

**Министерство промышленной политики Украины**  
**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ**  
**«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ**  
**ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ»**

**Г П « Г И П Р О П Р О М »**

**ОАО «Запорожсталь»**  
**Перевод агломашин №2-6 на**  
**сжигание смешанного газа**

**ОТЧЕТ**  
**о проведении обследования и оценки техни-**  
**ческого состояния и эксплуатационной при-**  
**годности строительных конструкций**  
**эстакады технологических трубопроводов в**  
**осях И-402а, 402 (в районе аглофабрики), в**  
**осях 433-455а (в районе АБК доменного це-**  
**ха) и в осях 4-7, 2-7 (в районе ТЭЦ-ПВС)**

**МТ 2542**

**том 5**

г. Запорожье  
2014г.



Министерство промышленной политики Украины

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНСТИТУТ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ  
ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ»

Г П « Г И П Р О П Р О М »



Государственные лицензии:

Проектные работы – Серия АВ №587919 от 01.07.2011г. до 01.07.2016г.  
Пожаротушение и другие – Серия АГ №595765 от 25.11.2011г. (срок неограничен)

Утверждаю:  
Директор ГП «Гипропром»

**М.П.Меньков**



(подпись, ф.и.о., дата)

**ОАО «Запорожсталь»**  
**Перевод агломашин №2-6 на  
сжигание смешанного газа**

## ОТЧЕТ

**о проведении обследования и оценки техни-  
ческого состояния и эксплуатационной при-  
годности строительных конструкций  
эстакады технологических трубопроводов в  
осях И-402а, 402 (в районе аглофабрики), в  
осях 433-455а (в районе АБК доменного це-  
ха) и в осях 4-7, 2-7 (в районе ТЭЦ-ПВС)**

**МТ 2542**

**том 5**

**Согласовано:**

Главный инженер института

**М.Е.Сажин**

(подпись, ф.и.о., дата)

Начальник строительно-  
конструкторского отдела

**И.А.Чужко**

(подпись, ф.и.о., дата)

2014г.

## СПИСОК АВТОРОВ

Начальник строительного-конструкторского отдела \_\_\_\_\_

Чужко И.А.

квалификационный сертификат:

**№000908** серия **АЕ**

**Эксперт. Техническое обследование зданий и сооружений**



Начальник СКО _____ И.А.Чужко	(реферат, введение, конструктивные характеристики, выводы, рекомендации)
Гл. конструктор _____ А.А. Бессараб	(проверка отчета)
Зав. группой _____ Е.А.Ищенко	(обмерные работы, обследование несущих конструкций, разделы отчета)
Ведущий инженер _____ Е.И. Пирожок	(обмерные работы, обследование несущих конструкций, разделы отчета)
Инженер I кат. _____ А.С. Панченко	(обмерные работы, обследование несущих конструкций, разделы отчета)

### СТРУКТУРНОЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЕ ОТДЕЛА СКО

Лаборатория исследования технического состояния и техногенной безопасности зданий и сооружений (лицензия № Б 19-13 от 08.11.2013)

Заведующий

лабораторией \_\_\_\_\_ К. В. Гресь

Специалист \_\_\_\_\_ А. А. Бессараб

Специалист \_\_\_\_\_ А. С. Панченко

Изм.	Кол.	Лист	№док	Подпись	Дата

**МТ 2542 т.5**

Лист

2

## РЕФЕРАТ

Научно-технический отчет:	54 стр., 52 рис., 2 источника.
Объект обследования	-эстакада технологических трубопроводов в осях И-402а, 402 (в районе аглофабрики), в осях 433-455а (в районе АБК доменного цеха) и в осях 4-7, 2-7 (в районе ТЭЦ-ПВС)
Цель обследования	- оценка технического состояния строительных конструкций. Разработка технических решений по устранению дефектов и восстановлению эксплуатационной пригодности поврежденных конструкций
Методы и аппаратура обследования	- обследование строительных конструкций проводилось неразрушающим методом, путем визуального осмотра, а также с помощью инструментов (бинокли, щупы, линейки, рулетки), приборов и аппаратуры (лазерный дальномер Leica DISTO, прибор для измерения прочности бетона ИПС-МГ4.03, прибор для контроля арматуры железобетонных конструкций ИПА-МГ4, толщиномер ультразвуковой УТ-98 «Скат»). Так же выполнены проверочные расчеты отдельных конструкций с учетом новых нагрузок по проекту М2542 «Перевод агломашин №2-6 на сжигание смешанного газа», разработанного ГП «ГИПРОПРОМ»
Результаты обследования	- в ходе обследования зафиксированы следующие повреждения и дефекты: коррозия металлических конструкций; деформации (выгибы) металлических элементов в плоскости и из плоскости конструкции; смалковка и размалковка элементов в результате механических повреждений; вырезы в металлических конструкциях при прокладке технологических коммуникаций. Выполненные проверочные расчеты показали, что существующие строительные конструкции имеют достаточный запас по несущей способности и могут быть использованы при реконструкции по проекту М2542
Рекомендации по использованию результатов	- выполнить мероприятия, приведенные в рекомендациях настоящего отчета в соответствии с разработанной рабочей документацией и проекта производства работ.

						<b>МТ 2542 т.5</b>	Лист
Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата		3

Номер тома	Обозначение	Наименование	Примечание
1	МТ 2542 т.1	Пояснительная записка	ГП «Гипропром» г. Запорожье, Украина
2	МТ 2542 т.2	ОВОС	
3	МТ 2542 т.3	Сводный сметный расчет строительства	
4	МТ 2542 т.4	Инженерно-технические мероприятия гражданской защиты	
5	МТ 2542 т.5	Отчет о проведении обследования и оценки технического состояния и эксплуатационной пригодности строительных конструкций эстакады технологических трубопроводов в осях И-402а, 402 (в районе аглофабрики), в осях 433-455а (в районе АБК доменного цеха) и в осях 4-7, 2-7 (в районе ТЭЦ-ПВС)	

Данный отчет не подлежит копированию или передаче другим организациям и лицам без согласия института «Гипропром».


						<b>МТ 2542 т.5</b>	Лист
Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата		4

## СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

	Введение .....		8
1	Конструктивные характеристики.....		10
1.1	Объемно-планировочные и конструктивные характеристики об- следуемого объекта.....		10
1.2	Инженерно-геологические условия площадки .....		11
2	Состав и содержание программы обследовательских работ.....		12
3	Результаты обследования строительных конструкций.....		15
3.1	Фундаменты.....		15
3.2	Опоры эстакады .....		16
3.3	Пролетные строения эстакады (оси 2-7).....		45
4	Выводы.....		50
5	Рекомендации .....		52
	Перечень ссылок .....		54
<b>Рисунок 1</b>	Схема расположения элементов обследуемых участков эстакады		55
<b>Рисунок 2</b>	Схема расположения обследуемых участков трассы в осях И- 402а, 402; 433-455а.....		56
<b>Рисунок 3</b>	Схема расположения обследуемых участков трассы в осях 4-7, 2-7 .....		57
<b>Рисунок 4</b>	Профиль обследуемого участка трассы в осях 402а-450.....		58
<b>Рисунок 5</b>	Профиль обследуемого участка трассы в осях 450-441.....		58
<b>Рисунок 6</b>	Профиль обследуемого участка трассы в осях 441-433.....		58
<b>Рисунок 7</b>	Разрез 1-1. Профиль трассы 4-7.....		59
<b>Рисунок 8</b>	Разрез 2-2. Профиль трассы 2-7.....		60
<b>Рисунок 9</b>	Разрез 3-3 .....		61
<b>Рисунок 10</b>	Пролетное строение Ф-2. Трасса в осях 2-7.....		62
<b>Рисунок 11</b>	Пролетное строение Ф-3. Трасса в осях 2-7.....		63

**МТ 2542 т.5**

Изм.	Кол.	Лист	№ док	Подпись	Дата				
ГИП		Сажин			07.14	<b>Содержание</b>	Стадия	Лист	Листов
Нач. отд.		Чужко			07.14			5	
Н-контр.		Пирожок			07.14				
Проверил		Пирожок			07.14				
Составил		Ищенко			07.14				
							ГП «ГИПРОПРОМ» г. Запорожье, Украина		

<b>Рисунок 12</b>	Пролетное строение Ф-4. Трасса в осях 2-7 .....	64
<b>Рисунок 13</b>	Пролетное строение Ф-5. Трасса в осях 2-7 .....	65
<b>Рисунок 14</b>	Пролетное строение Ф-6 между опорами К-7а - К-18.....	66
<b>Рисунок 15</b>	Опора К1. Трасса в осях 433-455а .....	67
<b>Рисунок 16</b>	Опора К2. Трасса в осях 433-455а .....	68
<b>Рисунок 17</b>	Опора К3. Трасса в осях 433-455а .....	69
<b>Рисунок 18</b>	Опора К4. Трасса в осях 433-455а .....	70
<b>Рисунок 19</b>	Опора К5. Трасса в осях 433-455а .....	71
<b>Рисунок 20</b>	Опора К6. Трасса в осях 433-455а .....	72
<b>Рисунок 21</b>	Опора К6а. Трасса в осях 433-455а .....	73
<b>Рисунок 22</b>	Опора К7. Трасса в осях 433-455а .....	74
<b>Рисунок 23</b>	Опора К8. Трасса в осях 433-455а .....	75
<b>Рисунок 24</b>	Опора К9. Трасса в осях 433-455а .....	76
<b>Рисунок 25</b>	Опора К10. Трасса в осях 433-455а .....	77
<b>Рисунок 26</b>	Опора К11. Трасса в осях 433-455а .....	78
<b>Рисунок 27</b>	Опора К12. Трасса в осях 433-455а .....	79
<b>Рисунок 28</b>	Опора К13. Трасса в осях 433-455а .....	80
<b>Рисунок 29</b>	Опора К14. Трасса в осях 433-455а .....	81
<b>Рисунок 30</b>	Опора К14а. Трасса в осях 433-455а .....	82
<b>Рисунок 31</b>	Опора К15. Трасса в осях 433-455а .....	83
<b>Рисунок 32</b>	Опора К16. Трасса в осях 433-455а .....	84
<b>Рисунок 33</b>	Опора К17. Трасса в осях 433-455а .....	85
<b>Рисунок 34</b>	Опора К18. Трасса в осях 433-455а .....	86
<b>Рисунок 35</b>	Опора К19. Трасса в осях 433-455а .....	87
<b>Рисунок 36</b>	Опора К20. Трасса в осях 433-455а .....	88
<b>Рисунок 37</b>	Опора К21. Трасса в осях 433-455а .....	89
<b>Рисунок 38</b>	Опора К22. Трасса в осях 433-455а .....	90
<b>Рисунок 39</b>	Опора К23. Трасса в осях И-402а, 402 .....	91
<b>Рисунок 40</b>	Опора К24. Трасса в осях И-402а, 402 .....	92

<b>Рисунок 41</b>	Опора К3. Трасса в осях 4-7 .....	93
<b>Рисунок 42</b>	Опора К4. Трасса в осях 4-7 .....	94
<b>Рисунок 43</b>	Опора К5. Трасса в осях 4-7 .....	95
<b>Рисунок 44</b>	Опора К6. Трасса в осях 4-7 .....	96
<b>Рисунок 45</b>	Опора К7. Трасса в осях 4-7 .....	97
<b>Рисунок 46</b>	Опора К-2. Трасса в осях 2-7 .....	98
<b>Рисунок 47</b>	Опора К-3. Трасса в осях 2-7 .....	99
<b>Рисунок 48</b>	Опоры К-4; К-4а, ось 4. Трасса в осях 2-7 .....	100
<b>Рисунок 49</b>	Опора К-5. Трасса в осях 2-7 .....	101
<b>Рисунок 50</b>	Опора К-6. Трасса в осях 2-7 .....	102
<b>Рисунок 51</b>	Опора К-7а. Трасса в осях 2-7 .....	103
<b>Рисунок 52</b>	Опора К-18 по оси 7 .....	104
<b>Приложение А</b>	Фото 1-25 .....	105
<b>Приложение Б</b>	Проверочный расчет фермы Ф5 .....	118
<b>Приложение В</b>	Проверочный расчет фермы Ф2 .....	144
<b>Приложение Г</b>	Проверочный расчет опоры по оси 437 .....	184
<b>Приложение Д</b>	Ліцензія на архітектурно-будівельні роботи .....	204
<b>Приложение Е</b>	Ліцензія на надання послуг і виконання робіт протипожежного призначення .....	206
<b>Приложение Ж</b>	Свідоцтво про атестацію лабораторії дослідження технічного стану та техногенної безпеки будівель та споруд .....	207
<b>Приложение З</b>	Кваліфікаційний сертифікат відповідального виконавця окремих видів робіт (послуг), пов'язаних із створенням об'єкта архітектури .....	208



## ВВЕДЕНИЕ

Настоящий отчет об обследовании строительных конструкций эстакады технологических трубопроводов в осях И-402а, 402 (в районе аглофабрики), в осях 433-455а (в районе АБК доменного цеха) и в осях 4-7, 2-7 (в районе ТЭЦ-ПВС) выполнен на основании договора с ОАО «Запорожсталь» №18/14-09 от 10.06.2014г.

Строительные конструкции обследуемого участка эстакады технологических трубопроводов длительное время подвергались негативному воздействию окружающей среды, типичной для территории действующего металлургического предприятия, к негативным факторам которой следует отнести:

- Систематическое замачивание атмосферными осадками;
- Воздействие технологической пыли;
- Динамические воздействия от близко расположенных ж/д путей с высокой интенсивностью движения;
- Наличие просадочных грунтов в основании фундаментов.

Целью данной работы является:

- Определение технического состояния несущих конструкций эстакады технологических трубопроводов на основании действующих нормативных документов Украины;
- Разработка рекомендаций по дальнейшей безопасной эксплуатации обследуемых строительных конструкций;
- Выдача заключения о возможности выполнения реконструкции в соответствии с проектом М2542 «Перевод агломашин №2-6 на сжигание смешанного газа» разработанным ГП «ГИПРОПРОМ».

Данным проектом предусматривается:

- Строительство газосмесительной станции на участке обследуемой эстакады в осях 4-7, 2-7 (в районе ТЭЦ-ПВС), с использованием существующих пролетных строений (ферм);

						<b>МТ 2542 т.5</b>	Лист
Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата		8

- Прокладка нового технологического газопровода смешанного газа диаметром 700мм на протяжении всего участка обследования с целью газоснабжения зажига-тельных горнов агломашин №2-6 агломерационной фабрики ОАО «Запорожсталь».

						<b>MT 2542 т.5</b>	Лист
Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата		9

# 1. КОНСТРУКТИВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

## 1.1. Объемно-планировочные и конструктивные характеристики обследуемого объекта

Строительство обследуемых участков эстакады трубопроводов в осях 433-455а (в районе АБК доменного цеха) было выполнено в 50-х годах прошлого века по чертежам запорожского филиала института «Укрگیпромез» (шифр проекта **10057**). На данном участке эстакада выполнена в виде отдельностоящих опор – плоских и пространственных. Плоские опоры выполнены из прокатных горячекатаных швеллеров и двутавров, которые соединены двухплоскостной решеткой из горячекатаных уголковых профилей. Пространственные опоры выполнены из горячекатаного уголкового профиля, с системой вертикальных и горизонтальных связей и решетчатыми диафрагмами для обеспечения пространственной жесткости конструкции. Опираемые отдельные ветви на фундамент – шарнирные. Фундаменты – столбчатые, на естественном основании. Глубина заложения фундаментов эстакады на отметке – от -1,5м, до -2,0м от дневной поверхности.

В процессе эксплуатации на данном участке добавлялись новые опоры, выполнялось наращивание и усиление отдельных опор в связи с прокладкой новых технологических трубопроводов по ходу реконструкции агломерационного цеха комбината.

Участок эстакады в осях И-М проходит по колоннам открытой крановой эстакады, построенной по чертежам ГП «Укрگیпромез» (шифр 12350-5КМ) в 1993г. В 1995 г. по проекту Д237649-КМ, разработанному запорожской бригадой «Укрگیпромеза» был выполнен монтаж кронштейнов на опоре по оси М и установлена опора по оси 402а, а также выполнено усиление опоры по оси 402. На момент обследования в осях М-402 смонтирован трубопровод диаметром 1220мм с ходовым мостиком.

Участок эстакады в осях 4-7, 2-7 (в районе ТЭЦ-ПВС) построен в начале 90-х годов прошлого века по проекту Д135849, разработанного запорожским филиалом института «Укрگیпромез». На данном участке эстакада выполнена в виде опор

Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата

МТ 2542 т.5

Лист

10

(плоских и пространственных), соединенных пролетными строениями – фермами из горячекатаных уголков, которые объединены системой вертикальных и горизонтальных связей в пространственные блоки. Пролет ферм – 38...24м. Фундаменты – столбчатые, на естественном основании. Глубина заложения фундаментов эстакады на отметке – от -1,5м, до -2,0м от дневной поверхности.

Устойчивость обследуемых участков эстакады в поперечном направлении обеспечивается заземлением в фундаменты плоских решетчатых опор, а в продольном направлении - анкерными (пространственными) опорами.

Все номера проектов, по которым выполнялось строительство обследуемых участков эстакады указаны на схеме расположения элементов трассы, см. рис. 2, 3, 15-38.

Конструктивные решения элементов обследуемых участков эстакады представлены на рисунках 1-52.

## **1.2. Инженерно-геологические условия площадки**

Согласно инженерно-геологическим изысканиям (шифр ДТ 341801), выполненных институтом «Укргипромез» в 2002г., площадка строительства представлена горизонтами суглинков лессовых палево-бурых, бурых, от тугопластичной до полутвердой консистенции. Лессовые, палево-бурые суглинки имеют различную влажность, что свидетельствует о неоднородном замачивании грунтов при инфильтрации. Грунты относятся к I –му типу грунтовых условий по просадочности.

Грунтовые воды встречены разведочными скважинами на глубине 2,9-3,7м. от дневной поверхности.

По химическому составу грунтовые воды обладают сульфатной агрессией и являются среднеагрессивными по отношению к бетону повышенной плотности и слабоагрессивными к особоплотному бетону. С учетом сезонных колебаний и возможных утечек производственных вод уровень грунтовых вод может повышаться на 1,0-1,0м, по отношению к зафиксированному скважинами во время бурения.

						<b>МТ 2542 т.5</b>	Лист
Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата		11

## 2. СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ ОБСЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ РАБОТ

Программа обследовательских работ включает в себя:

- сбор и обработка технической документации по объекту обследования;
- натурные обмеры строительных конструкций, анализ выполненных в натуре узлов строительных конструкций, сравнение с проектными решениями;
- определение прочностных характеристик материалов конструкций, имеющих значение для дальнейшего ремонта, реконструкции;
- составление дефектных ведомостей повреждений строительных конструкций;
- анализ повреждений строительных конструкций и их классификация в соответствии с действующими нормативными документами

Обследование строительных конструкций проводилось неразрушающим методом, путем визуального осмотра с помощью инструментов (бинокли, щупы, линейки, рулетки), приборов и аппаратуры (лазерный дальномер «Bosh», прибор для измерения прочности бетона ИПС-МГ4.03, прибор для контроля арматуры железобетонных конструкций ИПА-МГ4, толщиномер ультразвуковой УТ-98 «Скат»).

Для железобетонных конструкций принята следующая классификация технического состояния отдельных конструкций ([1], п. 1.4.13):

**Состояние конструкции I** - нормальное. Фактические усилия в элементах и сечениях не превышают допустимых по расчету. Отсутствуют дефекты и повреждения, препятствующие нормальной эксплуатации или снижающие несущую способность или долговечность.

**Состояние конструкции II** - удовлетворительное. По несущей способности и условиям эксплуатации конструкции отвечают нормальному состоянию. Имеются дефекты и повреждения, которые могут снизить долговечность конструкции. Необходимы защитные мероприятия.

**Состояние конструкции III** - непригодное для эксплуатации. Конструкция перегружена и (или) имеются дефекты и повреждения, свидетельствующие о снижении

						<b>МТ 2542 т.5</b>	Лист
Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата		12

несущей способности. Вместе с тем на основании проверочных расчётов и анализа повреждений возможно обеспечить её целостность на период усиления.

**Состояние конструкции IV** - аварийное. То же самое, что и для состояния III. Но на основании проверочных расчётов и анализа повреждений, [тем более, учитывая возможность «хрупкого» характера разрушения] невозможно гарантировать целостность конструкции на период усиления. Необходимо вывести людей из зоны возможного обрушения, выполнить немедленную разгрузку, осуществить другие мероприятия по обеспечению безопасности.

Для стальных конструкций принята следующая классификация технического состояния отдельных конструкций ([2], п. 1.2):

**Исправное** – при выполнении всех требований проекта и действующих на момент обследования норм и государственных стандартов.

**Работоспособное** – при частичном отступлении от требований проекта и действующих норм, но без нарушения требований по предельным состояниям первой группы (по ДБН В.1.2-14-2009) и при таких нарушениях требований по предельным состояниям второй группы, которые в конкретных условиях не ограничивают нормальное функционирование производства.

**Ограниченно-работоспособное** – в случаях, когда для обеспечения функционирования производства необходим контроль за состоянием конструкций, за продолжительностью их эксплуатации или за параметрами технологических процессов.

**Аварийное** – при имеющихся нарушениях (или невозможности в течении прогнозируемого срока предотвратить нарушение) требований по предельным состояниям первой группы (по ДБН В.1.2-14-2009).

Классификации технического состояния здания (сооружения) в целом, в зависимости от технического состояния несущих и ограждающих конструкций ([1], п.п. 1.4.13, 1.4.14):

**Состояние здания (сооружения) - нормальное (I).**

- В здании (сооружении) отсутствуют несущие и ограждающие конструкции в состоянии II (удовлетворительное), III (непригодное для эксплуатации), IV (аварийное).

						<b>MT 2542 т.5</b>	Лист
Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата		13

Состояние здания (сооружения) - удовлетворительное (II)

- В здании (сооружении) отсутствуют несущие и ограждающие конструкции в состоянии III (непригодные для эксплуатации), IV (аварийные).

Состояние здания (сооружения) - непригодное для нормальной эксплуатации (III).

- В здании (сооружении) отсутствуют несущие и ограждающие конструкции в состоянии IV (аварийные).

Состояние здания (сооружения) аварийное (IV).

- В здании (сооружении) есть несущие и (или) ограждающие конструкции в состоянии IV (аварийные).

						<b>МТ 2542 т.5</b>	Лист
Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата		14

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБСЛЕДОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Процесс обмерных и обследовательских работ производился институтом ГП «Гипропром» с использованием собственных архивных документов а также с использованием проектной документации из технического архива ОАО «Запорожсталь».

В ходе обмерных работ было проведено уточнение фактических геометрических параметров строительных конструкций и их элементов с целью определения их соответствия проектной документации.

Визуальное и инструментальное обследование включало в себя обнаружение дефектов и повреждений, снижающих эксплуатационную пригодность и несущую способность как отдельных конструктивных элементов так и всего сооружения в целом, с последующей классификацией технического состояния в соответствии с требованиями действующих нормативных документов [1], [2].

#### 3.1 Фундаменты

Техническое состояние фундаментов определялось косвенным методом, заключающимся в выявлении повреждений, свидетельствующих об относительной неравномерности соседних фундаментов, а именно: крены, сдвиги, отклонение стальных опор от вертикали.

Были выявлены отклонения от вертикали отдельных опор: ось **444** – 200...300мм; ось **445** - 150мм; ось **446** – 100...150мм; ось **455a** – 150...200мм.

Возможной причиной данных деформаций является замачивание грунтов основания из-за протечек водонесущих коммуникаций (в данных осях проходит существующий тоннель), а также динамические воздействия от рядом расположенных ж/д путей.

Исходя из анализа изученных архивных материалов, а также в результате визуального осмотра отдельных конструкций, техническое состояние фундаментов по [1] классифицировано как **II (удовлетворительное)**.

						<b>МТ 2542 т.5</b>	Лист
Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата		15



### 3.2 Опоры эстакады

В ходе визуального обследования опор эстакады были выполнены следующие виды работ:

- натурные обмеры конструкций с целью определения и уточнения их геометрических размеров;
- определение фактических толщин металлопроката инструментальными методами, сравнение полученных данных с проектными решениями;
- фиксация повреждений, полученных в процессе эксплуатации конструкций.

Схему расположения опор эстакады см. рис. 1-3.

Всего обследовано 39 шт. стальных опор эстакады (оси 402а, 402, 433-455а), а также колонны открытой крановой эстакады (2 шт.) в осях И-М.

По результатам замеров установлено, что сечения конструктивных элементов опор в основном соответствуют проекту. Сечения конструктивных элементов опор К23 по оси 402а и К24 по оси 402 выполнены с отступлением от проекта Д237649-КМ, л.5,8. На момент обследования, базы опор эстакады в осях И-402а, 402 (в районе аглофабрики) и в осях 433-455а (в районе АБК доменного цеха) обетонированы на высоту 600-800мм и не доступны к осмотру.

Обнаруженные повреждения классифицированы по следующим признакам:

- **механические повреждения** являются результатом ударных воздействий на элементы колонн автотранспортом, транспортируемыми грузами, а также из-за использования существующих конструкций для подвески блоков и опирания домкратов при проведении ремонтных работ.

К таким повреждениям относятся: локальные погнутости или искривление всего элемента в целом, разрушение узлов крепления распорок, расколов решетки колонн, вырезы в ребрах жесткости.

- **силовые повреждения** – деформации сжатых элементов колонн, отмечаются признаки перегрузки конструкции колонн в узлах соединений.

- **местные коррозионные повреждения** металла стенки, полок колонн в уровне земли.

