

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
Сибирский государственный индустриальный университет
Архитектурно-строительный институт

**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ
СОВРЕМЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА
ПРОМЫШЛЕННЫХ РЕГИОНОВ РОССИИ**

ТРУДЫ III ВСЕРОССИЙСКОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ

4 – 6 октября 2022 г.

Новокузнецк
2022

УДК 69+624/628+66/67+72
А437

Редакционная коллегия:

д-р техн. наук., доцент Столбоушкин Андрей Юрьевич,
канд. техн. наук., доцент Алешина Елена Анатольевна,
доцент Матехина Ольга Владимировна,
канд. техн. наук., доцент Спиридонова Ирина Владимировна

А437 Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России : труды III всероссийской научно-практической конференции с международным участием / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Сибирский государственный индустриальный университет, Архитектурно-строительный институт; под общей редакцией А.Ю. Столбоушкина, – Новокузнецк, Изд. Центр СибГИУ – 2022. – 338 с.

Представлены материалы докладов III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России», состоявшейся в Сибирском государственном индустриальном университете 4–6 октября 2022 г. Доклады отражают результаты работ по четырем актуальным направлениям конференции: «Архитектура и градостроительство промышленных регионов России»; «Новые материалы, конструкции и инновационные технологии в строительстве»; «Новые концептуальные подходы в проектировании и реконструкции инженерных систем жизнеобеспечения»; BIM-технологии в архитектуре и строительстве.

Издание предназначено для научных и инженерно-технических работников в области архитектуры и строительства, а также для обучающихся всех форм обучения и молодых ученых

УДК 69+624/628+66/67+72

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	3
Секция 1 Архитектура и градостроительство промышленных регионов России	6
Матехина О.В. ВСЕМИРНЫЙ ДЕНЬ Архитектуры.....	6
Матехина О.В., Куртуков К.В. ИСТОРИЯ ОДНОГО ДОМА.....	11
Ершова Д.В., Сердюкова Е.А. О ПЕРСПЕКТИВАХ РАЗВИТИЯ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ ГОРОДА НОВОКУЗНЕЦКА	15
Ладутько М. Д. Благинных Е. А. ПРОЕКТИРОВАНИЕ НОВОГО АЭРОПОРТА В ГОРОДЕ НОВОКУЗНЕЦКЕ	20
Ершова Д.В., Митюгова К.С. КОНЦЕПЦИЯ ТУРИСТКОГО ЦЕНТРА ВБЛИЗИ Г. НОВОКУЗНЕЦКА И ПЕРСПЕКТИВЫ РЗВИТИЯ РЕГИОНА	24
Ершова Д.В., Митришкина А.А. ГЛЭМПИНГ КАК ВОСТРЕБОВАННАЯ ФОРМА РАЗМЕЩЕНИЯ ТУРИСТОВ И ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬСВА ГОСТИНИЦ НА ТЕРРИТОРИИ КУЗБАССА.....	28
Наумочкина В. С., Сердюкова Е. А. УРБАН-ВИЛЛЫ КАК НОВЫЙ ФОРМАТ ГОРОДСКОЙ ЖИЗНИ.....	31
Столбоушкин А.Ю., Зайцева В.С. АКТУАЛЬНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА МАЛОБЮДЖЕТНОГО ЖИЛЬЯ ДЛЯ МОЛОДЫХ СЕМЕЙ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ.....	35
Матехина О.Г., Осипов Ю.К., Матехина О.В. АВТОРСКИЙ ПРОЕКТ ШКОЛЬНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА НОВОГО ТИПА	42
Сердюкова Е. А. Благинных Е. А. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЫ ВСЕСТОРОННЕГО РАЗВИТИЯ НА 1100 МЕСТ С УЧЕТОМ ТРАНСФОРМАЦИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ	47
Наумочкина В.С. Благинных Е. А. ГЕНЕЗИС И РАЗВИТИЕ ТОРГОВО-ВЫСТАВОЧНЫХ ЦЕНТРОВ	51
Ершова Д.В., Ануфриева Н.А. АРХИТЕКТУРНАЯ КОНЦЕПЦИЯ НОВОГО ОРАНЖЕРЕЙНОГО КОМПЛЕКСА В СОСТАВЕ БОТАНИЧЕСКОГО САДА Г. НОВОКУЗНЕЦКА	58
Данилова А.А. Благинных Е. А. КОНЦЕПЦИЯ БЛАГОУСТРОЙСТВА НАБЕРЕЖНОЙ В ПОСЕЛКЕ АБАШЕВО Г. НОВОКУЗНЕЦК.....	64
Магель В.И., Андронов Д.А., Герасимова А.В. ОСОБЕННОСТИ РЕКОНСТРУКЦИИ КВАРТАЛОВ ЖИЛОЙ ЗАСТРОЙКИ НОВОКУЗНЕЦКА 1920-50Х ГОДОВ	68
Герасимова А.В. Благинных Е. А. ОСОБЕННОСТИ АРХИТЕКТУРНОЙ РЕНОВАЦИИ В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ ГОРОДАХ КУЗБАССА	72
Герасимова А.В. Благинных Е. А. КОНЦЕПЦИЯ СОВРЕМЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И БЛАГОУСТРОЙСТВА ТЕРРИТОРИИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА НОВОКУЗНЕЦКА	81
Лапунова К. А., Дымченко М.Е., Морси С.А. ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ БЕТОНА И КЛИНКЕРА В СОЗДАНИИ СОВРЕМЕННОГО АРХИТЕКТУРНОГО ПРОСТРАНСТВА	85

