

ЭКСПЕРТНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

по результатам проведенной экспертизы с целью установления технического состояния сливо-наливной эстакады.

ЗАКАЗЧИК: _____.

ДОГОВОР: № _____ от «__» _____ 20__ г.

[Посмотреть другие примеры](#)



[Определить стоимость и сроки On-line](#)



Москва, 20__ г.



ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«Техническая строительная экспертиза»

Телефон: (495) 641-70-69 / (499) 340-34-73

Email: manager@tse-expert.ru; tse.expert

Утверждаю:
Генеральный директор
ООО «ТехСтройЭкспертиза»

_____ В.А. Гезь
(подпись)

_____ 20__ г.

М.П.

1. ВВОДНАЯ ЧАСТЬ

Заказчик: _____.

Исполнитель: ООО «ТехСтройЭкспертиза».

Основание: Договор № _____ от «__» _____ 20__ г.

Объект: сливо-наливная эстакада.

Адрес: _____.

Технические средства контроля, используемые на объекте:

- рулетка, по ГОСТ 75-80;
- линейка стальная 0-1000 мм, по ГОСТ 427-75;
- угольник слесарный, по ГОСТ 3749-77;
- штангенциркуль, по ГОСТ 166-80;
- лупа, по ГОСТ 25705-85;



- дальномер лазерный;
- отвес строительный;
- прибор для измерения фактической прочности бетона и кирпича методом ударного импульса;
- толщиномер ультразвуковой;
- измеритель толщины защитного слоя бетона;
- тахеометр электронный.

Целью проведения экспертизы является оценка технического состояния сливо-наливной эстакады в соответствии с требованиями нормативно-технической документации.

В составе проведенных работ выполнено:

- определение технического состояния несущих и ограждающих конструкций;
- проверка соответствия сооружения требованиям нормативных технических документов;
- выдача рекомендаций по дальнейшей эксплуатации сооружения.

Экспертизу объектов проводил эксперт ООО «Техническая строительная экспертиза» _____ (ФИО эксперта) _____ 20__ года с 10.00 до 18.00 часов.

При осмотре объекта и составлении экспертного заключения использовались следующие нормативные документы:

- СП 13-102-2003 СП 13-102-2003 Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений;
- ГОСТ 27.001-95 «Система стандартов «Надежность в технике». Основные положения»;



- ГОСТ 27.002-89 «Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения»;
- ГОСТ 27.310-95 «Надежность в технике. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения»;
- ГОСТ 18105-86 «Бетоны. Правила контроля прочности»;
- ГОСТ 22690-88 «бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля»;
- ГОСТ 22904-93 «Конструкции железобетонные. Магнитный метод определения толщины защитного слоя бетона и расположения арматуры»;
- ГОСТ 15878-79 «Контактная сварка. Соединения сварные. Конструктивные элементы и размеры»;
- ГОСТ 5264-80 «Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы. Конструктивные элементы и размеры»;
- СНиП 23-01-99* «Строительная климатология»;
- СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия»;
- СП 20.13330.2011 «Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*»;
- СНиП 2.02.01-83* «Основания зданий и сооружений»;





- СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*»;
- СНиП 2.02.03-85 «Свайные фундаменты»;
- СП 27.13330.2011 «Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85»;
- СНиП 52-01-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения»;
- СП 52-101-2003 «Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры»;
- СП 52-102-2004 «Предварительно напряженные железобетонные конструкции»;
- СНиП II-23-81 «Стальные конструкции»;
- СП 16.13330.2011 «Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81»;
- СНиП 31-03-2001 «Производственные здания»;
- СНиП 2.09.03–85 «Сооружения промышленных предприятий»;
- СНиП 3.03.01–87* «Несущие и ограждающие конструкции»;
- СНиП 2.03.13–88 «Полы»;



- СП 29.13330.2011 «Полы. Актуализированная редакция СНиП 2.03.13-88»;
- СНиП 2.03.11–85 «Защита строительных конструкций от коррозии»;
- Классификатор основных видов дефектов в строительстве и промышленности строительных материалов;
- СП 71.13330.2017 «СНиП 3.04.01-87 Изоляционные и отделочные покрытия»;
- СП 28.13330.2012 «Защита строительных конструкций и сооружений от коррозии». Актуализированная редакция СНиП 3.04.03-85 (с Изменениями №1, 2).

Документация, представленная заказчиком:

1. Технический паспорт эстакады (сооружения);
2. Проектная документация;
3. Сертификаты, удостоверяющие качество материалов (конструкций);
4. Заключение ранее проводимых экспертиз (обследований);
5. Технический журнал по эксплуатации сооружения Сведения о ремонтах, проводимых на объекте;
6. Акты расследования аварий и нарушений технологического процесса, влияющих на условия эксплуатации эстакады (сооружения). Аварий не было.

Характеристика объекта.

Сливо-наливная эстакада L=120 м. Эксплуатируется с 1978 года и предназначена для выполнения сливо-наливных операций в железнодорожные цистерны.

Сливо-наливная представляет собой высокое одноярусное сооружение из железобетонных и металлических элементов, состоит из двух температурных блоков.

Каждый блок состоит из фундаментов, колонн, траверс, ригелей, плит перекрытия, стоек, ферм, связей. Размеры сооружения: длина – 120 000 мм (в осях «А/1-22»), ширина 3 500 мм, высота – 8 300 мм.

Фундаменты – монолитные ростверки и сваи.

Колонны – Т-образные железобетонные сечением 500×400 мм, траверсы трапециевидного очертания размерами 2000×400×300(500).

Шаг колонн – 6000 мм.

Траверсы – металлические из двутавра №26.

Ригели – металлические составного (коробчатого) сечения из двух швеллеров №24.

Плиты перекрытия – сборные железобетонные ребристые, размерами 6000×1500×300 мм. По плитам выполнено покрытие из асфальтобетона $\delta \approx 100$ мм.

Стойки – металлические, составного сечения из швеллеров №16 на соединительных планках из листового проката $\delta = 6$ мм.

Прогоны по стойкам – металлические из швеллера №20.

Фермы – металлические. Верхний пояс ферм – швеллер №20. Нижний пояс – уголок 90×6 мм. Стойки – уголок 56×5 мм. Раскосы – уголок 56×5 мм и 90×6 мм.

Прогоны по фермам – металлические из швеллера №20.

Связи – металлические составного сечения из уголков 90×6 мм.

Кровля – стальной профилированный лист типа Н по ГОСТ 24045-94.

2. ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ

На основании Договора № _____ от _____ 20__ г. экспертом была произведена визуальная и визуально-инструментальная экспертиза объекта, в соответствии с требованиями **СП 13-102-2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений»**.

Произведены замеры геометрических характеристик в соответствии с **ГОСТ 26433.0-95 «Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений. Общие положения»**.

Экспертом произведен внешний осмотр конструкции, с выборочным фиксированием на цифровую камеру (см. Приложение № 1, фото), что соответствует требованиям **СП 13-102-2003 п. 7.2** *Основой предварительного обследования является осмотр здания или сооружения и отдельных конструкций с применением измерительных инструментов, и приборов (бинокли, фотоаппараты, рулетки, штангенциркули, щупы и прочее).*

Обмерные работы производились в соответствии с требованиями **СП 13-102-2003 п.8.2.1** Целью обмерных работ является уточнение фактических геометрических параметров строительных конструкций и их элементов, определение их соответствия проекту или отклонение от него. Инструментальными измерениями уточняют пролеты конструкций, их расположение и шаг в плане, размеры поперечных сечений, высоту помещений, отметки характерных узлов, расстояния между узлами и т.д.

2.1. Подбор и изучение технической документации

При проведении анализа технической документации на сливо-наливную эстакаду L=120 м цеха, в качестве которой были представлены: технический паспорт, проектная документация, заключение ранее проведенной экспертизы промышленной безопасности, - было установлено, что основные геометрические размеры сливо-наливной эстакады соответствуют проектным данным, несоответствия конструкционных решений проектным данным не выявлено.

В предоставленных на экспертизу документах, установлен срок с момента ввода в эксплуатацию сооружения, составивший 33 года.

2.2. Визуально-измерительный контроль

В ходе визуального и измерительного контроля установлены фактические размеры строительных конструкций и элементов, выявлены дефекты и повреждения в конструкциях.



Фото 1. Плиты перекрытия на отм. 4,000 м в осях «А/1-11, А/13-15, А/16-21». Выявлено оголение арматуры вокруг технологического проема. Сквозное отверстие в плитах перекрытия.



Фото 2. Плиты перекрытия на отм. 4,000м в осях «А/1-11, А/13-15, А/16-21».
Оголение арматуры вокруг технологического проема.