						<b>МТ 2542 т.5</b>	Лист
Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата		16

В процессе обследования обнаружены следующие характерные дефекты и повреждения:

- в результате неравномерных просадок основания наклонены опоры: К11, ось 444 на 200-300мм; К12, ось 445 на 150мм; К13, ось 446 на 100-150мм; К22, ось 455а на 150-200мм;
- вырезана часть конструкции подкоса колонны К-2, трасса в осях 2-7 (см. фото№11 Приложение А);
- локальные погнутости элементов опор (характерное повреждение);
- отсутствие элементов диафрагмы опоры К-2, трасса в осях 2-7 (см. фото№10 Приложение А);
- деформации элементов опор вследствие механических ударных воздействий;
- смалковка, размалковка профилей - характерное повреждение (см. фото№12 Приложение А);
- разрушение сварного шва крепления элементов к фасонке - характерное повреждение (см. фото№15 Приложение А);
- разрушение сварных швов крепления промежуточных прокладок составных элементов конструкций опор эстакады - характерное повреждение (см. фото№16 Приложение А);
- местные коррозионные повреждения металла стенки, опорной плиты и полок опор в уровне земли (см. фото№8, 24 Приложение А);
- скопления грунта и технологической пыли в базах опор.

Все выявленные повреждения сведены в дефектную ведомость опор, таблица

### 3.2.1.

Техническое состояние конструкций опор эстакады получивших повреждения согласно [2] классифицировано как **ограниченно-работоспособное**.

Техническое состояние всех остальных опор, в том числе и колонн открытой крановой эстакады в осях И-М, по [2] классифицировано как **работоспособное**.

						<b>МТ 2542 т.5</b>	Лист
Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата		17

Таблица 3.2.1 – Дефектная ведомость опор

№	Ряд, ось	Эскиз дефекта	№	Описание дефекта	Меры по устранению	Примечание
1	Опора К1, ось 433. Трасса в осях 433-455а		1	<p>Механическое повреждение элемента решетки опоры – выгиб из плоскости <math>f=150\text{мм}</math>.</p> <p>Категория повреждения по [2] – Б, группа 5.3, таблица 10</p>	<p>Восстановить конструкцию элемента решетки опоры в соответствии с проектом</p>	
			2	<p>Разрушение сварного шва крепления раскоса решетки к опоре.</p> <p>Категория повреждения по [2] – А, группа 4.12, таблица 10</p>	<p>Восстановить узловое соединение, предварительно зачистив поверхность металла от сварки</p>	
			3	<p>Размалковка полки уголка.</p> <p>Категория повреждения по [2] – В, группа 6.9, таблица 10</p>	<p>Усиление не требуется</p>	

Таблица 3.2.1 – Дефектная ведомость опор (продолжение)

№	Ряд, ось	Эскиз дефекта	№	Описание дефекта	Меры по устранению	Примечание
2	Опора КЗ, ось 4.35. Трасса в осях 4.33-4.55а		1	<p>Вырез участка раскоса опоры между точками 1-2.</p> <p>Категория повреждения по [2] – А, группа 1.1, таблица 10</p>	<p>Восстановить раскос опоры в соответствии с проектом</p>	по фото 21
			2	<p>Разрушение сварных швов крепления решетки к опоре.</p> <p>Категория повреждения по [2] – А, группа 4.12, таблица 10</p>	<p>Восстановить узловое соединение, предварительно зачистив поверхность металла от сварки</p>	по фото 15
			3	<p>Разрушение антикоррозионного покрытия. Коррозия до 3% от площади поперечного сечения элемента.</p> <p>Категория повреждения по [2] – В, группа 12.2, таблица 10</p>	<p>Металлические конструкции опоры очистить от продуктов коррозии, пыли и грязи с последующей обработкой составом для преобразования ржавчины. После очистки выполнить окраску в три слоя эмалью ХВ-785 (ГОСТ 7313-75) без грунтовки. Общая толщина покрытия – 100мкм</p>	по фото 8

Таблица 3.2.1 – Дефектная ведомость опор (продолжение)

№	Ряд, ось	Эскиз дефекта	№	Описание дефекта	Меры по устранению	Примечание
3	Опора К4, ось 436. Трасса в осях 433-455а		1	<p>Вырезана полка уголка раскоса опоры между точками 1-2.</p> <p>Категория повреждения по [2] – А, группа 1.1, таблица 10</p>	<p>Восстановить раскос опоры в соответствии с проектом</p>	
		2	<p>Вырезан участок раскоса опоры между точками 3-4.</p> <p>Категория повреждения по [2] – А, группа 1.1, таблица 10</p>	<p>Восстановить раскос опоры в соответствии с проектом</p>	<p>по фото 21</p>	
		3	<p>Разрушение сварных швов крепления решетки к опоре.</p> <p>Категория повреждения по [2] – А, группа 4.12, таблица 10</p>	<p>Восстановить узловое соединение, предварительно зачистив поверхность металла от сварки</p>	<p>по фото 15</p>	
		4	<p>Разрушение антикоррозионного покрытия. Коррозия до 3% от площади поперечного сечения элемента.</p> <p>Категория повреждения по [2] – В, группа 12.2, таблица 10</p>	<p>Металлические конструкции опоры очистить от продуктов коррозии, пыли и грязи с последующей обработкой составом для преобразования ржавчины. После очистки выполнить окраску в три слоя эмалью ХВ-785 (ГОСТ 7313-75) без грунтовки. Общая толщина покрытия – 100мкм</p>	<p>по фото 8</p> <p>20</p>	

Таблица 3.2.1 – Дефектная ведомость опор (продолжение)

№	Ряд, ось	Эскиз дефекта	№	Описание дефекта	Меры по устранению	Примечание
4	Опора К5, ось 437. Трасса в осях 433-455а		1	<p>Вырез участка раскоса опоры между точками 1-2.</p> <p>Категория повреждения по [2] – А, группа 1.1, таблица 10</p>	<p>Восстановить раскос опоры в соответствии с проектом</p>	по фото 21
		2	<p>Разрушение сварных швов крепления решетки к опоре.</p> <p>Категория повреждения по [2] – А, группа 4.12, таблица 10</p>	<p>Восстановить узловое соединение, предварительно зачистив поверхность металла от сварки</p>	по фото 15	
		3	<p>Разрушение антикоррозионного покрытия. Коррозия до 3% от площади поперечного сечения элемента.</p> <p>Категория повреждения по [2] – В, группа 12.2, таблица 10</p>	<p>Металлические конструкции опоры очистить от продуктов коррозии, пыли и грязи с последующей обработкой составом для преобразования ржавчины. После очистки выполнить окраску в три слоя эмалью ХВ-785 (ГОСТ 7313-75) без грунтовки. Общая толщина покрытия – 100мкм</p>	по фото 8	

Таблица 3.2.1 – Дефектная ведомость опор (продолжение)

№	Ряд, ось	Эскиз дефекта	№	Описание дефекта	Меры по устранению	Примечание
5	Опора К6, ось 4.38. Трасса в осях 4.33-4.55а		1	<p>Вырез участка раскоса опоры между точками 1-2.</p> <p>Категория повреждения по [2] – А, группа 1.1, таблица 10</p>	<p>Восстановить раскос опоры в соответствии с проектом</p>	по фото 21
		2	<p>Разрушение сварных швов крепления решетки к опоре.</p> <p>Категория повреждения по [2] – А, группа 4.12, таблица 10</p>	<p>Восстановить узловое соединение, предварительно зачистив поверхность металла от сварки</p>	по фото 15	
		3	<p>Выгиб уголка решетки внутрь опоры на 25 мм.</p> <p>Категория повреждения по [2] – Б, группа 6.1, таблица 10</p>	<p>Восстановить конструкцию раскоса опоры в соответствии с проектом</p>		

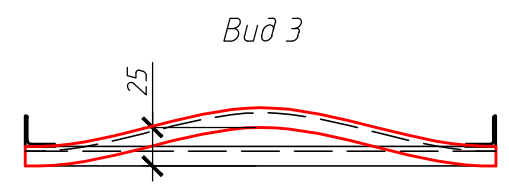


Таблица 3.2.1 – Дефектная ведомость опор (продолжение)

№	Ряд, ось	Эскиз дефекта	№	Описание дефекта	Меры по устранению	Примечание
6	Опора К7, ось 439. Трасса в осях 433-455а		1	<p>Вырез участка раскоса опоры между точками 1-2.</p> <p>Категория повреждения по [2] – А, группа 1.1, таблица 10</p>	<p>Восстановить раскос опоры в соответствии с проектом</p>	<p>по фото 21</p>



Таблица 3.2.1 – Дефектная ведомость опор (продолжение)

№	Ряд, ось	Эскиз дефекта	№	Описание дефекта	Меры по устранению	Примечание
7	Опора К8, ось 440. Трасса в осях 433-455а		1	<p>Вырезаны раскосы опоры с обеих сторон.</p> <p>Категория повреждения по [2] – А, группа 1.1, таблица 10</p>	<p>Восстановить раскосы опоры в соответствии с проектом</p>	Фото 18
			2	<p>Погнутость ветви и элементов решетки опоры на участке L=2000мм.</p> <p>Категория повреждения по [2] – Б, группа 6.1, таблица 10</p>	<p>Выполнить усиление ветви опоры в соответствии с проектом</p>	Фото 19
			3	<p>Выгиб полки швеллера усиления на 70 мм l=400.</p> <p>Категория повреждения по [2] – Б, группа 6.2, таблица 10</p> <p>Вид 3</p>	<p>Выполнить усиление ветви опоры в соответствии с проектом</p>	Фото 19
			4	<p>Разрушение сварных швов крепления решетки к опоре.</p> <p>Категория повреждения по [2] – А, группа 4.12, таблица 10</p>	<p>Восстановить узловое соединение, предварительно зачистив поверхность металла от сварки</p>	по фото 15

Таблица 3.2.1 – Дефектная ведомость опор (продолжение)

№	Ряд, ось	Эскиз дефекта	№	Описание дефекта	Меры по устранению	Примечание
8	Опора К9, ось 441. Трасса в осях 433-455а		1	<p>Вырезан раскос опоры со стороны оси 440.</p> <p>Категория повреждения по [2] – А, группа 1.1, таблица 10</p>	<p>Восстановить раскос опоры в соответствии с проектом</p>	<p>по фото 18</p>
			2	<p>Разрушение сварных швов крепления решетки к опоре.</p> <p>Категория повреждения по [2] – А, группа 4.12, таблица 10</p>	<p>Восстановить узловое соединение, предварительно зачистив поверхность металла от сварки</p>	<p>по фото 15</p>
			3	<p>Разрушение антикоррозионного покрытия. Коррозия до 3% от площади поперечного сечения элемента.</p> <p>Категория повреждения по [2] – В, группа 12.2, таблица 10</p>	<p>Металлические конструкции опоры очистить от продуктов коррозии, пыли и грязи с последующей обработкой составом для преобразования ржавчины. После очистки выполнить окраску в три слоя эмалью ХВ-785 (ГОСТ 7313-75) без грунтовки. Общая толщина покрытия – 100мкм</p>	<p>по фото 8</p>

Таблица 3.2.1 – Дефектная ведомость опор (продолжение)

№	Ряд, ось	Эскиз дефекта	№	Описание дефекта	Меры по устранению	Примечание
9	Опора К10, ось 443а. Трасса в осях 433-455а		1	<p>Вырез участка подкоса опоры между точками 1-2.</p> <p>Категория повреждения по [2] – А, группа 1.1, таблица 10</p>	<p>Восстановить подкос опоры в соответствии с проектом</p>	по фото 20
			2	<p>Разрушение сварных швов крепления решетки к опоре.</p> <p>Категория повреждения по [2] – А, группа 4.12, таблица 10</p>	<p>Восстановить узловое соединение, предварительно зачистив поверхность металла от сварки</p>	по фото 15
			3	<p>Разрушение антикоррозионного покрытия. Коррозия до 3% от площади поперечного сечения элемента.</p> <p>Категория повреждения по [2] – В, группа 12.2, таблица 10</p>	<p>Металлические конструкции опоры очистить от продуктов коррозии, пыли и грязи с последующей обработкой составом для преобразования ржавчины. После очистки выполнить окраску в три слоя эмалью ХВ-785 (ГОСТ 7313-75) без грунтовки. Общая толщина покрытия – 100мкм</p>	по фото 8

Таблица 3.2.1 – Дефектная ведомость опор (продолжение)

№	Ряд, ось	Эскиз дефекта	№	Описание дефекта	Меры по устранению	Примечание
10	Опора К11, ось 444. Трасса в осях 433-455а		1	<p>Вырезаны подкосы опоры с 2х сторон между точками 1-2.</p> <p>Категория повреждения по [2] – А, группа 1.1, таблица 10</p>	<p>Восстановить подкосы опоры в соответствии с проектом</p>	<p>Фото 20</p>
			2	<p>Разрушение сварных швов крепления решетки к опоре.</p> <p>Категория повреждения по [2] – А, группа 4.12, таблица 10</p>	<p>Восстановить узловое соединение, предварительно зачистив поверхность металла от сварки</p>	<p>по фото 15</p>
			3	<p>Разрушение антикоррозионного покрытия. Коррозия до 3% от площади поперечного сечения элемента.</p> <p>Категория повреждения по [2] – В, группа 12.2, таблица 10</p>	<p>Металлические конструкции опоры очистить от продуктов коррозии, пыли и грязи с последующей обработкой составом для преобразования ржавчины. После очистки выполнить окраску в три слоя эмалью ХВ-785 (ГОСТ 7313-75) без грунтовки. Общая толщина покрытия – 100мкм</p>	<p>по фото 8</p>
			4	<p>Отклонение оси колонны от вертикали на 200-300 мм.</p> <p>Категория повреждения по [2] – Б, группа 9.3, таблица 10</p>		

Таблица 3.2.1 – Дефектная ведомость опор (продолжение)

№	Ряд, ось	Эскиз дефекта	№	Описание дефекта	Меры по устранению	Примечание
11	Опора К12, ось 445. Трасса в осях 433-455а		1	<p>Вырезаны подкосы опоры с 2х сторон между точками 1-2.</p> <p>Категория повреждения по [2] – А, группа 1.1, таблица 10</p>	<p>Восстановить подкосы опоры в соответствии с проектом</p>	<p>по фото 20</p>
		2	<p>Отклонение оси колонны от вертикали на 150 мм.</p> <p>Категория повреждения по [2] – Б, группа 9.3, таблица 10</p>			

Таблица 3.2.1 – Дефектная ведомость опор (продолжение)

№	Ряд, ось	Эскиз дефекта	№	Описание дефекта	Меры по устранению	Примечание
12	Опора К13, ось 446. Трасса в осях 433-455а		<p>1</p> <p>Вырезаны подкосы опоры с 2х сторон между точками 1-2.</p> <p>Категория повреждения по [2] – А, группа 1.1, таблица 10</p>	<p>Восстановить подкосы опоры в соответствии с проектом</p>	<p>по фото 20</p>	
		<p>2</p> <p>Разрушение сварных швов крепления усиления к ветви опоры.</p> <p>Категория повреждения по [2] – А, группа 4.12, таблица 10</p>	<p>Восстановить узловое соединение, предварительно зачистив поверхность металла от сварки</p>			
		<p>3</p> <p>Отклонение оси колонны от вертикали на 100-150 мм.</p> <p>Категория повреждения по [2] – Б, группа 9.3, таблица 10</p>				

Таблица 3.2.1 – Дефектная ведомость опор (продолжение)

№	Ряд, ось	Эскиз дефекта	№	Описание дефекта	Меры по устранению	Примечание
13	Опора К15, ось 448. Трасса в осях 433-455а		<p>1</p> <p>Вырезаны подкосы опоры с 2х сторон между точками 1-2.</p> <p>Категория повреждения по [2] – А, группа 1.1, таблица 10</p>	<p>Восстановить подкосы опоры в соответствии с проектом</p>	<p>по фото 20</p>	
		<p>2</p> <p>Разрушение сварных швов крепления усиления к ветви опоры.</p> <p>Категория повреждения по [2] – А, группа 4.12, таблица 10</p>	<p>Восстановить узловое соединение, предварительно зачистив поверхность металла от сварки</p>			

Таблица 3.2.1 – Дефектная ведомость опор (продолжение)

№	Ряд, ось	Эскиз дефекта	№	Описание дефекта	Меры по устранению	Примечание
14	Опора К17, ось 450. Трасса в осях 433-455а		1	<p>Вырезаны подкосы опоры с 2х сторон между точками 1-2.</p> <p>Категория повреждения по [2] – А, группа 1.1, таблица 10</p>	<p>Восстановить подкосы опоры в соответствии с проектом</p>	<p>по фото 20</p>
		2	<p>Выгиб полки швеллера усиления на 20 мм l=250..300мм.</p> <p>Категория повреждения по [2] – Б, группа 6.2, таблица 10</p>	<p>Выполнить усиление ветви опоры в соответствии с проектом</p>		
		3	<p>Прожог отверстия в уголке решетки опоры.</p> <p>Категория повреждения по [2] – Б, группа 1.5, таблица 10</p>	<p>Восстановить конструкцию распорки в соответствии с проектом</p>		



Таблица 3.2.1 – Дефектная ведомость опор (продолжение)

№	Ряд, ось	Эскиз дефекта	№	Описание дефекта	Меры по устранению	Примечание
15	Опора К19, ось 452. Трасса в осях 433-455а		1	<p>Разрушение сварного шва крепления раскоса решетки к опоре.</p> <p>Категория повреждения по [2] – А, группа 4.12, таблица 10</p>	<p>Восстановить узловое соединение, предварительно зачистив поверхность металла от сварки</p>	по фото 15
			2	<p>Механическое повреждение распорки решетки опоры, погнутость <math>f=30\text{мм}</math>, <math>L=650\text{мм}</math>.</p> <p>Категория повреждения по [2] – Б, группа 6.1, таблица 10</p>	<p>Восстановить конструкцию распорки опоры в соответствии с проектом</p>	
			3	<p>Размалковка полки уголка раскоса опоры на величину <math>f=15\text{мм}</math>, <math>L=100\text{мм}</math>.</p> <p>Категория повреждения по [2] – В, группа 6.9, таблица 10</p>	<p>Усиление не требуется</p>	

Таблица 3.2.1 – Дефектная ведомость опор (продолжение)

№	Ряд, ось	Эскиз дефекта	№	Описание дефекта	Меры по устранению	Примечание
16	Опора К20, ось 453. Трасса в осях 433-455а		1	<p>Вырез участка полки элемента решетки опоры.</p> <p>Категория повреждения по [2] – А, группа 1.1, таблица 10</p>	<p>Выполнить усиление элемента решетки опоры в соответствии с проектом</p>	
		2	<p>Разрушение сварного шва крепления раскоса решетки к опоре.</p> <p>Категория повреждения по [2] – А, группа 4.12, таблица 10</p>	<p>Восстановить узловое соединение, предварительно зачистив поверхность металла от сварки</p>	по фото 15	

Таблица 3.2.1 – Дефектная ведомость опор (продолжение)

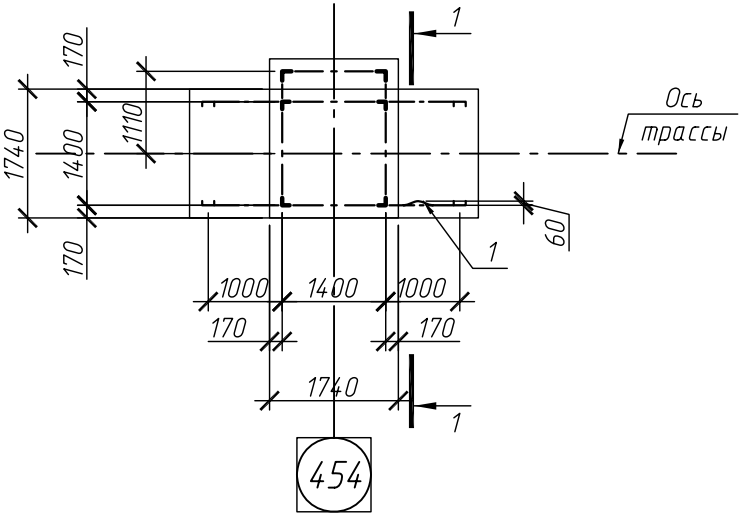
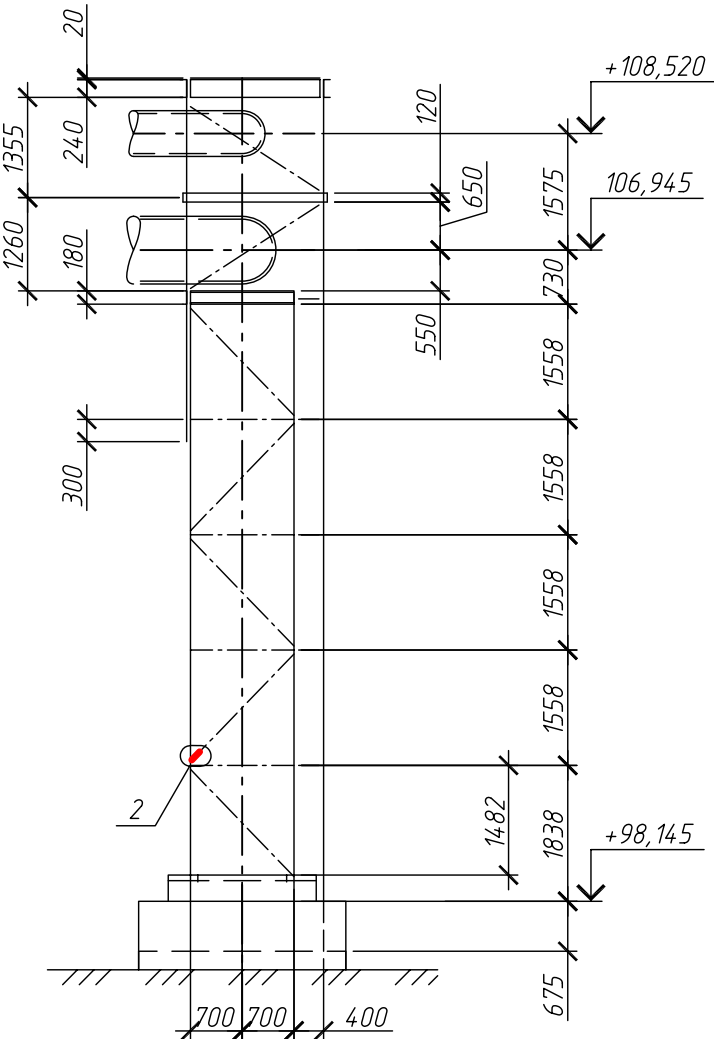
№	Ряд, ось	Эскиз дефекта	№	Описание дефекта	Меры по устранению	Примечание
17	Опора К21, ось 454. Трасса в осях 433-455а		1	<p>Механическое повреждение раскоса – погнутость <math>f=60\text{мм}</math>.</p> <p>Категория повреждения по [2] – Б, группа 6.1, таблица 10</p>	<p>Восстановить конструкцию раскоса опоры в соответствии с проектом</p>	<p>фото 22</p>
			2	<p>Разрушение сварного шва крепления раскоса решетки к опоре.</p> <p>Категория повреждения по [2] – А, группа 4.12, таблица 10</p>	<p>Восстановить узловое соединение, предварительно зачистив поверхность металла от сварки</p>	<p>34</p>

Таблица 3.2.1 – Дефектная ведомость опор (продолжение)

№	Ряд, ось		№	Описание дефекта	Меры по устранению	Примечание
18	Опора К22, ось 455а. Трасса в осях 433-455а		<p>1</p> <p>Вырезаны подкосы опоры с 2х сторон между точками 1-2.</p> <p>Категория повреждения по [2] – А, группа 1.1, таблица 10</p>	<p>Восстановить подкосы опоры в соответствии с проектом</p>	<p>по фото 20</p>	
		<p>2</p> <p>Коррозия опорных пластин опоры до 30% от площади поперечного сечения элемента.</p> <p>Категория повреждения по [2] – В, группа 12.2, таблица 10</p>	<p>Металлические конструкции опоры очистить от продуктов коррозии, пыли и грязи с последующей обработкой составом для преобразования ржавчины. После очистки выполнить окраску в три слоя эмалью ХВ-785 (ГОСТ 7313-75) без грунтовки. Общая толщина покрытия – 100мкм</p>	<p>Фото 24</p>		
		<p>3</p> <p>Отклонение оси колонны от вертикали на 150 мм.</p> <p>Категория повреждения по [2] – Б, группа 9.3, таблица 10</p>				

Таблица 3.2.1 – Дефектная ведомость опор (продолжение)

№	Ряд, ось	Эскиз дефекта	№	Описание дефекта	Меры по устранению	Примечание
19	Опора К23, ось 402. Трасса в осях 433-455а		1	<p>Вырезаны элементы решетки подкоса опоры.</p> <p>Категория повреждения по [2] – А, группа 1.1, таблица 10</p>	<p>Восстановить вырезанные элементы решетки подкоса опоры в соответствии с проектом</p>	

Таблица 3.2.1 – Дефектная ведомость опор (продолжение)

№	Ряд, ось		№	Описание дефекта	Меры по устранению	Примечание
20	Опора К24, ось 402а. Трасса в осях И-402а, 402		1	<p>Выгиб распорки внутрь опоры на 50 мм.</p> <p>Категория повреждения по [2] – Б, группа 6.1, таблица 10</p> <p>a-a</p>	<p>Восстановить конструкцию распорки опоры в соответствии с проектом</p>	Фото 25

Таблица 3.2.1 – Дефектная ведомость опор (продолжение)

