

Проектирование стального каркаса здания специализированного склада в агрогородке Теплень

Подберезкий В.В.

Научный руководитель – Згировский А.И.

Белорусский национальный технический университет

Запроектированный склад находится в Минской области в агрогородке Теплень. Район строительства относится к 1в снеговому району, абсолютная отметка над уровнем 183,2 м, характеристическое значение снеговой нагрузки в данной местности на грунт 1,51 кПа, а также ко 2-ому ветровому району с базовым значение скорости ветра 23 м/с.

Сооружение разработано по индивидуальному проекту, состоит из 2 объемов: склада и здания АБК. Здание склада прямоугольное в плане с размерами 84x72 м. В свою очередь здание склада делится на 4 основные зоны: зона хранения материала, зона сборки паллет, зона обслуживания, зарядки и стоянки погрузчиков и штабелеров. Высота этажа до низа стропильных ферм – +13,100 м. Отметка верха парапета – +15,850 м. За относительную отметку 0.000 принят уровень чистого пола, что соответствует абсолютной отметке 183,70 на генеральном плане.

Для въезда и выезда машин предусмотрены 4-е подъемных ворот размером 5,5 × 4 м между осями «1-15». В осях «1.1-1.3/Г.1-Г.4» здание имеет двухэтажный административно-бытовой комплекс. Высота этажа 2,7 м. Блок включает в себя помещения административно-технического и бытового назначения: санузлы, кабинеты, технические и подсобные помещения.

Фасады склада представлены на рисунке 1.

Каркас здания запроектирован стальным. Ригель представляет собой ферму пролетом 24 м с применением замкнутых гнутосварных профилей прямоугольного сечения типа «Молодечно» по серии 1.460.3-23.98.

Колонны двутаврового сечения. Сопряжение колонн с фундаментом в плоскости продольной рамы шарнирное. Покрытие предусматривает кровлю по прогонам и включает в себя ригели пролетом 24 м, расположенные с шагом 6 м. Прогоны из швеллеров с параллельными

гранями полков пролетом 6 м. Пространственную неизменяемость покрытия обеспечивает система вертикальных и горизонтальных связей. Заводские соединения – сварные, выполняемые автоматической электродуговой сваркой под слоем флюса и полуавтоматической сваркой в среде углекислого газа. Фундаменты здания – монолитные столбчатые мелкозаложенные. Совокупность несущих рам, крестовых связей, а также покрытие здания создают систему вертикальных и горизонтальных диафрагм жесткости, обеспечивающих поперечную и продольную устойчивость объекта.