Лапунова К. А., Дымченко М. Е. ЭСТЕТИКА КИРПИЧНЫХ ФАСАДОВ В СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРЕ	91
Матехина О.В. ЛЕСТНИЦЫ – ТАКИЕ РАЗНЫЕ И УДИВИТЕЛЬНЫЕ	95
Божко Ю. А., Овдун Д. А. ОСОБЕННОСТИ ДИЗАЙНА ЛИЦЕВОГО КИРПИЧА РЕГИОНОВ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ	102
Свиницкая В.С., Асатрян М.А. РОЛЬ ВИТРАЖА В СОВРЕМЕННОМ АРХИТЕКТУРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ	106
Котляр В.Д., Риве О.А. ОБЛИЦОВОЧНАЯ КЕРАМИЧЕСКАЯ ПЛИТКА: ОТ ИСТОРИЧЕСКОГО ИЗРАЖА ДО ИННОВАЦИЙ В СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЕ	111
Лапунова К.А., Орлова М.Е., Кисленко А.К. ТЕХНОЛОГИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ЭПОКСИДНОЙ СМОЛЫ В СОВРЕМЕННОЙ АРХИТЕКТУРНОЙ СРЕДЕ	116
Орлова М.Е., Лапунова К.А. АКТУАЛЬНОСТЬ И ВОСТРЕБОВАННОСТЬ КЛИНКЕРНОЙ КЕРАМИЧЕСКОЙ ЧЕРЕПИЦЫ НА АРХИТЕКТУРНО- СТРОИТЕЛЬНОМ РЫНКЕ	120
Секция 2. НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ, КОНСТРУКЦИИ И ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ	123
Пичугин А.П., Хританков В.Ф., Смирнова О.Е., Ткаченко С.Е. НОВЫЕ ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ К РЕШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ И ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА	123
Столбоушкин А.Ю., Спиридонова И.В., Фомина О.А. КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА МИНЕРАЛЬНЫХ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ ..	129
Власов В.А., Клопотов А.А., Безухов К.А., Волокитин Г.Г., Саркисов Ю.С., Сыртанов М.С., Сапрыкин А.А. СТРУКТУРНО-ФАЗОВОЕ СОСТОЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ ПОРОШКОВОЙ СМЕСИ AlN И Si_3N_4 ПОСЛЕ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ	135
Пичугин А.П., Пчельников А.В., Илясов А.П. РОЛЬ НАНОДОБАВОК В ПОВЫШЕНИИ КАЧЕСТВА ПОЛИМЕР-СОДЕРЖАЩИХ ЗАЩИТНЫХ КОМПОЗИЦИЙ	139
Корнеева Е.В. ВОЗМОЖНОСТЬ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗОЛ ТЭС В СТРОИТЕЛЬНОЙ ИНДУСТРИИ КУЗБАССА	145
Котляр А.В., Столбоушкин А.Ю. ОЦЕНКА ДАХОВСКИХ АРГИЛЛИТОВ ЗАПАДНОГО КАВКАЗА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНОЙ КЕРАМИКИ	147
Пичугин А.П., Бобыльская В.А., Чесноков Р.А. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИ ЗАКРЕПЛЕНИИ ГРУНТОВЫХ ОТКОСОВ ТРАНСПОРТНЫХ СООРУЖЕНИЙ	152
Бубырь М.Е., Панова В.Ф. КОЭФИЦИЕНТ ОСНОВНОСТИ ПОРОДЫ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НАПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ В СТРОЙИНДУСТРИИ	158
Низин Д.Р., Низина Т.А., Спирин И.П. ВАРЬИРОВАНИЕ АКТИНОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПЕРИОДА НАТУРНОГО ЭКСПОНИРОВАНИЯ	162
Панова В.Ф., Панов С.А., Спиридонова И.В., Рыжков Ф.Н. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И СТЕНОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ	168

Терехина Ю.В., Котляр В.Д. ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА СЫРЬЕ И ИЗДЕЛИЯ В КЕРАМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ	175
Карпиков Е.Г., Лукутцова Н.П., Романова Е.Р., Панфилова А.А. ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БЕТОНА, МОДИФИЦИРОВАННОГО ВЫСОКОДИСПЕРСНОЙ ДОБАВКОЙ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНОГО СИЛИКАТА КАЛЬЦИЯ	179
Бастрыгина С.В. ВЛИЯНИЕ АЛЮМОСИЛИКАТНЫХ МИКРОСФЕР НА СВОЙСТВА ЖАРОСТОЙКОГО ВЕРМИКУЛИТОБЕТОНА.....	183
Когай А.Д., Дмитриева М.А., Пузатова А.В. МОДИФИКАЦИЯ МЕЛКОЗЕРНИСТЫХ МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ БЕТОНОВ ДОБАВКОЙ НА ОСНОВЕ АКТИВИРОВАННОГО КОМПОНЕНТА.....	187
Лукутцова Н.П., Пыкин А.А., Головин С.Н. БЕТОН С ЗОЛОШЛАКОВОЙ СМЕСЬЮ И ПОЛИКАРБОКСИЛАТНЫМ СУПЕРПЛАСТИФИКАТОРОМ	192
Моргун Л.В., Гебру Б.К., Немилостивый А.Г. СВОЙСТВА ПЕНОБЕТОНА С ЗАПОЛНИТЕЛЕМ ИЗ ОПОКИ	196
Добшиц Л.М., Николаева А.А. ВЛИЯНИЕ ПРИМЕСЕЙ В ЗАПОЛНИТЕЛЯХ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ШПАЛ	199
Яценко Е.А., Чумаков А.А. ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ ПЕСКА НА ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АЛЮМОСИЛИКАТНОГО ПРОПАНТА НА ОСНОВЕ БУРОВОГО ШЛАМА МОРОЗОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ	202
Серюкова И.В., Бурученко А.Е., Григорьев Э.В., Жилин Г.П. СИБИРСКИЙ ПЕРИКЛАЗ – СЫРЬЕВАЯ БАЗА ДЛЯ ПРОСТРАНСТВЕННО РАСПРЕДЕЛЕННЫХ НАГРЕВАТЕЛЕЙ.....	206
Шеховцов В.В., Скрипникова Н.К., Улмасов А.Б. МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КЕРАМИЧЕСКОЙ МАТРИЦЫ НА ОСНОВЕ $MgAl_2O_3$ СИНТЕЗИРУЕМОЙ В СРЕДЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ПЛАЗМЫ.....	209
Станевич В.Т., Столбоушкин А.Ю., Рахимова Г.М., Вышарь О.В., Рахимов М.А. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД УГЛЕДОБЫЧИ В ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНОЙ КЕРАМИКИ.....	212
Кара-сал Б.К., Сарыг-оол С.М., Иргит Б.Б. ОСОБЕННОСТИ КЕРАМИЧЕСКОЙ МАССЫ НА ОСНОВЕ АРГИЛЛИТОВЫХ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД УГЛЕДОБЫЧИ ТУВЫ.....	217
Скрипникова Н.К., Кунц О.А., Семеновых М.А. ПОЛУЧЕНИЕ КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА С ЭФФЕКТОМ САМОГЛАЗУРОВАНИЯ	222
Ужахов К.М., Котляр А.В. СЫРЬЕВАЯ БАЗА РЕСПУБЛИКИ ИНГУШЕТИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КЛИНКЕРНОГО КИРПИЧА.....	225
Буцук И.Н., Маковкина Е.Б., Музыченко Л.Н. ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ ПОКРЫТИЯ АВТОТЕХЦЕНТРА В Г. КРАСНОЯРСКЕ.....	229
Буцук И.Н., Куртуков К.В., Музыченко Л.Н. ОБСЛЕДОВАНИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ЭСТАКАДЫ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА В Г. НОВОКУЗНЕЦКЕ.....	240
Секция № 3 НОВЫЕ КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ В ПРОЕКТИРОВАНИИ И РЕКОНСТРУКЦИИ ИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ	249
Зоря И.В. АКТУАЛЬНОСТЬ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ	249