№	Ряд, ось	Эскиз дефекта	№	Описание дефекта	Меры по устранению	Примечание
21	Опора КЗ, ось 4. Трасса в осях 4-7		1	<p>Механическое повреждение полки опоры - погнутость <math>f=35\text{мм}</math>, <math>L=300\text{мм}</math>.</p> <p>Категория повреждения по [2] - Б, группа 6.2, таблица 10</p>	<p>Выполнить усиление полки ветви опоры в соответствии с проектом</p>	фото 7
			2	<p>Размалковка полки уголка распорки опоры на величину <math>f=15\text{мм}</math>, <math>L=100\text{мм}</math>.</p> <p>Категория повреждения по [2] - В, группа 6.9, таблица 10</p>	<p>Усиление не требуется</p>	
				<p>Разрушение антикоррозионного покрытия конструкций опоры. Коррозия до 1% от площади поперечного сечения элемента.</p> <p>Категория повреждения по [2] - В, группа 12.2, таблица 10</p>	<p>Металлические конструкции опоры очистить от продуктов коррозии, пыли и грязи с последующей обработкой составом для преобразования ржавчины. После очистки выполнить окраску в три слоя эмалью ХВ-785 (ГОСТ 7313-75) без грунтовки. Общая толщина покрытия - 100мкм</p>	по фото 8

Таблица 3.2.1 – Дефектная ведомость опор (продолжение)

№	Ряд, ось	Эскиз дефекта	№	Описание дефекта	Меры по устранению	Примечание
22	Опора К-2, ось 2. Трасса в осях 2-7		1	<p>Механическое повреждение раскоса решетки опоры, погнутость <math>f=20\text{мм}</math>, <math>L=1000\text{мм}</math>.</p> <p>Категория повреждения по [2] – Б, группа 6.1, таблица 10</p>	<p>Выполнить усиление раскоса решетки опоры в соответствии с проектом</p>	фото 9
			2	<p>Отсутствие раскоса диафрагмы жесткости в опоре.</p> <p>Категория повреждения по [2] – А, группа 1.3, таблица 10</p>	<p>Восстановить раскос диафрагмы жесткости в соответствии с проектом</p>	фото 10



Таблица 3.2.1 – Дефектная ведомость опор (продолжение)

№	Ряд, ось	Эскиз дефекта	№	Описание дефекта	Меры по устранению	Примечание
23	Опора К-2, ось 2. Трасса в осях 2-7		1	<p>Механическое повреждение – вырез участка подкоса опоры.</p> <p>Категория повреждения по [2] – А, группа 1.1, таблица 10</p>	<p>Восстановить вырезанный участок подкоса опоры в соответствии с проектом</p>	фото 11
			2	<p>Смалковка полки уголка вертикальной связи подкоса опоры, <math>f=10\text{мм}</math>, <math>L=200\text{мм}</math>.</p> <p>Категория повреждения по [2] – В, группа 6.9, таблица 10</p>	<p>Усиление не требуется</p>	фото 12

Таблица 3.2.1 – Дефектная ведомость опор (продолжение)

№	Ряд, ось	Эскиз дефекта	№	Описание дефекта	Меры по устранению	Примечание
24	Опора К-4, ось 4. Трасса в осях 2-7		1	Механическое повреждение ветви опоры с последующим усилением	Усиление не требуется	фото 13
		2	<p>Разрушение сварного шва крепления уголка решетки опоры.</p> <p>Категория повреждения по [2] – А, группа 4.12, таблица 10</p>	Восстановить узловое соединение, предварительно зачистив поверхность металла от сварки	по фото 14	
		3	<p>Разрушение антикоррозионного покрытия конструкции базы опоры. Коррозия до 3% от площади поперечного сечения элемента.</p> <p>Категория повреждения по [2] – В, группа 12.2, таблица 10</p>	<p>Металлические конструкции опоры очистить от продуктов коррозии, пыли и грязи с последующей обработкой составом для преобразования ржавчины. После очистки выполнить окраску в три слоя эмалью ХВ-785 (ГОСТ 7313-75) без грунтовки. Общая толщина покрытия – 100мкм</p>	по фото 8	

Таблица 3.2.1 – Дефектная ведомость опор (продолжение)

№	Ряд, ось	Эскиз дефекта	№	Описание дефекта	Меры по устранению	Примечание
25	Опора К-4а, ось 4. Трасса в осях 2-7		<p>1</p> <p>Смалковка полки уголка решетки опоры на величину <math>f=20\text{мм}</math>.</p> <p>Категория повреждения по [2] – В, группа 6.9, таблица 10</p>	Усиление не требуется	фото 14	
			<p>2</p> <p>Разрушение сварного шва крепления уголка решетки опоры.</p> <p>Категория повреждения по [2] – А, группа 4.12, таблица 10</p>	Восстановить узловое соединение, предварительно зачистив поверхность металла от сварки	фото 14	

Таблица 3.2.1 – Дефектная ведомость опор (продолжение)

№	Ряд, ось	Эскиз дефекта	№	Описание дефекта	Меры по устранению	Примечание
26	Опора К-5, ось 5. Трасса в осях 2-7		1	<p>Разрушение сварного шва крепления распорки решетки к опоре.</p> <p>Категория повреждения по [2] – А, группа 4.12, таблица 10</p>	<p>Восстановить узловое соединение, предварительно зачистив поверхность металла от сварки</p>	фото 15
				<p>Разрушение сварных швов крепления промежуточных прокладок составных элементов в конструкции связей опоры.</p> <p>Категория повреждения по [2] – А, группа 4.12, таблица 10</p>	<p>Восстановить крепления соединений с помощью струбцин для фиксации и полного прижатия друг к другу с последующей сваркой элементов</p>	фото 16

Таблица 3.2.1 – Дефектная ведомость опор (продолжение)

№	Ряд, ось	Эскиз дефекта	№	Описание дефекта	Меры по устранению	Примечание
27	Опора К-6, ось 6. Трасса в осях 2-7		1	<p>Механическое повреждение конструкции распорки – деформация уголка.</p> <p>Категория повреждения по [2] – Б, группа 6.1, таблица 10</p>	<p>Восстановить конструкцию распорки опоры в соответствии с проектом</p>	фото 17
			2	<p>Разрушение антикоррозионного покрытия подкоса опоры. Коррозия до 3% от площади поперечного сечения элемента.</p> <p>Категория повреждения по [2] – В, группа 12.2, таблица 10</p>	<p>Металлические конструкции опоры очистить от продуктов коррозии, пыли и грязи с последующей обработкой составом для преобразования ржавчины. После очистки выполнить окраску в три слоя эмалью ХВ-785 (ГОСТ 7313-75) без грунтовки. Общая толщина покрытия – 100мкм</p>	фото 8

### 3.3 Пролетные строения эстакады (оси 2-7)

В ходе обследования пролетных строений были выполнены следующие виды работ:

- натурные обмеры конструкций, сравнение с проектными данными;
- определение фактических толщин металлопроката инструментальными методами, сравнение полученных данных с проектными данными;
- фиксация повреждений, полученных в процессе эксплуатации конструкций.

Схема расположения пролетных строений, результаты натурных обмеров конструкций приведены на рис. 3, 10-14.

Обнаруженные повреждения классифицированы по следующим признакам:

- **механические повреждения** являются результатом ударных воздействий на элементы решетки и поясов пролетных конструкций (ферм) автотранспортом, транспортируемыми грузами при выполнении строительно-монтажных работ, а также нарушений в технологии изготовления данных конструкций.

К таким повреждениям относятся: локальные погнутости или искривление всего элемента в целом, разрушение узлов крепления распорок, раскосов вертикальных и горизонтальных связей.

- **силовые повреждения** – деформации сжатых элементов решетки пролетных ферм, отмечаются признаки перегрузки конструкции в узлах соединений.
- **местные коррозионные повреждения** в следствии скопления пыли на элементах и разрушения лакокрасочного покрытия.

Всего обследовано 5 шт. пролетных строения (пространственных блока), в осях 2-3, 3-4, 4-5, 5-6 и по оси 7.

По результатам замеров установлено, что сечения конструктивных элементов опор в основном соответствуют проекту.

В ходе обследования выявлены следующие дефекты и повреждения:

						<b>МТ 2542 т.5</b>	Лист
Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата		45

- Фермы Ф4, Ф5 - смещение опорного узла блока ферм относительно проектного положения до 100мм вследствие дефекта монтажа конструкций (см. фото№23 Приложение А);
- Фермы Ф2...Ф5 - разрушение сварных швов крепления промежуточных прокладок составных элементов конструкций пролетного строения (в нижнем и верхнем поясе ферм, в вертикальных и горизонтальных связях по нижнему и по верхнему поясу) – характерное повреждение, дефект изготовления конструкций (см. фото№2 Приложение А);
- Фермы Ф2...Ф5 - разрушение сварного шва крепления фасонного элемента к ветви горизонтальной и вертикальной связи - характерное повреждение, дефект изготовления конструкций (см. фото№1 Приложение А);
- Ферма Ф5 - вырезана часть элемента связи в месте приварки к фасонке (механическое повреждение), недостаточная длина сварного шва, дефект монтажа конструкций (см. фото№4 Приложение А);
- Ферма Ф4 - разрушение сварного шва крепления связевого элемента траверсы фермы к фасонке; погнутость узловой фасонки – дефект монтажа конструкций (см. фото№3 Приложение А).

Все повреждения сведены в дефектную ведомость, таблица **3.3.1**.

Техническое состояние пролетных строений получивших повреждения классифицировано по [2] как **ограниченно-работоспособное**.

Техническое состояние всех остальных конструкций классифицировано по [2] как **работоспособное**.

						<b>МТ 2542 т.5</b>	Лист
Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата		46

Таблица 3.3.1 – Дефектная ведомость конструкций пролетных строений

№	Ряд, ось	Эскиз дефекта	Описание дефекта	Меры по устранению	Примечание
1	Пролетное строение Ф-2. Трасса в осях 2-7	<p>Ф-2</p> <p>1-1</p> <p>2-2</p>	<p>1</p> <p>Разрушение сварного шва крепления фасонки к ветви горизонтальной связи пролетного строения.</p> <p>Категория повреждения по [2] – А, группа 4.12, таблица 10</p>	<p>Восстановить узловое соединение, предварительно зачистив поверхность металла от сварки</p>	<p>фото 1</p>
		<p>2-2</p>	<p>2</p> <p>Разрушение сварных швов крепления промежуточных прокладок составных элементов из уголков (нижний пояс фермы, горизонтальные связи по верхним поясам пролетного строения).</p> <p>Категория повреждения по [2] – А, группа 4.12, таблица 10</p>	<p>Восстановить крепления соединений с помощью струбцин для фиксации и полного прижатия друг к другу с последующей сваркой элементов</p>	<p>фото 2</p>



Таблица 3.3.1 – Дефектная ведомость конструкций пролетных строений (продолжение)

№	Ряд, ось	Эскиз дефекта	№	Описание дефекта	Меры по устранению	Примечание
		<p>1-1</p>	1	<p>Разрушение сварного шва крепления элемента траверсы фермы к фасонке.</p> <p>Категория повреждения по [2] – А, группа 4.12, таблица 10</p>	<p>Восстановить узловое соединение, предварительно зачистив поверхность металла от сварки</p>	<p>фото 3</p>
2	<p>Пролетное строение Ф-4. Трасса в осях 2-7</p>	<p>2-2</p>	2	<p>Разрушение сварных швов крепления промежуточных прокладок составных элементов из уголков (нижний пояс фермы, горизонтальные связи по верхним поясам пролетного строения).</p> <p>Категория повреждения по [2] – А, группа 4.12, таблица 10</p>	<p>Восстановить крепления соединений с помощью струбцин для фиксации и полного прижатия друг к другу с последующей сваркой элементов</p>	<p>фото 2</p>

Таблица 3.3.1 – Дефектная ведомость конструкций пролетных строений (продолжение)

№	Ряд, ось	Эскиз дефекта	№	Описание дефекта	Меры по устранению	Примечание
3	Пролетное строение Ф-5. Трасса в осях 2-7		1	<p>Разрушение сварного шва крепления фасонки к ветви горизонтальной связи пролетного строения.</p> <p>Категория повреждения по [2] – А, группа 4.12, таблица 10</p>	<p>Восстановить узловое соединение, предварительно зачистив поверхность металла от сварки</p>	фото 1
			2	<p>Вырез участка горизонтальной связи по верхним поясам ферм (механическое повреждение). Недостаточная длина сварного шва крепления связи к фасонке.</p> <p>Категория повреждения по [2] – А, группы 4.12; 4.13, таблица 10</p>	<p>Восстановить крепление раскоса горизонтальной связи к фасонке в соответствии с проектом</p>	фото 4
			3	<p>Механическое повреждение – погнутость узловой фасонки на величину <math>\alpha \approx 2^\circ</math>.</p> <p>Категория повреждения по [2] – В, группа 6.6, таблица 10</p>	<p>Усиление не требуется</p>	фото 5
			4	<p>Разрушение сварного шва узлового соединения элементов вертикальной связи пролетного строения к фасонке.</p> <p>Категория повреждения по [2] – А, группа 3.1, таблица 10</p>	<p>Восстановить узловое соединение, предварительно зачистив поверхность металла от сварки</p>	фото 6
			5	<p>Разрушение сварных швов крепления промежуточных прокладок составных элементов из уголков (нижний пояс фермы, горизонтальные связи по верхним поясам пролетного строения).</p> <p>Категория повреждения по [2] – А, группа 4.12, таблица 10</p>	<p>Восстановить крепления соединений с помощью струбцин для фиксации и полного прижатия друг к другу с последующей сваркой элементов</p>	фото 2

## 4.ВЫВОДЫ

Как показывают результаты выполненного обследования, выявленные дефекты и повреждения строительных конструкций эстакады в осях И-402а, 402 (в районе аглофабрики) и в осях 433-455а (в районе АБК доменного цеха) в основном являются следствием их длительной эксплуатации (около 60 лет) в сложных условиях действующего металлургического производства, при постоянном воздействии агрессивных газов, пыли и атмосферных осадков.

Характерными дефектами конструкций на данном участке являются:

- разрушение сварных швов крепления решетки плоских и пространственных опор;
- гибели элементов вследствие механических ударов;
- разрушение и частичное отсутствие лакокрасочного покрытия;
- общая равномерная коррозия металлических элементов до 10%.

Характерным повреждением конструкций эстакады в осях 4-7, 2-7 (в районе ТЕЦ-ПВС) являются дефекты изготовления конструкций на заводе-изготовителе, а также допущенные отклонения в процессе проведения строительно-монтажных работ. Так характерными дефектами конструкций на данном участке являются:

### Для пролетных строений (блоков ферм):

- разрушение сварных швов крепления прокладок составных элементов конструкций (в нижнем и верхнем поясе ферм, в вертикальных и горизонтальных связях по нижнему и по верхнему поясу);
- смещение опорного узла пролетных строений (блоков ферм) на опорах;
- разрушение и частичное отсутствие лакокрасочного покрытия;
- общая равномерная коррозия металлических элементов до 5%.

### Для опор:

- разрушение сварных швов крепления решетки плоских и пространственных опор;
- гибели элементов вследствие механических ударов;

						<b>МТ 2542 т.5</b>	Лист
Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата		50

- разрушение и частичное отсутствие лакокрасочного покрытия;
- общая равномерная коррозия металлических элементов до 10%.

Исходя из выше сказанного и на основании [1], [2] общее техническое состояние строительных конструкций эстакады технологических трубопроводов в осях И-402а, 402 (в районе аглофабрики), в осях 433-455а (в районе АБК доменного цеха) и в осях 4-7, 2-7 (в районе ТЭЦ-ПВС) классифицируется как **III (неудовлетворительное [2] или же не пригодное к нормальной эксплуатации [1])**.

При этом конструкции эстакады в соответствии с [2] находятся в основном в **работоспособном** и **ограниченно-работоспособном состоянии**, однако отдельные элементы конструкций имеют категорию дефектов «А», снижающих общую характеристику технического состояния.

Перечень мероприятий для обеспечения дальнейшей безопасной эксплуатации поврежденных строительных конструкций приведен в рекомендациях данного отчета.

Так же на основании выполненных проверочных расчетов отдельных конструкций эстакады (см. Приложения Б, В, Г) ГП «ГИПРОПРОМ» считает возможным выполнение реконструкции по проекту М2542 «Перевод агломашины №2-6 на сжигание смешанного газа».

В случае обнаружения в ходе ведения строительного-монтажных работ конструкций имеющих в соответствии с [1], [2] **ограниченно-работоспособное** или **аварийное** техническое состояние и которые не отражены в данном отчете (были недоступны к осмотру), следует незамедлительно вызвать представителей ГП «ГИПРОПРОМ».

						<b>МТ 2542 т.5</b>	Лист
Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата		51

## 5. РЕКОМЕНДАЦИИ

Для обеспечения дальнейшей безопасной эксплуатации конструкций эстакады технологических трубопроводов в осях И-402а, 402 (в районе аглофабрики), в осях 433-455а (в районе АБК доменного цеха) и в осях 4-7, 2-7 (в районе ТЭЦ-ПВС) следует выполнить следующие мероприятия:

1 Выполнить усиление металлических опор получивших механические повреждения (погибы, вырезы элементов) в соответствии с проектной документацией **М2542.3-КМ1**;

2 Восстановить отсутствующие элементы диафрагмы жесткости пространственной опоры К-2, трассы в осях 2-7 в соответствии с проектной документацией **М2542.3-КМ1**;

3 Восстановить вырезанный участок подкоса пространственной опоры К-2 трассы в осях 2-7, в соответствии с проектной документацией **М2542.3-КМ1**.

4 Разрушенные сварные швы крепления промежуточных прокладок составных элементов конструкций пролетных строений и опор необходимо восстановить с помощью струбцин, для фиксации и полного прижатия друг к другу с последующей сваркой элементов. Указания по порядку производства работ – см. проект **М2542.3-КМ1**;

5 Восстановить все сварные швы узловых соединений по дефектным ведомостям таблица 3.2.1; 3.3.1 в соответствии с указаниями, приведенными в проекте **М2542.3-КМ1**;

6 Расчистить опорные базы опор эстакады от технологической пыли и земли. Выполнить антикоррозионную защиту металлоконструкций в соответствии с указаниями п.7;

7 Все металлические конструкции очистить от ржавчины и старого лакокрасочного покрытия. После очистки выполнить окраску в четыре слоя эмалью ХВ-1100 по грунту ХС-068 в два слоя. Общая толщина покрытия - 100мкм. Качество лакокрасочного покрытия должно соответствовать IV классу по ГОСТ 9.032-74.

						<b>МТ 2542 т.5</b>	Лист
Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата		52

Объемы работ по антикоррозионной защите металлоконструкций см. проект **М2542.3-КМ1**.

Все работы по ремонту, усилению и восстановлению конструкций выполнять на основании проектных решений и разработанной рабочей документации. Работы выполнять в плановом порядке с обязательным оформлением актов «сдачи-приемки» и актов на скрытые работы.

						<b>МТ 2542 т.5</b>	Лист
Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата		53

## ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд. – Київ: Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики України та Державнаглядохоронпраці України, 1998.

2. ДБН 362-92. «Оценка технического состояния стальных конструкций эксплуатируемых производственных зданий и сооружений». – К.: 1993.

						<b>MT 2542 т.5</b>	Лист
Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата		54

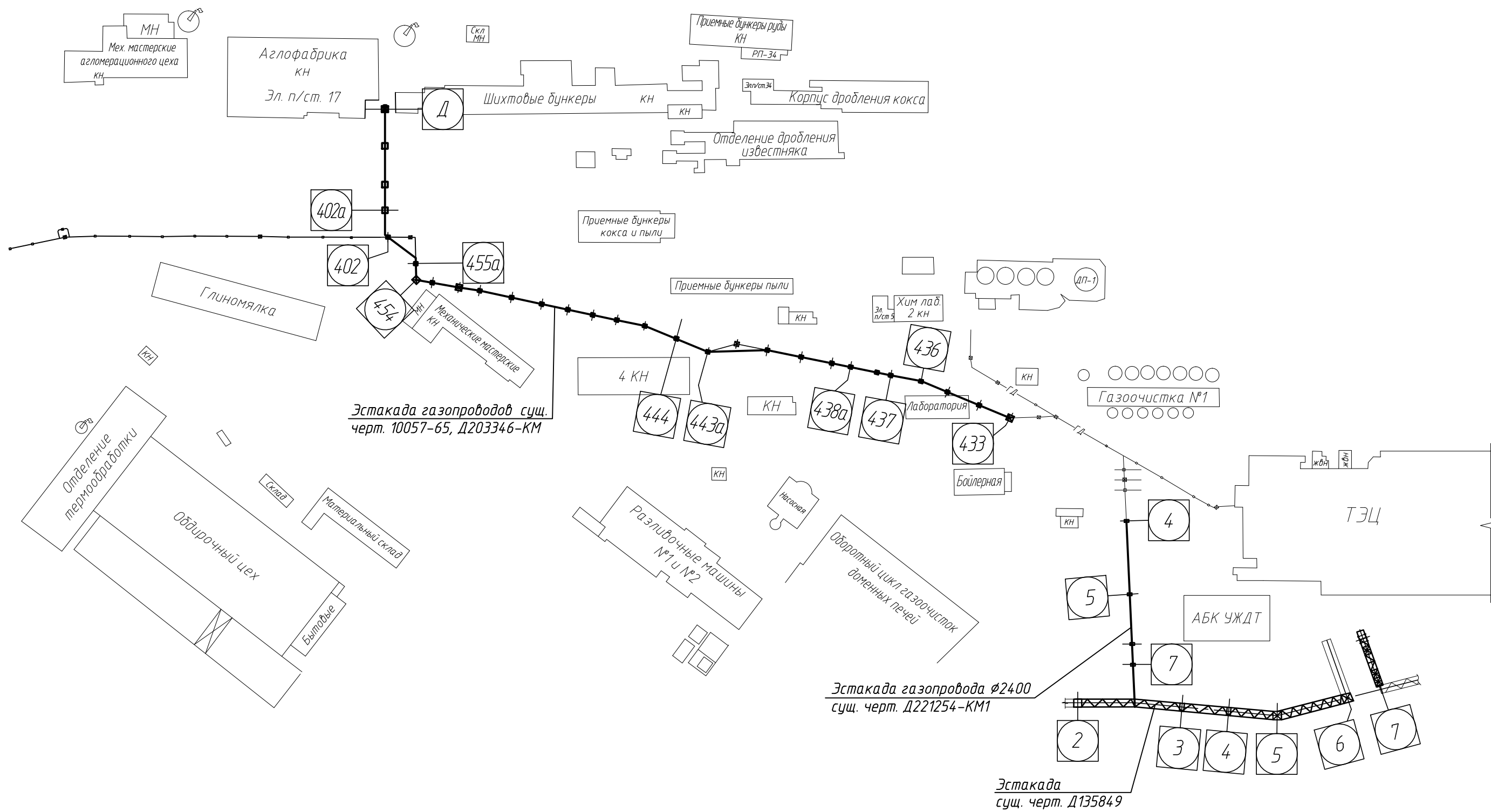


Рисунок 1 – Схема расположения элементов обследуемых участков эстакады



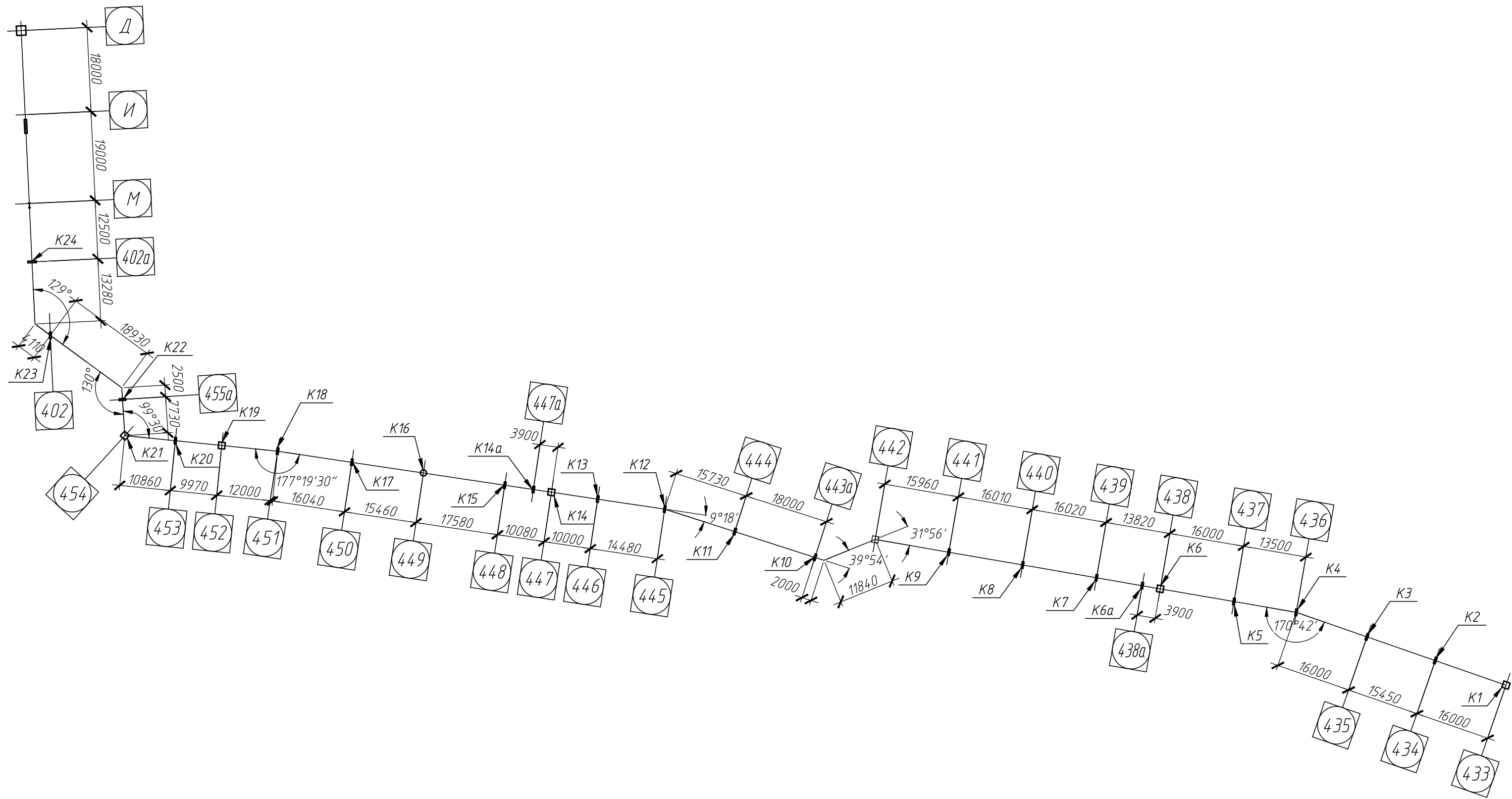


Рисунок 2 - Схема расположения обследуемых участков трассы в осях И-402а, 402; 433-455а