Фото 3. Плиты перекрытия на отм. 4,000м в осях «А/10-11». Разрушение ребра
плиты перекрытия с оголением и коррозией арматуры.



Фото 4. Плиты перекрытия на отм. 4,300м в осях «А/1-11, А/13-15, А/16-21».
Сквозное отверстие в плитах перекрытия не предусмотренное проектом.



Фото 5. Плиты перекрытия по всей длине эстакады. Растрескивание цементной
стяжки кровли.

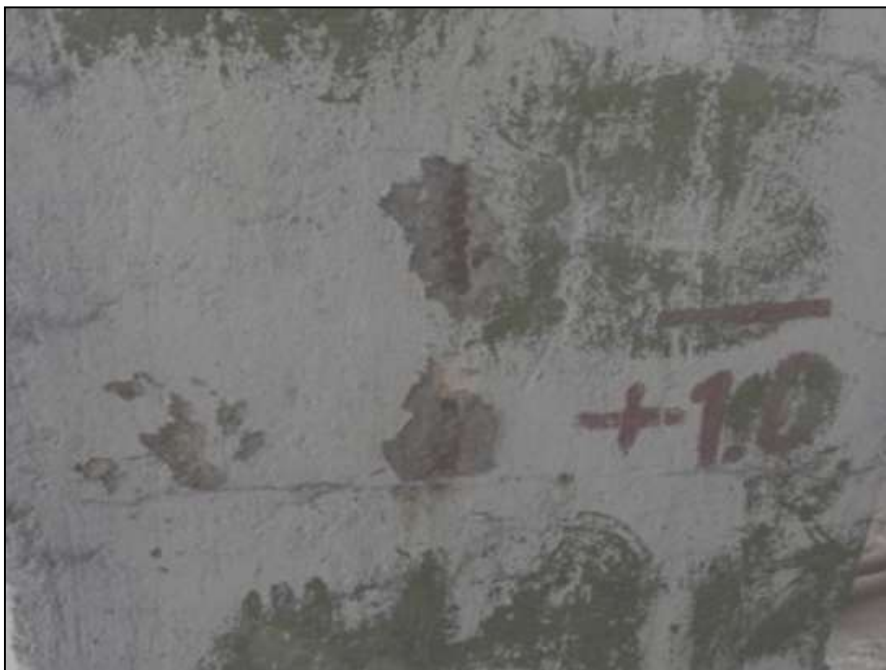


Фото 6. Колонна в осях «А/1». Разрушение защитного слоя бетона с оголением и коррозией арматуры. Усадочные трещины вдоль арматурных каркасов.



Фото 7. Колонны в осях «А/1-22». Усадочные трещины вдоль арматурных каркасов.



Фото 8. Колонна в осях «А/1». Скол угла с оголением и коррозией арматуры.



Фото 9. Колонна в осях «А/15». Некачественно выполнено усиление колонны, а именно: неровности и наплывы бетона.



Фото 10. Металлические конструкции в отм. 4,000-8,300 м по всей длине эстакады. Разрушение антикоррозионной защиты с последующей поверхностной точечной коррозией.



Фото 11, 12. Металлические конструкции (стойки) в отм. 4,300-4,400 м по всей длине эстакады. Разрушение антикоррозионной защиты. поверхностная точечная и слоисто-пластинчатая коррозия стоек.



Фото 13. Металлические конструкции (стойки) в отм. 4,300-6,500 м по всей длине эстакады. Разрушение антикоррозионной защиты до грунтовки.



Фото 14. Металлические конструкции в отм. 6,500-8,300 м по всей длине эстакады. Разрушение антикоррозионной защиты до грунтовки.

Выявленные, в результате проведенной экспертизы, дефекты и повреждения являются нарушением требований нормативной строительной-технической документации, а именно:

- выявленные сквозные трещины, разрушение защитного слоя и оголение арматуры в железобетонных конструкциях являются дефектами и нарушением требований Классификатора основных видов дефектов в строительстве и промышленности строительных материалов, в соответствии с которым:

	<i>Отступления от проектных решений и нарушения требований нормативных документов, квалифицируемые как дефекты</i>	<i>Классификация дефектов по ГОСТ 15467-79</i>	<i>Методы определения дефектов</i>
55.	<i>Бетонные поверхности имеют раковины, поры и обнажения арматуры</i>	<i>значительный</i>	<i>Визуальный осмотр</i>

- растрескивание цементной стяжки пола является дефектом и нарушением требований СП 71.13330.2017 «СНиП 3.04.01-87 Изоляционные и отделочные покрытия», в соответствии с которым:

«8.14.1 Основные требования, предъявляемые к готовым покрытиям пола, приведены в таблице 8.15.

Таблица 8.15 - Требования к готовому покрытию пола

Наименование параметра	Допустимое значение	Контроль (метод, объем, вид регистрации)
Зазоры и щели между плинтусами и покрытием пола или стенами (перегородками), между смежными кромками полотен линолеума, ковров, рулонных материалов и плиток	Не допускаются	Измерительный, не менее пяти измерений на каждые 50 - 70 м ² поверхности покрытия или в одном помещении меньшей площади, акт приемки
Поверхности покрытия не должны иметь выбоин, трещин, волн, вздутий, приподнятых кромок. Цвет покрытия должен соответствовать проектному		

- разрушение антикоррозионной защиты с появлением точечной и слоистой пластинчатой коррозией является дефектом и нарушением требований СП 28.13330.2012 «Защита строительных конструкций и сооружений от коррозии». Актуализированная редакция СНиП 3.04.03-85 (с Изменениями №1, 2), п.2, п.п. 2.1., в соответствии с которым:

«Металлическая поверхность, подготовленная к производству антикоррозионных работ, не должна иметь заусенцев, острых кромок, сварочных брызг, наплывов, прожогов, остатков флюса, дефектов, возникающих при прокатке и литье в виде неметаллических макровключений, раковин, трещин, неровностей, а также солей, жиров и загрязнений.»

2.3. Сводная ведомость дефектов и повреждений

Таблица 1

Наименование конструкции	Тип дефекта (повреждения)	Категория опасности по РД 22-01-97	Причина возникновения дефекта (повреждения)
1	2	3	4
Железобетонные колонны	Сколы угла колонны с оголением арматуры	Б	Дефект монтажа или изготовления
	Трещины шириной раскрытия до 2 мм	Б	Дефект монтажа или изготовления
	Растрескивания	В	Дефект монтажа или изготовления
Плиты перекрытия	Оголение рабочей арматуры вокруг технологического проема	Б	Дефект монтажа или изготовления
	Повреждение защитного слоя бетона с оголением и коррозией арматуры	Б	В результате воздействия окружающей среды
Цементная стяжка	Растрескивание	В	В результате воздействия окружающей среды
Конструкции покрытия	Повреждение антикоррозионной	В	В результате воздействия окружающей

	защиты металлических конструкций.		среды
	Коррозия металлических конструкций	В	В результате воздействия окружающей среды

Состояние фундаментов сливо-наливной эстакады L=120м цеха оценено по косвенным признакам: в процессе экспертизы не было выявлено дефектов, указывающих на осадку или крен фундаментов.

2.4. Контроль пространственного положения конструкций

Контроль пространственного положения конструкций проведен геодезическими методами при помощи геодезических приборов и измерительных инструментов: тахеометр электронный, отвес, рейка и рулетка. В ходе работ были проверены: отклонение колонн и прогибы стропильных ферм. Проверки отклонения колонн от вертикали и прогибы стропильных ферм проведены выборочно. Абсолютные значения отклонения колонн от вертикали и прогибы стропильных ферм приведены в Таблице 2.

Результаты проведенных замеров представлены в Приложении 1.

Таблица 2.

№ п/п	Тип отклонения	Фактическое значение, мм	Допустимое значение, мм
1	2	3	4
1	Отклонение колонны по вертикали по оси «1»	10,2	14,8
2	Отклонение колонны по	12,6	14,8



	вертикали по оси «1»		
3	Отклонение колонны по вертикали по оси «1»	12	14,8
4	Отклонение колонны по вертикали по оси «1»	9,2	14,8
5	Отклонение колонны по вертикали по оси «1»	10	14,8
6	Отклонение колонны по вертикали по оси «1»	11,4	14,8
7	Отклонение колонны по вертикали по оси «1»	8,1	14,8
8	Прогиб стропильной фермы по оси «1»	8,5	23,3
9	Прогиб стропильной фермы по оси «2»	12,5	23,3
10	Прогиб стропильной фермы по оси «3»	16	23,3
11	Прогиб стропильной фермы по оси «4»	13,5	23,3
12	Прогиб стропильной фермы по оси «5»	12	23,3
13	Прогиб стропильной фермы по оси «6»	19	23,3
14	Прогиб стропильной фермы по оси «7»	15,5	23,3





15	Прогиб стропильной фермы по оси «8»	14,5	23,3
16	Прогиб стропильной фермы по оси «9»	12,5	23,3
17	Прогиб стропильной фермы по оси «10»	16,5	23,3
18	Прогиб стропильной фермы по оси «11»	10	23,3
19	Прогиб стропильной фермы по оси «12»	14	23,3

Предельные величины отклонений колонн от вертикали и прогибы стропильных ферм установлены, согласно СНиП 2.02.01-85*.