Леванов Д.В., Башкова М.Н. ОПТИМИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТРУБОПРОВОДОВ.....	254
Зоря И.В. ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ НАДЁЖНОСТИ ТЕПЛОВОЙ СЕТИ	257
Новикова К.Ю., Башкова М.Н. ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГАЗОСНАБЖЕНИЯ КОТЕЛЬНОЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	260
Криницын Р.А., Ефимова К.А. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА СТРОИТЕЛЬНО- МОНТАЖНЫХ РАБОТ ГАЗОПРОВОДНОЙ СЕТИ: ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ	263
Ланге Л.Р. К ВОПРОСУ КОНТРОЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ НА СТАНЦИЯХ ВОДОПОДГОТОВКИ.....	266
Ланге Л.Р. ОБРАБОТКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОМЫВНЫХ И ШЛАМОВЫХ ВОД НА ВОДOPPOBODНЫХ ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ	269
Худынцева С.В., Ефимова К.А. СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ: ДОСТОИНСТВА И НЕДОСТАТКИ.....	272
Куценко А.А., Ярошов И.А. РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АСПИРАЦИИ ВОЗДУХА ДЛЯ ДРОБИЛЬНО-СОРТИРОВОЧНОГО КОМПЛЕКСА	275
Точнев Т.Т., Смирнова Е.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ОПРЕССОВКИ И ВАКУУМИРОВАНИЯ В СИСТЕМАХ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ.....	277
Фомин А.В., Смирнова Е.В. ОСОБЕННОСТИ ДИАГНОСТИКИ И УСТРАНЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В ХОЛОДИЛЬНЫХ МАШИНАХ	279
Селезнева Д. Д., Исламова О. В., Баклушина И. В. ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ	283
Андрейченко А.Е., Жунусова А.В., Баклушина И. В. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОИЗВОДИТЕЛИ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ	286
Секция № 4 BIM-технологии в архитектуре и строительстве	288
Павелко Н.А., Столбоушкин А.Ю., Алёшина Е.А. НОВЫЕ ПОДХОДЫ В АВТОМАТИЗАЦИИ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ	288
Столбоушкин А.Ю., Титов А.М. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ С ИНТЕГРИРОВАННЫМИ BIM-ТЕХНОЛОГИЯМИ.....	292
Бараксанова Д.А., Буцук И.Н., Музыченко Л.Н. BIM-ТЕХНОЛОГИИ – НОВЫЙ ЭТАП В ПРОЕКТИРОВАНИИ И РАЗРАБОТКЕ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ПРЕДПРИЯТИЙ УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ КУЗБАССА	296
Новоселов Д.Б. СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАЗЕМНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНЕРА И BIM-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ И ГРАЖДАНСКИХ СООРУЖЕНИЙ	302
SUMMARY	307
АВТОРСКИЙ АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ	332

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ ПОКРЫТИЯ АВТОТЕХЦЕНТРА В Г. КРАСНОЯРСКЕ

Буцук И.Н., Маковкина Е.Б., Музыченко Л.Н.

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк, Россия, inno4kanvkz@mail.ru

В данной статье рассмотрено сравнение двух вариантов конструкций покрытия: 1) сварной ригель; 2) ферма с кронштейном. На основании результатов расчета моделей в программном комплексе SCAD и технико-экономических конструкций был выбран самый оптимальный вариант конструкции покрытия.

Ключевые слова: автотехцентр, общественное здание, конструктивное решение, стальные конструкции, покрытие.

Автотехцентр (см. рисунок 1) был введен в эксплуатацию в 2022 г. в г. Красноярске. В автотехцентре предоставляются комплексные услуги, включающих как техническое обслуживание и ремонт автомобилей, так и их продажу.



Рисунок 1 – Здание автотехцентра

Здание имеет размеры в плане 60×66 м; верхняя отметка несущих конструкций – +56,750 м. Здание состоит из технических этажей высотой 4,5 м на отм. +6,000; +10,500; +15,000; +19,500; помещения шоурума на отм. +24,000 и помещений офисов, расположенных в высокой части здания с отм. +27,900 (всего 7 этажей высотой 3,9 м).

Со стороны осей 1, 12 и ряда Л по периметру здания отметка планировки земли изменяется от +6,000 (вдоль оси 12) до +16,000 (вдоль оси 1); вдоль ряда А отметка планировки земли – 0,000.

Со стороны ряда Л предусмотрена открытая стоянка автомобилей на отм. +19,500, являющаяся одновременно покрытием здания в пролете Е-Л. Вдоль ряда А размещается эстакада для обеспечения въезда автомобилей в мойку, размещаемую на перекрытии на отм. +10,500 м.

Здание – многоэтажное; в технической части в осях 1-8 пролетов А-Б-В-Г-Д – четырех-пятиэтажное с отметкой покрытия +30,000 м; в пролетах Д-Е-Л – трехэтажное с отметкой покрытия +19,500 м. Офисная часть здания в осях 8-12 пролетов А-Б-В-Г-Д представляет собой многоэтажное здание этажерочного типа с отметкой покрытия чердака +56,750.

Металлические колонны двутаврового сечения, сварные, имеют нерегулярный шаг, изменяющийся в поперечном направлении (5 м, 6 м и 7 м); в продольном направлении шаг колонн – регулярный (6 м). Ширина пролета А-Б изменяется по высоте здания из-за наклона наружной стены. Шаг колонн в пролете Г-Д также меняется из-за овальной формы стены,

отделяющей офисную часть здания от технической. Стойки под покрытие и балкон в помещении шоурума – из электросварных труб.