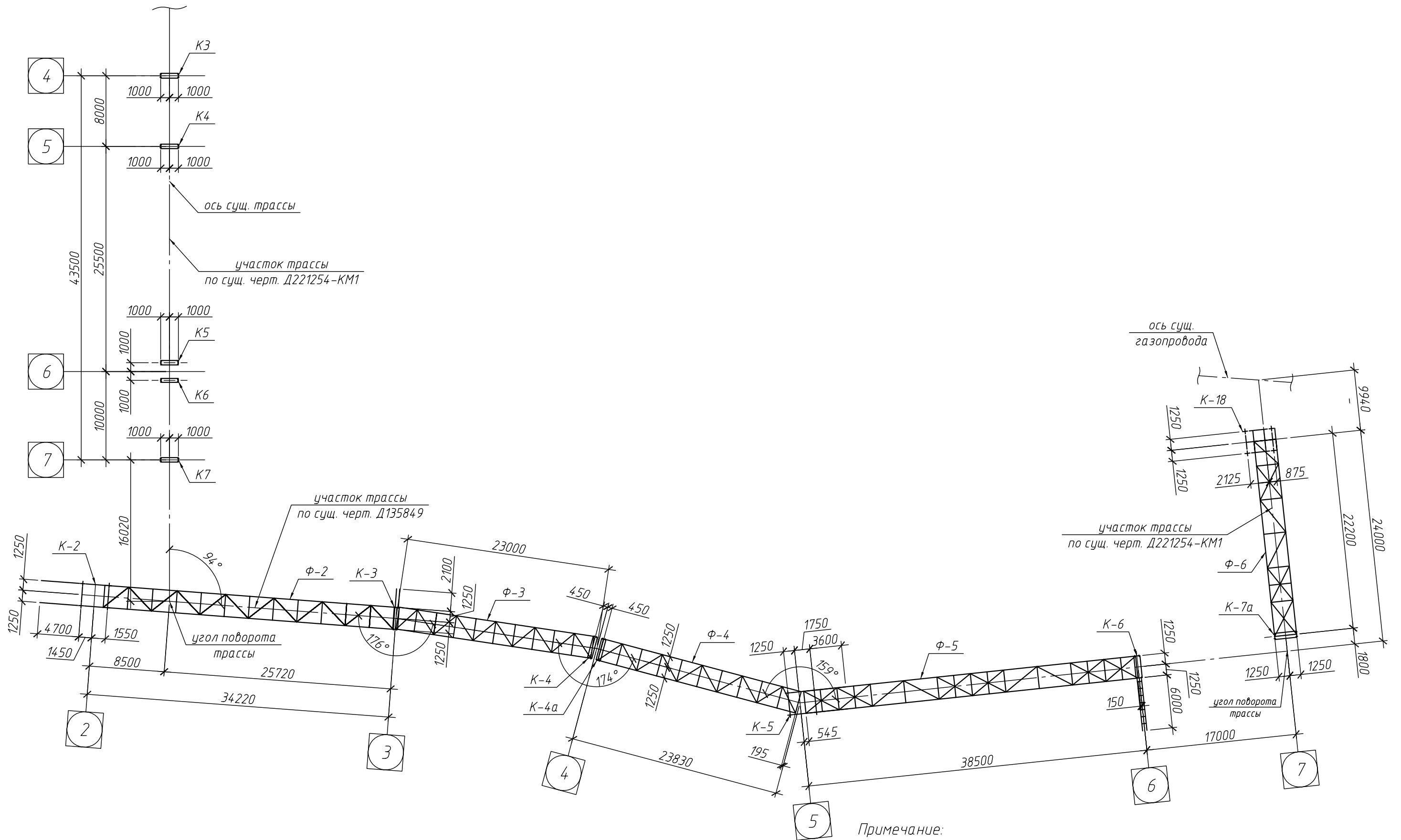


Рисунок 3 – Схема расположения обследуемых участков трассы в осях 4-7, 2-7

- Примечание:
1. К3...К7 – опоры эстакады по сущ. черт. Д221254-КМ1 л.14;
  2. К-2...К-6; К-7а – опоры эстакады по сущ. черт. Д135849-6;
  3. Усиление опор К-2, К-3, К-5, К-6 – по сущ. черт. Д221254-КМ1 л.22, л.23;
  4. К-18 – опора эстакады по сущ. черт. Д135849-7а;
  5. Ф-2, Ф-3 – пролетные строения эстакады по сущ. черт. Д135849-9;
  6. Ф-4...Ф-6 – пролетные строения эстакады по сущ. черт. Д135849-10;
  7. Усиление ферм пролетных строений Ф-2, Ф-5 – по сущ. черт. Д221254-КМ1 л.25

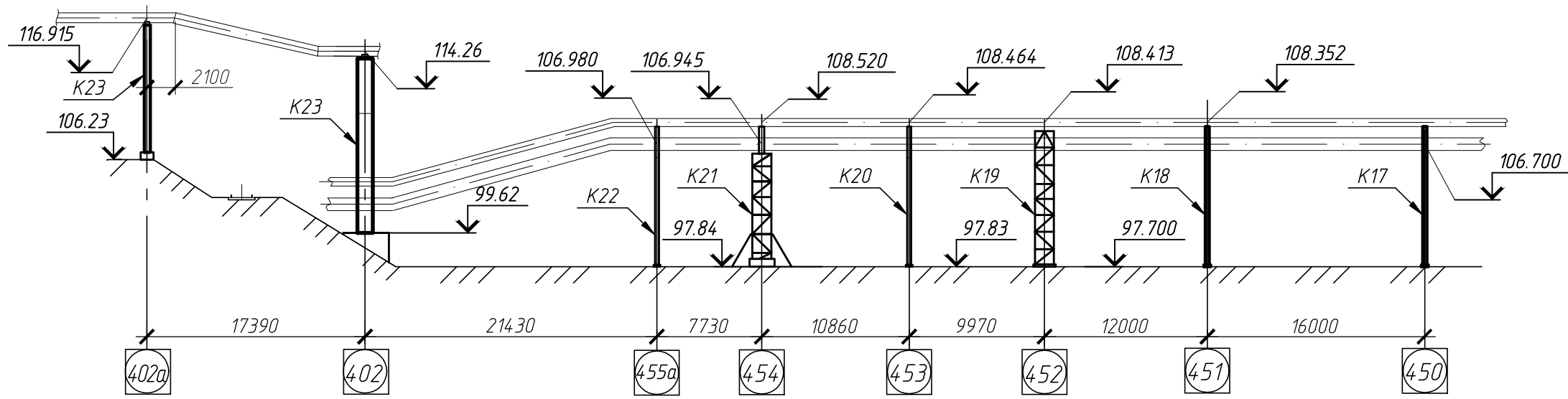


Рисунок 4 – Профиль обследуемого участка трассы в осях 402а-450

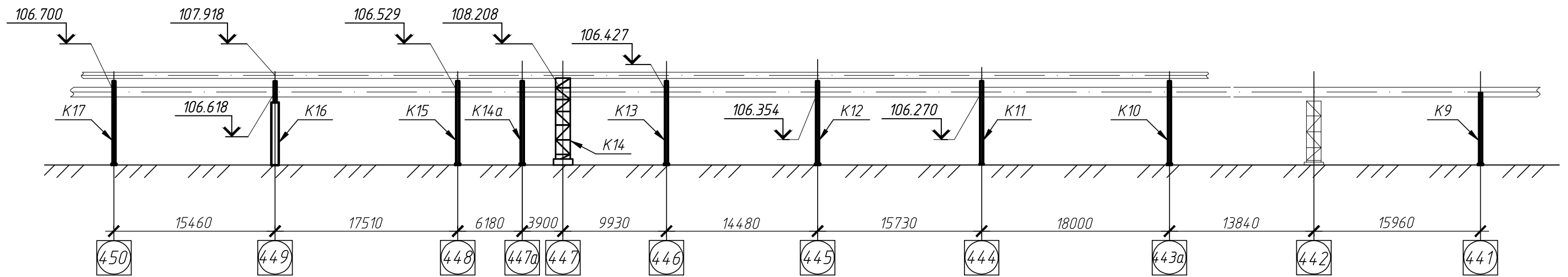


Рисунок 5 – Профиль обследуемого участка трассы в осях 450-441

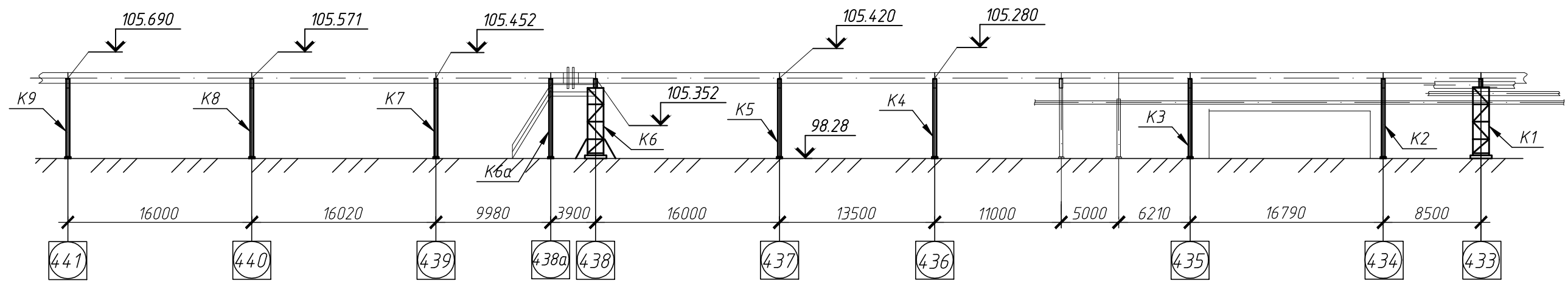


Рисунок 6 – Профиль обследуемого участка трассы в осях 441-433

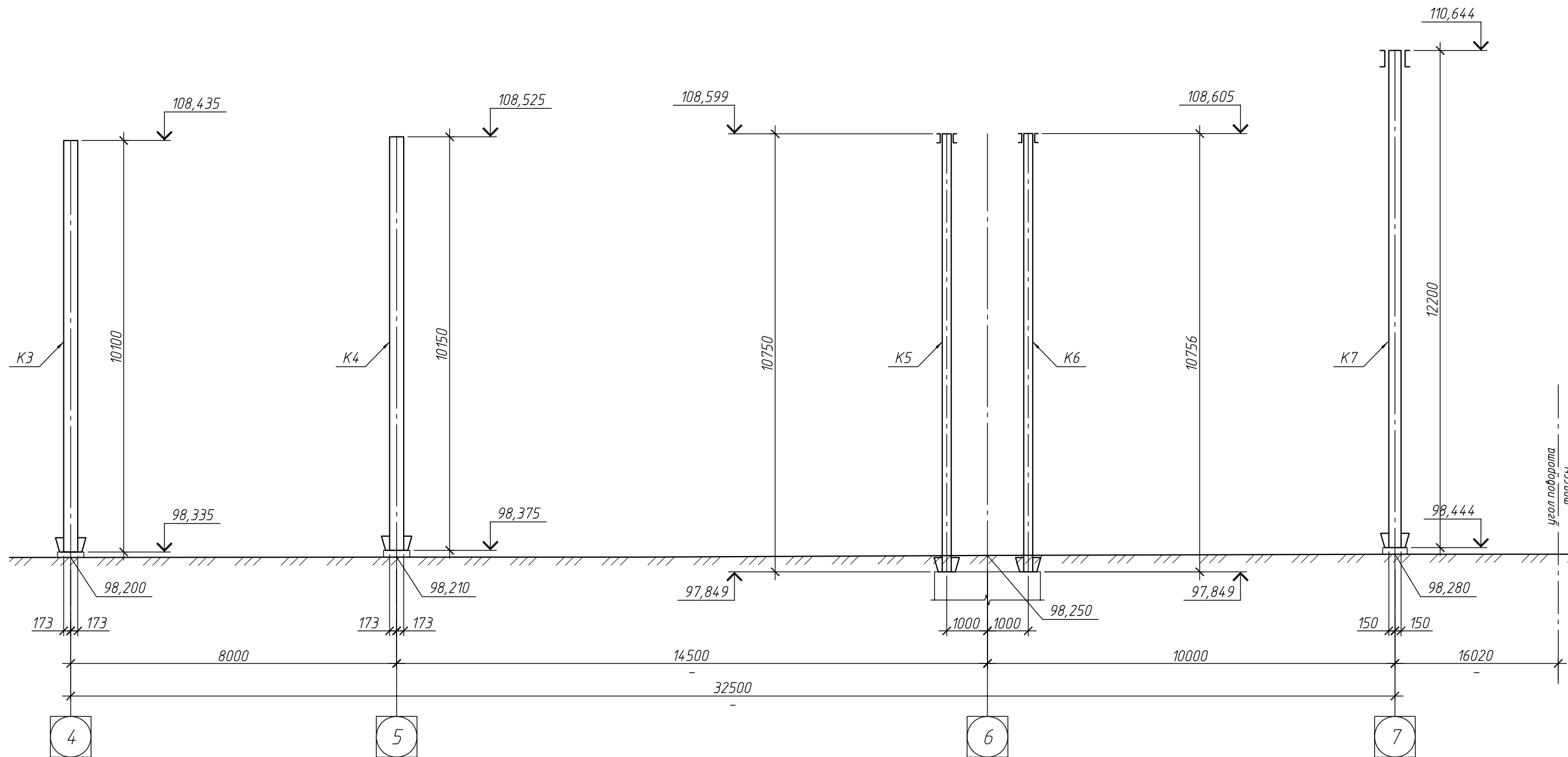


Рисунок 7 – Разрез 1-1. Профиль трассы 4-7

Примечание:  
 1. К3...К7 – опоры эстакады по сущ. черт. Д221254-КМ1 л.14

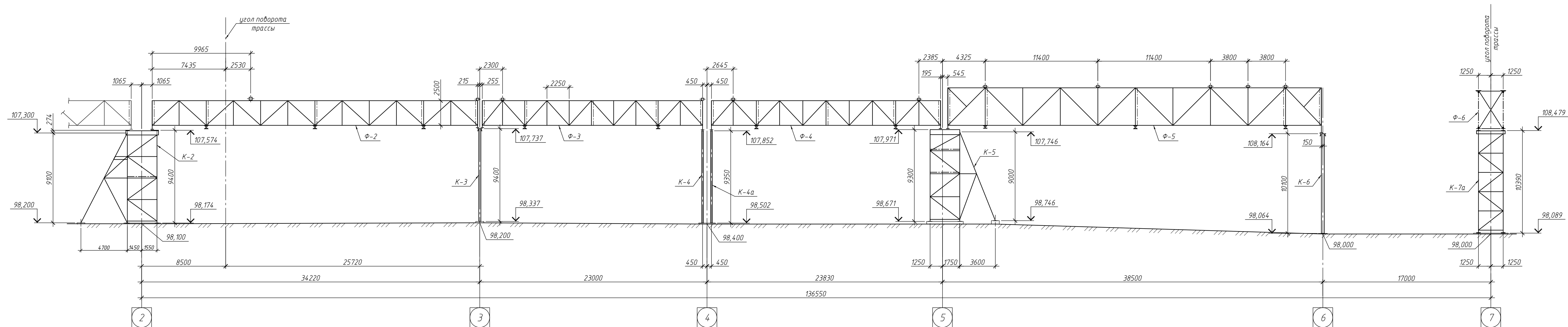
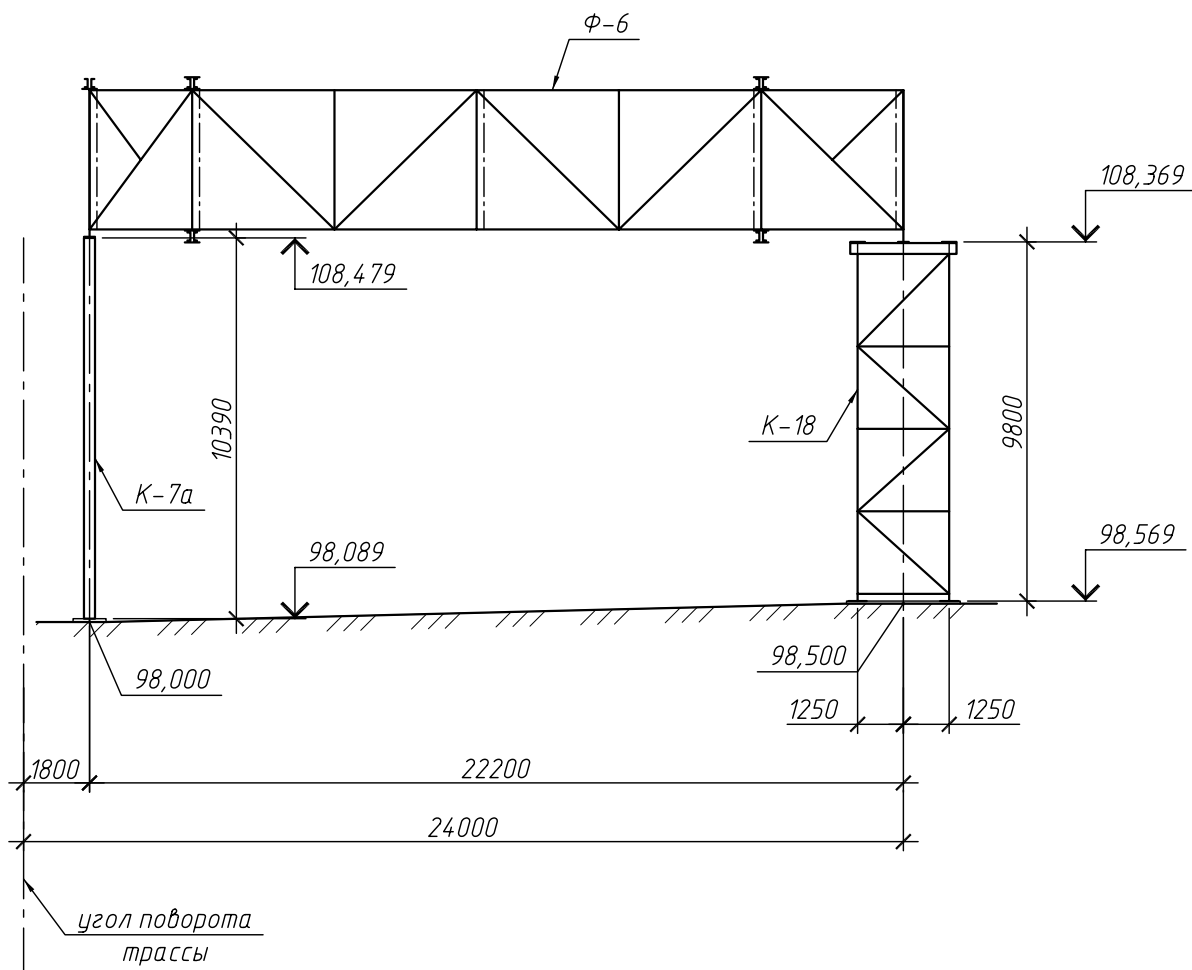


Рисунок 8 – Разрез 2-2. Профиль трассы 2-7

Примечание:

1. К-2...К-6; К-7а – опоры эстакады по сущ. черт. Д135849-6;
2. Усиление опор К-2, К-3, К-5, К-6 – по сущ. черт. Д221254-КМ1 л.22, л.23;
3. Ф-2, Ф-3 – пролетные строения эстакады по сущ. черт. Д135849-9;
4. Ф-4...Ф-6 – пролетные строения эстакады по сущ. черт. Д135849-10;
5. Усиление ферм пролетных строений Ф-2, Ф-5 – по сущ. черт. Д221254-КМ1 л.25



Примечание:

1. К-7а – опора эстакады по суц. черт. Д135849-6;
2. К-18 – опора эстакады по суц. черт. Д135849-7а;
3. Ф-6 – пролетное строение эстакады по суц. черт. Д135849-10

Рисунок 9 – Разрез 3-3

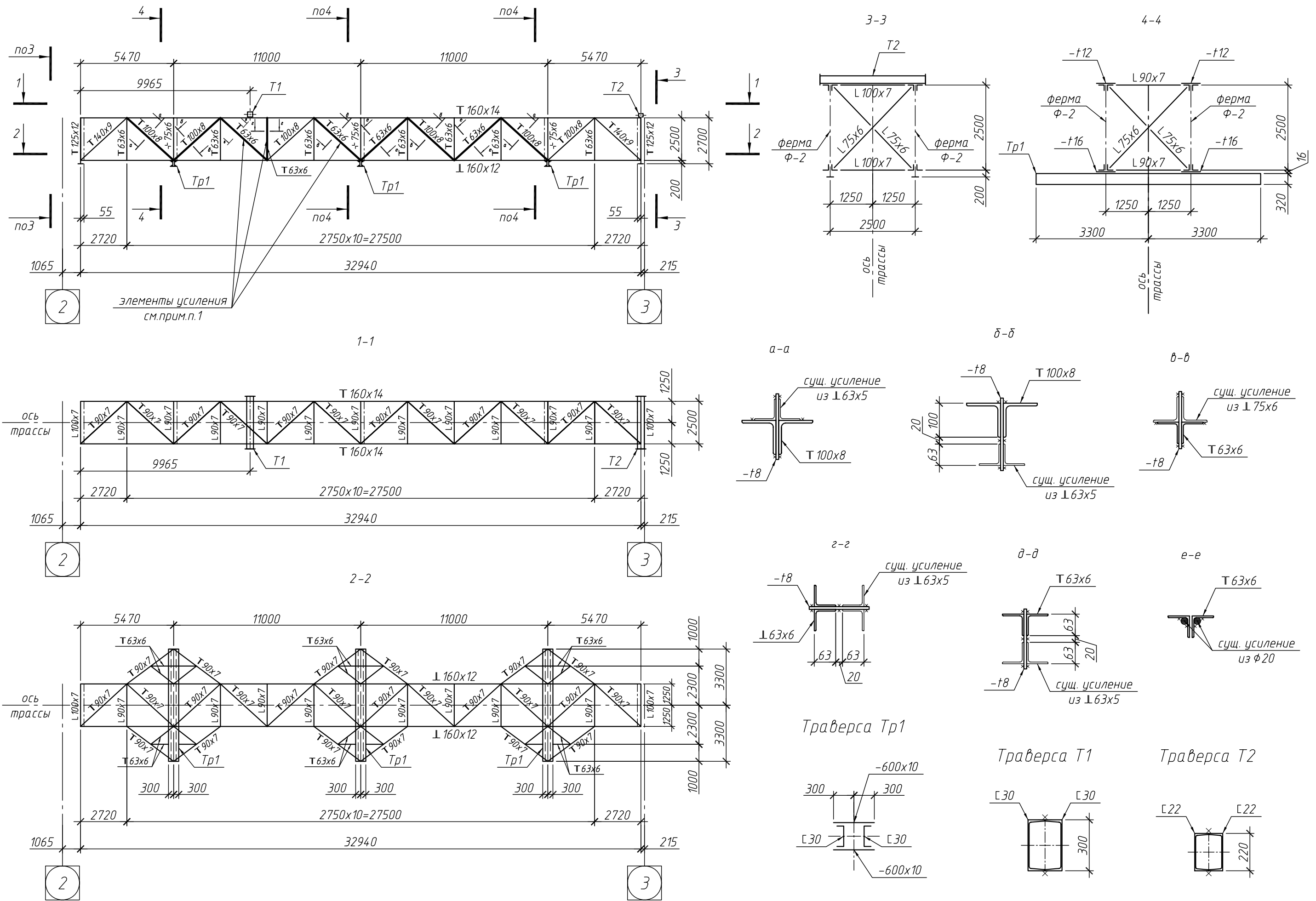
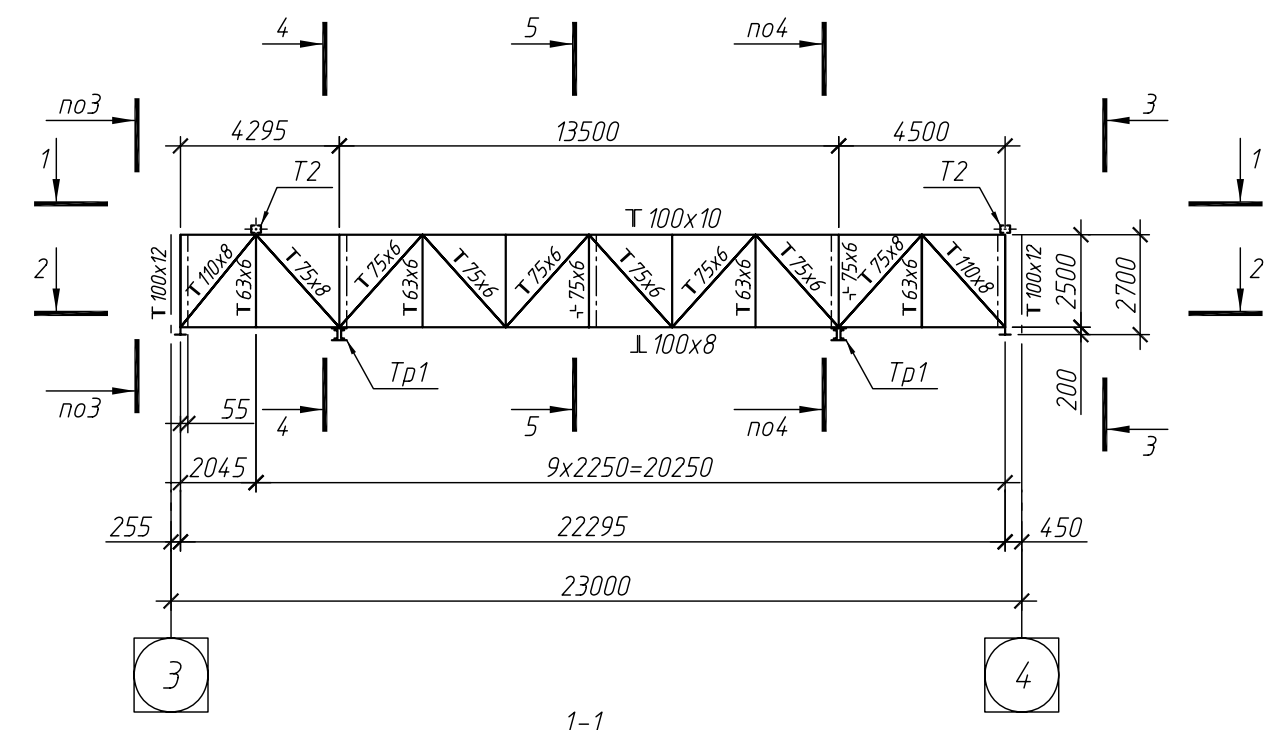
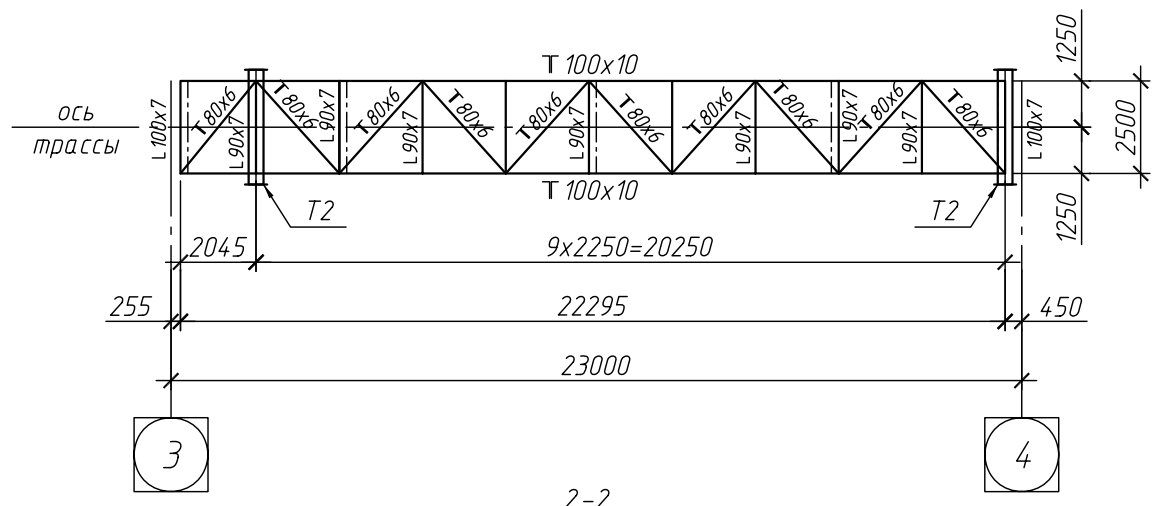