Фактическое отклонение колонн от вертикали и прогибы стропильных ферм не превышают предельно допустимых значений.

2.5. Контроль прочности бетона конструкций

Прочность бетона конструкций сливо-наливной эстакады L=120 м цеха определялась методом ударного импульса неразрушающего контроля с помощью прибора для измерения фактической прочности бетона и кирпича «_____». По результатам контроля установлены фактические марки бетона элементов конструкции эстакады, по своим характеристикам удовлетворяющие условиям прочности конструкции.



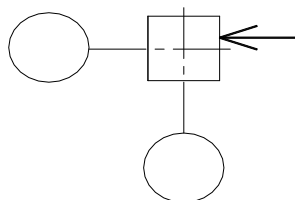
**2.5.1. Определение прочности бетона методом ударного импульса**

Констр., место испытаний	№ изм.	Прочность бетона на сжатие, МПа	Среднее значение	Стандартное отклонение	Коэфф. вариации, %	Нормат. прочность	Расчетная прочность	Класс бетона
Колонна «А/1»	1	55,9	51,7	4,0	7,7	51,7	44,5	В30
	2	50,5						
	3	49,7						
	4	53,4						
	5	47,6						
	6	51,1						
	7	49,0						
	8	56,3						
	9	45,8						
	10	57,7						
Колонна «А/3»	1	53,2	48,3	4,5	9,4	48,3	40,1	В30
	2	55,9						
	3	50,3						
	4	48,4						
	5	49,6						
	6	41,2						
	7	47,5						
	8	45,3						
	9	49,4						
	10	42,2						
Колонна «А/5»	1	49,4	44,2	4,7	10,6	44,2	38,8	В30
	2	46,5						
	3	48,7						
	4	43,1						
	5	39,3						
	6	45,4						
	7	48,6						
	8	36,2						
	9	38,8						
	10	46,3						
Колонна «А/10»	1	40,8	43,0	3,6	8,3	43,0	38,6	В30
	2	43,6						
	3	43,2						
	4	45,8						
	5	39,0						
	6	37,7						
	7	41,4						
	8	49,3						
	9	42,5						
	10	46,8						
Колонна «А/11»	1	43,5	51,4	4,4	8,5	51,4	43,5	В30
	2	56,4						
	3	53,2						
	4	51,1						
	5	55,4						
	6	49,8						



	7	50,3						
	8	48,0						
	9	48,2						
	10	57,6						
Колонна «А/15»	1	40,8	44,0	3,3	7,5	44,0	38,0	В30
	2	43,6						
	3	43,2						
	4	45,8						
	5	39,0						
	6	47,7						
	7	41,4						
	8	49,3						
	9	42,5						
	10	46,8						
Колонна «А/18»	1	49,7	49,4	3,5	7,0	49,4	43,1	В30
	2	44,6						
	3	48,1						
	4	52,9						
	5	45,3						
	6	53,0						
	7	47,2						
	8	50,3						
	9	47,4						
	10	55,0						

Схема удара



Фактический класс бетона – В30.

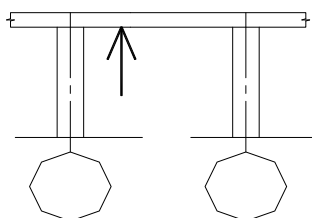
**2.5.2 Определение прочности бетона методом ударного импульса**

Констр., место испытаний	№ изм.	Прочность бетона на сжатие, МПа	Среднее значение	Стандартное отклонение	Коэфф. вариации, %	Нормат. прочность	Расчетная прочность	Класс бетона
Плита перекрытия «А/2-3»	1	34,8	29,1	3,8	13,2	29,1	22,1	B15
	2	27,7						
	3	23,2						
	4	27,3						
	5	32,0						
	6	30,9						
	7	32,6						
	8	31,8						
	9	25,4						
	10	25,1						
Плита перекрытия «А/5-6»	1	30,1	27,2	3,6	13,1	27,2	20,8	B15
	2	31,9						
	3	23,3						
	4	26,5						
	5	25,0						
	6	28,8						
	7	31,4						
	8	28,3						
	9	20,8						
	10	26,3						
Плита перекрытия «А/8-9»	1	20,3	26,4	3,7	14,0	26,4	19,8	B15
	2	29,7						
	3	24,8						
	4	23,6						
	5	28,2						
	6	31,1						
	7	32,0						
	8	25,1						
	9	25,3						
	10	24,3						
Плита перекрытия «А/12-13»	1	28,4	26,6	2,5	9,3	26,6	22,1	B15
	2	26,5						
	3	23,1						
	4	23,2						
	5	25,7						
	6	27,3						
	7	25,0						
	8	31,2						
	9	28,4						
	10	26,7						
Плита перекрытия «А/18-19»	1	30,8	26,4	2,8	10,8	26,4	21,2	B15
	2	25,5						
	3	23,0						
	4	26,4						
	5	29,7						
	6	27,8						



	7	26,1						
	8	23,9						
	9	28,4						
	10	22,2						

Схема удара



Фактический класс бетона – В15.

Комментарий экспертизы

1. Колонны выполнены из бетона класса В30, что отвечает требованиям [25];
2. Плиты перекрытия выполнены из бетона класса В15, что отвечает требованиям [25].

2.6. Результаты поверочного расчета эстакады

Оценка общей прочности и жёсткости сооружения выполнена с использованием пространственной модели. Основным методом расчёта – метод перемещений в конечно-элементной (КЭ) реализации.

Расчетная статическая модель (РСМ) принята полностью совпадающей по топологии и геометрии. В исходных данных расчетов были учтены выявленные в ходе проведения экспертизы, характерные дефекты и повреждения. Расчет проводился на основные сочетания нагрузок: собственный вес конструкций (по результатам экспериментальных данных), временные от трубопроводов с транспортируемой жидкостью, временные на перекрытие, снеговая и ветровая. Геометрические размеры сечений КЭ приняты по результатам проведенной экспертизы и полученным экспериментальным данным.

Жёсткостные характеристики (модули упругости и деформаций, модули сдвига, коэффициенты Пуассона и др.) приняты по результатам проведенной экспертизы и полученным экспериментальным данным с учётом положений. Коэффициенты надёжности и расчётные сопротивления конструкционных материалов приняты с учётом экспериментальных данных.

По результатам проведенного расчета установлено:

1. Уровень запаса по несущей способности металлических конструкций находится в диапазоне от 6% до 98%;
2. Уровень запаса по несущей способности железобетонных конструкций составляет 13%.

Результаты расчета представлены в Приложении 2.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенной экспертизы выявлены дефекты и повреждения, являющиеся нарушением требований нормативной строительной-технической документации, а именно:

- выявленные сквозные трещины, разрушение защитного слоя и оголение арматуры в железобетонных конструкциях являются дефектами и нарушением требований Классификатора основных видов дефектов в строительстве и промышленности строительных материалов;
- растрескивание цементной стяжки пола является дефектом и нарушением требований СП 71.13330.2017 «СНиП 3.04.01-87 Изоляционные и отделочные покрытия»;
- разрушение антикоррозионной защиты с появлением точечной и слоистой-пластинчатой коррозией является дефектом и нарушением требований СП 28.13330.2012 «Защита строительных конструкций и сооружений от коррозии». Актуализированная редакция СНиП 3.04.03-85 (с Изменениями №1, 2).

4. ВЫВОДЫ

На основании анализа полученных результатов экспертизы, учитывая реальное техническое состояние подвергнутых экспертизе конструкций эстакады и условия ее эксплуатации, можно сделать следующие окончательные выводы:

1. Состояние фундаментов под колонны оценено как *работоспособное* по косвенным признакам, а именно, отсутствие дефектов и повреждений, указывающих на осадку или крен фундаментов, отсутствие деформаций каркаса, препятствующих нормальной эксплуатации конструкций.

2. Контроль пространственного положения конструкций показал, отклонение колонн от вертикали не превышает предельно допустимое значение, прогибы стропильных ферм не превышают предельно допустимых значений.

3. Бетон, использованный при изготовлении железобетонных конструкций (колонн, плит перекрытия), соответствует требованиям, предъявляемым нормативно-технической документацией.