Все перекрытия – железобетонные монолитные по стальным балкам с регулярным креплением арматуры к верхним поясам второстепенных балок перекрытия.

Кровля во всех уровнях решена с внутренним водостоком, кроме пролета Е-Л, где выполнен уклон в сторону ряда Л. Несущей конструкцией мягкой кровли здания является профилированный настил марки Н114-600-1.0. В пролете Е-Л покрытие здания является одновременно открытой стоянкой автомобилей и представляет собой монолитное железобетонное перекрытие по металлическим балкам с несущей пролетной конструкцией – фермой с параллельными поясами.

В технической, низкой части здания, жесткость каркаса обеспечивается в продольном направлении вертикальными связями раскосного и полураскосного типа, в поперечном направлении – жестким рамным сопряжением ригелей, в том числе ферм в пролете Е-Л, с колоннами. В офисной части здания выше отм. +24,000 м рамная жесткая система предусмотрена в двух направлениях, ниже отм. +24,000 м – в поперечном направлении применена рамно-связевая система, в продольном – связевая. Монолитные железобетонные перекрытия выполняют роль горизонтальных дисков каркаса. Все колонны жестко опираются на фундаменты.

Пролетные несущие конструкции – большей частью сварные рамные ригели, пролетом 6 и 12 м. Пролет Л-Е под открытой стоянкой перекрыт фермами с параллельными поясами из прокатных уголков. Монтажные стыки ферм и жесткие узлы крепления к колоннам выполнены на сварке. Балки перекрытия опираются на ферму через сварные тавры.

Вертикальные связи по колоннам – из гнутосварных квадратных профилей, за исключением помещения шоурума, где связи выполнены из электросварных труб. Узлы крепления связей – на сварке.

Для покрытия здания с несущей конструкцией из профнастила требуется крепление последнего к балкам и ригелям перекрытия в каждом гофре для создания горизонтального диска жесткости.

Со стороны оси 12, начиная с отметки перекрытия +10,500 и до отм. +47,400 предусмотрен балкон; за балконом для размещения труб автономной котельной на отдельном фундаменте устанавливается труба сечением 1420×12 мм. Горизонтально труба раскрепляется к каркасу здания в уровне каждого перекрытия. Свобода температурных перемещений трубы обеспечивается скольжением стали по прокладкам из фторопласта.

Эстакада под въезд автомобилей на перекрытие на отм. +10,500 м со стороны ряда А конструктивно представляет собой железобетонное монолитное перекрытие с несущими стальными сварными и прокатными балками. Главные балки перекрытия опираются на пространственную стойку, составленную сопряжением 4-х электросварных труб. В горизонтальном направлении и от опрокидывания эстакада крепится к колоннам каркаса.

Расчет пространственной схемы здания производился с помощью вычислительного комплекса SCAD. Рассматривалось два варианта снеговой нагрузки на покрытие здания (со снеговыми мешками от перепадов высоты и со снеговыми мешками у парапетов), а так же ветровое воздействие в четырех направлениях относительно здания для подбора наиболее неблагоприятных усилий. Сейсмичность площадки строительства – 6 баллов согласно СП 14.13330.2018 «Строительство в сейсмических районах» по карте сейсмического районирования ОСР-2015-В.

Результаты расчета в ПК SCAD представлены на рисунках 2 – 15.

Также в комплексе SCAD был произведен расчет на прогрессирующее (лавинообразное) обрушение, в соответствии с действующими рекомендациями. Удаляемый элемент (колонна первого этажа) показан на рисунке 16. По результатам расчета получены коэффициенты использования элементов, представленные на рисунке 17.