Рисунок 10 – Пролетное строение Ф-2. Трасса в осях 2-7

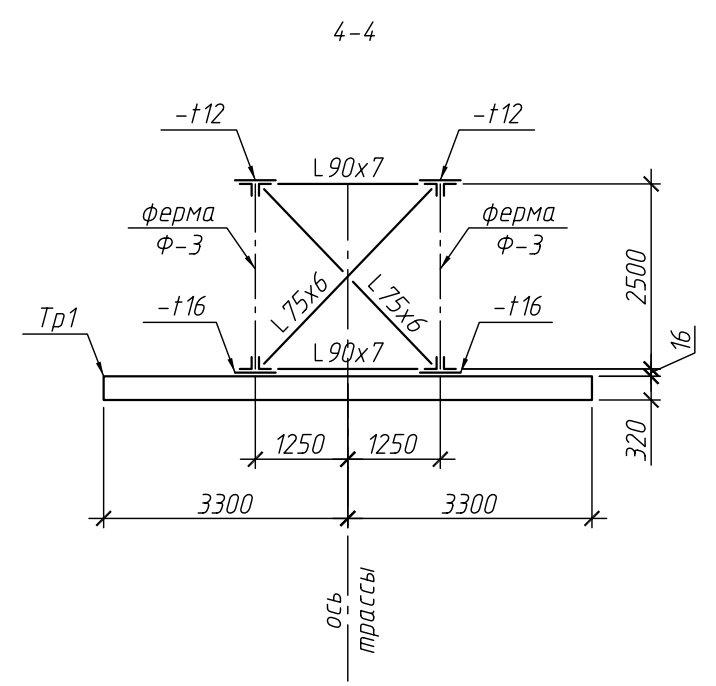
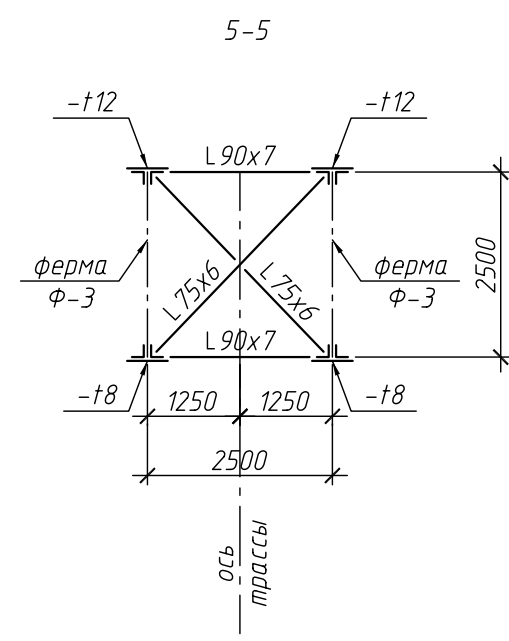
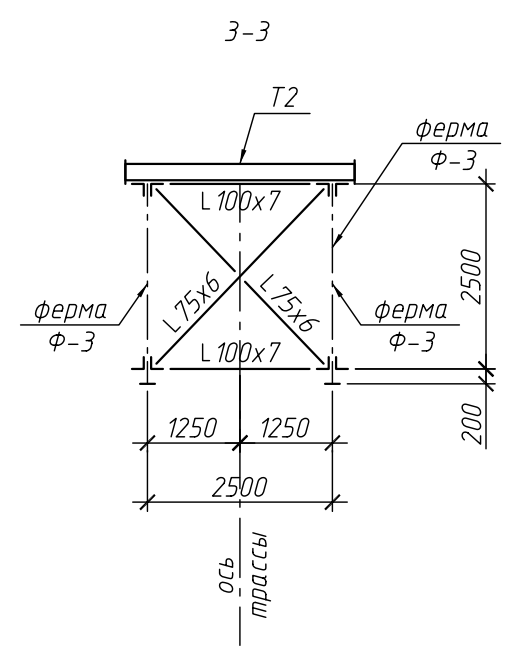
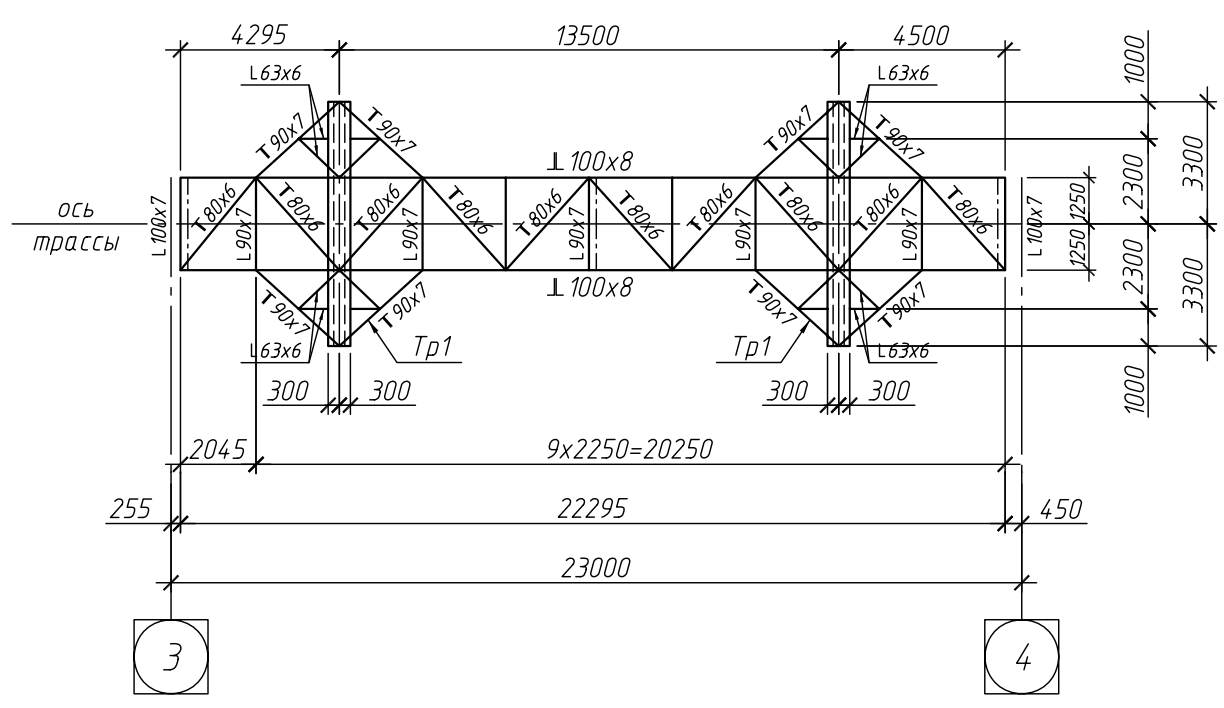
Примечание:  
1. Элементы фермы усилены по сущ. черт. Д221254-КМ1 л.25



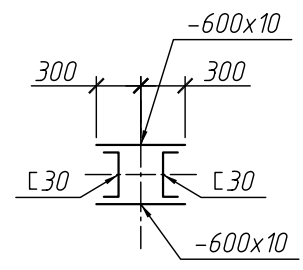
1-1



2-2



Траверса Тр1



Траверса Т2

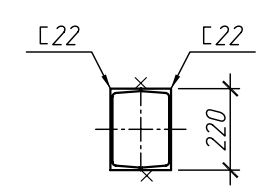
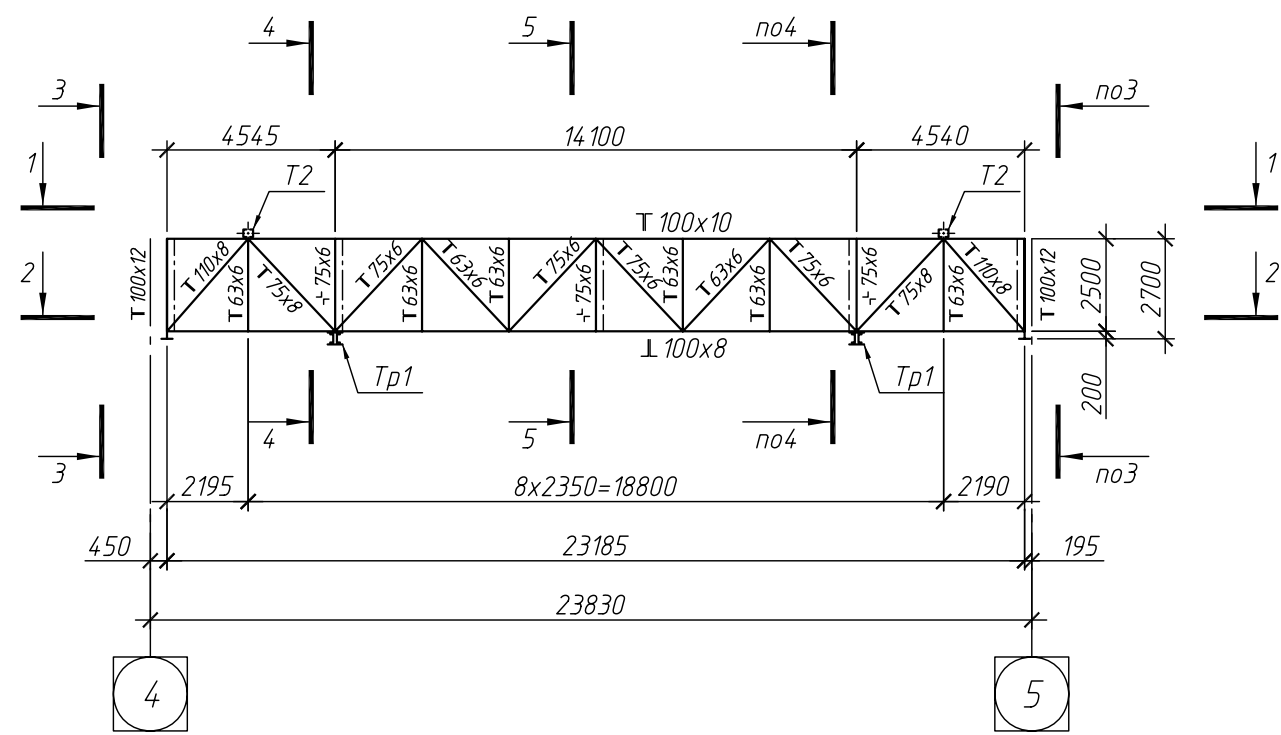
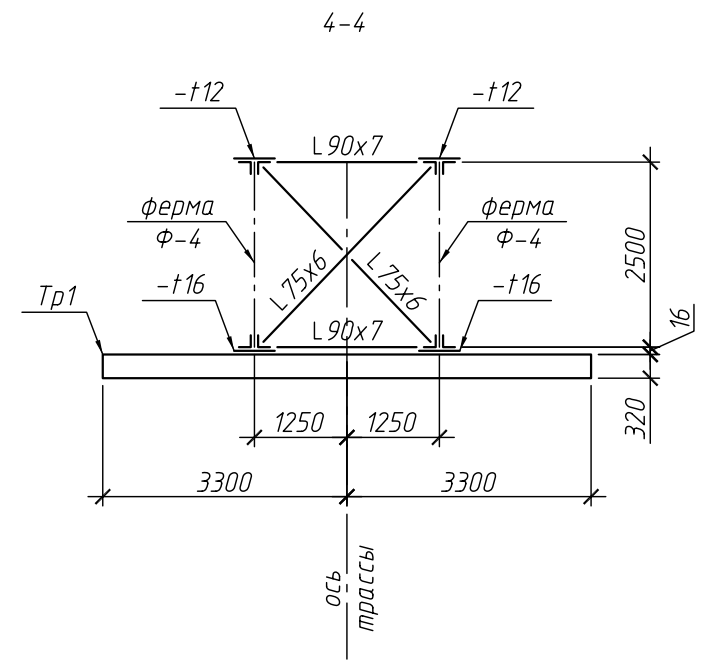
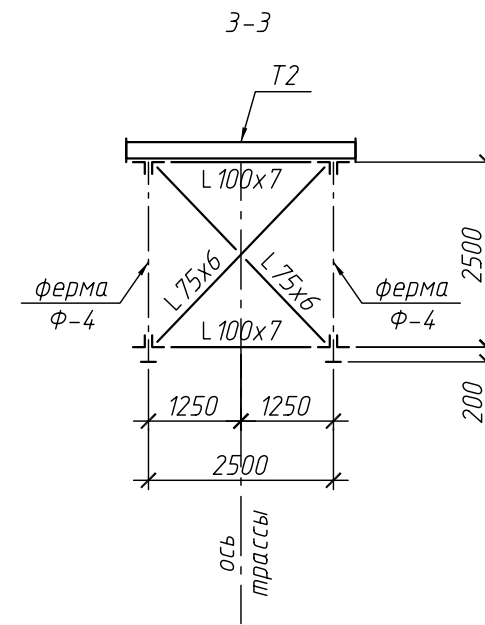


Рисунок 11 - Пролетное строение Ф-3. Трасса в осях 2-7

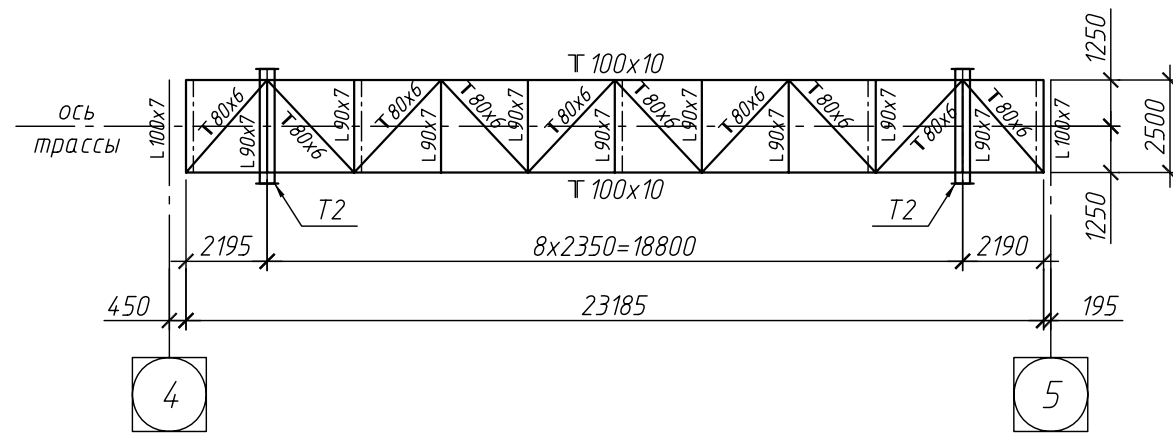




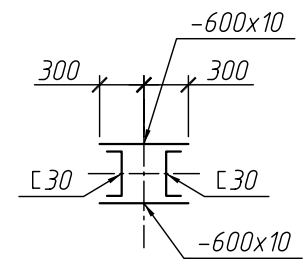
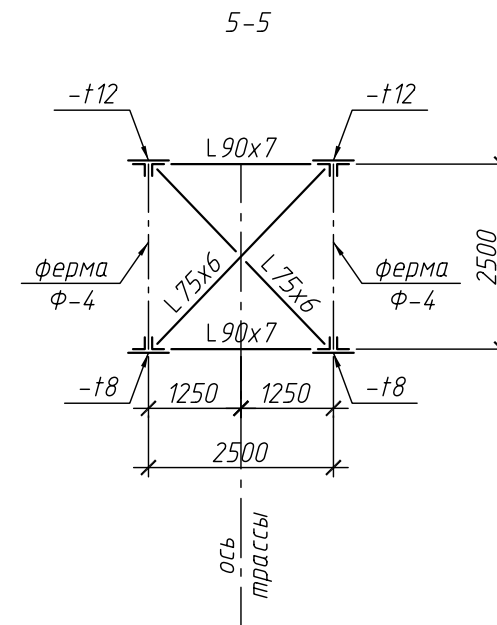
1-1



