

АРОЧНЫЕ ТЕНТОВЫЕ ПОКРЫТИЯ

Шурин А.Б., Мухин А.В.

Введение. В настоящее время Республике Беларусь развивается рынок проектирования и строительства каркасно-тентовых конструкций. Наибольшую область применения такие конструкции нашли в сельском хозяйстве в качестве ферм для крупного рогатого скота и содержания телят разновозрастных групп, свинокомплексов, а также в качестве хранилищ, складов, помещений для хранения техники, навесов.

Конструкции тентовых покрытий закрытого и открытого вида представлены огромным многообразием форм, а опыт их применения соизмерим по времени с историей развития нашей цивилизации.

Интерес к тентовым зданиям актуализировался вследствие широкого использования для тентов полимерных материалов или тканей с полимерным покрытием, обладающих высокой плотностью (более 400 г/м^2) и прочностью. Такие материалы имеют также высокий коэффициент светопропускания – более 75%, что особенно актуально для зданий сельскохозяйственного назначения (рисунок 1).



Рисунок 1 – Общий вид каркасно-тентового арочного здания фирмы Милена-АГРО

Расчетные предпосылки. В каркасно-тентовых зданиях применяются кровли из полимерных материалов тканевого или плёночного типа, которые прикреплены к стальным элементам каркаса. Тентовые кровли могут быть холодными и тёплыми. Особенностями кровель тентового типа является совмещение несущих и ограждающих функций.

Тент работает как безмоментная тонкостенная оболочка в условиях плоского напряжённого состояния. Явления краевого эффекта исключено ввиду того, что тент представляет собой мембрану.

Для тента используются полимеры в тканом и нетканом виде, и реже волокно растительного происхождения. При использовании для тентов полимеров следует учитывать высокие деформации мембраны в летнее время, что обычно компенсируется предварительным натяжением оболочки. Исходя из этого тентовая ткань должна обладать следующими свойствами:

- стойкостью к механическим воздействиям;
- способностью к растяжению;
- устойчивостью к ветровым нагрузкам и влагостойкостью;
- возможностью эксплуатации в температурном диапазоне от -30 до $+50$ °С.

Основные воздействия на тент – ветровая и снеговая нагрузка. При выборе соответствующего очертания профиля здания можно снизить значения снеговых воздействий на тент, его также можно сбросить с тента воздействуя механически изнутри здания, или осуществляя электронагрев кровли при использовании ткани соответствующего типа, Разрыв ткани тента также не приводит к катастрофическим последствиям.

Расчёт и проектирование стальных каркасов тентовых покрытий в РБ выполняется в соответствии с требованиями [1, 2] или [3]. На технико-экономические показатели каркасно-тентовых зданий существенное влияние имеет форма, которая должна минимизировать ветровые и снеговые воздействия, оптимизируя аэродинамику здания во всех направлениях, уменьшая ветровые воздействия и снижая снеговые отложения. Наиболее оптимальной формой поперечного сечения для зданий, имеющих в плане прямоугольник, является арочный профиль.

Действующие нормы и правила в области расчётного анализа ветровых воздействий основаны на экспериментальных и теоретических исследованиях зданий и сооружений с жёсткими покрытиями. ветровых воздействий на здания нормы проектирования не учитывают особенности работы гибких мембранных покрытий кровель в сравнении с жёсткими покрытиями [4]. Следует отметить, что сами тенты при ветровых воздействиях имеют деформации существенно больше чем кровли покрытия из металлических и деревянных настилов и прочих изделий с развитыми сечениями в направлении ортогональном кровле.

Из экспериментальных исследований в области аэродинамики известно, что профильные сопротивление парашютов из тканей крылового типа в разы отличается от профильных сопротивлений жёстких крыльев летательных аппаратов [5]. При расчётном анализе на ветровые воздействия зданий с тентами необходим учёт особенностей взаимодействия ветрового потока с мягким деформируемым покрытием, что следует учесть в нормативной базе.

Конструктивное решение. Авторами запроектированы лёгкие металлические конструкции арочных тентовых зданий из холодногнутого профилей, состоящие из трёхпролётных арок и системы связей (рисунок 2). Применение трёхпролётной арочной системы обусловлено технологическими требованиями производства.