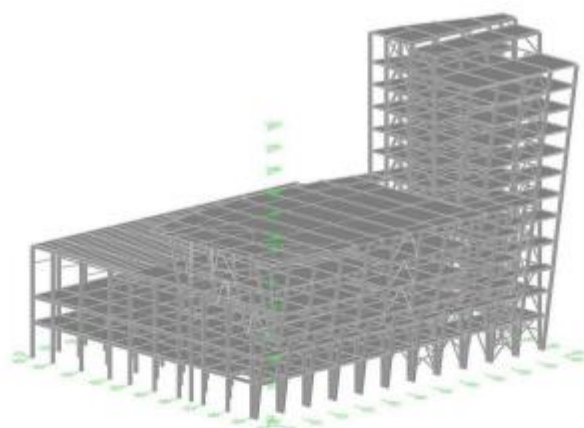


Рисунок 2 – Расчетная модель

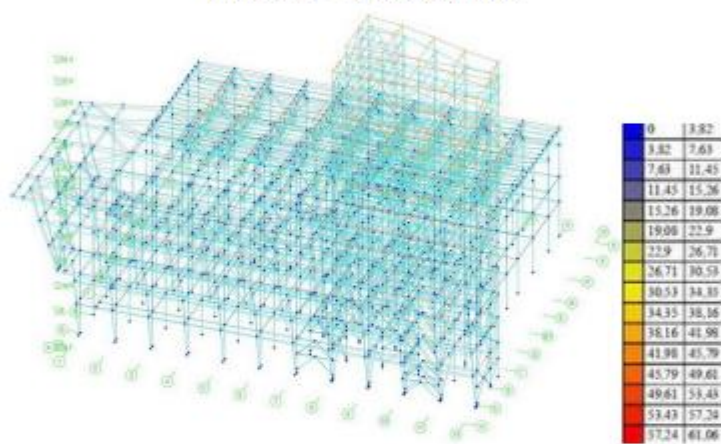


Рисунок 3 – Деформированная схема от постоянных нагрузок

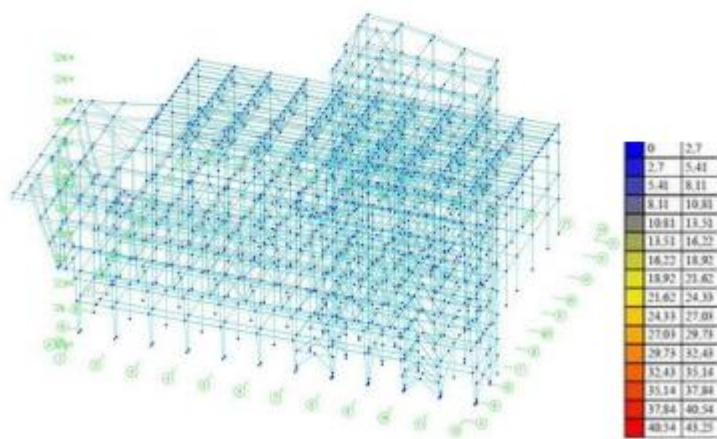


Рисунок 4 – Деформированная схема от снеговой нагрузки

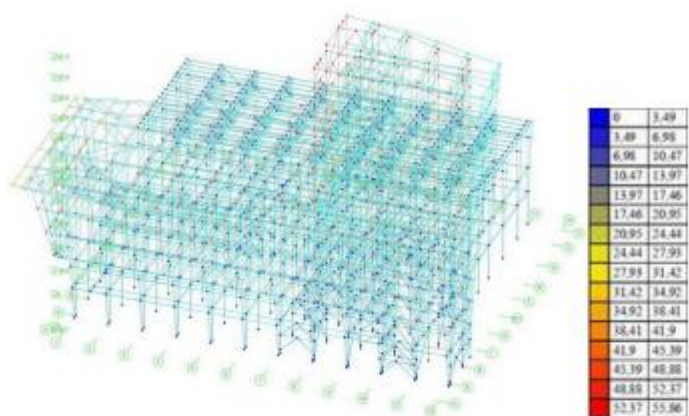


Рисунок 5 – Деформированная схема от ветра вдоль буквенных осей от оси 1 к оси 12 (динамика и статика)

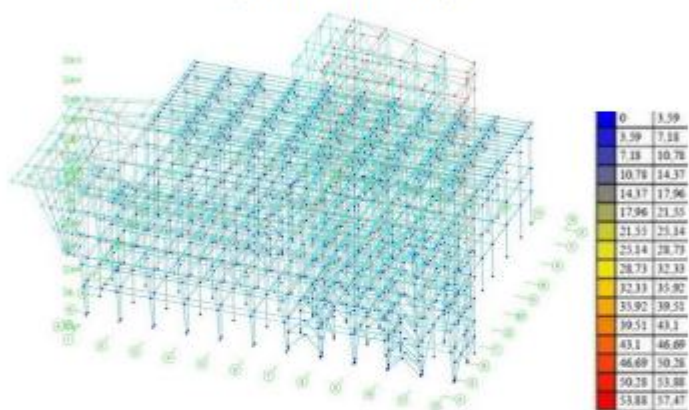


Рисунок 6 – Деформированная схема от ветра вдоль буквенных осей от оси 12 к оси 1 (динамика и статика)

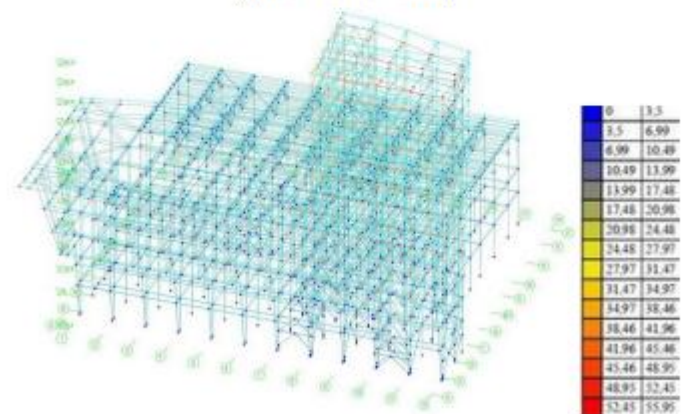


Рисунок 7 – Деформированная схема от ветра вдоль цифровых осей от оси А к оси Л (динамика и статика)

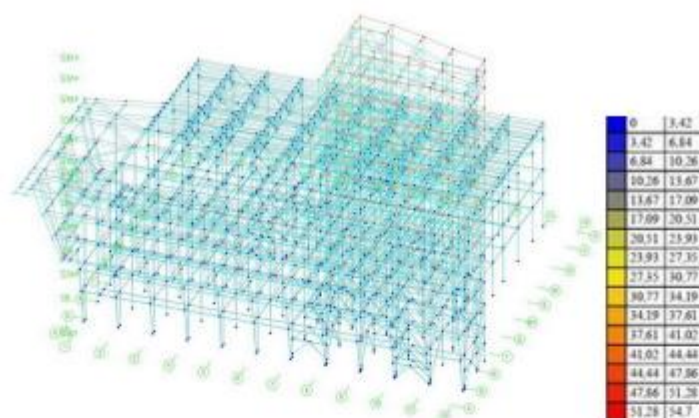


Рисунок 8 – Деформированная схема от ветра вдоль цифровых осей от оси Л к оси А (динамика и статика)

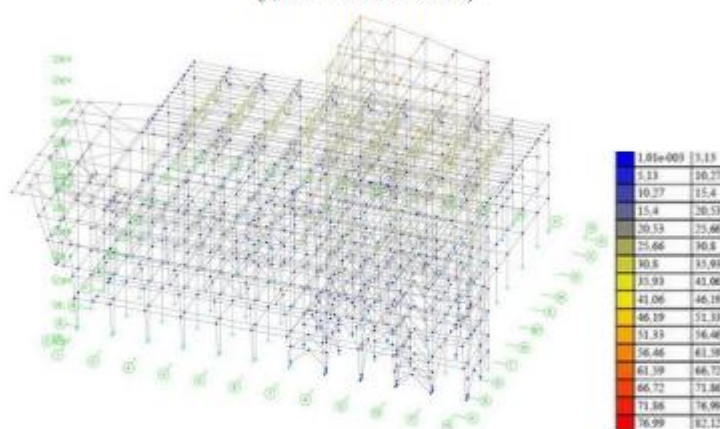


Рисунок 9 – Суммарное расчетное сочетание прогибов (мм)