Траверса Tp1



2-2



Траверса T2

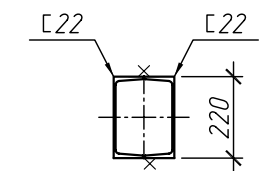
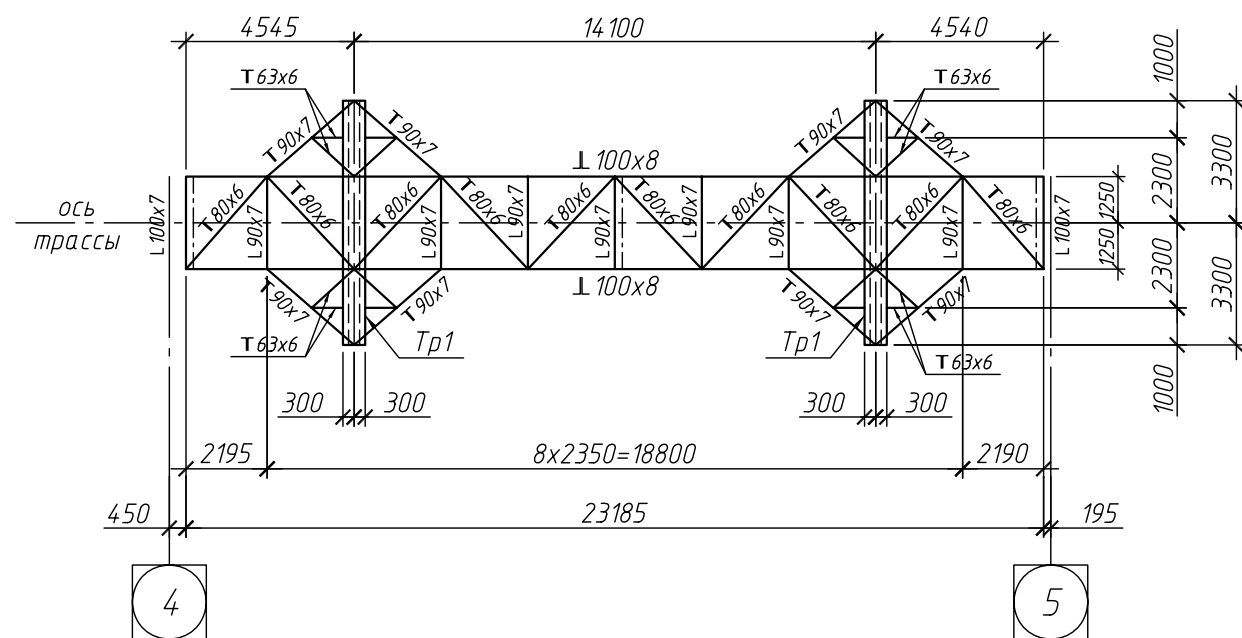
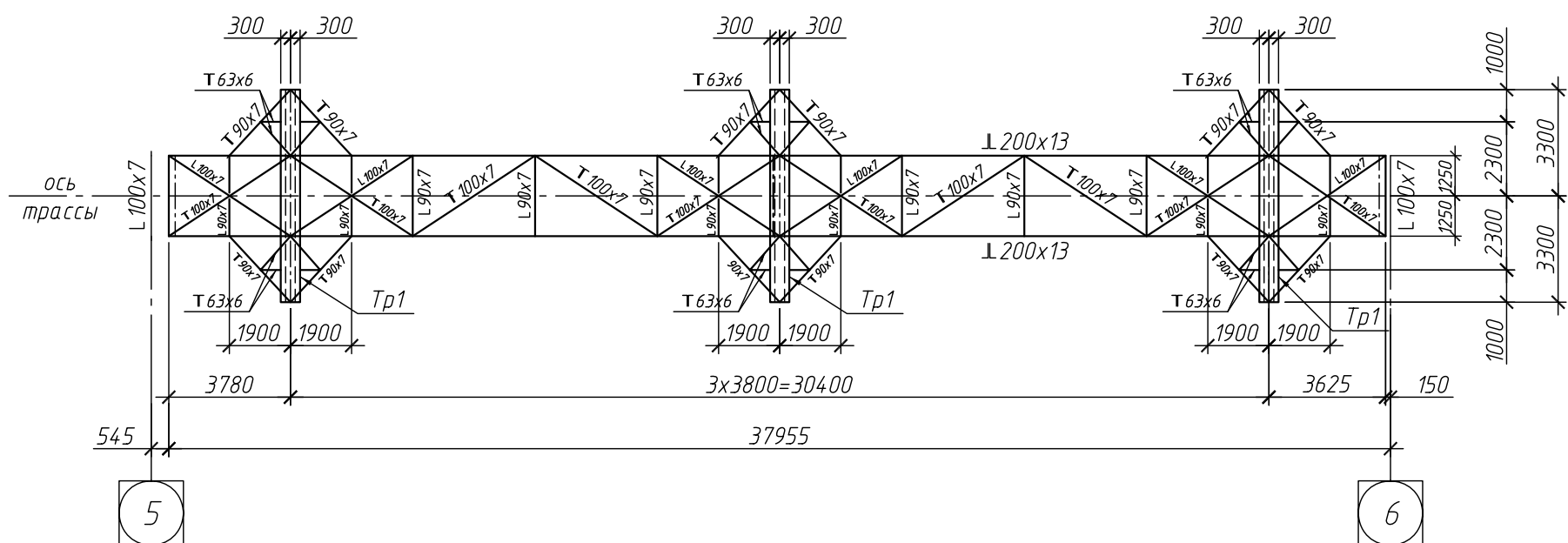
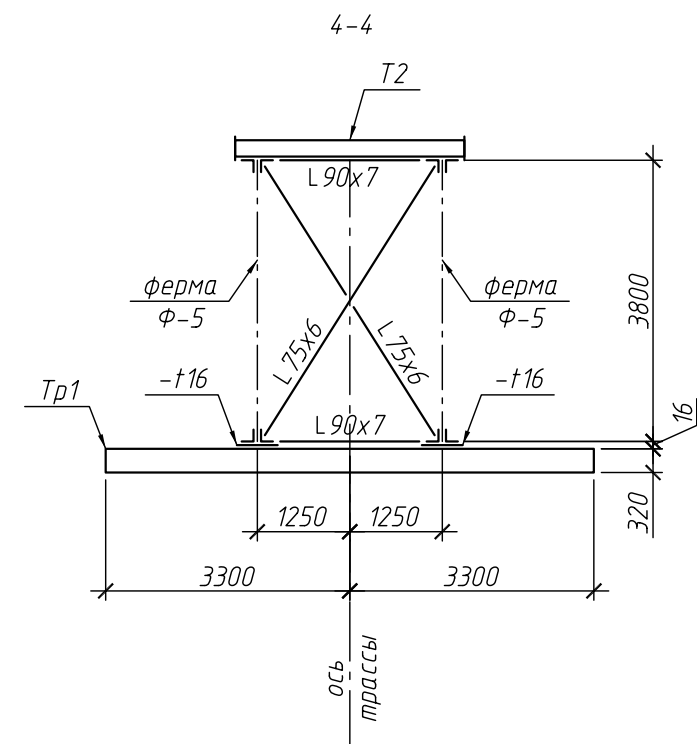
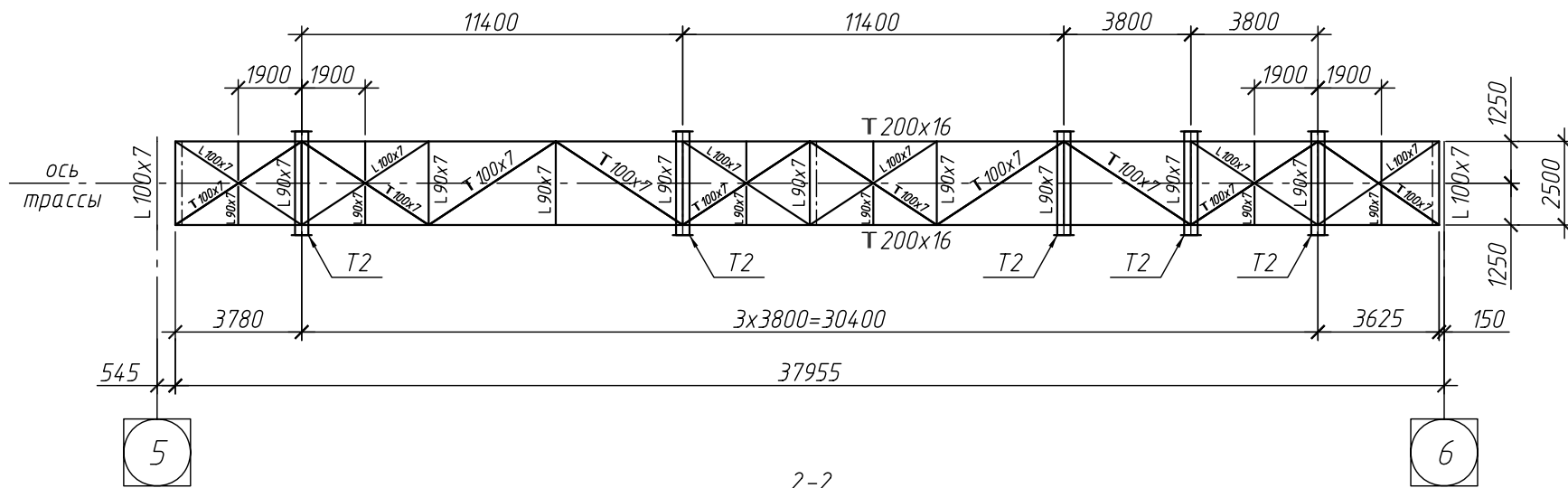
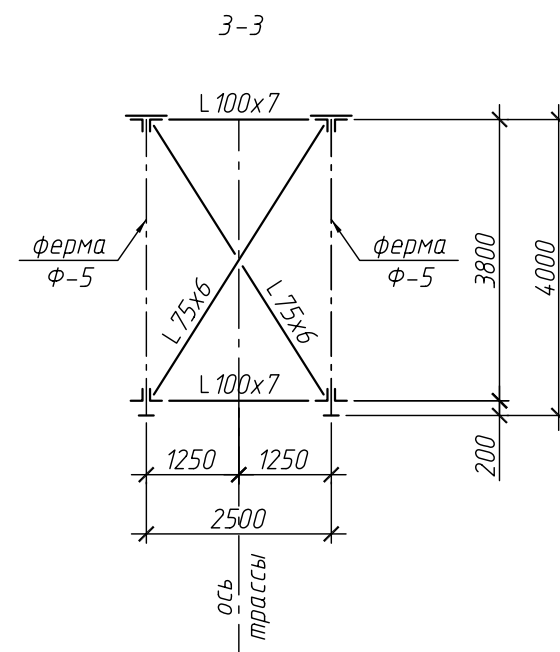
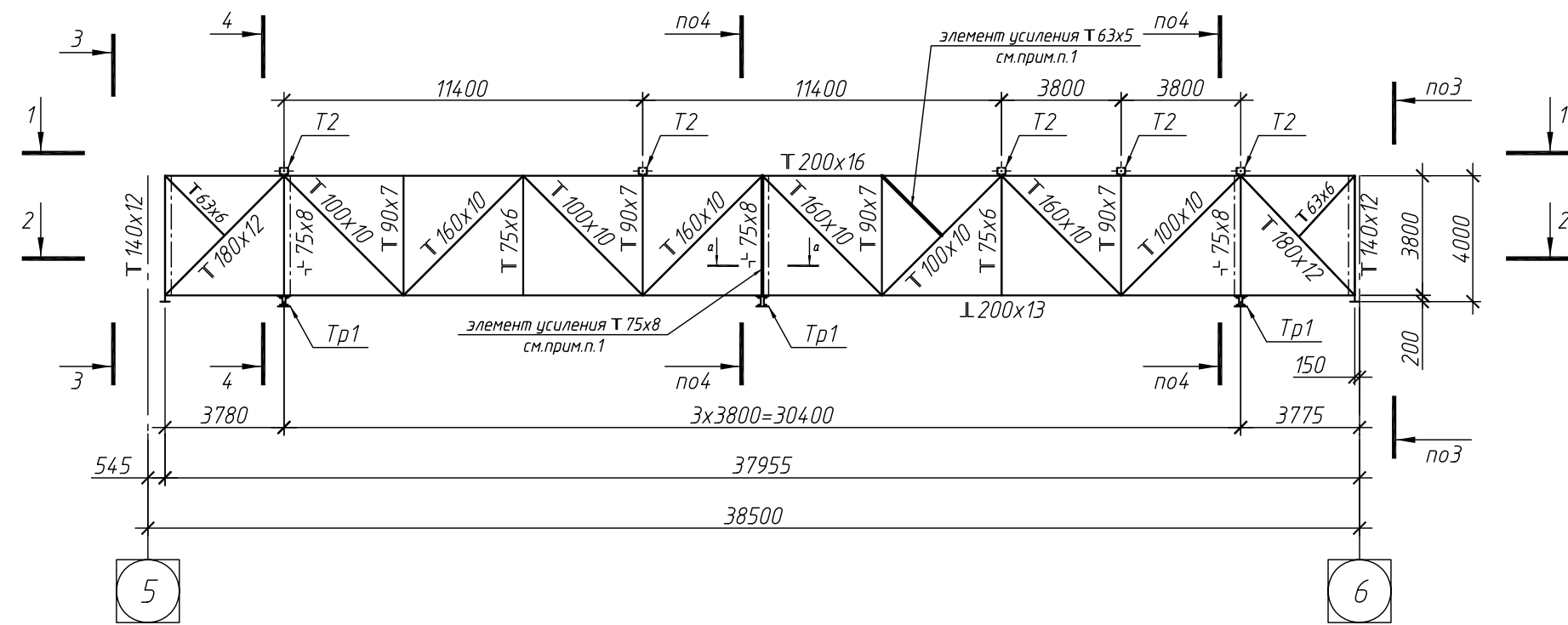
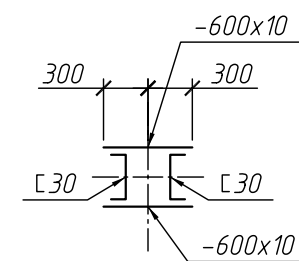


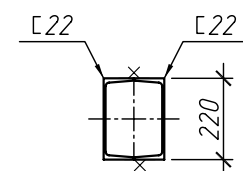
Рисунок 12 - Пролетное строение Ф-4. Трасса в осях 2-7



Траверса *Тр1*

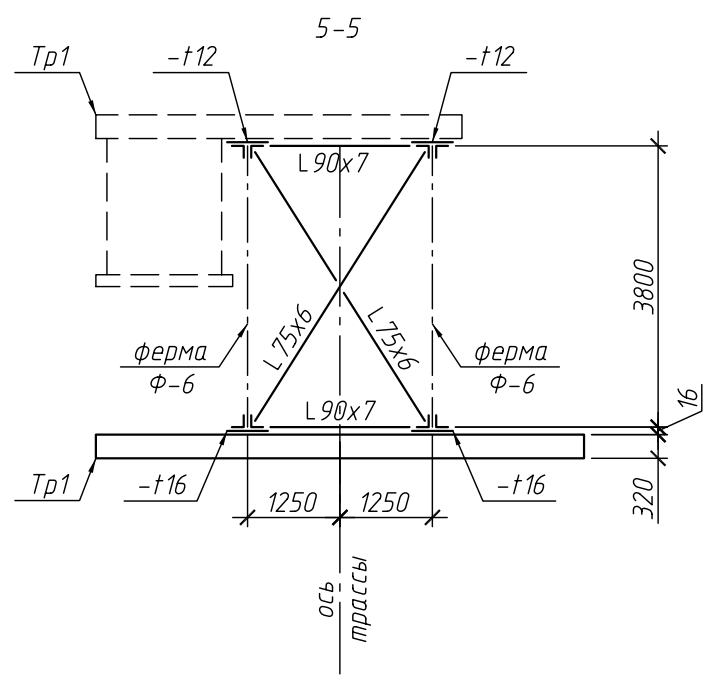
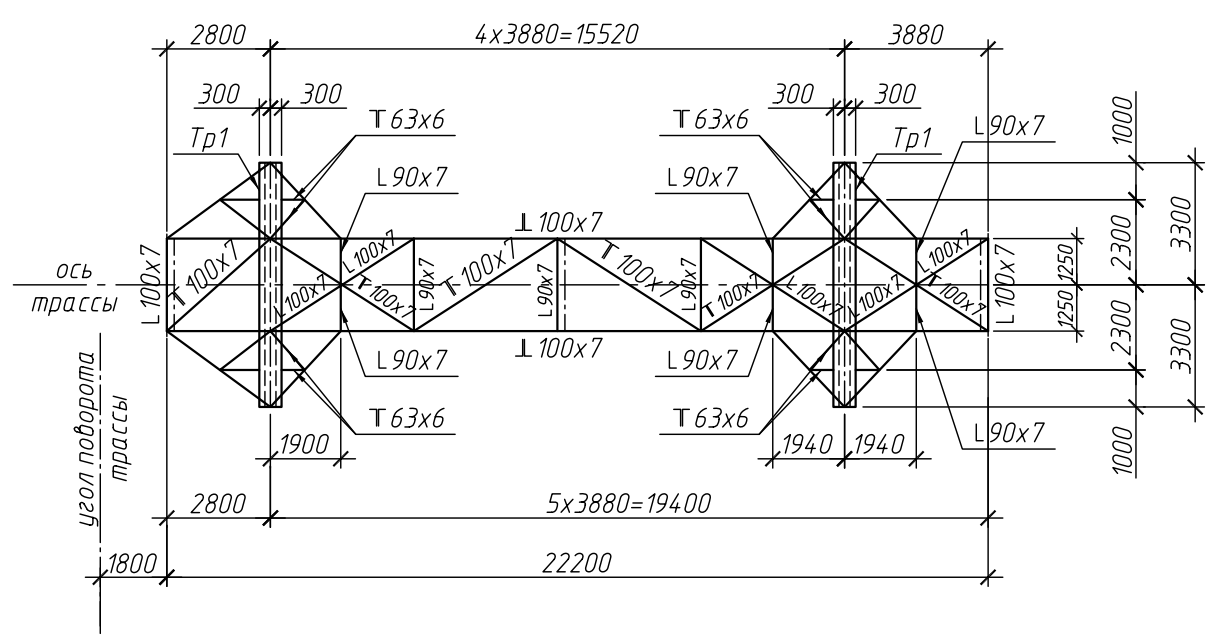
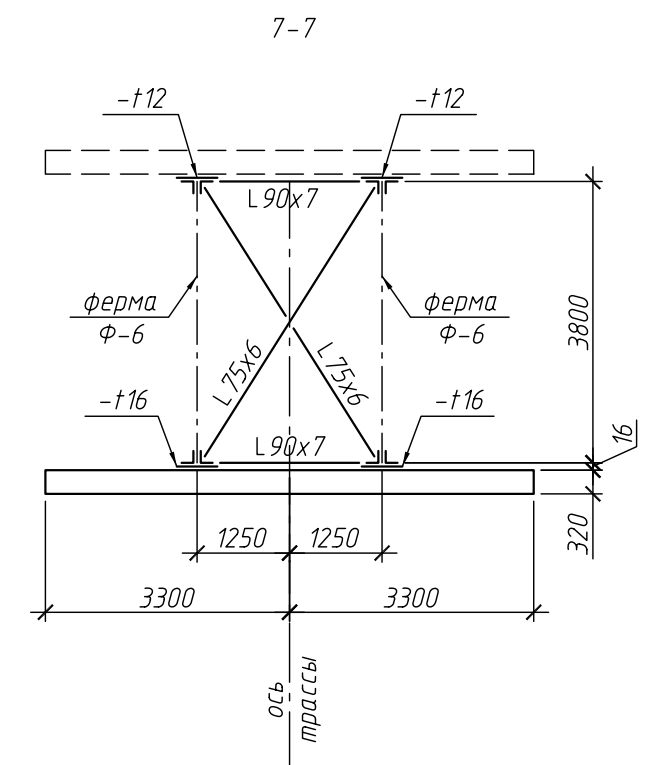
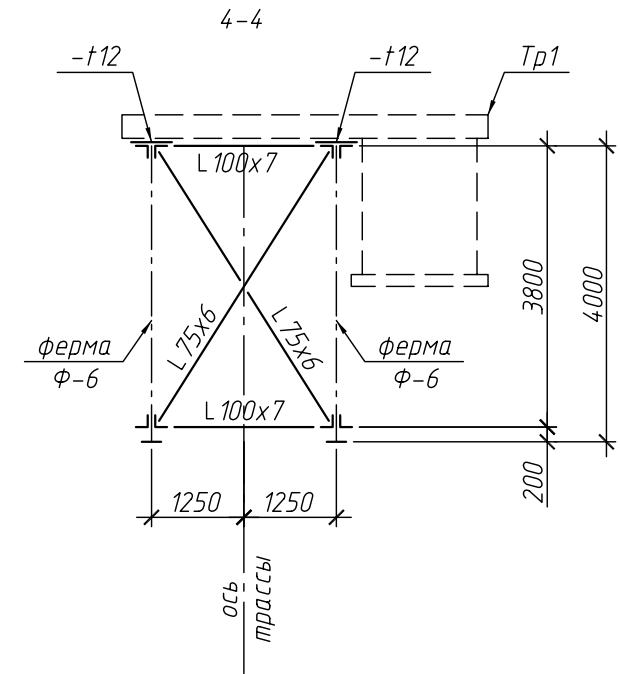
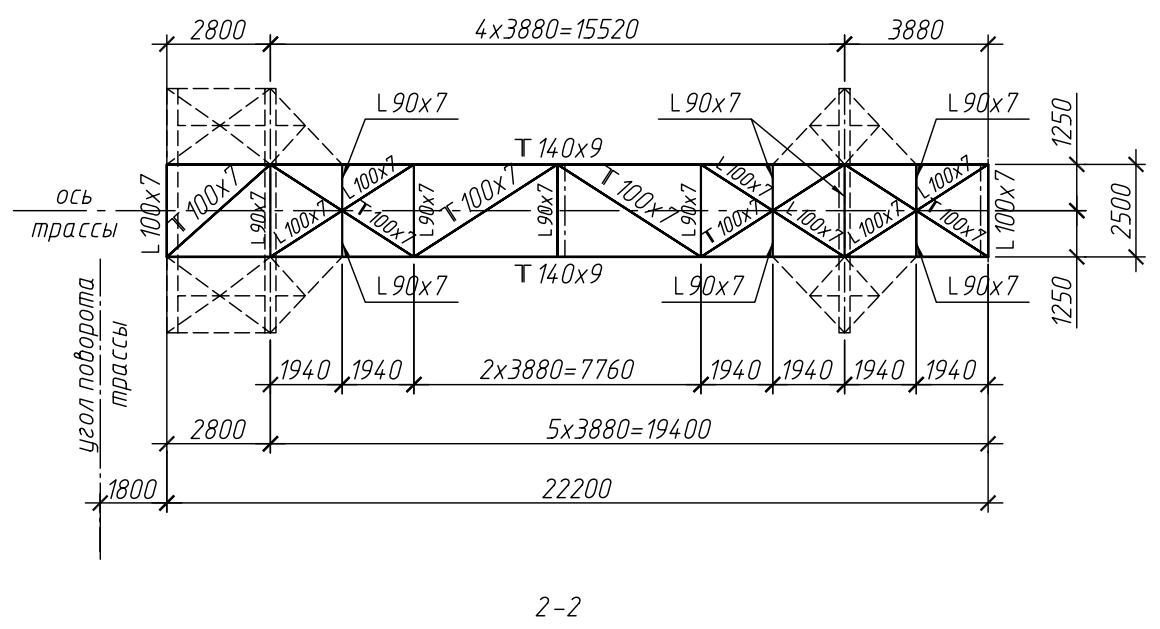
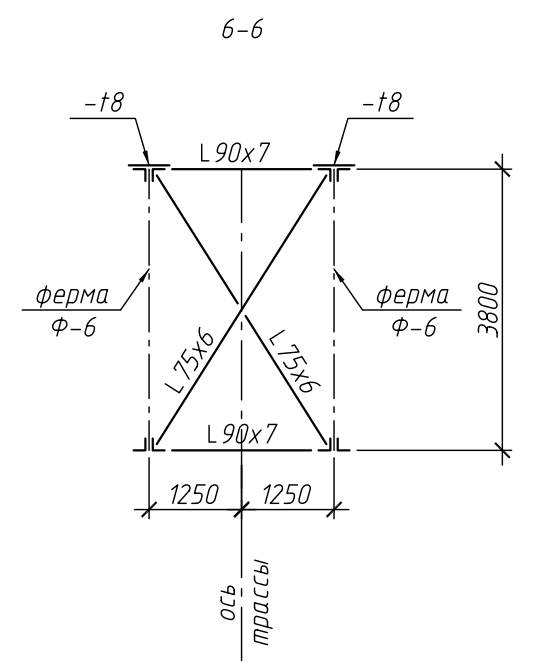
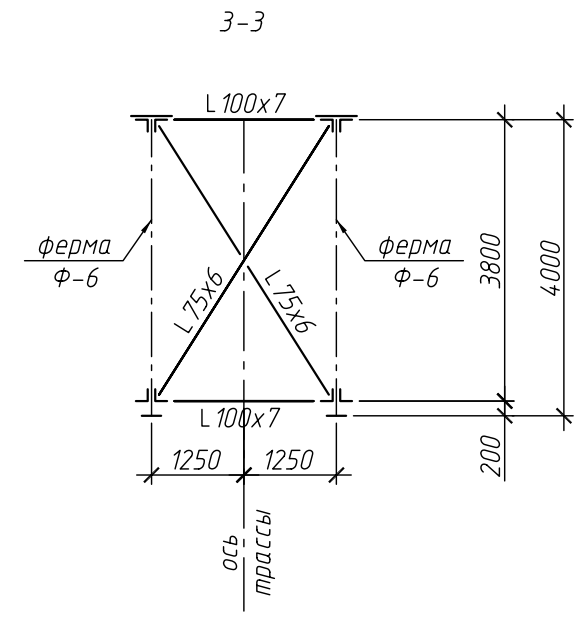
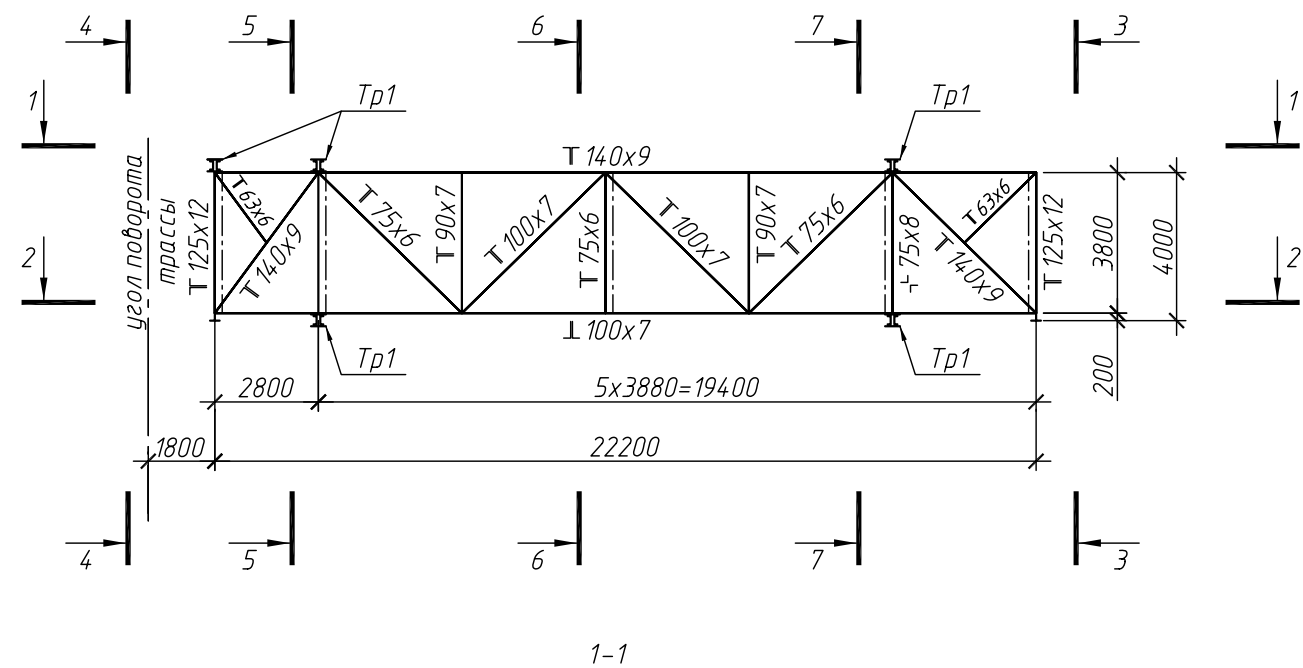


Траверса *Т2*



Примечание:  
1. Элементы фермы усилены по  
сущ. черт. Д221254-КМ1 л.25

Рисунок 13 - Пролетное строение Ф-5. Трасса в осях 2-7



Траверса Тр1

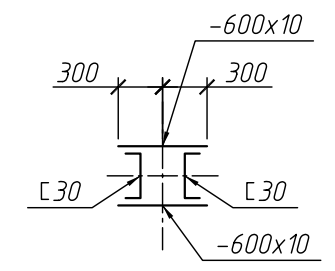
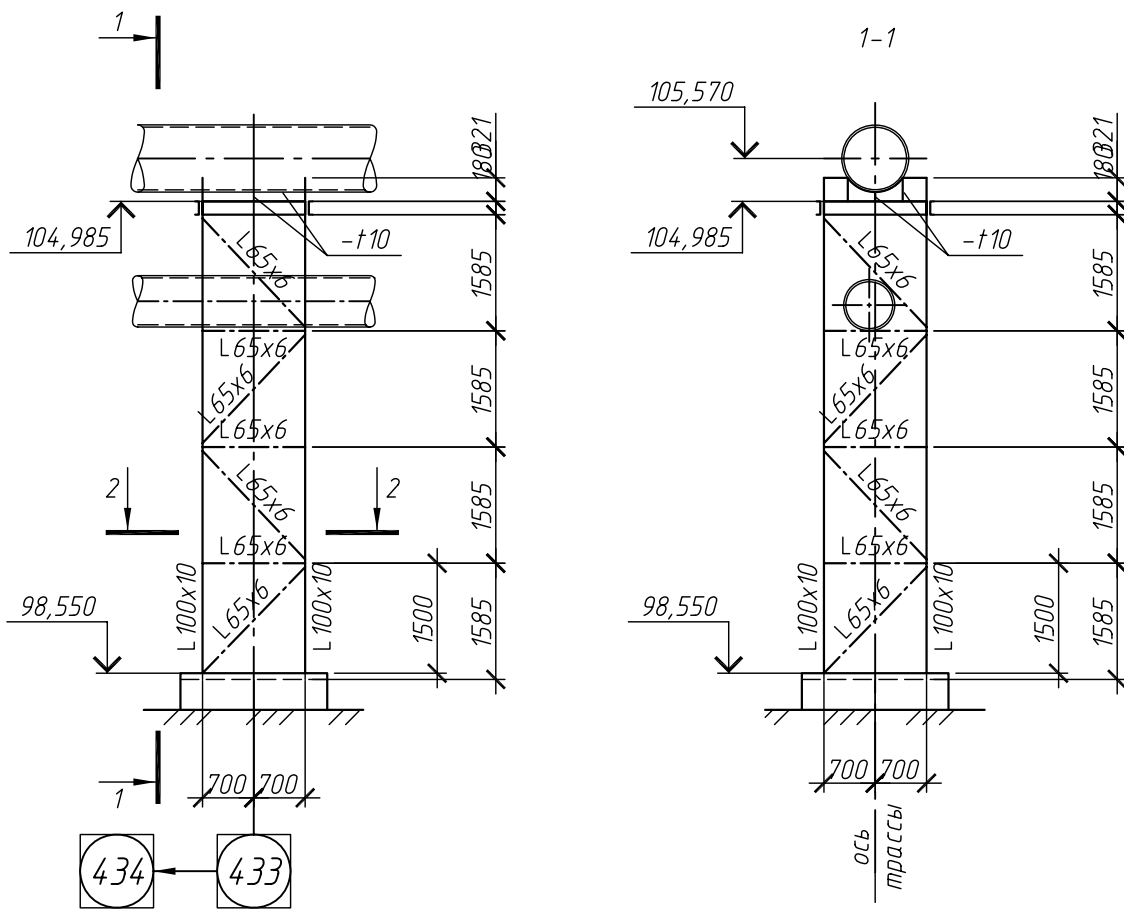
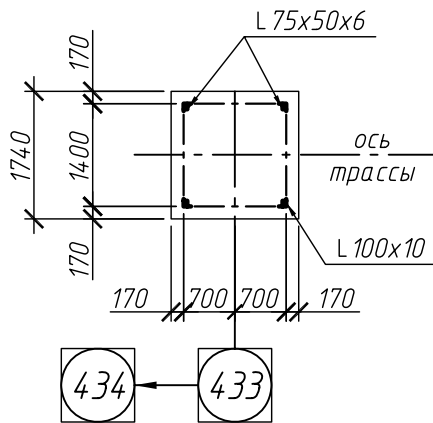