4. Поверочный расчет показал, что уровень запаса несущей способности элементов эстакады с учетом выявленных дефектов и повреждений, физико-механический показателей соответствует требованиям, предъявляемым нормативно-технической документацией

5. Несущие железобетонные конструкции эстакады находятся в ограниченно-работоспособном состоянии.

6. Фундаменты несущих железобетонных конструкций находятся в работоспособном состоянии.

7. Несущие металлические конструкции эстакады находятся в работоспособном состоянии.

В зависимости от количества дефектов и степени повреждения, техническое состояние строительных конструкций оценивается по следующим категориям (см. Гл. 3 «Термины и определения» СП 13-102-2003):

Исправное состояние - категория технического состояния строительной конструкции или здания и сооружения в целом, характеризующаяся отсутстви-

ем дефектов и повреждений, влияющих на снижение несущей способности и эксплуатационной пригодности.

Работоспособное состояние - категория технического состояния, при которой некоторые из численно оцениваемых контролируемых параметров не отвечают требованиям проекта, норм и стандартов, но имеющиеся нарушения требований, например, по деформативности, а в железобетоне и по трещиностойкости, в данных конкретных условиях эксплуатации не приводят к нарушению работоспособности, и несущая способность конструкций, с учетом влияния имеющихся дефектов и повреждений, обеспечивается.

Ограниченно работоспособное состояние - категория технического состояния конструкций, при которой имеются дефекты и повреждения, приведшие к некоторому снижению несущей способности, но отсутствует опасность внезапного разрушения и функционирование конструкции возможно при контроле ее состояния, продолжительности и условий эксплуатации.

Недопустимое состояние - категория технического состояния строительной конструкции или здания и сооружения в целом, характеризующаяся снижением несущей способности и эксплуатационных характеристик, при котором существует опасность для пребывания людей и сохранности оборудования (необходимо проведение страховочных мероприятий и усиление конструкций).

Аварийное состояние - категория технического состояния строительной конструкции или здания и сооружения в целом, характеризующаяся повреждениями и деформациями, свидетельствующими об исчерпании несущей способности и опасности обрушения (необходимо проведение срочных противоаварийных мероприятий).

В результате проведенной экспертизы установлено что, конструкции эстакады находятся в ограниченно работоспособном состоянии.

5. Рекомендации по устранению выявленных недостатков

1. Разрушение антикоррозионной защиты с последующей поверхностной точечной коррозией - очистить поверхность механическим способом предварительно удалив жировые загрязнения растворителем, затем восстановить антикоррозионную защиту;

2. Усадочные трещины вдоль арматурных каркасов - очистить поверхность механическим способом, заделать цементно-песчаным раствором марки не ниже М400;

3. Скол угла с оголением и коррозией арматуры - очистить поверхность механическим способом, восстановить защитный слой бетона.

Эксперт ООО «ТехСтройЭкспертиза» _____ (ФИО эксперта)
(подпись эксперта)

ПРИЛОЖЕНИЯ:

- Приложение 1 – результаты выполненной съемки по контролю пространственного положения конструкций на 3-х (трех) листах;
- Приложение 2 – поверочные расчеты на 17-и (семнадцати) листах.

Контроль пространственного положения конструкций

Контроль пространственного положения конструкций проведен геодезическими методами при помощи геодезических приборов и измерительных инструментов: электронный тахеометр, отвес, рейка и рулетка. Контроль пространственного положения проведен для колонн и стропильных ферм. Результаты замеров вертикальных прогибов ферм и колонн были проведены выборочно, исходя из доступности конструкций для проведения съемки, и представлены в Таблицах П 1.1 и П 1.2. Погрешность измерений составляет без использования отражательной призмы на расстоянии 0,3-200м составляет ± 3 мм, что не оказывает существенного влияния на получение достоверных измерений.

Таблица П.1.1.

№ п/п	Обозначение фермы	На левой опоре	В пролете	На правой опоре	Пролет, мм	Прогиб, мм	Тип прогиба	Допустимое значение 1/150, мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Стропильная ферма по оси 1	1520	1508	1513	3500	8,5	Прогиб	23,3
2	Стропильная ферма по оси 3	1523	1516	1534	3500	12,5	Прогиб	23,3
3	Стропильная ферма по оси 4	1544	1522	1532	3500	16	Прогиб	23,3
4	Стропильная ферма по оси 5	1519	1508	1524	3500	13,5	Прогиб	23,3
5	Стропильная ферма по оси 6	1503	1506	1515	3500	12	Прогиб	23,3
6	Стропильная ферма по оси 8	1513	1501	1527	3500	19	Прогиб	23,3



7	Стропильная ферма по оси 9	1602	1579	1587	3500	15,5	Прогиб	23,3
8	Стропильная ферма по оси 11	1517	1512	1536	3500	14,5	Прогиб	23,3
9	Стропильная ферма по оси 12	1526	1509	1517	3500	12,5	Прогиб	23,3
10	Стропильная ферма по оси 15	1535	1514	1526	3500	16,5	Прогиб	23,3
11	Стропильная ферма по оси 17	1528	1521	1534	3500	10	Прогиб	23,3
12	Стропильная ферма по оси 18	1607	1596	1613	3500	14	Прогиб	23,3

Согласно СНиП 2.01.07-85* "Нагрузки и воздействия", вертикальные предельные прогибы стропильных ферм определяются по формуле $f=1/150$, при пролете $l=3,5$ м.

Таблица П.1.2.

№ п/п	Обозначение колонны	Максимальное отклонение колонны, мм	Высота колонны, мм	Допустимое значение $h/250$, мм	Примечание
1	2	3	4	5	6
1	Ось «А/1»	10,2	3700	14,8	Не превышает
2	Ось «А/4»	12,6	3700	14,8	Не превышает
3	Ось «А/5»	12	3700	14,8	Не превышает





4	Ось «А/10»	9,2	3700	14,8	Не превышает
5	Ось «А/15»	10	3700	14,8	Не превышает
6	Ось «А/17»	11,4	3700	14,8	Не превышает
7	Ось «А/19»	8,1	3700	14,8	Не превышает

Согласно СНиП 2.01.07-85* "Нагрузки и воздействия", вертикальные предельные прогибы стропильных ферм определяются по формуле $f=h/150$.

Вывод:

Согласно СНиП 2.01.07-85*, прогибы стропильных ферм и горизонтальные отклонения колонн не превышают предельно допустимых значений.





РАСЧЕТ КОНСТРУКЦИЙ ПО НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ

1. Общие данные

- 1.1 Объект - Сливно-наливная эстакада L=120 м цеха.
- 1.2 Район и площадка размещения -
- 1.3 Архитектурно-строительное решение по результатам проведенной экспертизы.
- 1.4 Уровень ответственности сооружения - II (нормальный) по ГОСТ 27751-88*.

2. Расчётные ситуации и нагрузки

- 2.1 Учитываемые расчётные ситуации - установившаяся;
- 2.2 Постоянные нагрузки - по СП 20.13330.2011 с учётом экспериментальных данных.
- 2.3 Временные нагрузки на перекрытие - по СП 20.13330.2011.
- 2.4 Снеговая и ветровая нагрузки - СП 20.13330.2011.



3. Конструктивное решение

3.1 *Колонны* – Т-образные железобетонные сечением 500×400 мм, траверсы трапецидального очертания размерами 2000×400×300(500). Шаг колонн – 6000 мм.

3.2 *Траверсы* – металлические из двутавра № 26.

3.3 *Ригели* – металлические составного (коробчатого) сечения из двух швеллеров №24.

3.4 *Плиты перекрытия* – сборные железобетонные ребристые, размерами 6000×1500×300 мм. По плитам выполнено покрытие из асфальтобетона $\delta \approx 100$ мм.

3.5 *Стойки* – металлические, составного сечения из швеллеров № 16 на соединительных планках из листового проката $\delta = 6$ мм.