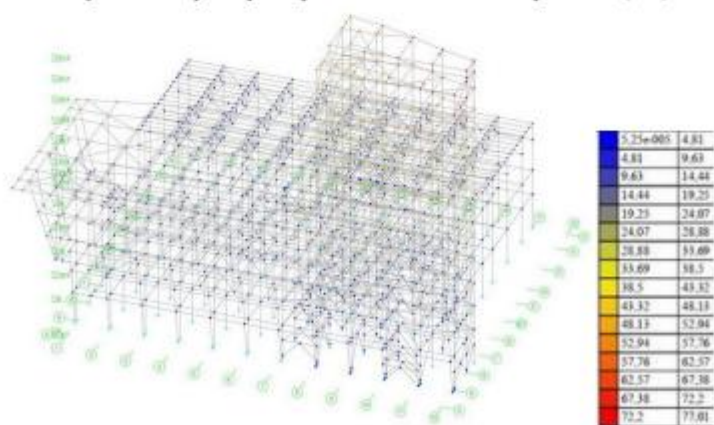


Рисунок 10 – Горизонтальное расчетное сочетание прогибов (мм)

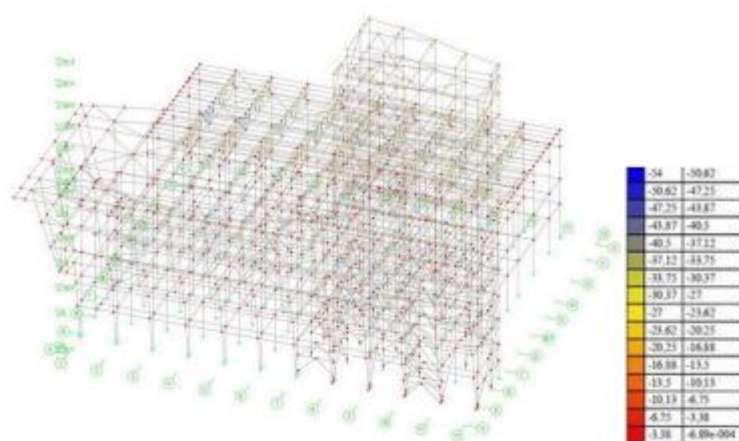
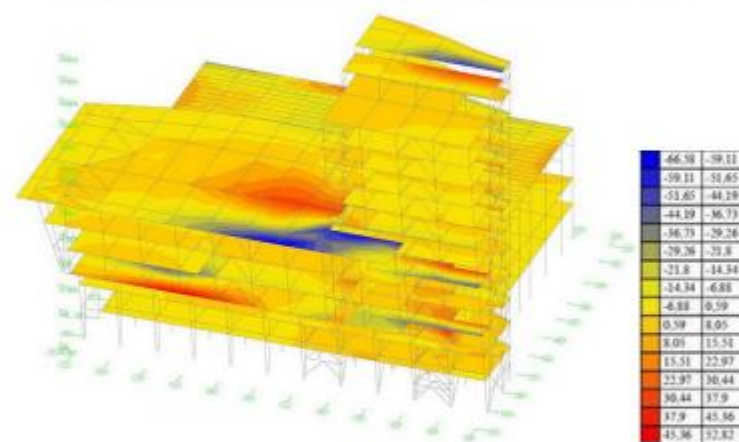


Рисунок 11 – Расчетное сочетание прогибов по оси Z (мм)



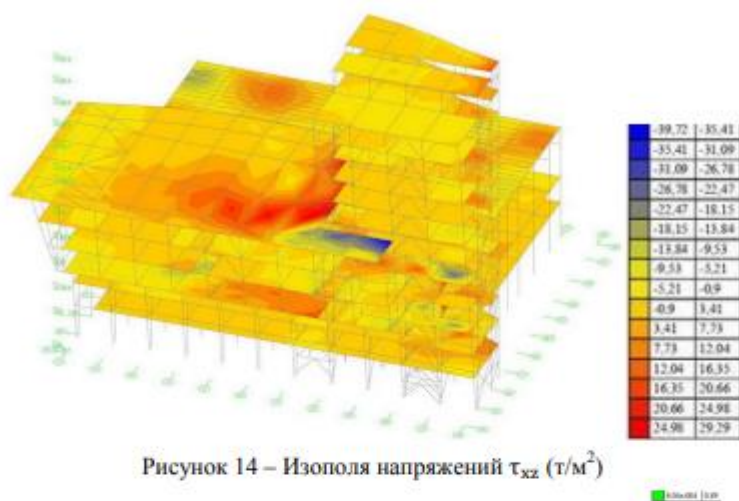


Рисунок 14 – Изополя напряжений τ_{xz} (т/м²)

