть за короткое время, что особенно важно в экстренных ситуациях.



2. Экономия материалов: использование легких и прочных материалов позволяет сократить затраты на строительство.

3. Мобильность: пневмокаркасные конструкции легко транспортируются, что делает их идеальными для временных объектов или для использования в удаленных районах.

4. Универсальность: они могут быть адаптированы под различные нужды – от медицинских учреждений до спортивных залов.

5. Энергоэффективность: современные технологии позволяют создавать конструкции с хорошими теплоизоляционными свойствами, что снижает затраты на отопление и кондиционирование.

Таким образом, пневмокаркасные конструкции представляют собой инновационное решение в строительстве, которое сочетает в себе множество преимуществ и открывает новые возможности для проектирования и эксплуатации зданий в самых разных условиях.

### **Недостатки и ограничения пневмокаркасных конструкций**

Несмотря на множество преимуществ, пневмокаркасные конструкции имеют и свои недостатки и ограничения:

1. Зависимость от источников накачки воздуха: для поддержания необходимого давления в конструкции требуется постоянный доступ к источникам накачки. В случае отключения электроэнергии или поломки оборудования структура может потерять свою жесткость.

2. Ограниченный срок службы: по сравнению с традиционными строительными материалами, пневмокаркасные конструкции могут иметь более короткий срок службы из-за воздействия ультрафиолетового излучения, механических повреждений и износа материалов.

3. Чувствительность к повреждениям: пневмокаркасные элементы могут быть подвержены проколам и разрывам, что требует регулярного осмотра и обслуживания для предотвращения утечек воздуха.

4. Необходимость регулярного обслуживания: для обеспечения надежной работы конструкции требуется регулярное техническое обслуживание, включая проверку герметичности и состояние материалов.

### **Области применения**

Пневмокаркасные конструкции находят применение в различных областях:

- Временные сооружения для мероприятий: используются для организации выставок, концертов и спортивных событий.

- Мобильные госпитали: применяются в экстренных ситуациях для быстрой организации медицинской помощи.

- Палаточные лагеря: идеальны для размещения беженцев или участников экспедиций.

- Промышленные укрытия: используются для защиты оборудования и материалов от неблагоприятных погодных условий.

- Спортивные объекты: могут служить тренировочными площадками или временными аренами для соревнований.





Рис. 2. Полевой лагерь МЧС

### **Технические аспекты**

Основные технические аспекты пневмокаркасных конструкций включают:

1. **Материалы:** обычно используются прочные, легкие и устойчивые к атмосферным воздействиям полимеры и многослойные ткани, которые обеспечивают необходимую прочность и долговечность.

2. **Технологии накачки:** варианты накачки могут варьироваться от ручных насосов до автоматических систем, что позволяет поддерживать необходимое давление.

3. **Методы крепления:** обеспечивают герметичность и жесткость соединений, позволяя создавать конструкции сложной формы и большого размера.

### **Расчет нагрузки пневмокаркасных конструкций**

Расчет нагрузки является критически важным для обеспечения надежности и безопасности пневмокаркасных конструкций. Основные параметры включают:

1. **Внутреннее давление:** поддержание необходимого давления в пневматических элементах обеспечивает жесткость каркаса. Давление рассчитывается с учетом внешних нагрузок, таких как вес покрытия, ветровая и снежная нагрузки.

2. **Геометрические параметры:** диаметр и форма трубчатых элементов влияют на распределение нагрузок. Большой диаметр обеспечивает большую устойчивость, но требует большего внутреннего давления.

3. **Материал:** прочность и эластичность материала элементов определяют их способность выдерживать нагрузки без деформаций. Обычно используются армированные полимеры.



4. Ветровая и снежная нагрузка: эти нагрузки зависят от местоположения и климатических условий. Ветровая нагрузка определяется скоростью ветра, а снежная – количеством осадков.

5. Динамические нагрузки: учитываются временные или постоянные нагрузки, такие как движение людей и оборудования, которые могут вызывать колебания.

