

К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ СТРУКТУРНЫХ ПЛИТ ПОКРЫТИЙ



М.Ю. Зимидова, магистрант,
e-mail: masha.zimidova@mail.ru
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный
технический университет»

А.С. Лаврова, канд. техн. наук,
e-mail: lavrova.kgtu@yandex.ru
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный
технический университет»

Ж.Г. Концедаева, канд. техн. наук,
e-mail: zhanna.kontsedaeva@klgtu.ru
ФГБОУ ВО «Калининградский государственный
технический университет»

В статье рассмотрены особенности применения стержневых пространственных систем, из коротких прямых металлических стержней, объединенных в узлах, применяемых для перекрытий больших пространств. Проведен анализ металлоемкости покрытий из структурных плит и традиционных покрытий с параллельными фермами. Отмечены достоинства и недостатки применения структурных плит в качестве несущих конструкций покрытия, а также перспективные направления исследований.

Ключевые слова: структурная плита, стержневая пространственная система, металлические конструкции, металлоемкость

ВВЕДЕНИЕ

Современная архитектура – это стремительно развивающееся искусство, которое порой ставит масштабные и амбициозные задачи перед инженерами-конструкторами. Все чаще возводят уникальные общественные здания, в том числе большепролетные, с оригинальной конфигурацией. На рисунке 1 показано строящееся здание филиала Большого театра в городе Калининграде имеющее особенный архитектурный облик.



Рисунок 1. Филиал Большого театра в городе Калининграде (эскиз)

Единство конструкций и архитектурной формы достигается тогда, когда проектирование рассматривается как синтез архитектуры и инженерной мысли. Эффективными конструкциями, для перекрытия значительных пространств, являются стержневые пространственные системы.

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ

Стержневые пространственный системы, из коротких прямых металлических стержней, объединенных в узлах, применяемые для перекрытий больших пространств.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью исследования является анализ металлоемкости покрытий из структурных плит и традиционных покрытий с параллельными фермами, а также поиск перспективных направлений исследования в области проектирования структурных плит покрытий.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве метода исследования использовался сбор, обработка и анализа данных.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Использование пространственных конструкций известно с древнейших времен. В качестве примера, можно привести здание римского Пантеона, построенное в 118 – 128 годах до н.э. (рисунок 2). Здание представляет собой крупнейшее в мире купольное сооружение из неармированного бетона с диаметром купола 43,2 м.



Рисунок 2. Здание римского Пантеона

Развитию большепролетных конструкций послужило использование стали в качестве конструкционного материала, значительно превосходящего по физико-механическим характеристикам неармированный бетон и камень, использовавшиеся в древности.

В современных большепролетных зданиях используют разнообразные типы пространственных систем покрытий, которые позволяют перекрывать сооружения любой конфигурации в плане, свободно использовать внутреннее пространство, а также обладают высокой архитектурной выразительностью.

К основным типам пространственных стальных конструкций можно отнести плоские стержневые системы регулярной структуры, своды-оболочки, купола, гибкие висячие структуры.

Первые стержневые пространственные системы появились в 40-х годах XX века. В настоящее время среди плоских систем различают перекрестные системы покрытий и структурные плиты.

Перекрестные системы покрытия состоят из несущих линейных элементов (балок или ферм), пересекающихся в плане под углом 90° или 60° (рисунок 3,а). Такие системы предназначены для использования в покрытиях промышленных и общественных зданий с сеткой колонн 18×18 и 24×24 м.

Структурные плиты состоят из двух плоских параллельных друг другу поясных сеток, разнесенных по высоте, между которыми располагаются стойки и раскосы (рисунок 3,б). Считают, что соединения всех стержневых элементов шарнирные. Такие плиты представляют собой конструкцию, обычно образованную многократно повторяющимися стержневыми пирамидками, как правило, с квадратным или треугольным основанием.