Рисунок 14 - Пролетное строение Ф-6 между опорами К-7а-К18



2-2



Примечание:

1. Опора К15 выполнена по существующим чертежам 10057-68

Рисунок 15 - Опора К1. Трасса в осях 433-455а

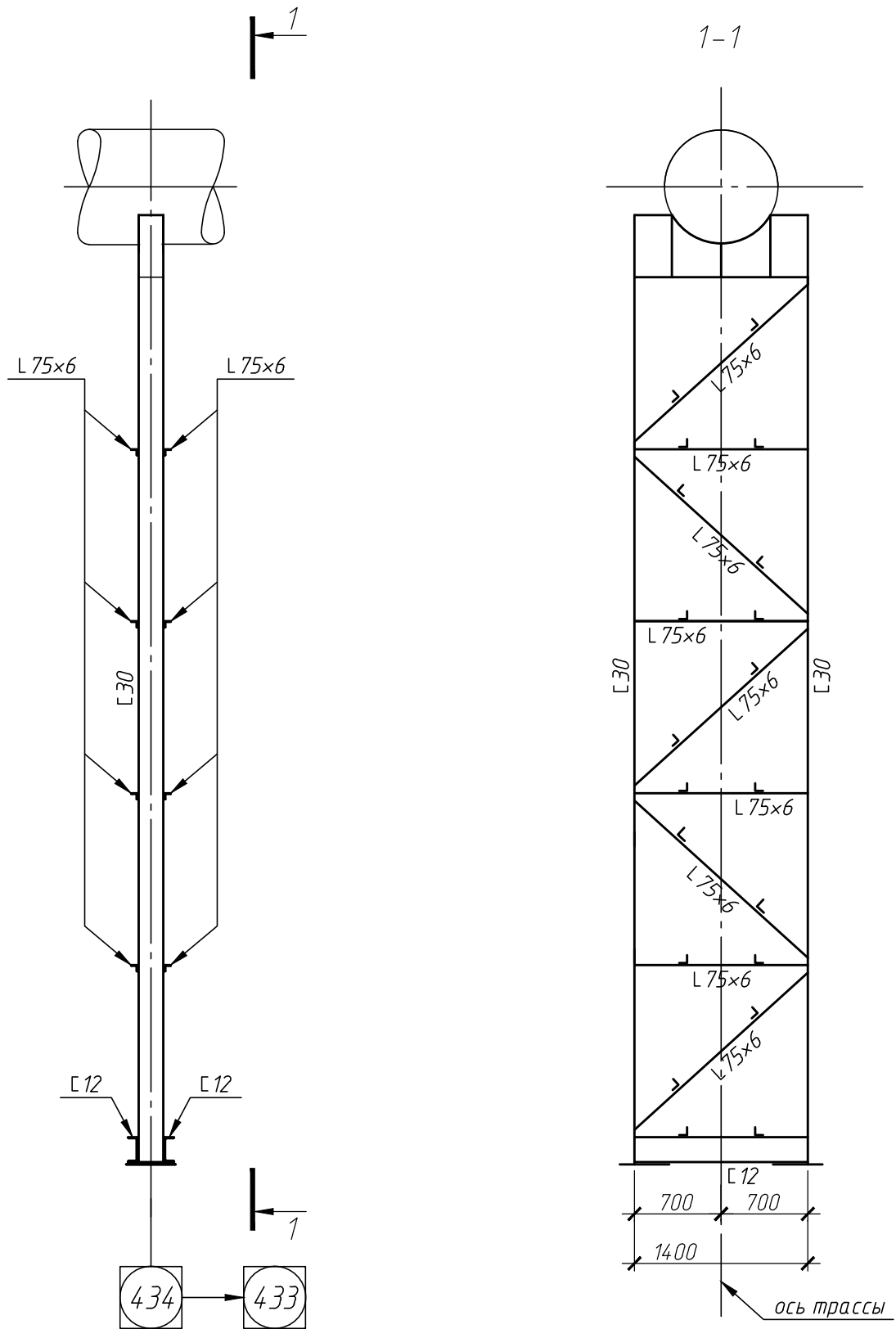
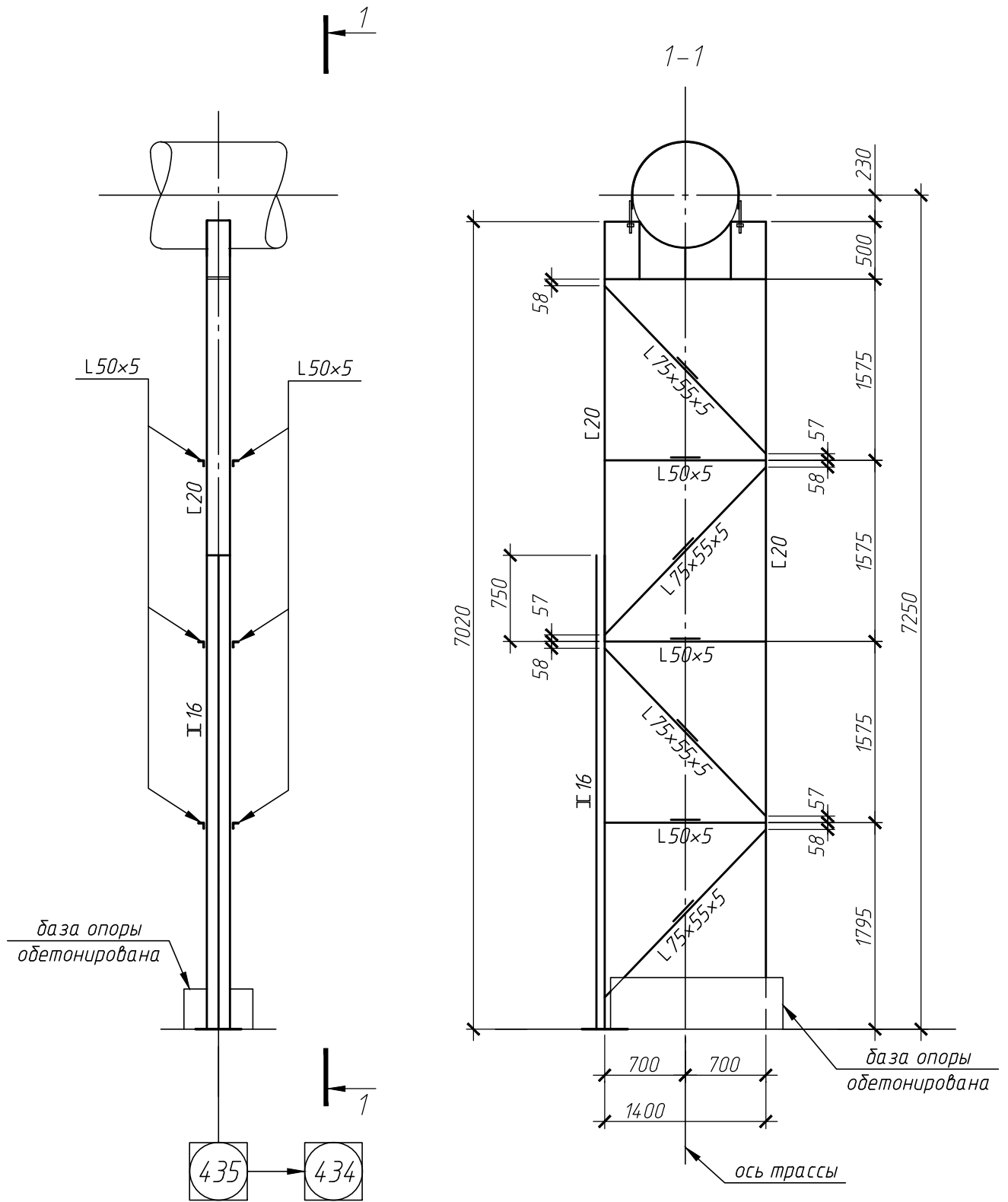
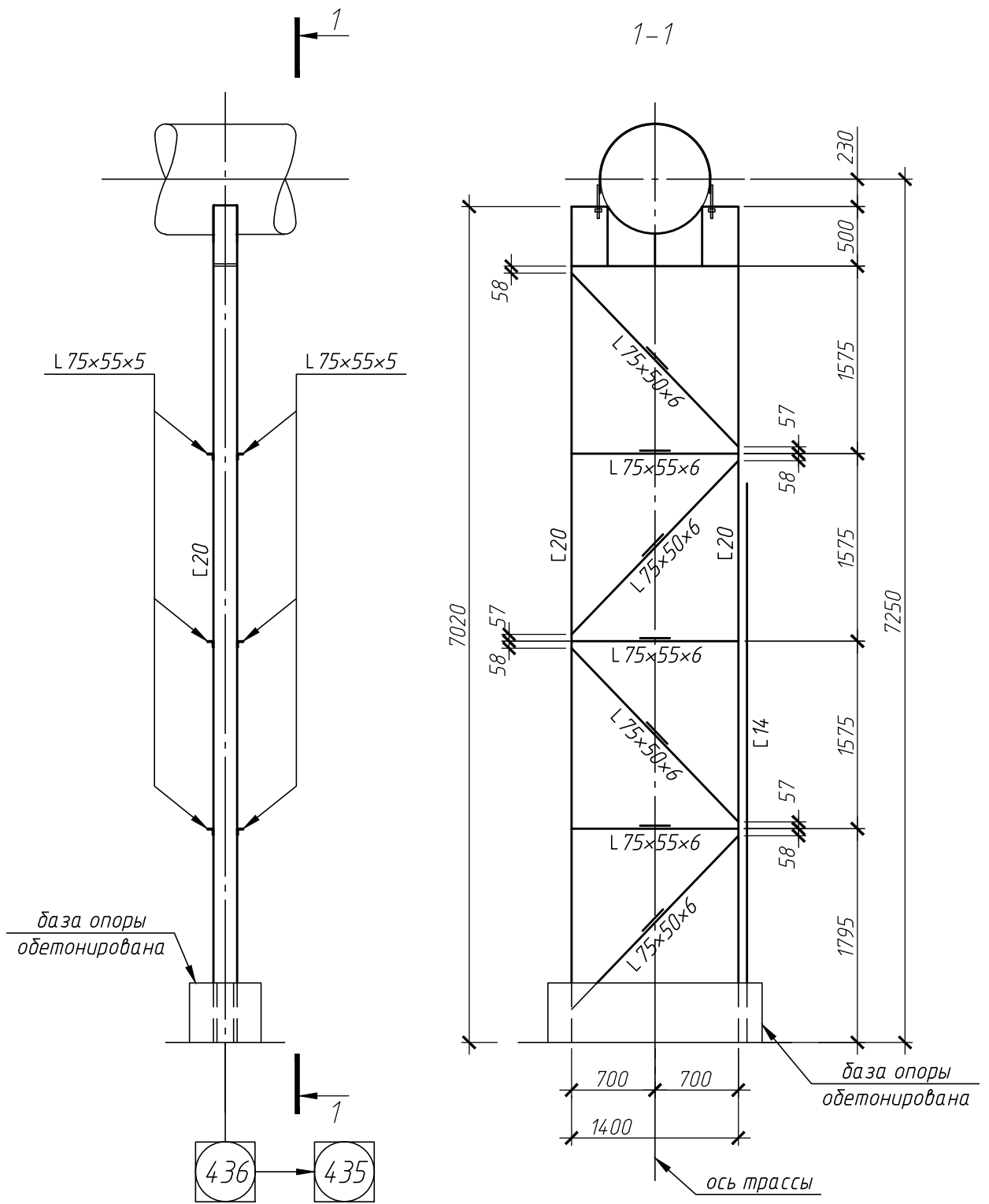


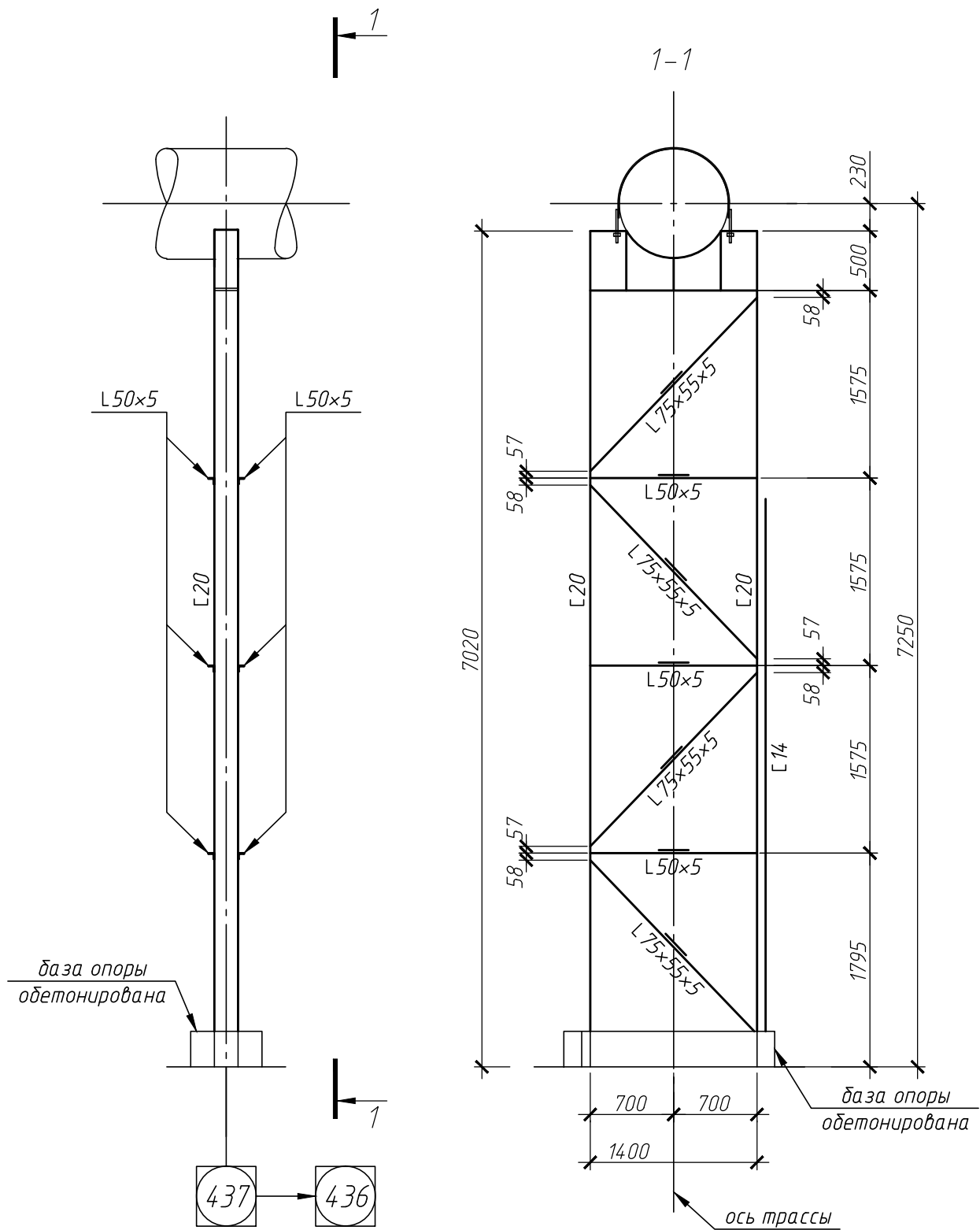
Рисунок 16 – Опора К2. Трасса в осях 433–455а



