

## **АКТУАЛЬНОСТЬ, ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ ДВУХСЛОЙНЫХ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ ИЗ ПРОФИЛИРОВАННОГО ПРОКАТА**

**Дурнева Оксана Игоревна**

студент, Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет «СибАДИ», РФ, г. Омск

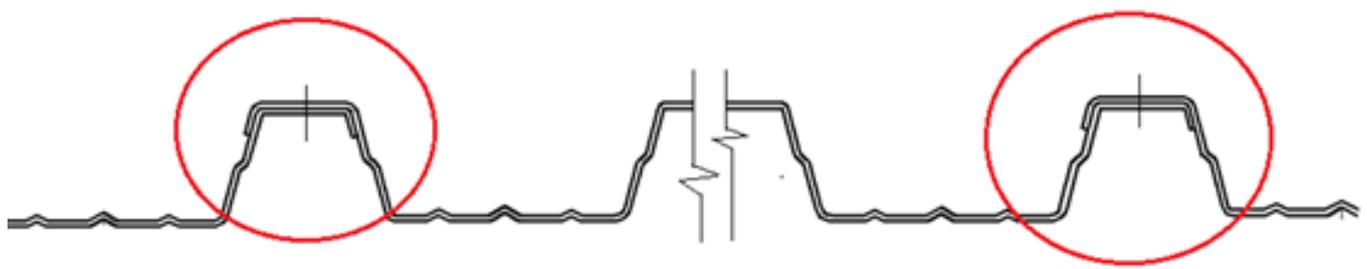
**Макеев Сергей Александрович**

научный руководитель, д-р техн. наук, Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет «СибАДИ», РФ, г. Омск

Одними из широко распространенных конструктивных систем в строительстве являются арочные конструкции. Наибольшее применение в современном строительстве получили металлические двухслойные цилиндрические покрытия из тонкостенного профилированного проката. Прогрессивность этих конструкций обусловлена совмещением несущих и ограждающих функций. Актуальность обусловлена возможностью широкого применения, быстрого возведения, небольшой массы конструкций, низкой стоимостью строительства. Цилиндрические своды способны перекрывать значительные пролеты. Они востребованы для различных отраслей экономики от военного комплекса до небольших сельскохозяйственных предприятий и малого бизнеса.

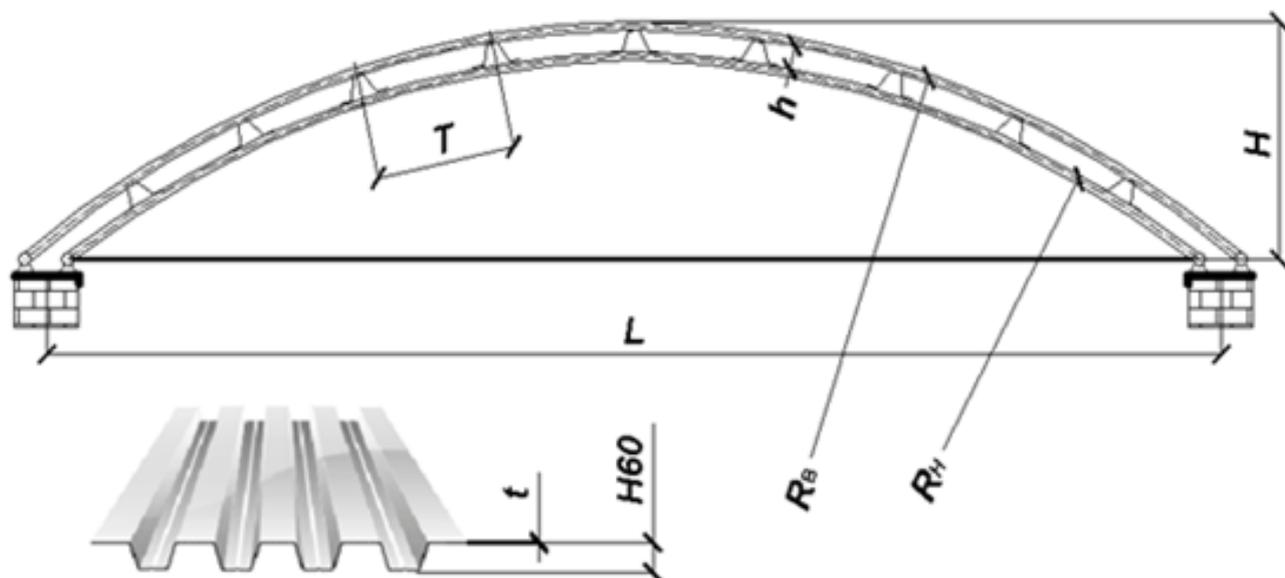
Арочный профиль имеет достаточную прочность и жесткость для выполнения функций несущего покрытия, то есть это система способна воспринимать собственный вес и рабочую нагрузку без каркаса.