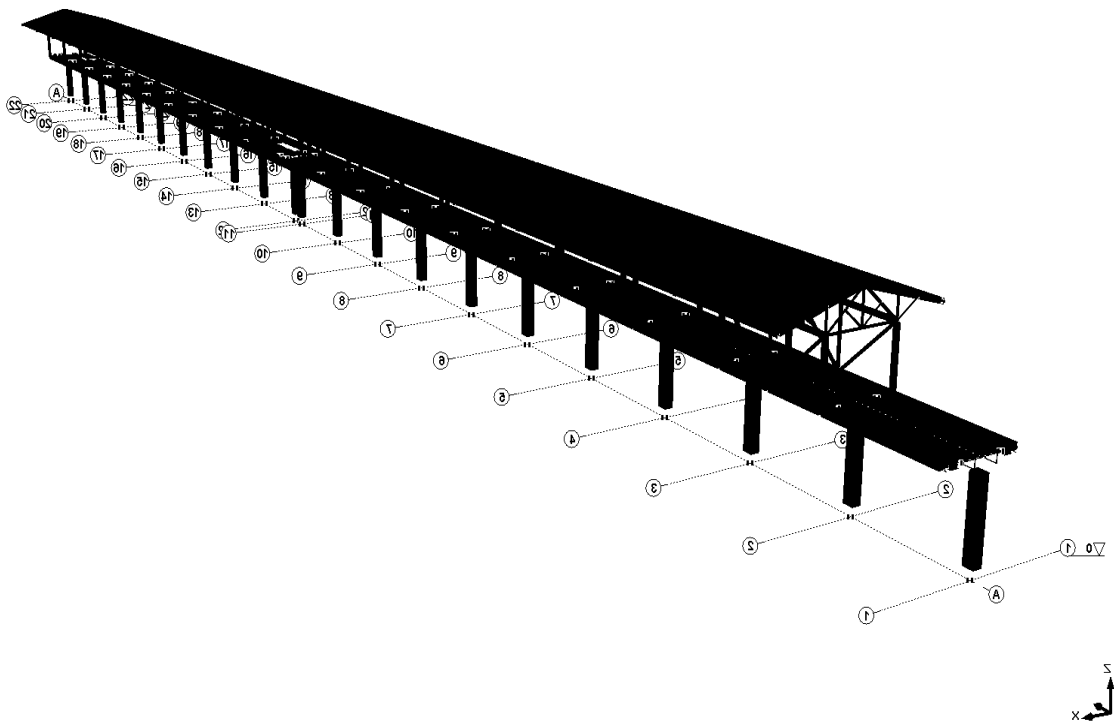
3.6 *Фермы* – металлические. Верхний пояс ферм – швеллер № 20. Нижний пояс – уголок 90×6 мм. Стойки – уголок 56×5 мм. Раскосы – уголок 56×5 мм и 90×6 мм.

3.7 *Прогон* – металлические из швеллера № 20.

3.8 *Связи* – металлические составного сечения из уголков 90×6 мм.

3.9 *Кровля* – стальной профилированный лист типа Н по ГОСТ 24045-94.

а) вид с угла А/1



б) вид с угла А/22

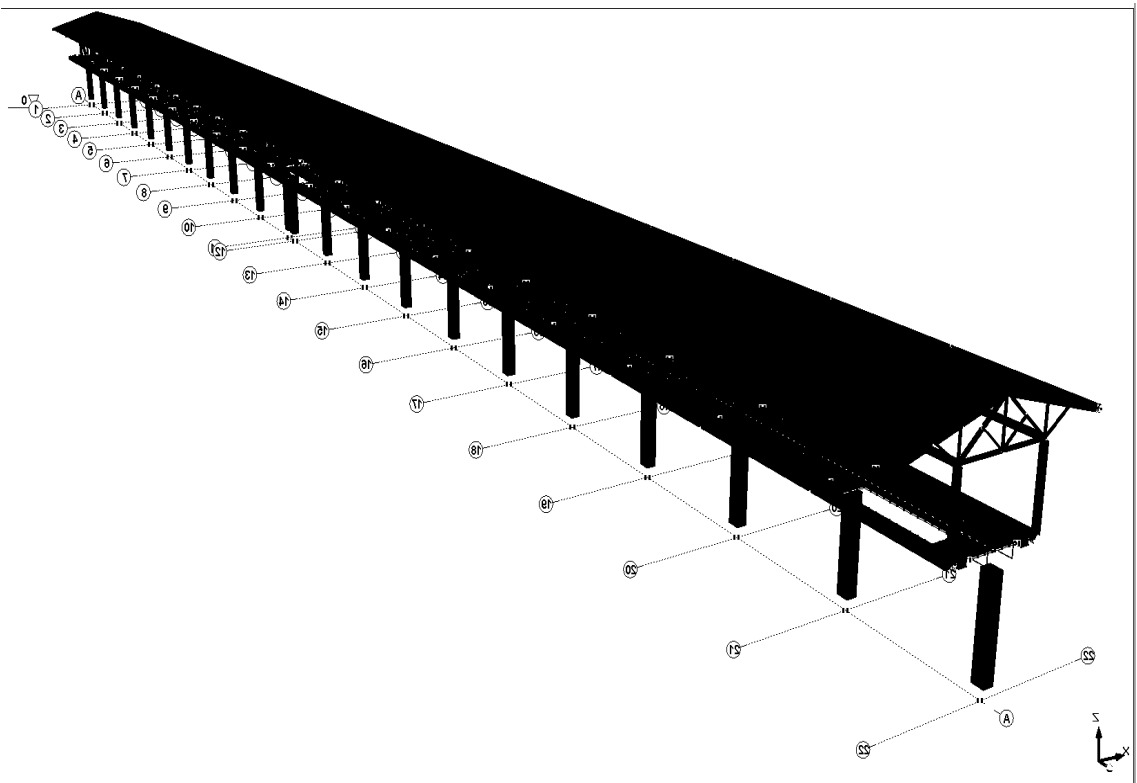


Рис.1 Общий вид расчетной модели здания

4. ХАРАКТЕРИСТИКИ РАСЧЕТНОЙ МОДЕЛИ ЗДАНИЯ

4.1 Принципы формирования расчётной модели и методы расчёта

4.1.1 Оценка общей прочности и жёсткости сооружения выполнена с использованием пространственной модели (см. Рис.1).

4.1.2 Основной метод расчёта – метод перемещений в конечно-элементной (КЭ) реализации [37].

4.1.3 Расчетная статическая модель (РСМ) принята полностью совпадающей по топологии и геометрии.

4.1.4 Геометрическая схема модели сформирована из КЭ различного типа с максимальным приближением к проектному решению сооружения.

4.1.5 Пластинчатыми КЭ (тип 44) моделировались плиты перекрытия и кровля.

4.1.6 Стержневыми КЭ (тип 5) моделировались фермы, связи, стойки, ригели, траверсы и колонны, а также ребра сборных железобетонных ребристых плит перекрытия.

4.1.7 Реализация методов расчёта: статический и конструктивный расчеты выполнены с применением сертифицированного Росстроем РФ пакета САПР [37].

4.2 Жёсткостные характеристики и условия примыкания КЭ

4.2.1 Геометрические размеры сечений КЭ приняты по результатам проведенной экспертизы и полученным экспериментальным данным.

4.2.2 Жёсткостные характеристики (модули упругости и деформаций, модули сдвига, коэффициенты Пуассона и др.) приняты по результатам проведенной экспертизы и полученным экспериментальным данным с учётом положений норм [25-29].

4.3 Расчётные характеристики материалов

4.3.1 Коэффициенты надёжности и расчётные сопротивления конструктивных материалов приняты с учётом экспериментальных данных.

4.4 Нагрузки и воздействия

4.4.1 Состав и величины, учтённых в расчётной модели нагрузок и воздействий, а также коэффициенты надёжности по нагрузке γ_f и назначению γ_n приняты согласно [20].

4.4.2 Нагрузка от собственного веса смоделированных конструкций определена с применением [37] по фактическим размерам и объёмному весу материалов.

4.4.3 Ветровая нагрузка определялась как сумма средней ω_m и пульсационной ω_p составляющих по [20].

Нагрузки и загрузки расчётной модели

№ п/п	Наименование загрузки	Вид и состав нагрузок	Нормативное значение
1	Постоянные	от собственного веса несущих и ограждающих конструкций, кровли, полов	по данным [20]
2	Временные от трубопроводов с арматурой + вес жидкости	временные длительные	вес трубопроводов с арматурой - 5532 Н/м; объёмный вес – 6820 Н/м ³ .
3	Временные на перекрытия	временные нагрузки на перекрытия	по [20] – 2,0 кПа.

4	Снеговая	снеговая на крышу	по [20] для V снегового района – 2,24 кПа.
5	Ветровая (слева)	ветровая на крышу	по [20] для I ветрового района в соответствии с Д.1.10: - 0,07 кПа; - (-0,2) кПа; - (- 0,17) кПа; - 0 кПа.
6	Ветровая (справа)	ветровая на крышу	по [20] для I ветрового района в соответствии с Д.1.10: - 0,07 кПа; - (-0,2) кПа; - (- 0,17) кПа; - 0 кПа.

4.5 Сочетания и комбинации нагрузок

4.5.1 Расчётные сочетания нагрузок определены с применением алгоритма [37] из условия нахождения наиболее невыгодных комбинаций усилий (напряжений) для каждого расчётного сечения смоделированных конструкций.

4.5.2 Временные нагрузки на перекрытия по [20] учитывались как объединённые кратковременные, ветровые – как знакопеременные взаимоисключающие.

4.5.3 При анализе напряженно-деформированного состояния здания рассмотрены 3 комбинации загружений.