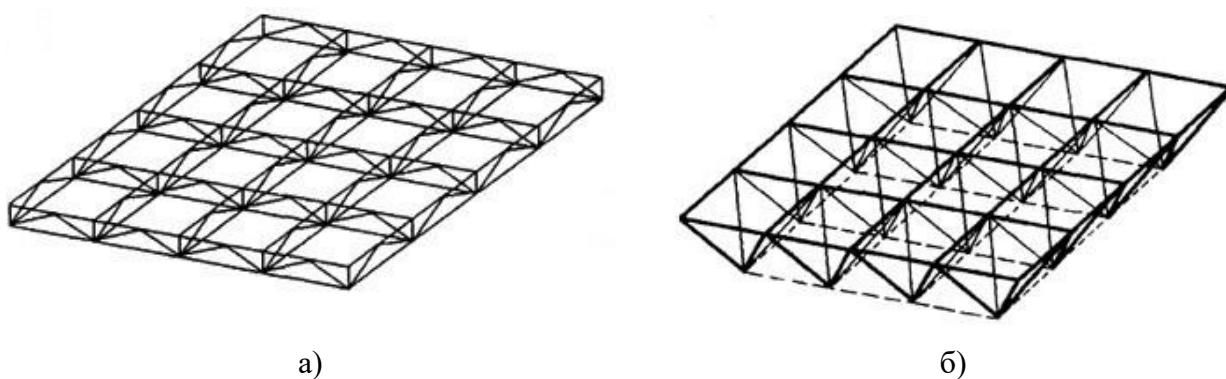


Рисунок 3. Схемы пространственных стержневых конструкций плоских покрытий:
а) из вертикальных перекрестных ферм; б) структурной плиты

В советское время были разработаны типовые пространственные решетчатые конструкции для покрытий производственных зданий. Наиболее известны структурные плиты типа «Кисловодск» из труб [1] и пространственные решетчатые конструкции из прокатных профилей типа «ЦНИИСК» [2]. На рисунке 4 показана структурная плита типа «Кисловодск»