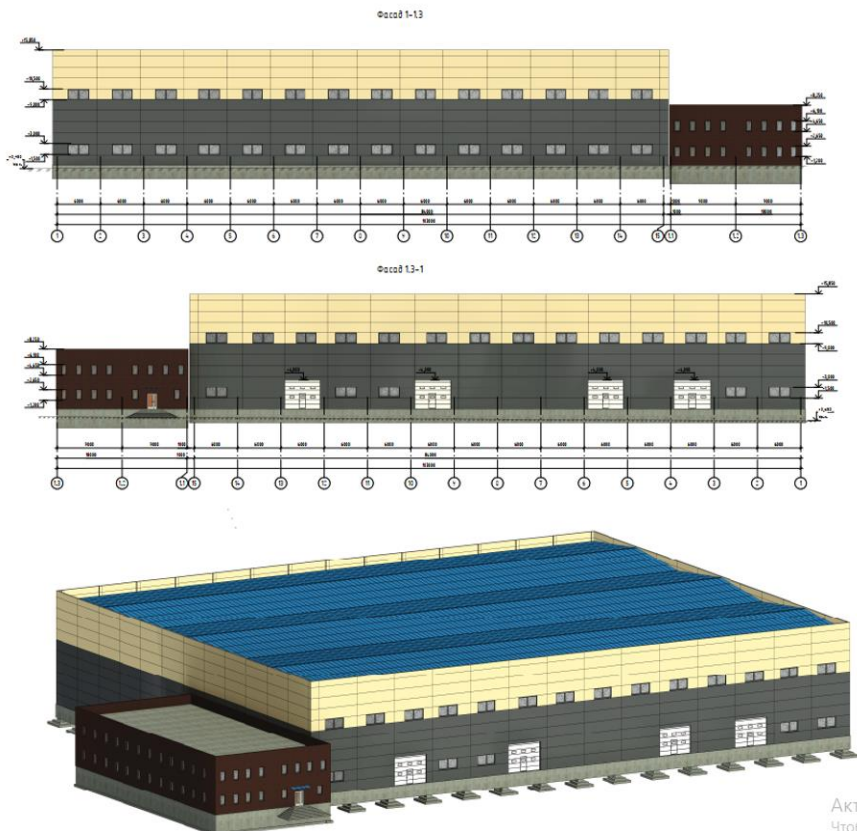


Рисунок 1 – Фасады здания специализированного склада

Устойчивость здания в поперечном направлении (вдоль цифровых осей) обеспечивается поперечной рамой с шарнирным сопряжением

ригелей с колоннами и жестким сопряжением колонн с фундаментами, диском покрытия. Устойчивость здания в продольном направлении, а также устойчивость отдельных конструктивных элементов каркаса (ригелей и колонн) достигается системой крестовых связей по колоннам, системой подкосов, раскрепляющих сжатые участки внутренних поясов ригелей и колонн рам. Пространственный каркас проектируемого здания представлен на рисунке 2.

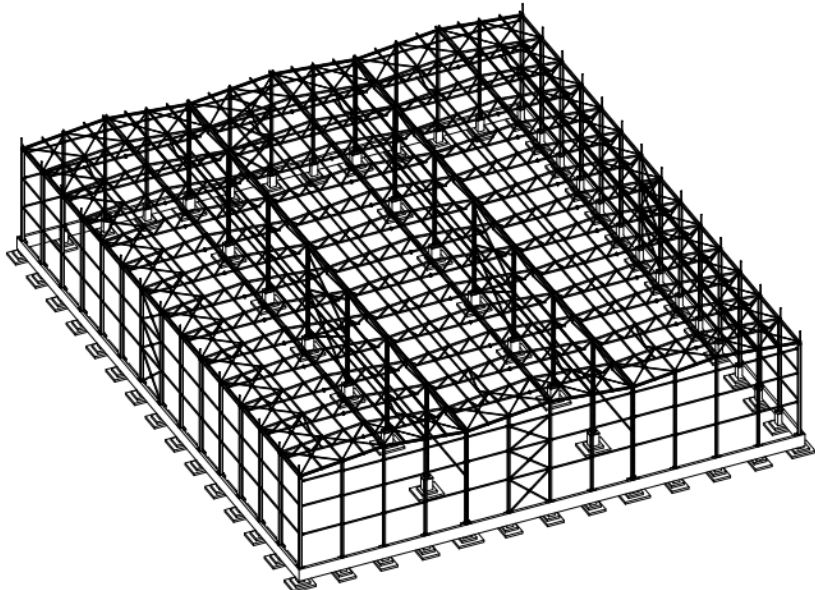


Рисунок 2 – Пространственный каркас проектируемого здания склада

Сбор нагрузок осуществлялся согласно СН 2.01.02-2019 «Воздействия на конструкции. Общие воздействия. Объемный вес, собственный вес, функциональные нагрузки для зданий», СН 2.01.04-2019 «Воздействия на конструкции. Общие воздействия. Снеговые нагрузки», СН 2.01.05-2019 «Воздействия на конструкции. Общие воздействия. Ветровые воздействия».

На основании исходных данных выполнен сбор нагрузок на здание склада.