Комбинации загружений расчётной модели

Сочетания нагрузок	№ комбинации	Состав комбинации
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Основные	1	L1×1+L2×1
	2	L1×1+L2×1+L3×0,9+L4×0,9+L5×0,9
	3	L1×1+L2×1+L3×0,9+L4×0,9+L6×0,9

4.6 Расчётные ситуации

4.6.1 Расчёты выполнены для основных расчётных ситуаций ГОСТ 27751-88*.

Характеристики расчётных ситуаций

Расчётная ситуация и варьируемые параметры расчётной модели	Нагрузки, сочетания нагрузок	Коэффициенты $\gamma_m, \gamma_q, \psi, \gamma_n, \gamma_f$	Расчётные предельные состояния
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
<i>Установившаяся</i>			
– жёсткость ж/б конструкций – начальный модуль <i>упругости</i> ; жёсткость стальных конструкций – начальный модуль <i>упругости</i> ; – податливость основания – <i>жёсткая заделка фундамента</i> .	все по [20], основные сочетания по [20]	по [20,22,24-27,29]	I и II группы

4.6.2 Установившаяся расчётная ситуация и ее параметры приняты в соответствии с ГОСТ 27751-88*.

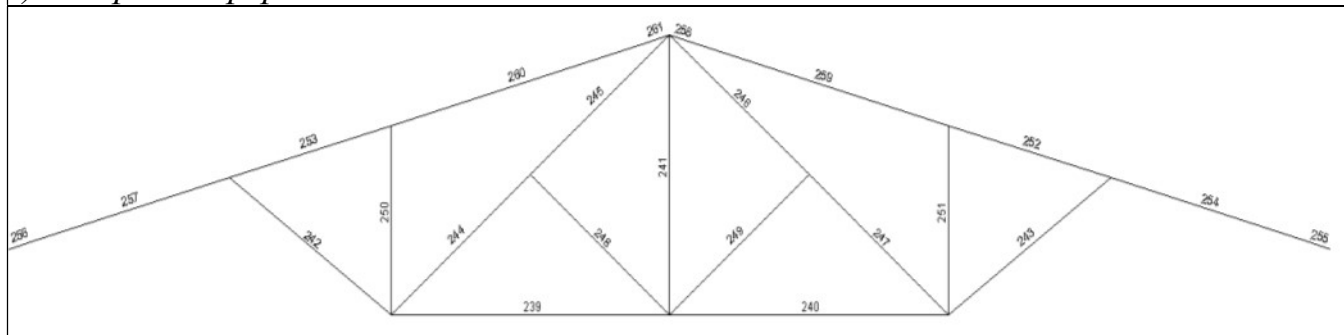
4.6.3 Аварийные ситуации при аварийных нагрузках (взрывы, пожары, наезд тяжелого транспорта и др.) не рассматривались – их параметры действующими нормами не регламентированы с необходимой для практических расчётов полнотой.

5. АНАЛИЗ И ОЦЕНКА КОНСТРУКТИВНОГО РЕШЕНИЯ

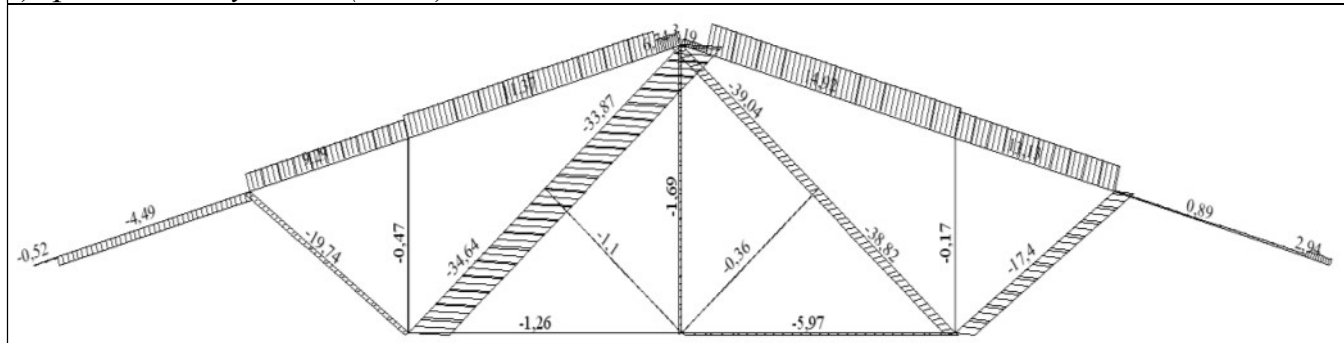
5.1 Проверка принятых сечений металлических конструкций при основных сочетаниях нагрузок

Стропильные фермы

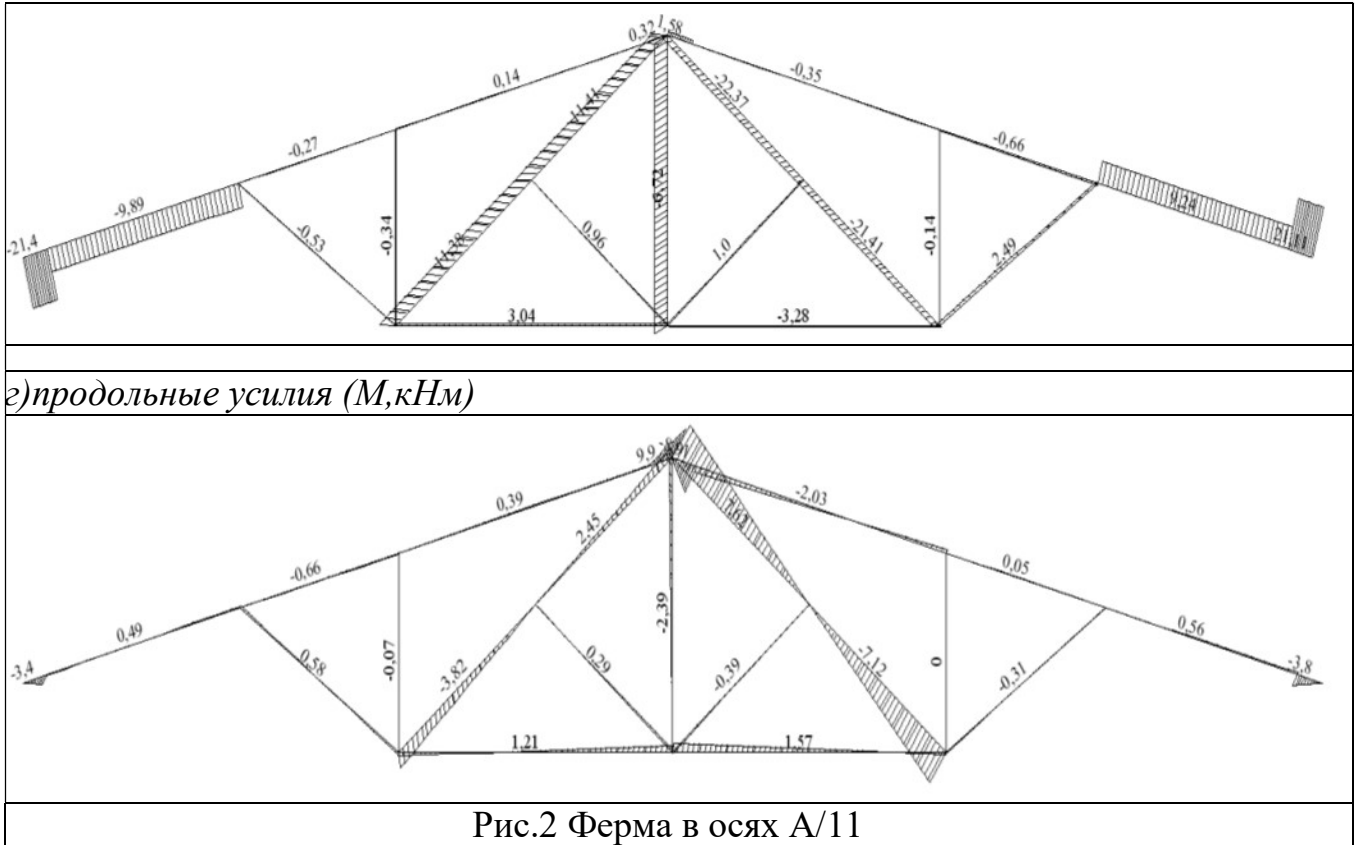
а) номера КЭ фермы



б) продольные усилия (N, кН)



в) продольные усилия (Q, кН)