Двухслойный цилиндрический свод содержит внешний и внутренний профилированные листы, связанные между собой тонкостенными холодногнутыми пластинчатыми элементами различного профиля (Z, O, C - образного сечения) [3]. Крепление термопрофиля к нижнему слою и верхнего слоя к термопрофилю осуществляется в процессе монтажа кровли с помощью саморезов. Верхние полки соседних профилей в сборном прогоне соединены между собой в области вершин ломаной линии с помощью заклепок (рис. 1). Общий вид двухслойного несущего арочного покрытия из тонколистового металлического профнастила представлен на рис. 2.



**Рисунок 1. Выделены места соединения заготовок (удвоение толщины профиля, наличие соединительных элементов)**

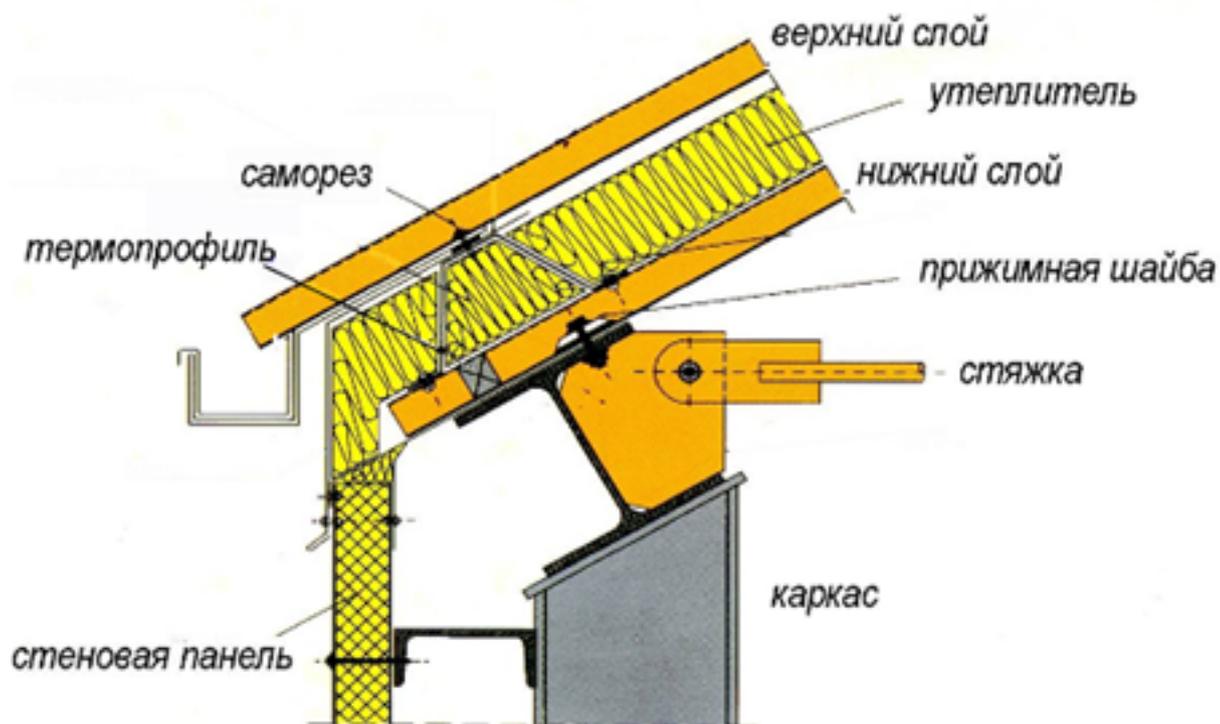
Между верхним и нижним слоем, если покрытие необходимо сделать утепленным, укладывают пароизоляционный слой, затем теплоизоляционный слой (минераловатный утеплитель) и гидроизоляционный слой.



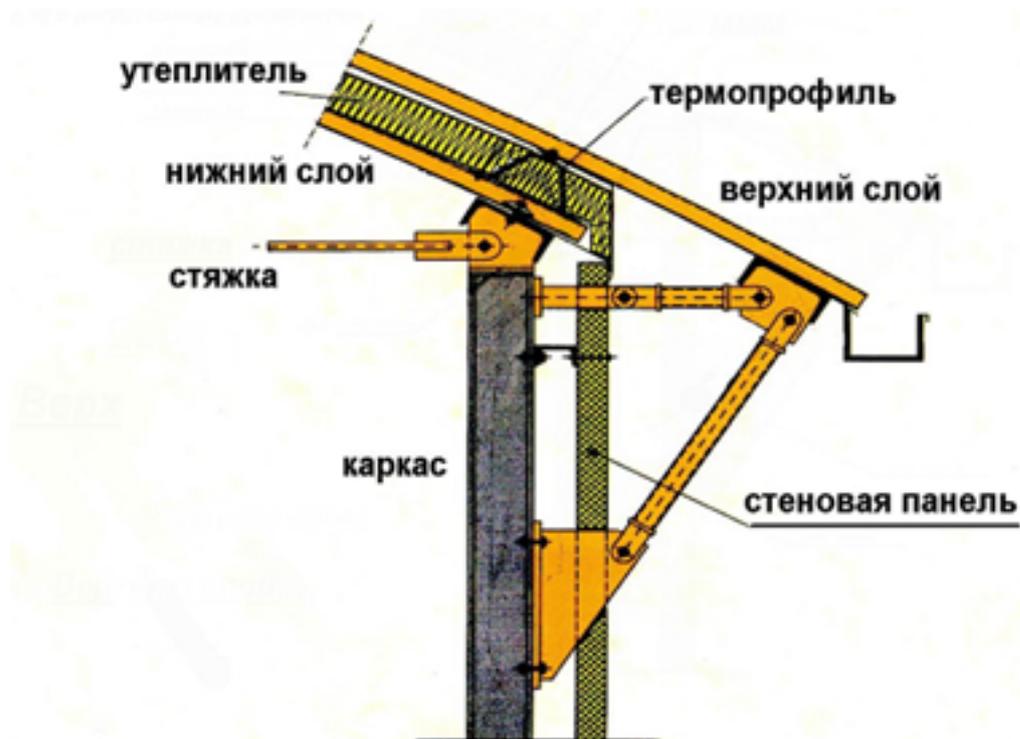
**Рисунок 2. Схема двухслойного несущего арочного покрытия из тонколистового металлического профнастила**