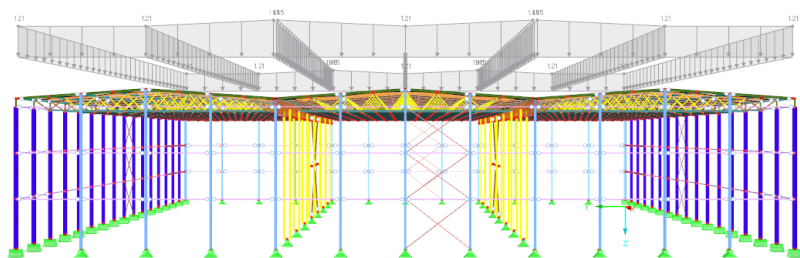


Рисунок 3 – Временная нагрузка от снега

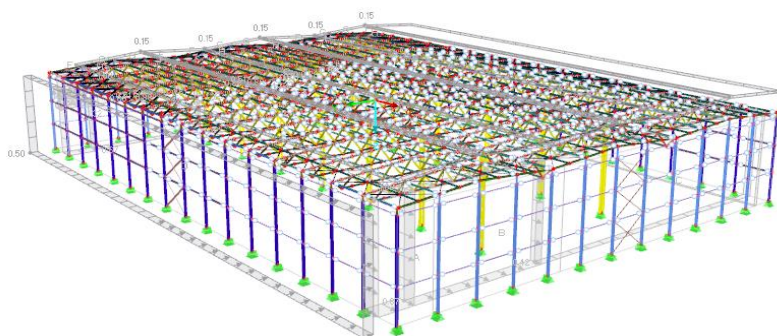


Рисунок 4 – Ветровая нагрузка вдоль цифровых осей

После анализа статического расчёта каркаса здания, произведенного в расчетно-программном комплексе Dlubal Rfem 5.25 на основе метода конечных элементов, были получены максимальные значения усилий в элементах стропильной конструкции и подобраны сечения поясов и раскосов. Сечение верхнего пояса, запроектированной стропильной фермы – 180х140х4 (сталь С345), сечение нижнего пояса, предложенной стропильной фермы – 140х140х4 (сталь С345), опорных раскосов – 120х4 (сталь С345), остальных элементов решетки – 100х3 (сталь С255).

По осевым усилиям, возникающим в стержнях фермы был выполнен расчет узлов фермы в программном комплексе IDEA StatiCa Steel версия 20.1. Расчет сварной подстропильной балки покрытия переменного сечения и сквозной составной колонны на податливых связях

колонны выполнены вручную. Опираение подстропильной балки – шарнирное. Расчёт колонны осуществлялся по двум расчётным схемам в плоскости рамы – жесткое сопряжение, из плоскости – шарнирное. В ходе расчета были выполнены подбор сечения сквозной колонны, расчёт оголовка колонны, расчёт базы колонны. В ходе расчета подстропильной балки были выполнены проверки на прочность, жесткость, общую устойчивость и прогиб.

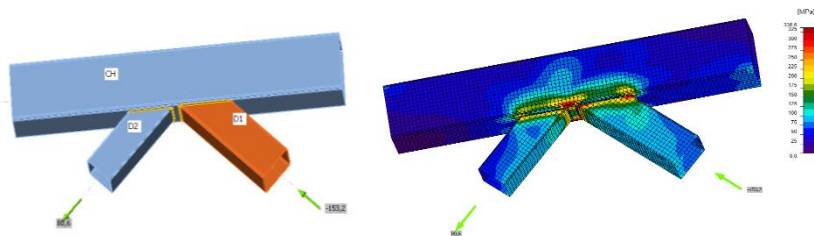


Рисунок 5 – Расчётная схема и эквивалентные напряжения узла верхнего пояса стропильной фермы

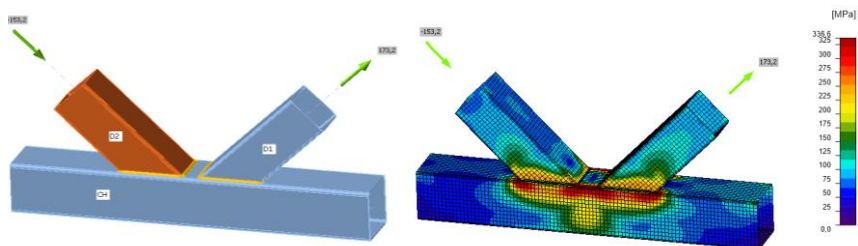


Рисунок 6 – Расчётная схема и эквивалентные напряжения узла нижнего пояса стропильной фермы

Как показывает практика важно не только правильно рассчитать и за конструировать металлические конструкции в разделе КМ, но также очень важным моментом является изготовление их на заводе по чертежам КМД. В данном проекте чертежи марки КМД разработаны в программном комплексе Revit Structure. Данный комплекс позволяет обеспечить высокую точность изготовления конструкций, а также дает возможность благодаря 3-х мерному моделированию избежать ряд ошибок на стадии проектирования.