5.1.1 Верхний пояс из швеллера №20

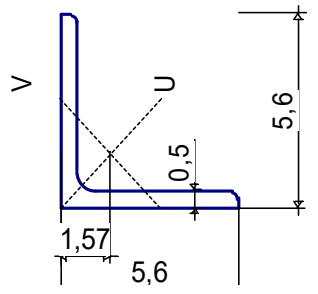
<p>Расчетное сопротивление стали $R_y = 240345000,0 \text{ Н/м}^2$ Коэффициент условий работы - 1,0 Предельная гибкость - 400,0 Коэффициент расчетной длины в плоскости X1,Y1 - 1,0 Коэффициент расчетной длины в плоскости X1,Z1 - 1,0</p>	<p>Сечение Швеллер с параллельными гранями полков по ГОСТ 8240-97 20П</p>
--	---

Результаты расчета

Проверено по СНИП	Фактор	Коэффициенты использования :
1	2	3
п.5.12	прочность при действии изгибающего момента M_y	0,46
п.5.12	прочность при действии изгибающего момента M_z	0,62
пп.5.12,5.18	прочность при действии поперечной силы Q_y	0,18
пп.5.12,5.18	прочность при действии поперечной силы Q_z	0,1
пп.5.24,5.25	прочность при совместном действии продольной силы и изги-	0,89

	бающих моментов без учета пластики	
п.5.3	устойчивость при сжатии в плоскости X1,O,Y1 (X1,O,U1)	0
п.5.3	устойчивость при сжатии в плоскости X1,O,Z1 (X1,O,V1)	0
п.5.27	устойчивость в плоскости действия момента Му при внецентренном сжатии	0,02
п.5.15	устойчивость плоской формы изгиба	0,46
пп.6.15,6.16	предельная гибкость в плоскости X1,O,Y1	0,02
пп.6.15,6.16	предельная гибкость в плоскости X1,O,Z1	0

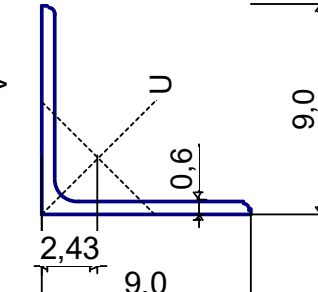
Раскосы из уголков 56×5

<p>Расчетное сопротивление стали $R_y = 240345000,0 \text{ Н/м}^2$ Коэффициент условий работы -- 1,0 Предельная гибкость -- 400,0 Коэффициент расчетной длины в плоскости X1,Y1 -- 1,0 Коэффициент расчетной длины в плоскости X1,Z1 -- 1,0</p>	 <p>Сечение Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L56x5</p>
--	--

Результаты расчета

Проверено по СНиП	Фактор	Коэффициенты использования :
1	2	3
п.5.3	устойчивость при сжатии уголка относительно главных осей	0,36
пп.6.15,6.16	предельная гибкость в плоскости X1,O,Y1	0,28
пп.6.15,6.16	предельная гибкость в плоскости X1,O,Z1	0,14

Раскосы из уголков 90×6

<p>Расчетное сопротивление стали $R_y = 240345000,0 \text{ Н/м}^2$ Коэффициент условий работы - 1,0 Предельная гибкость - 400,0 Коэффициент расчетной длины в плоскости X1,Y1 - 1,0 Коэффициент расчетной длины в плоскости X1,Z1 - 1,0</p>	 <p>Сечение Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L90x6</p>
--	---

Результаты расчета

Проверено по СНИП	Фактор	Коэффициенты использования :
1	2	3
п.5.1	прочность при растяжении уголка	0
п.5.3	устойчивость при сжатии уголка относительно главных осей	0,02
пп.6.15,6.16	предельная гибкость в плоскости X1,O,Y1	0,24
пп.6.15,6.16	предельная гибкость в плоскости X1,O,Z1	0,13

5.1.2 Стойки составного сечения из швеллеров №16

<p>Расчетное сопротивление стали $R_y = 240345000,0 \text{ Н/м}^2$ Коэффициент условий работы - 1,0 Предельная гибкость - 210,0 Коэффициент расчетной длины в плоскости X1,Y1 - 0 Коэффициент расчетной длины в плоскости X1,Z1 - 0,7</p>	
	<p>Сечение Швеллер с параллельными гранями полок по ГОСТ 8240-97 16П</p>

Результаты расчета

Проверено по СНИП	Фактор	Коэффициенты использования :
1	2	3
п.5.27	устойчивость в плоскости действия момента Mz при внецентренном сжатии	0,23
пп.6.15,6.16	предельная гибкость в плоскости X1,O,Z1	0,13
п.5.12	прочность ветви при действии изгибающего момента My	0,48
п.5.12	прочность ветви при действии изгибающего момента Mz	0,01
пп.5.12,5.18	прочность ветви при действии поперечной силы Qu	0,05
пп.5.24,5.25	прочность ветви при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,71
п.5.3	устойчивость ветви при сжатии в плоскости X1,O,Y1	0,23
п.5.3	устойчивость ветви при сжатии в плоскости X1,O,Z1	0,24
п.5.27	устойчивость ветви в плоскости действия момента My при внецентренном сжатии	0,47
п.5.15	устойчивость плоской формы изгиба ветви	0,48

5.1.3 Прогоны по стойкам

<p>Расчетное сопротивление стали $R_y = 240345000,0 \text{ Н/м}^2$ Коэффициент условий работы - 1,0 Предельная гибкость - 300,0 Коэффициент расчетной длины в плоскости $X1, Y1$ - 0,5 Коэффициент расчетной длины в плоскости $X1, Z1$ - 0</p>	
	<p>Сечение Швеллер с параллельными гранями полок по ГОСТ 8240-97 20П</p>

Результаты расчета

Проверено по СНиП	Фактор	Коэффициенты использования :
1	2	3
п.5.12	прочность при действии изгибающего момента M_y	0,1
п.5.12	прочность при действии изгибающего момента M_z	0,54
пп.5.12,5.18	прочность при действии поперечной силы Q_y	0
пп.5.12,5.18	прочность при действии поперечной силы Q_z	0
пп.5.24,5.25	прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,66
п.5.3	устойчивость при сжатии в плоскости $X1, O, Y1$ ($X1, O, U1$)	0
п.5.3	устойчивость при сжатии в плоскости $X1, O, Z1$ ($X1, O, V1$)	0
п.5.27	устойчивость в плоскости действия момента M_y при внецентренном сжатии	0,01
п.5.15	устойчивость плоской формы изгиба	0,15
пп.6.15,6.16	предельная гибкость в плоскости $X1, O, Y1$	0,42

5.1.4 Связи

<p>Расчетное сопротивление стали $R_y = 240345000,0 \text{ Н/м}^2$ Коэффициент условий работы - 1,0 Предельная гибкость - 300,0 Коэффициент расчетной длины в плоскости $X1, Y1$ - 1,0 Коэффициент расчетной длины в плоскости $X1, Z1$ - 1,0</p>	
	<p>Сечение Уголок равнополочный по ГОСТ 8509-93 L90x6</p>

Результаты расчета

Проверено по СНИП	Фактор	Коэффициенты использования :
1	2	3
п.5.12	прочность при действии изгибающего момента M_y	0,03
п.5.12	прочность при действии изгибающего момента M_z	0,39
пп.5.12,5.18	прочность при действии поперечной силы Q_y	0
пп.5.12,5.18	прочность при действии поперечной силы Q_z	0
пп.5.24,5.25	прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,41
п.5.3	устойчивость при сжатии в плоскости $X1,O,Y1$ ($X1,O,U1$)	0
п.5.3	устойчивость при сжатии в плоскости $X1,O,Z1$ ($X1,O,V1$)	0
п.5.27	устойчивость в плоскости действия момента M_y при внецентренном сжатии	0
пп.6.15,6.16	предельная гибкость в плоскости $X1,O,Y1$	0,34
пп.6.15,6.16	предельная гибкость в плоскости $X1,O,Z1$	0,47

5.1.5 Траверсы

<p>Расчетное сопротивление стали $R_y = 240345000,0 \text{ Н/м}^2$ Коэффициент условий работы - 1,0 Предельная гибкость - 400,0 Коэффициент расчетной длины в плоскости $X1,Y1$ - 1,0 Коэффициент расчетной длины в плоскости $X1,Z1$ - 0</p>	
	<p>Сечение Двутавр нормальный (Б) по ГОСТ 26020-83 26Б2</p>

Результаты расчета

Проверено по СНИП	Фактор	Коэффициенты использования :
1	2	3
п.5.12	прочность при действии изгибающего момента M_y	0,94
п.5.12	прочность при действии изгибающего момента M_z	0,01
пп.5.12,5.18	прочность при действии поперечной силы Q_y	0
пп.5.12,5.18	прочность при действии поперечной силы Q_z	0,67
пп.5.24,5.25	прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,94
п.5.3	устойчивость при сжатии в плоскости $X1,O,Y1$ ($X1,O,U1$)	0
п.5.3	устойчивость при сжатии в плоскости $X1,O,Z1$ ($X1,O,V1$)	0
п.5.27	устойчивость в плоскости действия момента M_y при внецен-	0,01