При проектировании строительных стальных конструкций следует компоновать каждый элемент конструкции и весь объект в целом из минимально необходимого числа различных профилей. Не допускается применять в одном отправочном элементе одинаковые профилиразмеры из стали разных марок. Применение в одном объекте профилированных листов одной номинальной высоты разной толщины не допускается.

Арочное покрытие устанавливается на стеновые несущие конструкции в соответствии с разработанными техническими решениями узлов крепления. Несколько вариантов решений приведено на рис. 3, 4. Для восприятия усилий распора используются стяжные элементы, устанавливаемые с шагом 2-3 м. Затяжки устраивают также при опирании арок на колонны или высокие опоры небольшой жесткости.



*Рисунок 3. Вариант решения узла крепления двухслойного арочного покрытия*



*Рисунок 4. Вариант решения узла крепления двухслойного арочного покрытия*

Совместная работа элементов обеспечивается при помощи соединения на болтах и саморезах. Все соединения в расчетной схеме принимаются как шарнирные. При этом элемент в целом работает по схеме двухшарнирной арки. Такие арки достаточно просты в изготовлении и монтаже, нечувствительны к неравномерным вертикальным смещениям опор, а напряжения от изменения температуры в них несущественны.

При проектировании многослойного покрытия, состоящего из тонкостенных холодноформованных профилей, большое значение имеет обеспечение местной устойчивости стенки несущего профиля. В таких конструкциях вертикальная грань профиля работает на сжатие с изгибом.

Количество термопрофилей, количество и размеры поперечного сечения стержневых элементов, количество и размеры болтов в узлах крепления определяются расчетным путем.

В настоящее время отечественная и зарубежная научная литература содержит большое количество трудов по исследованию напряженно-деформированного состояния тонкостенных профилей. Несмотря на это, общего метода определения напряженно-деформированного состояния двухслойных цилиндрических профилированных тонких оболочек не существует. А существующие методы расчета оболочек затруднены громоздкими дифференциальными уравнениями и их высоким порядком [1].

Моделирование методом конечных элементов двухслойных оболочек является длительным, трудоемким процессом, требующим значительных временных затрат и опыта проектирования. Применение систем автоматизации проектирования позволяет существенно снизить затраты времени и средств на расчеты несущей способности конструкций [2]. В связи с этим существует потребность в разработке инженерных автоматизированных методов расчета, позволяющих оперативно оценивать несущую способность двухслойных цилиндрических покрытий и определять область существования конструкции с определенными параметрами.

**Предмет** исследования: двухслойные цилиндрические покрытия из профилированного тонкостенного проката.

**Объект** исследования: несущая способность двухслойного цилиндрического покрытия из условия прочности по нормальным напряжениям и жесткости.

**Цель работы:** разработать автоматизированный программный комплекс для расчета и исследования несущей способности двухслойных цилиндрических покрытий из профилированного тонкостенного проката.

Для достижения цели поставлены следующие **задачи:**

1. изучить математическую модель двухслойных арочных покрытий из профилированных прокатов;
2. составить алгоритм автоматизации проектирования двухслойных цилиндрических покрытий;
3. воспроизвести математическую модель в ПК;
4. произвести проверочный расчет.

**Научная новизна:** исследование и определение области существования двухслойных арочных покрытий из профилированного тонкостенного проката.

#### **Список литературы:**

1. Жилин П.А. Прикладная механика. Основы теории оболочек. Учеб. Пособие. СПб.: Изд-во Политехнического университета. – 2006.
2. Красотина Л.В. Выбор параметров сборных профилированных несущих оболочек по критериям прочности и жесткости: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. тех. наук / Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия, 2014.
3. Кузьмин Д.А. Напряженно-деформированное состояние связей двухслойных плоских и

цилиндрических панелей с учетом совместной работы элементов конструкции: автореф. дис. на соискание ученой степени канд. тех. наук / Сибирская государственная автомобильно-дорожная академия, 2003.