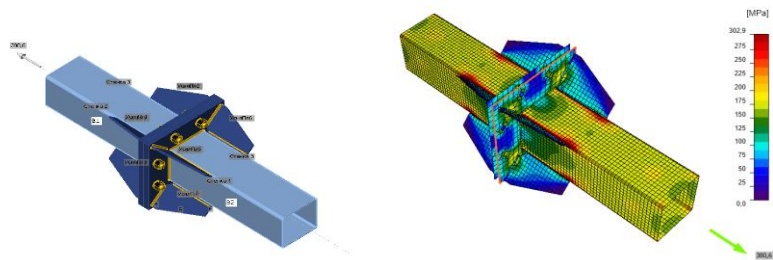


Рисунок 7 – Расчётная схема и эквивалентные напряжения монтажного узла нижнего пояса стропильной фермы

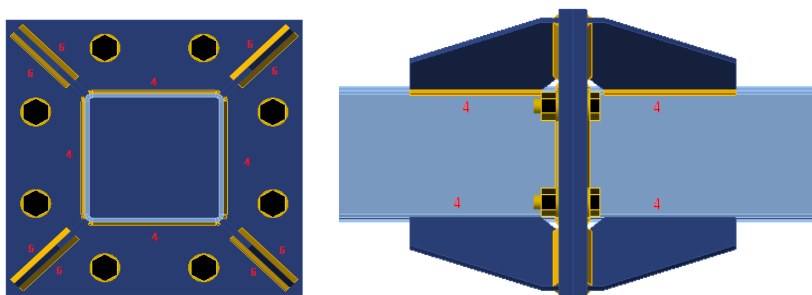


Рисунок 8 – Схема катетов швов монтажного узла нижнего пояса

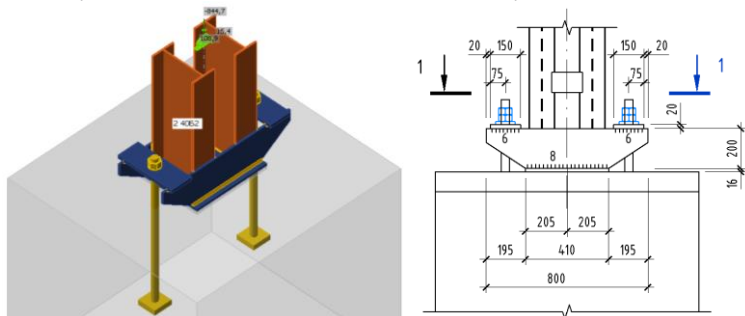


Рисунок 9 – Расчётная схема и геометрические параметры базы колонны

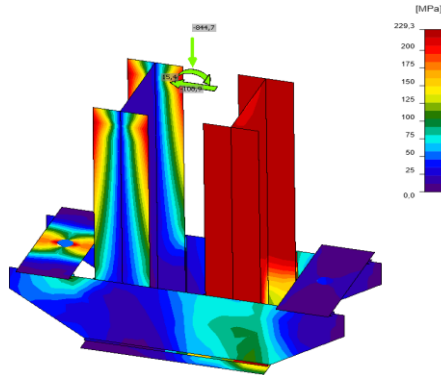


Рисунок 10 – Эквивалентные напряжения в элементах базы колонны

В технологии строительного производства разработана технологическая карта на монтаж сэндвич -панелей, в которой решены вопросы технологии и последовательности монтажа, способы и приемы производства работ, выполнен график производства работ, рассчитаны параметры и по ним выбран монтажный механизм, разработаны указания по производству работ, техники безопасности, охране труда и безопасным методам ведения монтажных работ.

Возведение специализированного склада с использованием стропильных ферм из ГСП, снизить материалоёмкость ферм покрытия по сравнению с фермами из парных уголков на 5-7%, что в целом по зданию составит 12-15 тонн.

Список использованных источников

1. СН 2.01.01-2022. Основы проектирования строительных конструкций. – Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, Минск, 2022. – 65 с.
2. СН 2.01.04-2019. Воздействия на конструкции. Общие воздействия. Снеговые нагрузки. – Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, Минск, 2020. – 43 с.
- 3 СН 2.01.05-2019. Воздействия на конструкции. Общие воздействия. Ветровые воздействия. – Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, Минск, 2020. – 128 с.
4. СП 5.04.01-2021 «Стальные конструкции». Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, Минск, 2021. – 147 с.