	тренном сжатии	
п. 5.34	устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0,04
пп.5.30-5.32	устойчивость из плоскости действия момента M_u при внецентренном сжатии	0,94
п.5.15	устойчивость плоской формы изгиба	0,94
пп.6.15,6.16	предельная гибкость в плоскости $X1,O,Y1$	0,05

5.1.6 Ригели составного сечения из двух швеллеров №24

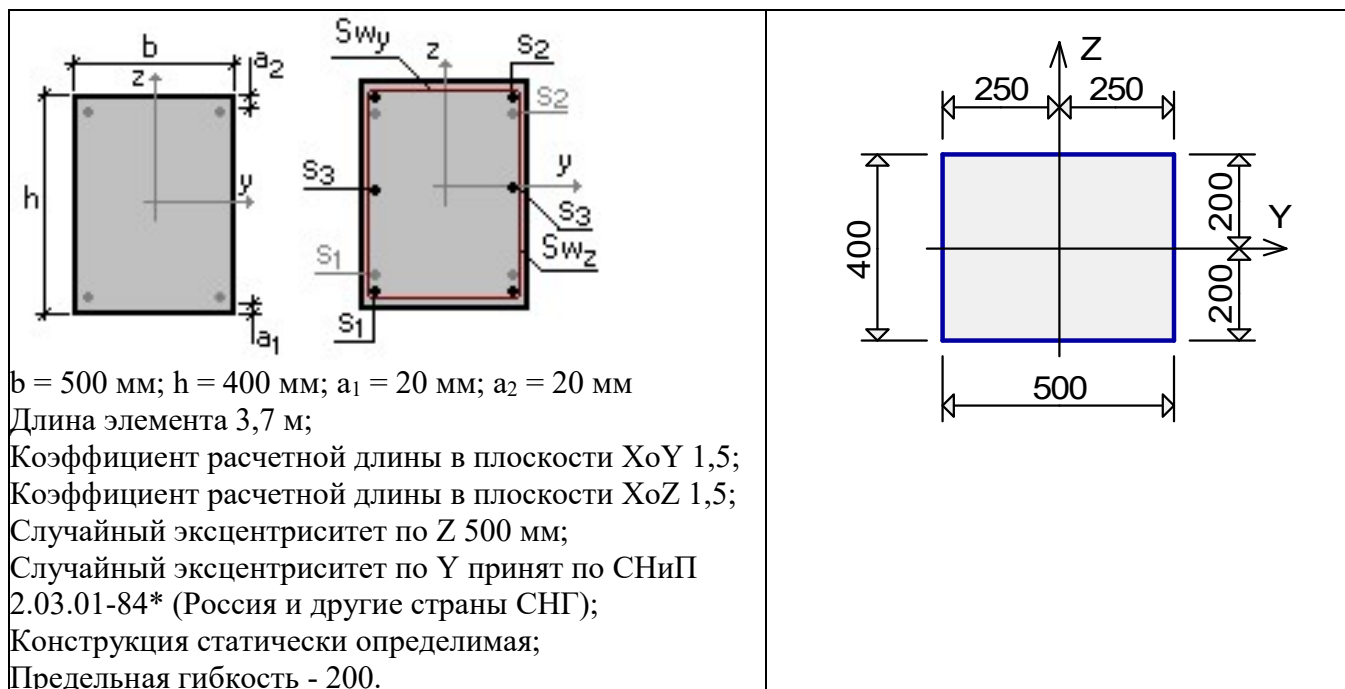
<p>Расчетное сопротивление стали $R_y = 240345000,0 \text{ Н/м}^2$ Коэффициент условий работы - 1,0 Предельная гибкость - 400,0 Коэффициент расчетной длины в плоскости $X1,Y1$ - 0,7 Коэффициент расчетной длины в плоскости $X1,Z1$ - 0</p>	
	<p>Сечение Швеллер с параллельными гранями полков по ГОСТ 8240-97 24П</p>

Результаты расчета

Проверено по СНИП	Фактор	Коэффициенты использования :
1	2	3
п.5.27	устойчивость в плоскости действия момента M_z при внецентренном сжатии	0,24
пп.6.15,6.16	предельная гибкость в плоскости $X1,O,Y1$	0,07
п.5.12	прочность ветви при действии изгибающего момента M_u	0,09
п.5.12	прочность ветви при действии изгибающего момента M_z	0
пп.5.12,5.18	прочность ветви при действии поперечной силы Q_u	0,03
пп.5.24,5.25	прочность ветви при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0,11
п.5.3	устойчивость ветви при сжатии в плоскости $X1,O,Y1$	0,02
п.5.3	устойчивость ветви при сжатии в плоскости $X1,O,Z1$	0,02
п.5.27	устойчивость ветви в плоскости действия момента M_u при внецентренном сжатии	0,07
п.5.15	устойчивость плоской формы изгиба ветви	0,09

5.2 Проверка железобетонных конструкций

Железобетонная колонна в осях "А/5"



Арматура:

Продольная - 3 \emptyset 18АIII(А400);

Поперечная - \emptyset 8 АI(240) шаг 300.

Бетон:

Вид бетона - тяжелый;

Класс бетона - В30;

Плотность бетона - 2,5 Т/м³;

Условия твердения - естественное;

Коэффициент условий твердения - 1.

Коэффициенты условий работы бетона:

Учет нагрузок длительного действия $\gamma_{b2} = 0,9$;

Результирующий коэффициент без $\gamma_{b2} = 1$.

Трещиностойкость:

Категория трещиностойкости - 3;

Условия эксплуатации конструкции - на открытом воздухе;

Режим влажности бетона - естественная влажность;

Влажность воздуха окружающей среды - 40-75%.

Допустимая ширина раскрытия трещин:

Непродолжительное раскрытие - 0,4 мм;

Продолжительное раскрытие - 0,3 мм.

Усилия

N	4,06 Т
Mz	2,05 Т*м
Qy	-0,77 Т

Результаты расчета

Проверено по СНиП	Фактор	Коэффициенты использования :
1	2	3
п.п. 3.26,3.28	Прочность по предельной продольной силе сечения	0,052
п.п. 3.15-3.20, 3.27-3.28	Прочность по предельному моменту сечения	0,149
п.п. 3.24, 3.6	Продольная сила при учете прогиба при гибкости $L_0/i > 14$	0,007
п.3.30	Прочность по наклонной полосе между наклонными трещинами	2,444e-004
п.3.31 СНиП, п.3.31 Пособия к СНиП	Прочность по наклонной трещине	0,001
п.5.3	Предельная гибкость в плоскости ХоУ	0,192
п.5.3	Предельная гибкость в плоскости ХоZ	0,24

6. ВЫВОДЫ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПОВЕРОЧНОГО РАСЧЕТА

Поверочный расчет сливо-наливной эстакады $L=120$ м цеха, выполнен в соответствии с положениями действующей нормативно-технической документацией с использованием САПР SCAD Office по многовариантной пространственной модели с учетом имеющихся материалов и экспериментальных данных, показал:

- общая прочность и устойчивость сооружения отвечает требованиям действующих норм;
- элементы стропильных ферм имеют запас прочности и устойчивости. Коэффициент запаса по прочности верхнего пояса из швеллера № 20 равен 0,11. Коэффициент запаса по предельной гибкости раскосов из уголков 90×6 равен 0,76, коэффициент запаса по устойчивости при сжатии 0,98. Коэффициент запаса устойчивости при сжатии раскосов из уголков 56×5 равен 0,64;
- металлические стойки составного сечения имеют запас прочности. Коэффициент запаса по прочности для стоек составного сечения из швеллеров № 16 равен 0,26;
- металлические прогоны по стойкам имеют запас прочности. Коэффициент запаса по прочности прогонов по стойкам из швеллера №20 равен 0,34;
- металлические связи имеют запас прочности и устойчивости. Коэффициент запаса по прочности связей из двух уголков 90×6 равен 0,59, коэффициент запаса по предельной гибкости равен 0,53;
- металлические траверсы по колоннам имеют запас прочности и устойчивости. Коэффициент запаса по прочности траверс из двутавра № 26 равен 0,06, коэффициент запаса по устойчивости равен 0,06;
- металлические ригели по железобетонным колоннам имеют запас прочности и устойчивости. Коэффициент запаса по прочности для ригелей составного сечения из швеллеров № 24 равен 0,89, коэффициент запаса по устойчивости равен 0,76;
- железобетонные колонны имеют запас прочности. Коэффициент запаса по прочности равен 0,851, коэффициент запаса по предельной гибкости 0,76.