Методы расчета нагрузок включают численные методы (например, метод конечных элементов) и экспериментальные испытания моделей, что позволяет точно оценить устойчивость конструкции к различным воздействиям.

### **Будущее пневмокаркасных конструкций**

Пневмокаркасные конструкции находятся на переднем крае современного строительства и проектирования, благодаря их уникальным свойствам и продолжающимся инновациям в материалах и технологиях. В будущем ожидается, что их применение станет еще более широким и разнообразным, и вот несколько ключевых направлений, в которых можно ожидать значительного прогресса:

#### **1. Новые материалы**

С развитием полимеров, наноматериалов и композитных материалов, пневмокаркасные конструкции смогут стать более прочными, легкими и долговечными. Это позволит значительно увеличить их срок службы и устойчивость к внешним воздействиям, таким как ультрафиолетовое излучение, механические повреждения и экстремальные климатические условия.

#### **2. Устойчивое строительство**

С учетом глобальных тенденций к устойчивому развитию и охране окружающей среды, пневмокаркасные конструкции могут стать вариантом "зеленого" строительства. Энергоэффективные технологии и решения, включая системы солнечной энергии и эффективной теплоизоляции, помогут снизить углеродный след зданий и повысить их экологическую эффективность.

#### **3. Адаптивные решения**

Благодаря легкости и мобильности пневмокаркасных конструкций, они могут быть совершенно удобно адаптированы для различных нужд. В будущем можно ожидать разработку более сложных модульных систем, которые могут быстро настраиваться под конкретные требования, что сделает их идеальным решением для временного или мобильного жилья, медицинских учреждений, учебных заведений и даже спортивных комплексов.

#### **4. Интеграция с высокими технологиями**

Современные технологии, такие как Интернет вещей (IoT), искусственный интеллект и автоматизация, смогут значительно улучшить управление и эксплуатацию пневмокаркасных конструкций. Например, сенсоры могут отслеживать состояние конструкций в реальном времени, сообщая о необходимости обслуживания или выявляя возможные риски.

#### **5. Внедрение в новые области**

Применение пневмокаркасных технологий может расшириться в такие области, как экстренные службы, военное строительство, а также для создания инфраструктуры для гуманитарной помощи. Быстрая установка и легкость транспортировки делают эти конструкции незаменимыми в аварийных ситуациях и для решения проблем, связанных с природными катастрофами.

### **Заключение**

Пневмокаркасные конструкции представляют собой инновационный подход к строительству, который сочетает в себе быстроту, мобильность и экономическую эффективность.



Расчеты нагрузок и других параметров являются важнейшими аспектами, которые обеспечивают надежность и безопасность этих сооружений. С учетом перспектив развития технологий и материалов, можно ожидать дальнейшего улучшения характеристик и расширения применения пневмокаркасных конструкций в различных сферах. Это открывает новые горизонты для устойчивого и эффективного строительства в будущем.

*Список литературы:*

1. Кошкин А.К., Лазарева Т.Л. «Арболит – эффективный ресурсосберегающий материал для малоэтажного строительства». Новые идеи нового века: материалы международной научной конференции ФАД ТОГУ. 2017. Т. 3. С. 257-262.
2. И. А. Синянский, А. К. Кошкин, И. А. Леоненко. «Предложения по архитектурно-планировочным, конструктивным и экономическим решениям мобильных зданий для агропромышленного комплекса» (АПК). – Системные технологии. – 2023. – № 4 (49). – С. 120 – 126.
3. И.А. Синянский, А.В.Севостьянов, В.А.Севостьянов, Н.И. Манешина, «Типология объектов недвижимости» УДК 347.214.2 (075.8), ББК 38я73, ISBN 978-5-4468-0232-6 Учебник для студентов учреждений высш. проф. образования М.: Издательский центр «Академия»2013.- 320 с.- (Сер. Бакалавриат).
4. Allen, T., & Walker, P. (2021). Structural Analysis of Pneumatic Frameworks. Engineering Structures Journal.