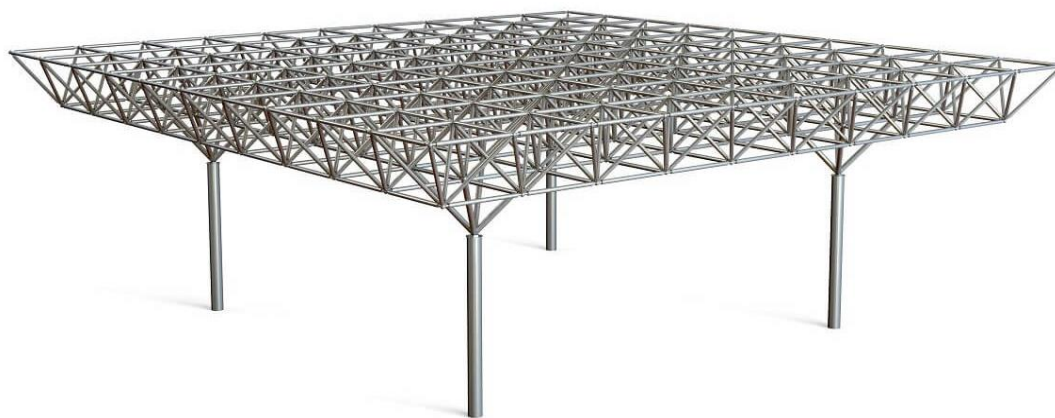
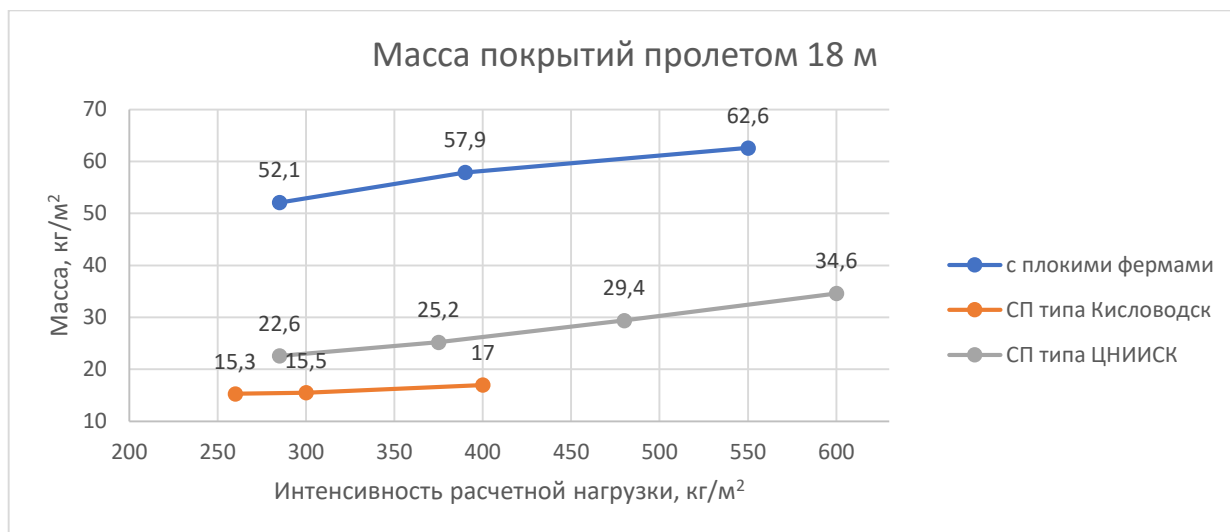
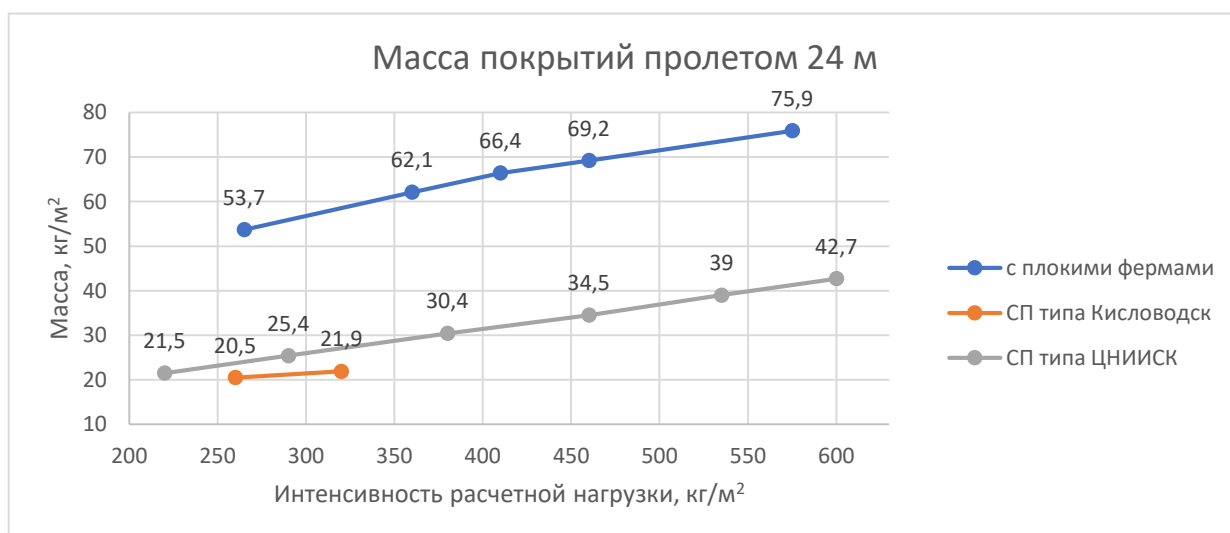


Рисунок 4. Структурная плита типа «Кисловодск»

Нами был проведен анализ металлоемкости покрытий из структурных плит и традиционных покрытий с параллельными фермами. Результаты исследования показаны на рисунке 5.



а)



б)

Рисунок 5. Зависимость массы конструкций покрытий различного типа от интенсивности расчетной нагрузки

Как видно из графиков, металлоемкость покрытия с плоскими параллельными фермами в 2-2,3 раза выше, чем у структурных плит покрытий. Такое облегчение массы покрытия достигается за счет эффективности пространственной системы, которая позволяет наиболее полно использовать несущую способность материала. Также пространственные системы обладают повышенной прочностью, устойчивостью и жесткостью.

Однако, несмотря на явные преимущества и низкую металлоемкость структурные плиты не получили массового распространения. Это объясняется повышенной трудоемкостью изготовления и монтажа по сравнению с традиционными покрытиями с плоскими параллельными фермами. На рисунке 6 показаны основные типы узлов, применяемых в структурных покрытиях [3-5].