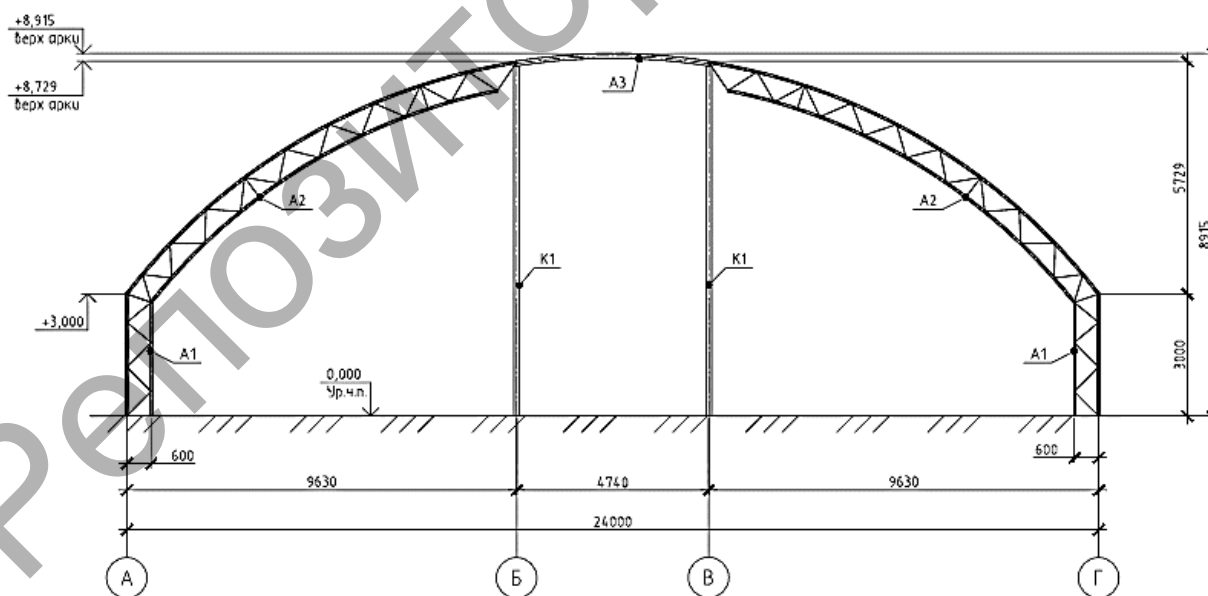


Рисунок 2 – Конструктивное решение каркасно-тентового арочного здания пролетом 24 м

Здания запроектированы для пролетов арок от 15 до 25 метров с шагом арок 3...4 метра. Крайние пролёты арок запроектированы сквозными с треугольной решёткой (отправочные марки A1 и A2). Центральный элемент арки (отправочная марка A3) запроектирован из профиля стального гнутого равнополочного по ГОСТ 30245. Система связей обеспечивает ус-

тойчивость плоских арок и пространственную неизменяемость каркаса в процессе монтажа и эксплуатации.

Пояса сквозных арок (отправочные марки А1 и А2, рисунок 2) приняты из холодногнутых прямоугольных труб по ГОСТ 30245, решётка из уголков стальных гнутых равнополочных по ГОСТ 19771, позиционированных по оси симметрии к плоскости арки. Узловые соединения поясов арок с решёткой из одиночных уголков запроектированы безфасонными, на сварке, что снижает трудоёмкость и материалоемкость.

При конструировании и расчёте решётки арок из одиночных уголков и их узловых соединений использованы принципы и методы, приведенные для проектирования стальных ферм с решёткой из прокатных уголков и поясами из швеллеров [6].

В зданиях предусмотрен светоаэрационный конек, обеспечивающий постоянный отвод отработанного и влажного воздуха из помещения и способствующий поступлению света. Конек запроектирован из гнутых профилей, покрытых светопрозрачным поликарбонатом с ветроотражателями. Для улучшения вентиляции в крайних вертикальных сегментах арок предусмотрены тканевые шторы, изготовленные из светопрозрачного полотна с механизмом открывания.

Выпуск каркасно-тентовых арочных зданий налажен на предприятиях группы компаний «Милена-АГРО».

Заключение

1. Данное конструктивное решение каркасно-тентового арочного покрытия позволяет снизить расход металла по сравнению с традиционными конструкциями, существенно снизить трудоёмкость изготовления и монтажа.

2. Применение каркасно-тентовых конструкций в сельском хозяйстве, вследствие большого коэффициента светопропускания материала тентов, позволяет возводить здания с естественными источниками света, тем самым способствуя повышению уровня жизнедеятельности животных, улучшает их здоровье и продуктивность, помогает добиться повышения надоя естественным путём. Данный фактор также способствует экономии электроэнергии.

Список источников

1. Технический кодекс установившейся практики. Еврокод. Основы проектирования строительных конструкций: ТКП EN 1990-2011*. – Введ. 01.07.2012. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2011. – 96 с.

2. Технический кодекс установившейся практики. Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий : ТКП EN 1993-1-1-2009*. – Мн. : Министерство архитектуры и строительства РБ, 2014. – 88 с.

3. Строительные нормы и правила. Нормы проектирования. Стальные конструкции : СНиП II-23-81*. – М. : Госстрой СССР : ЦНИТП, 1990. – 96 с.

4. Технический кодекс установившейся практики. Еврокод 1. Воздействия на конструкции. Часть 1-4. Общие воздействия. Ветровые воздействия: ТКП EN 1991-1-4-2009*. – Введ. 01.01.2010. – Минск: Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2010. – 132 с.

5. Брысов, О.П., Некоторые особенности парашюта крыла / О.П. Брысов, Е.П. Езеева, Ю.Г. Лимонад / Учёные записки ЦАГИ. Том XV №3. – 1984. – С. 121-126.

6. Werner, F. Zum elastischen Zusammenwirken steifer Rippen mit dünner Platte / F. Werner, J.W. Sobolew / Informationen des MLK-FI, 16, Jargang, №3. – Leipzig, 1976.