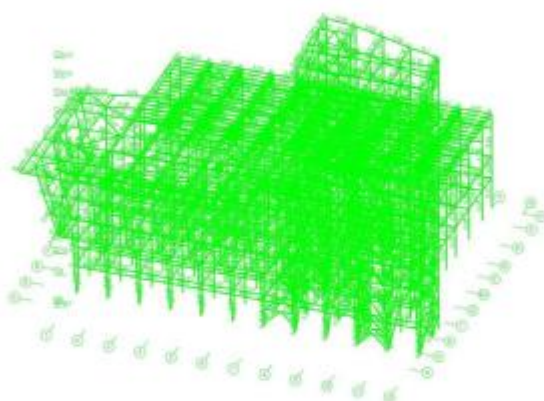


Рисунок 15 – Коэффициенты использования элементов

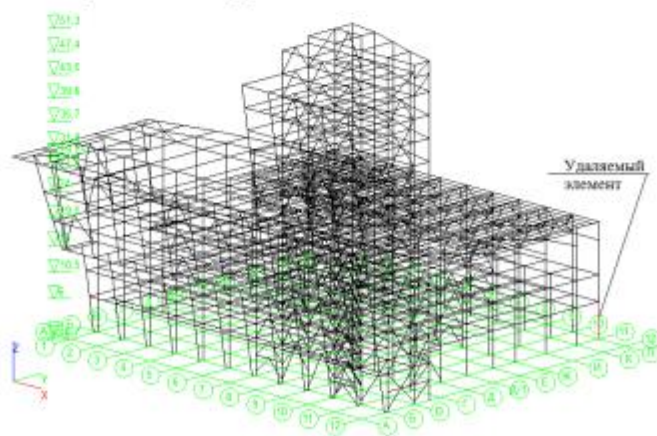


Рисунок 16 – Удаляемый элемент

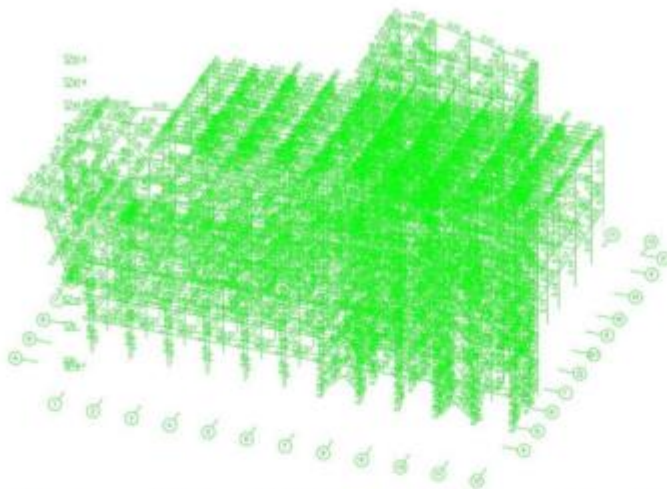


Рисунок 17 – Коэффициенты использования элементов при прогрессирующем обрушении

Таким образом, все полученные коэффициенты использования ограничений $K_{\max}$ меньше единицы, следовательно, при данном виде обрушения подобранных сечений достаточно.

Были рассмотрены два варианта решения конструкций покрытия на отм. +30,000:

1) сварной ригель двутаврового сечения, расчетная схема и сечение которого представлены на рисунках 18-19;

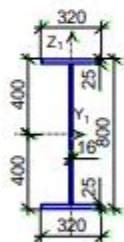
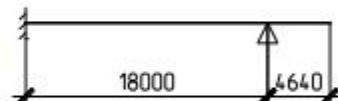


Рисунок 19 – Сечение ригеля

Рисунок 18 – Расчетная схема ригеля



2) ферма высотой 1500 мм и в осях Б-Д (пролет 18 м) с параллельными поясами из двух уголков, расположенных тавром, и кронштейн в осях Д-Д/1 (пролет 4,64 м). Расчетная схема фермы и кронштейна в ПК SCAD представлена на рисунке 20.

Сечение кронштейна – прокатный двутавр I25Б2 по ГОСТ Р 57837-2017, геометрические размеры которого представлены на рисунке 21. Сечение связи кронштейна – гнутая сварная квадратная труба Гн 80х6 по ГОСТ 30245-2003.

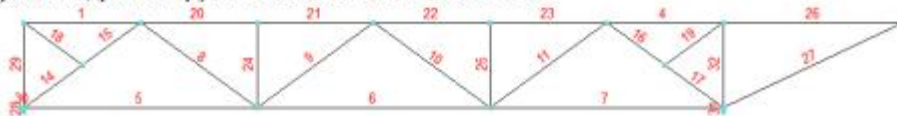
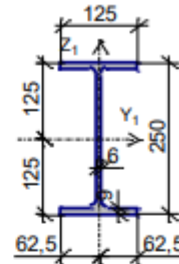


Рисунок 20 – Расчетная схема фермы и кронштейна в ПК SCAD

Рисунок 21– Сечение балки кронштейна



Для технико-экономической оценки при проектировании, как отдельных стальных элементов, так и конструкций в целом, используются такие показатели как расход стали (т), трудоемкость изготовления и монтажа (чел.-дн.), стоимость (руб.).

Основной экономический показатель стальных конструкций - стоимость, которая складывается из стоимости материала, работ по изготовлению и монтажу конструкции, стоимости энергии, топлива и материалов на технологические нужды, а также цеховых и общезаводских расходов, отражающих капиталовложения по организации производства и эксплуатационные расходы предприятия.

В качестве наилучшего варианта из нескольких возможных выбирается тот вариант, который обеспечит наивысшую сравнительную экономическую эффективность капитальных вложений. Минимум приведенных затрат - это показатель, характеризующий сравнительную экономическую эффективность капитальных вложений.

Приведенные затраты, учитывающие стоимость конструкций «в деле» и дополнительные инвестиции (капитальные вложения) на осуществления каждого из вариантов конструкций, определяются по формуле:

$$\Pi = E_n(K_m + K_c) + C_{к.д.},$$

где E_n - нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений, принятый равным 0,12;

K_m - инвестиции в металлургию, которые принимаются равными для каждой тонны конструкций 2,5 от цены набора проката ($c_{н.п.}$), руб./год;

K_c - то же, в строительную базу, принимают из расчета на каждую тонну смонтированных конструкций, руб./год;

$C_{к.д.}$ - стоимость конструкций в деле, руб.

$$C_{к.д.} = G[(c_{н.п.} + t_u \cdot a_u \cdot 7,15 + 12,05) \cdot K_n + c_m + t_m \cdot a_m \cdot 3,52] \cdot K_{н.м.} \cdot K_{п.м.},$$

где t_u , t_m - удельные трудоемкости изготовления и монтажа в чел.-ч на 1 т конструкций;

a_u , a_m - тарифы средних разрядов работы при изготовлении и монтаже;

c_m - стоимость транспортирования одной тонны конструкций до монтажной площадки, составляет 805 руб/т.;

$c_{н.п.}$ - стоимость набора проката для одной тонны конструкции, цены принимаются по прейскуранту «Завода металлоконструкций и сеток» в г. Красноярске;

K_n , $K_{н.м.}$, $K_{п.м.}$ - коэффициенты, учитывающие соответственно прибыль завода металлоконструкций, накладные расходы и прибыль монтажной организации.

$$K_n = 1,042; K_{н.м.} = 1,083; K_{п.м.} = 1,06.$$

Трудоемкость и удельная трудоемкость изготовления и монтажа конструкций определяется по степенной зависимости трудоемкости от массы конструкций:

$$T_u = A_u \cdot m^{1-b};$$

$$T_m = A_m \cdot m^d;$$

$$t_u = \frac{A_u}{m^b};$$

$$t_m = \frac{A_m}{m^d},$$

где m - масса конструкций;

A_u, b - параметры зависимости трудоемкости изготовления;

A_m, d - то же, трудоемкости монтажа.

Следует отметить, что удельная трудоемкость не может быть критерием оценки вариантов.

Для ферм: $A_u = 23,0$; $b = 0,41$; $A_m = 21,5$; $d = 0,68$.

Для сварных балок: $A_u = 17,4$; $b = 0,19$; $A_m = 11,4$; $d = 0,29$.