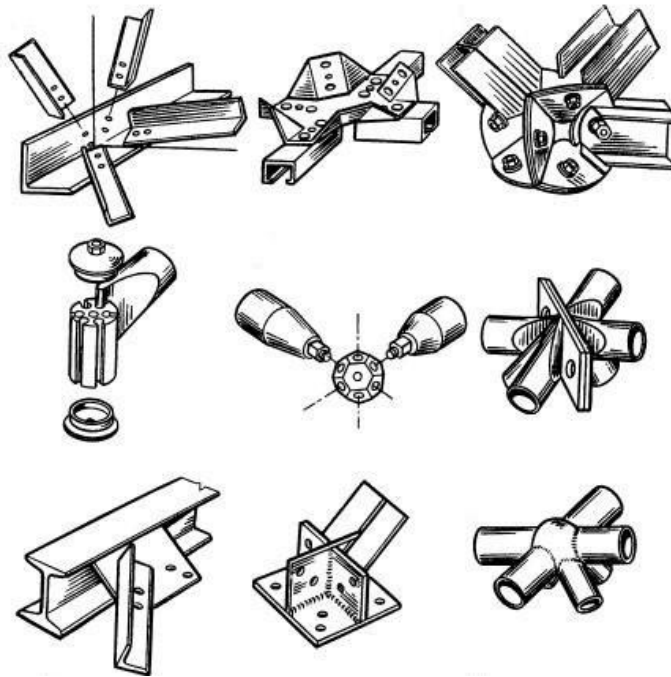


Рисунок 6. Основные виды узловых сопряжений структурных плит

Одним из научных направлений строительной отрасли является поиск новых типов несущих конструкций, а также, совершенствование уже известных, путем поиска новых геометрических форм, позволяющих снизить металлоемкость, затраты на монтаж и транспортировку конструкций.

Перспективным направлением исследований в области проектирования структурных плит покрытий является разработка новых геометрических форм структурных плит с учетом узловых сопряжений стержневых элементов, облегчающих изготовление и монтаж таких покрытий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Пространственные конструкции являются важным элементом современной архитектуры. Их применение позволяет создавать уникальные, прочные и функциональные здания.

Металлоемкость структурных плит покрытий в 2-2,3 раза выше, чем у традиционных покрытий с плоскими параллельными фермами. Однако, структурные плиты широкого распространения не получили из-за повышенной трудоемкости изготовления и монтажа.

Таким образом, перспективным направлением исследований в области структурных плит покрытий является разработка новых геометрических форм структурных плит с учетом узловых сопряжений стержневых элементов, облегчающих изготовление и монтаж таких покрытий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- ерия 1.466-2 Пространственные решетчатые конструкции из труб типа "Кисловодск". Рабочие чертежи. – 1974 [Электронный ресурс]. URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293830/4293830102.pdf> (дата обращения: 30.11.2024).
- ерия 1.460-6/81 Структурные конструкции покрытий одноэтажных производственных зданий пролетом 18 и 24 м из прокатных профилей типа «ЦНИИСК». Чертежи КМ. – 1981 [Электронный ресурс]. URL: <https://meganorm.ru/Data2/1/4293847/4293847079.pdf> (дата обращения: 30.11.2024).

рущев, А.Г. Пространственные металлические конструкции. / А.Г. Трущев. – М.: Стройиздат, 1983. – 215 с.
ремеев П.Г. Пособие по проектированию. Стальные пространственные конструкции покрытий. – М.: Издательство АСВ, 2019. – 194 с.
СП 494.1325800.2020. «Конструкции покрытий пространственные металлические. Правила проектирования». – М., 2020. – 106 с.

PROBLEM OF SPACE GRID STRUCTURES APPLYING

M.Y. Zimidova, student,
e-mail: masha.zimidova@mail.ru
Kaliningrad State Technical University

A.S. Lavrova, PhD,
e-mail: lavrova.kgtu@yandex.ru
Kaliningrad State Technical University

J.G. Kontseadaeva, PhD,
e-mail: zhanna.kontseadaeva@klgtu.ru
Kaliningrad State Technical University

The article discusses the features of using rod spatial systems made of short straight metal rods, combined in nodes, used for covering large spaces. An analysis of the metal consumption of coatings made of space grid structures and traditional coatings with parallel trusses is carried out. The advantages and disadvantages of using space grid structures as load-bearing structures of the coating, as well as promising areas of research, are noted.

Key words: *space grid structures, rod spatial system, metal structures, metal consumption*