1) Масса металла, требующаяся для одной конструкции, рассчитана с помощью ПК SCAD. Общая масса конструкций:

Ригель: $G = 5,293 \cdot 7 = 37,044$ т;

Ферма и кронштейн: $G = 1,805 \cdot 7 = 12,642$ т.

2) Трудоемкость изготовления конструкций:

Ригель: $T_u = 17,4 \cdot 37,044^{1-0,19} = 324,50$ чел. -ч;

Ферма и кронштейн: $T_u = 23,0 \cdot 12,642^{1-0,41} = 102,75$ чел. -ч.

3) Трудоемкость монтажа конструкций:

Ригель: $T_m = 11,4 \cdot 37,044^{1-0,29} = 148,15$ чел. -ч;

Ферма и кронштейн: $T_m = 21,5 \cdot 12,642^{1-0,68} = 48,42$ чел. -ч.

4) Удельная трудоемкость изготовления конструкций:

Ригель: $t_u = \frac{17,4}{37,044^{0,19}} = 8,76$ чел. -ч;

Ферма и кронштейн: $t_u = \frac{23,0}{12,642^{0,41}} = 8,13$ чел. -ч.

5) Удельная трудоемкость монтажа конструкций:

Ригель: $t_m = \frac{11,4}{37,044^{0,29}} = 4,0$ чел. -ч;

Ферма и кронштейн: $t_m = \frac{21,5}{12,642^{0,68}} = 3,83$ чел. -ч.

6) Стоимость набора проката для одной тонны конструкции:

Ригель: $c_{н.п.} = \frac{(14,434 + 3,367 + 19,243) \cdot 101000}{37,044} = 101000$ руб./т;

Ферма и кронштейн: $c_{н.п.} = (0,42 \cdot 94000 + 3,164 \cdot 96000 + 1,267 \cdot 98500 + 4,893 \cdot 113000 + 0,476 \cdot 96000 + 0,959 \cdot 103500 + 1,463 \cdot 90500) / 12,642 = 102969,3$ руб./т.

7) Оплата труда рабочих при изготовлении:

Ригель: $a_u = 221,26$ руб.;

Ферма и кронштейн: $a_u = 843,67$ руб.

8) Оплата труда рабочих при монтаже:

Ригель: $a_m = 159,28$ руб.;

Ферма и кронштейн: $a_m = 206,31$ руб.

9) Стоимость конструкций в деле

Ригель: $C_{к.д.} = 37,044 \cdot [(101000 + 8,76 \cdot 221,26 \cdot 7,15 + 12,05) \cdot 1,042 + 805 + 4 \cdot 159,28 \cdot 3,52] \cdot 1,083 \cdot 1,06 = 5219727$ руб.;

Ферма и кронштейн: $C_{к.д.} = 12,642 \cdot [(102,969,3 + 8,13 \cdot 843,67 \cdot 7,15 + 12,05) \cdot 1,042 + 805 + 3,83 \cdot 206,31 \cdot 3,52] \cdot 1,083 \cdot 1,06 = 2350993$ руб.

10) Инвестиции в металлургию:

Ригель: $K_m = 101000 \cdot 2,5 = 252500$ руб.;

Ферма и кронштейн: $K_m = 102969,3 \cdot 2,5 = 256740,7$ руб.

11) Инвестиции в строительную базу:

Ригель: $K_c = 37,044 \cdot 2,5 = 92,61$ руб.;

Ферма и кронштейн: $K_c = 12,642 \cdot 2,5 = 31,61$ руб.

12) Приведенные затраты:

Ригель: $\Pi = 0,18 \cdot (252500 + 92,61) + 5219727 = 5265193$ руб.;

Ферма и кронштейн: $\Pi = 0,18 \cdot (256740,7 + 31,61) + 2350993 = 2397212$ руб.

По результатам анализа приведенных затрат, второй вариант (ферма с кронштейном) является более экономически выгодным за счет меньшего расхода стали.

Однако фермы более трудоемки в изготовлении и монтаже, чем сварные балки. Кроме того высота ферм больше, чем у балок, что увеличивает строительный объем здания, требует дополнительных затрат на отопление, вентиляцию и освещение расположенных в здании помещений. Также для ферм требуется установка дополнительных связей в покрытии, дополнительной монтажной оснастки.

Исходя из всего вышеперечисленного, первый вариант (сварной ригель) является более выгодным.

Библиографический список

1. СП 16.13330.2017. «Стальные конструкции». М. 2017г. Актуализированная редакция СНиП II-23-81*; введ. 28-08-2017 // Техэксперт : информационно-справочная система. Электронные данные. – Москва, 2017. Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та;
2. Буцук И.Н., Громенко А.А., Музыченко Л.Н. Пути снижения материалоемкости стальных конструкций печатная Наука и молодежь: Проблемы, поиски, решения: Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых 12-14 мая 2021г./под общ. ред. Козырева Н.А.; СибГИУ – Новокузнецк, 2021. – Вып. 25. Ч. V Технические науки – 456с. - С. 186-190.;
3. Боброва Е.Е., Музыченко Л.Н. Легкие металлоконструкции в каркасах одноэтажных промышленных зданий печатная Актуальные вопросы современного строительства промышленных регионов России: Труды Всероссийской научно -практической конференции (с международным участием) 8 -10 октября 2019г. под общ. ред. Столбоушкина А.Ю., Матехиной О.В., Алешиной Е.А., Благинных Е.А.; СибГИУ – Новокузнецк, 2019г. –352с. – С. 275 -276.
4. Буцук И.Н., Музыченко Л.Н., Саломатин Н.М. Пути снижения материалоемкости металлических конструкций (статья) печатная Современный взгляд на будущее науки часть 2: Сборник статей Международной научно-практической конференции 20 марта 2017г./НИЦ АЭТЭРНА - Казань, 2017. – с.54-61

Сведения об авторах:

Буцук Инна Николаевна – старший преподаватель кафедры «Инженерные конструкции, строительные технологии и материалы» Сибирского государственного индустриального университета.

Маковкина Екатерина Борисовна – обучающийся Архитектурно - строительного института Сибирского государственного индустриального университета.

Музыченко Людмила Николаевна – доцент, доцент кафедры «Инженерные конструкции, строительные технологии и материалы» Сибирского государственного индустриального университета.