Опора КЗ выполнена по существующим чертежам 10057-66,  
Д203346-КМ

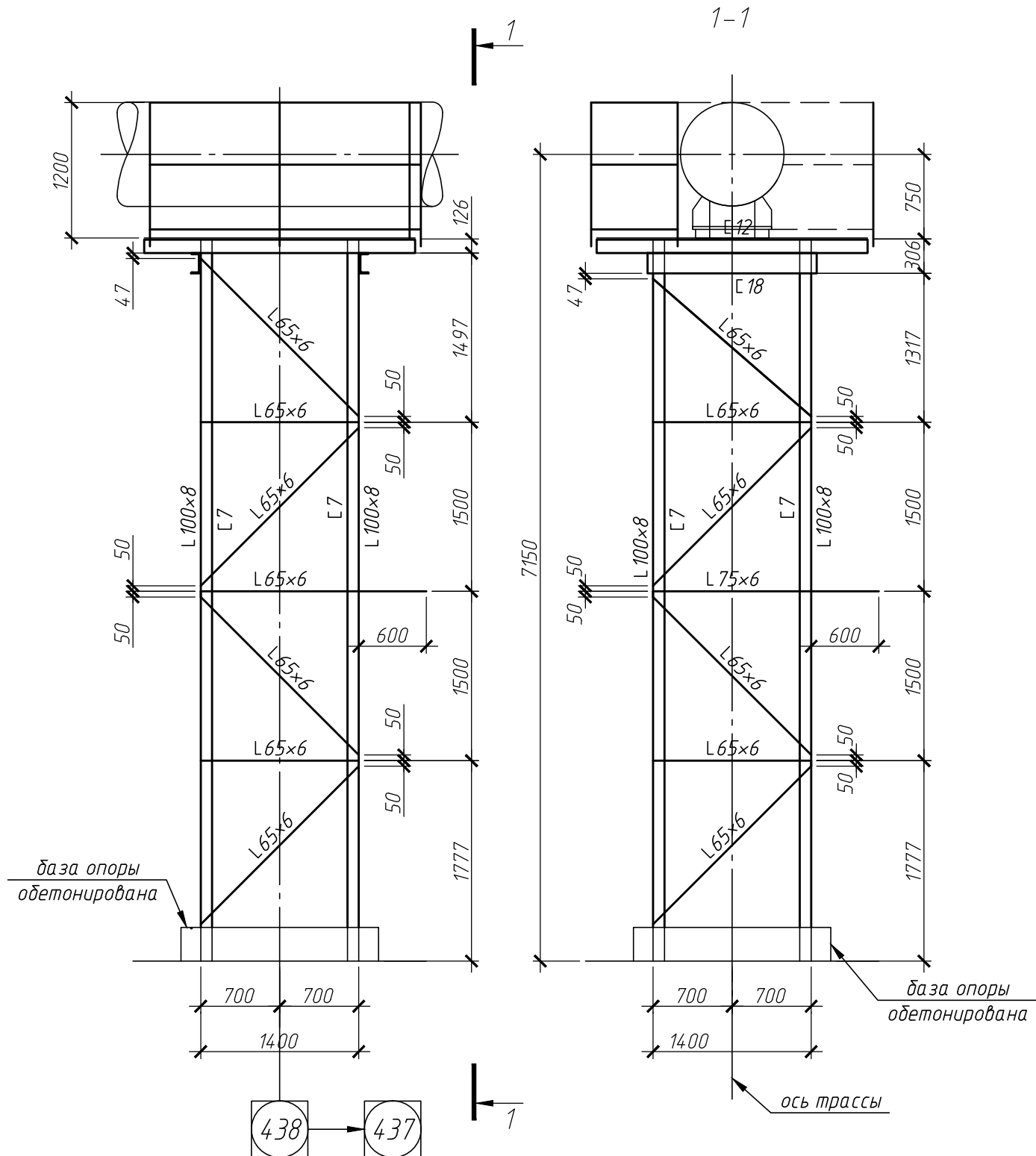


Opора K4 выполнена по существующим чертежам 10057-66,  
Д203346-КМ

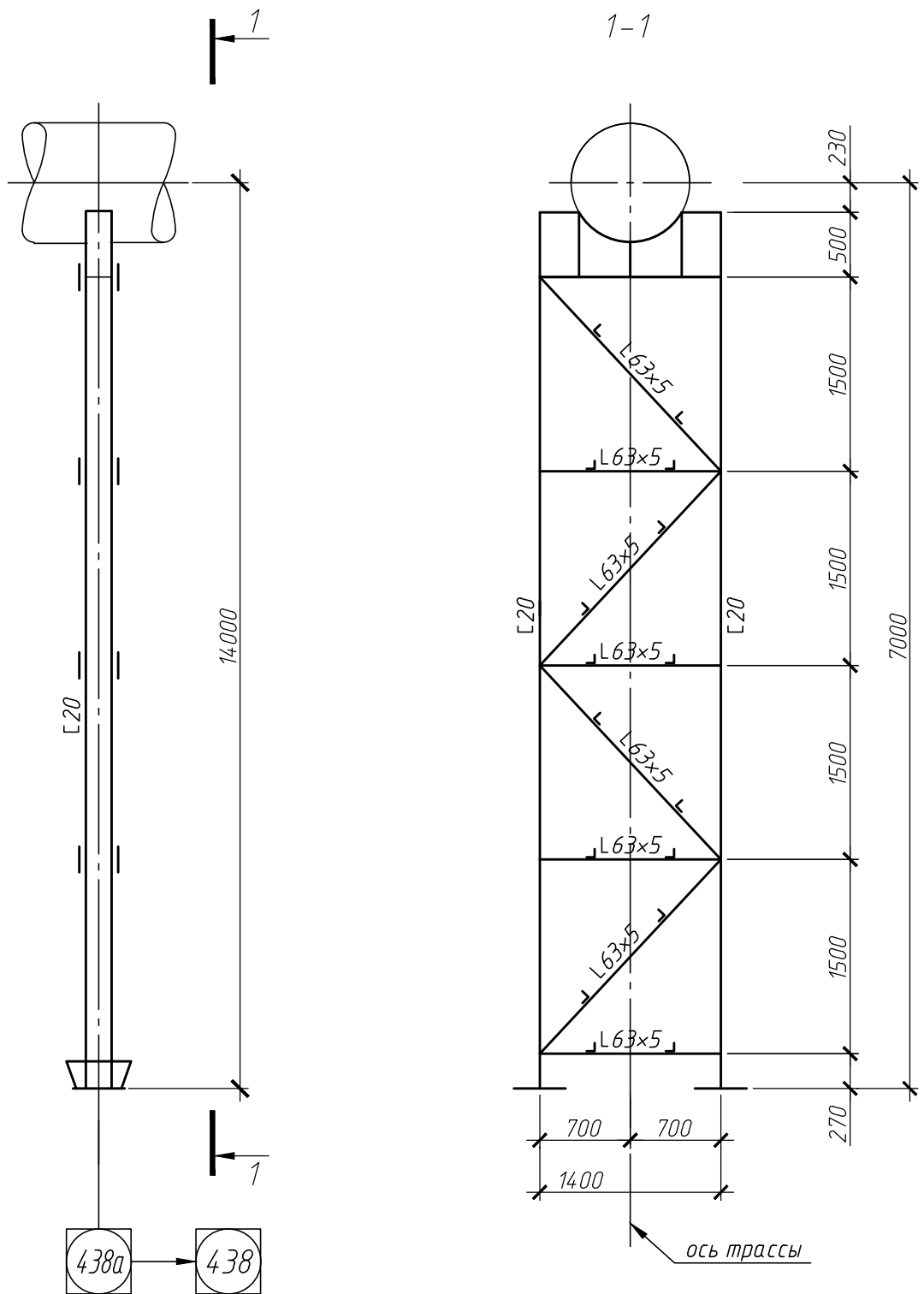


Опора К5 выполнена по существующим чертежам 10057-66,  
Д203346-КМ

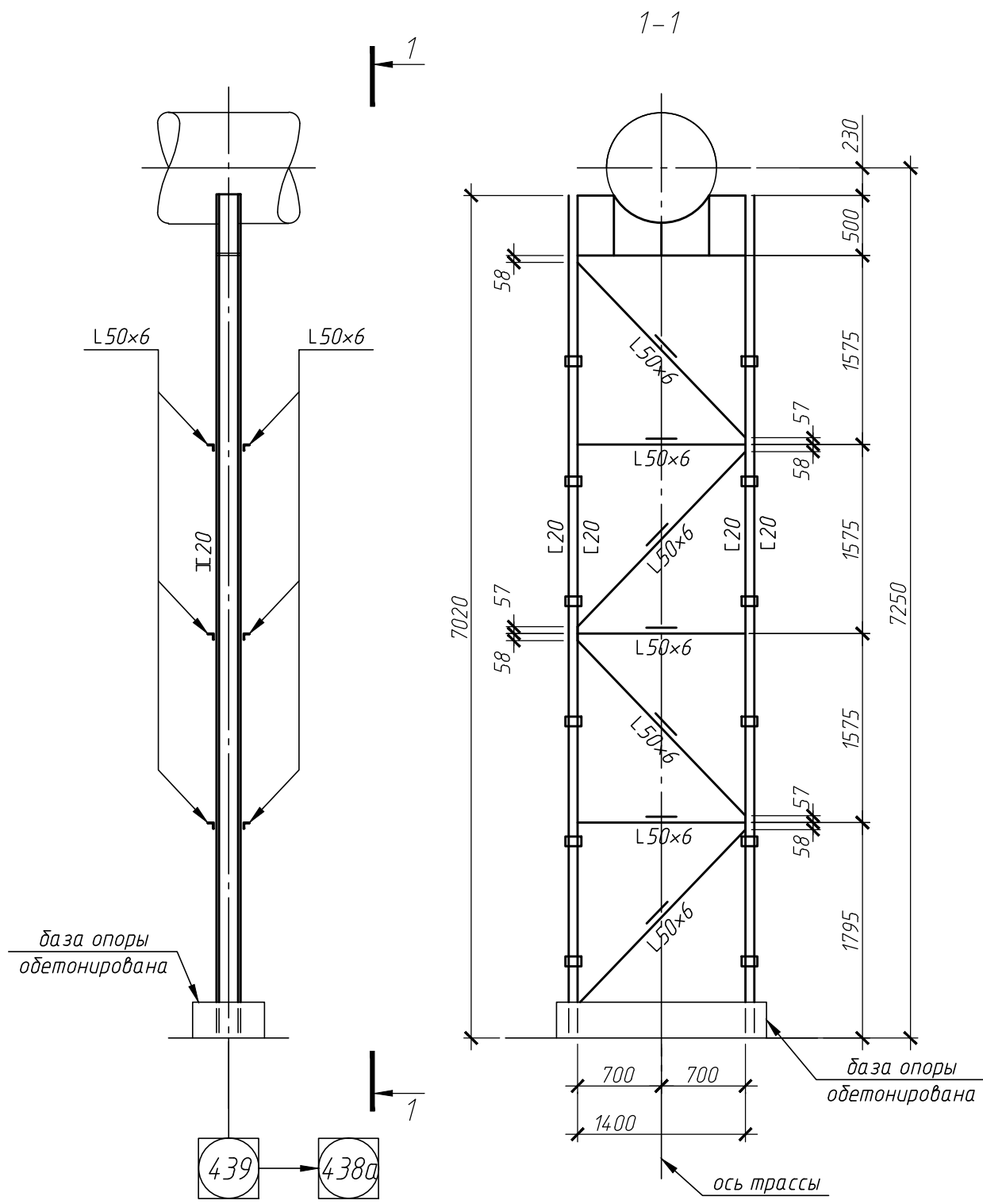




Опора K6 выполнена по существующим чертежам 10057-68,  
Д203346-КМ

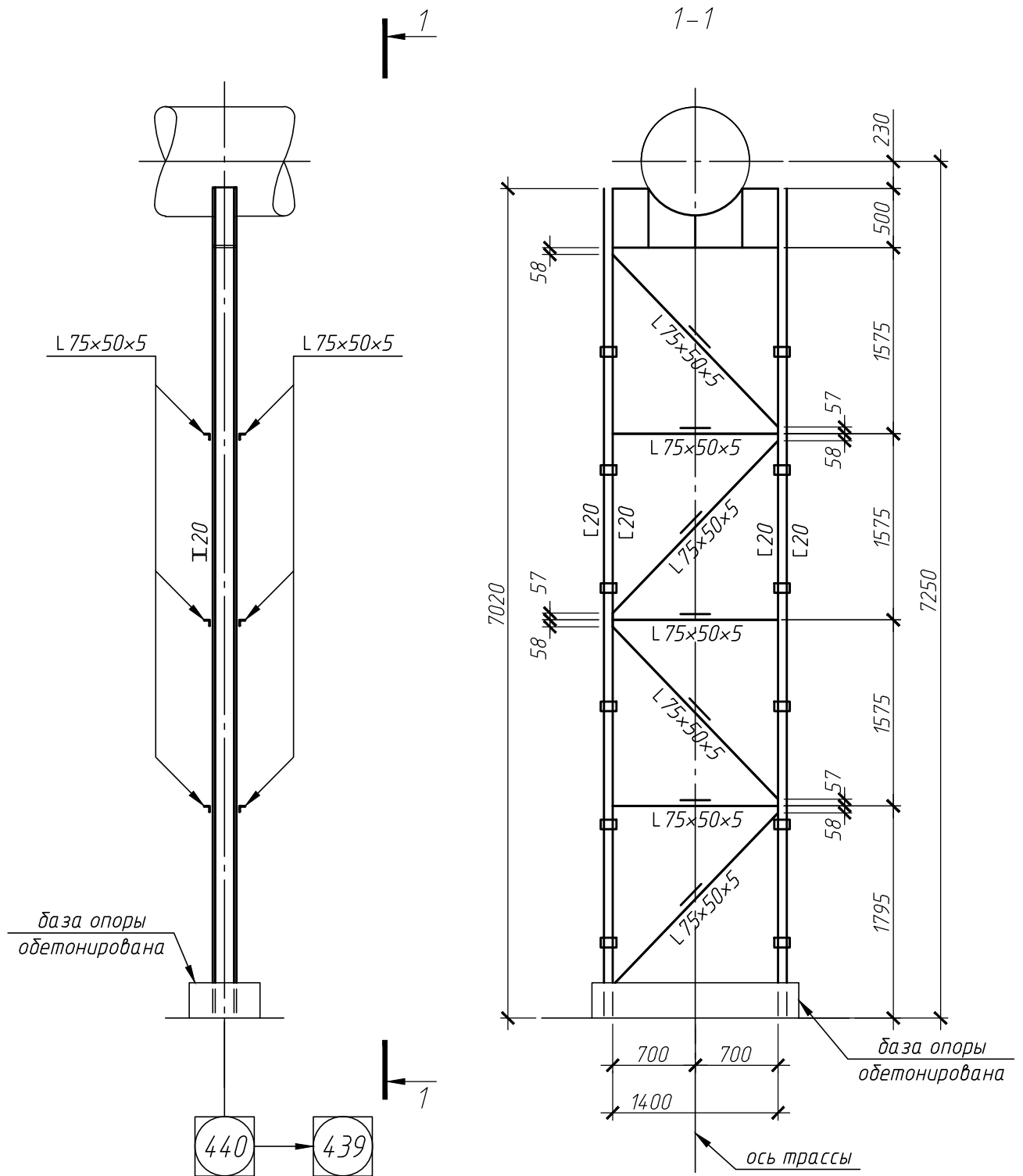


Опора К6а выполнена по существующим чертежам Д203346-КМ

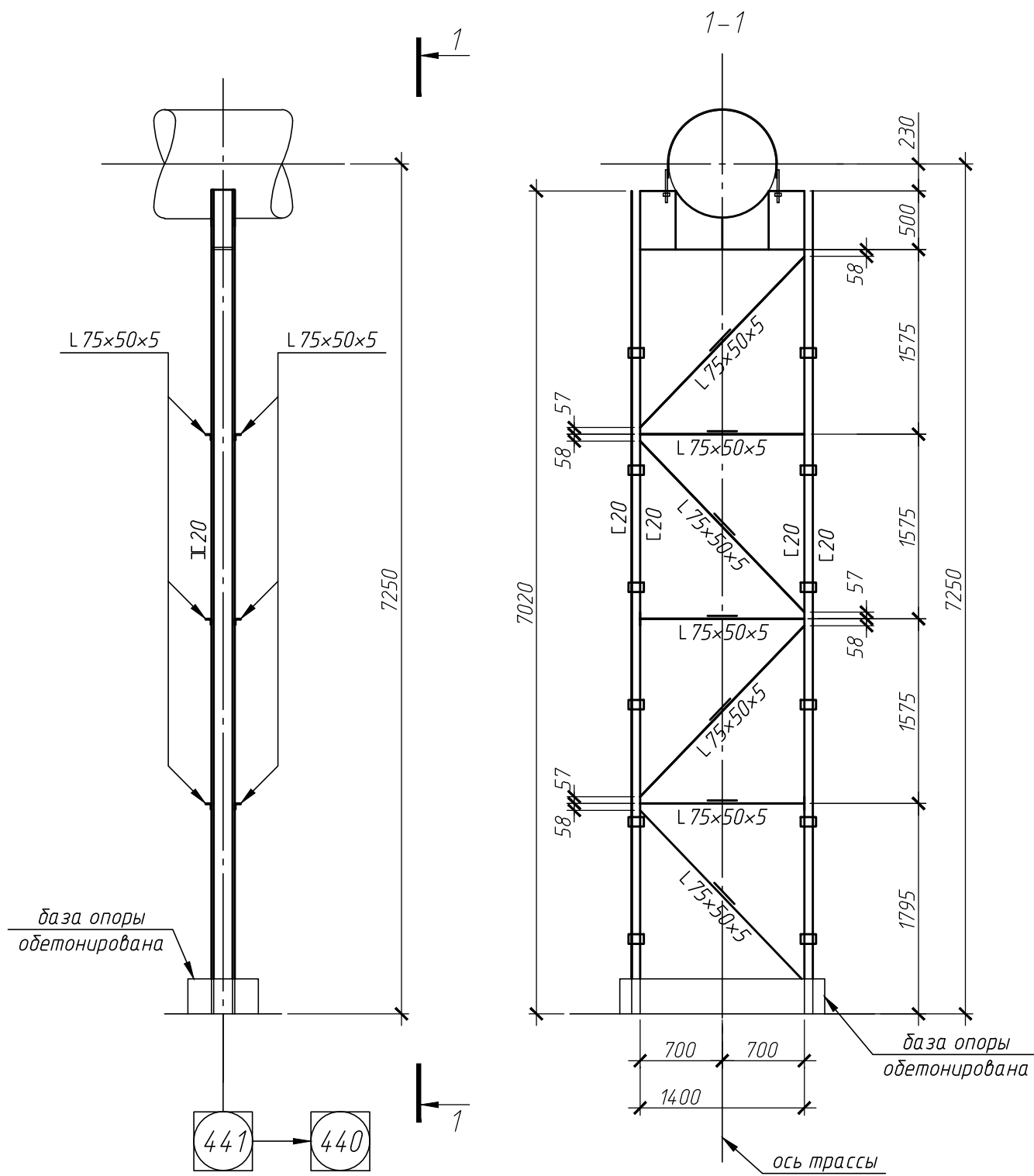


Опора К7 выполнена по существующим чертежам 10057-66, Д203346-КМ

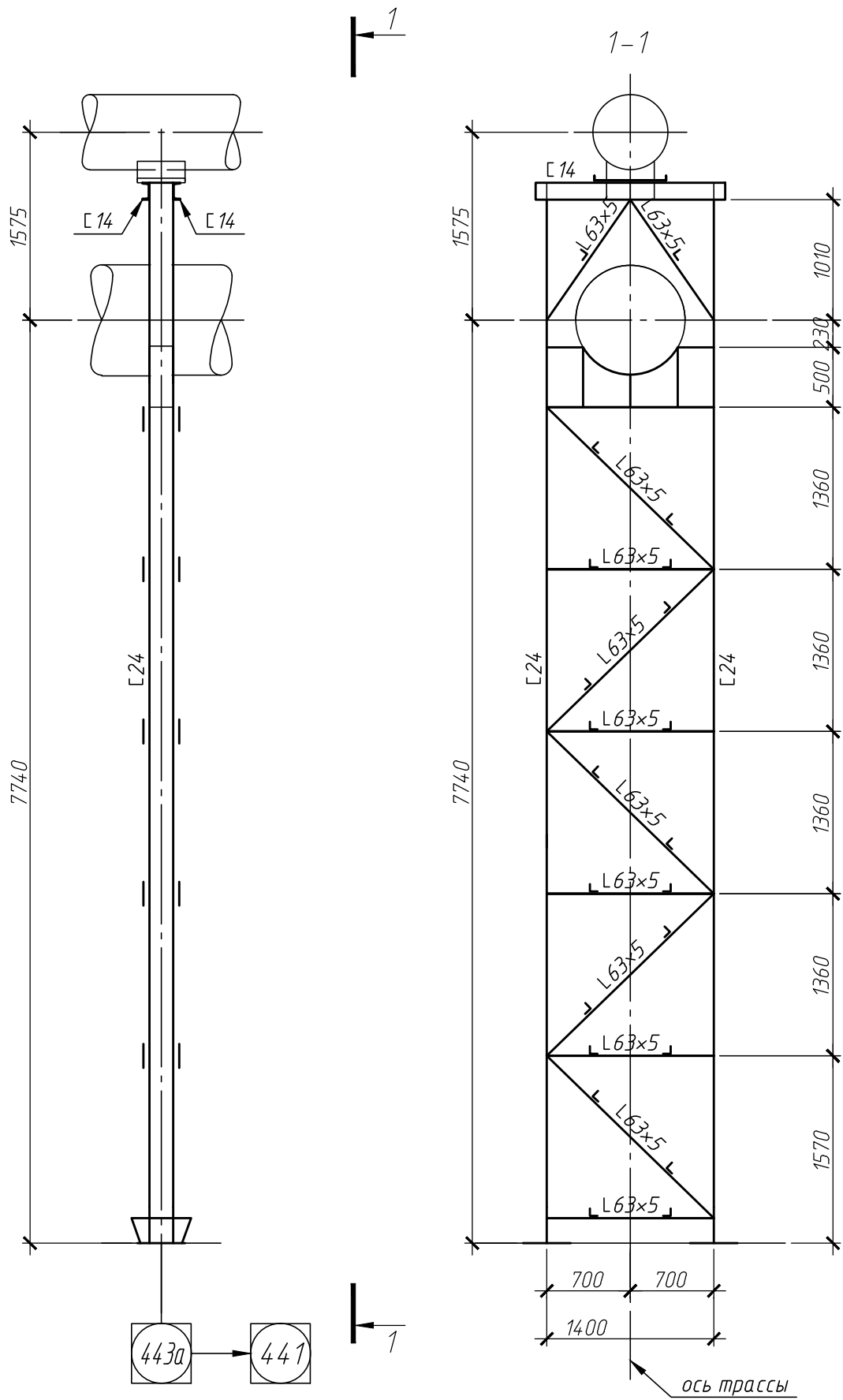
Рисунок 22 - Опора К7. Трасса в осях 433-455а



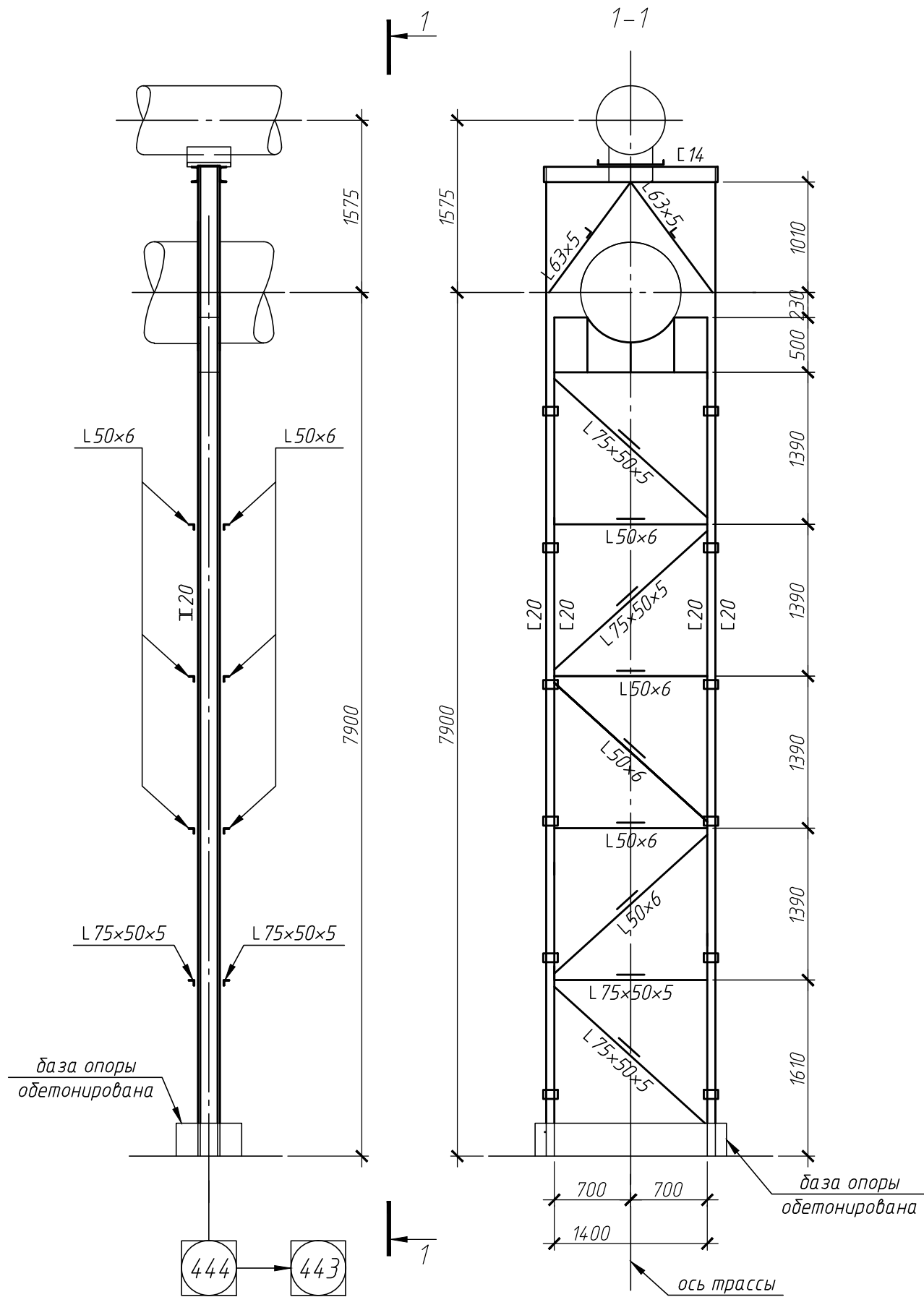
Opора K8 выполнена по существующим чертежам 10057-66,  
Д203346-КМ



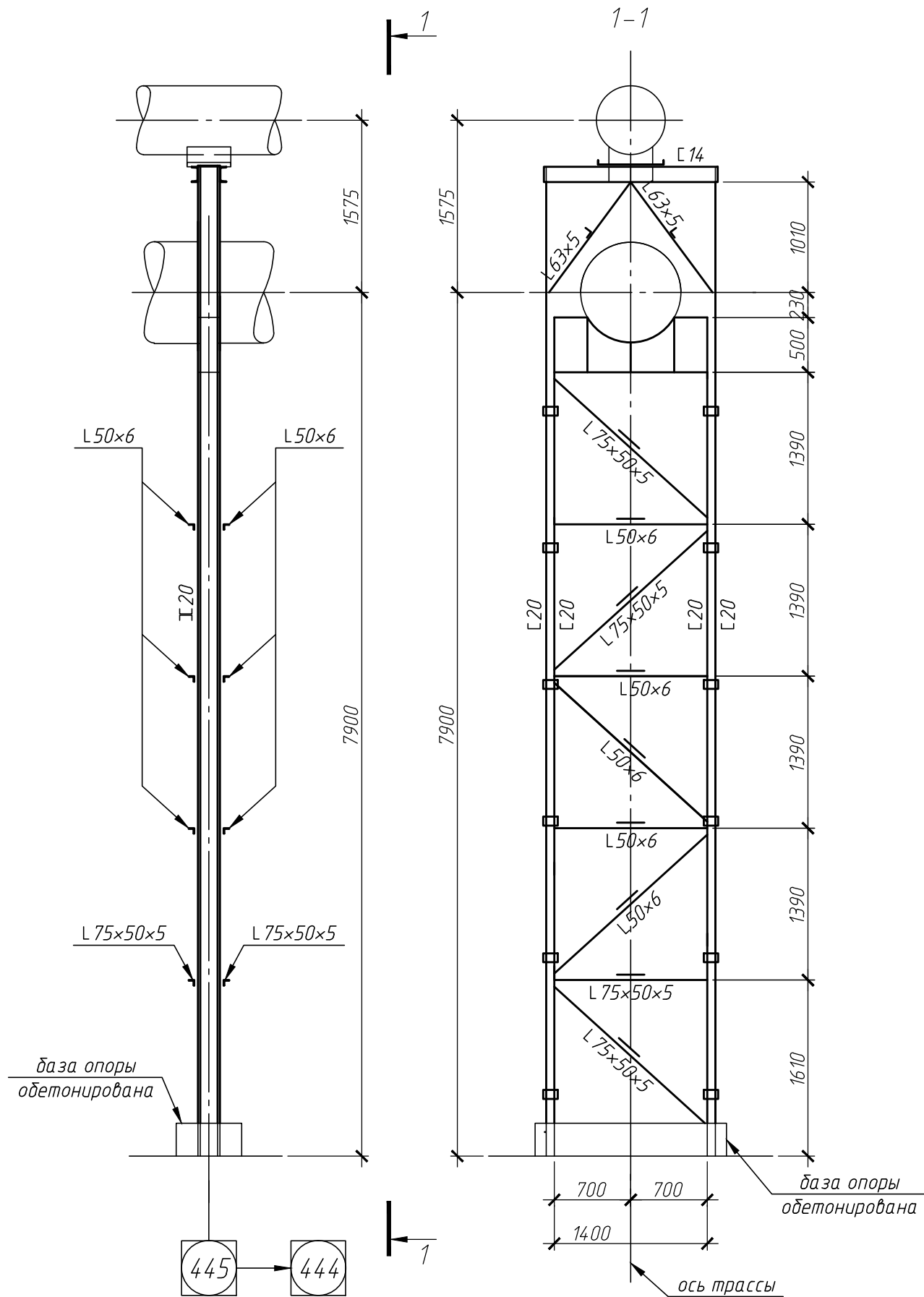
Опора К9 выполнена по существующим чертежам 10057-66,  
Д203346-КМ



Опора К10 выполнена по существующим чертежам Д203346-КМ

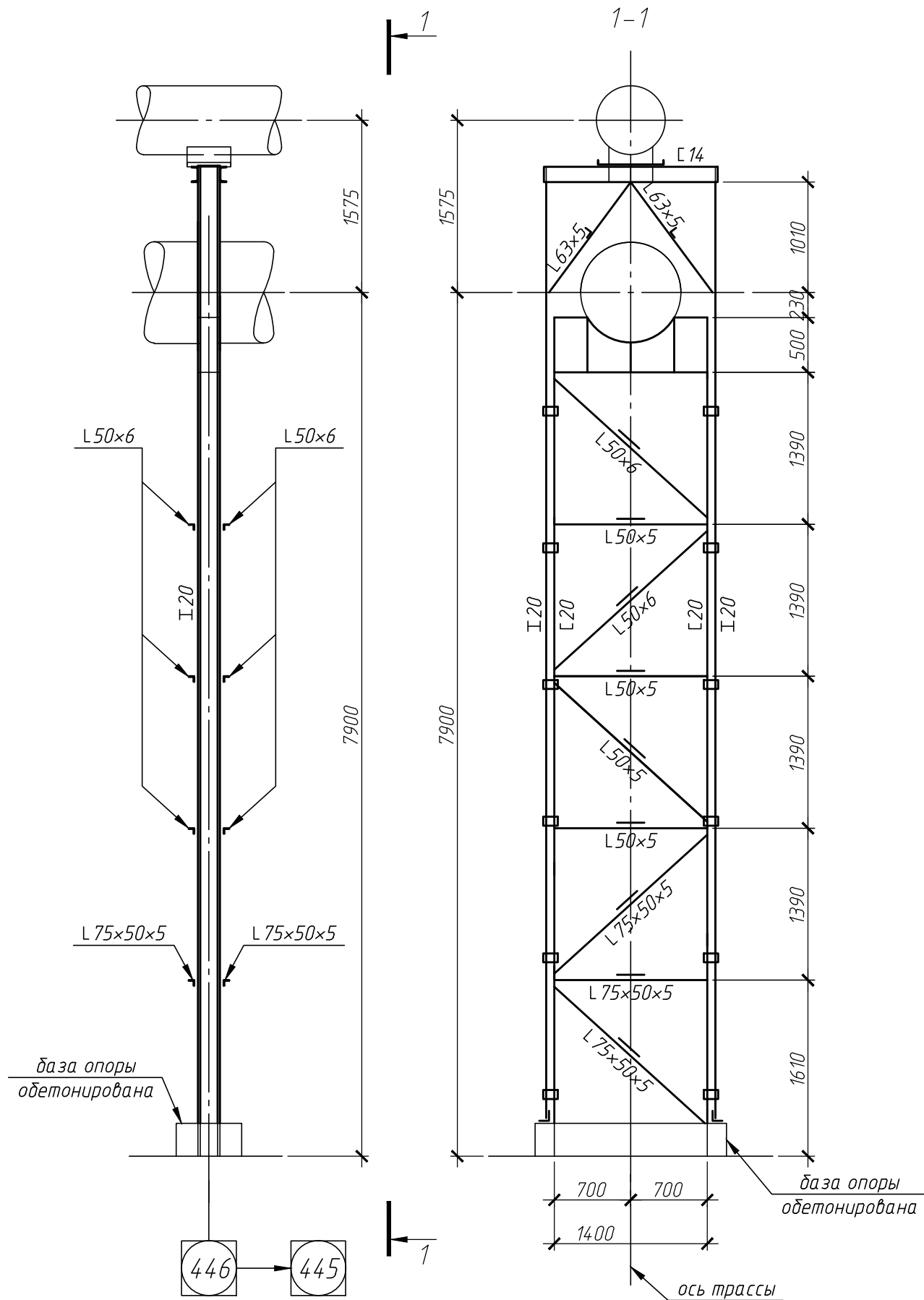


Opора K11 выполнена по существующим чертежам 10057-66,  
Д203346-КМ

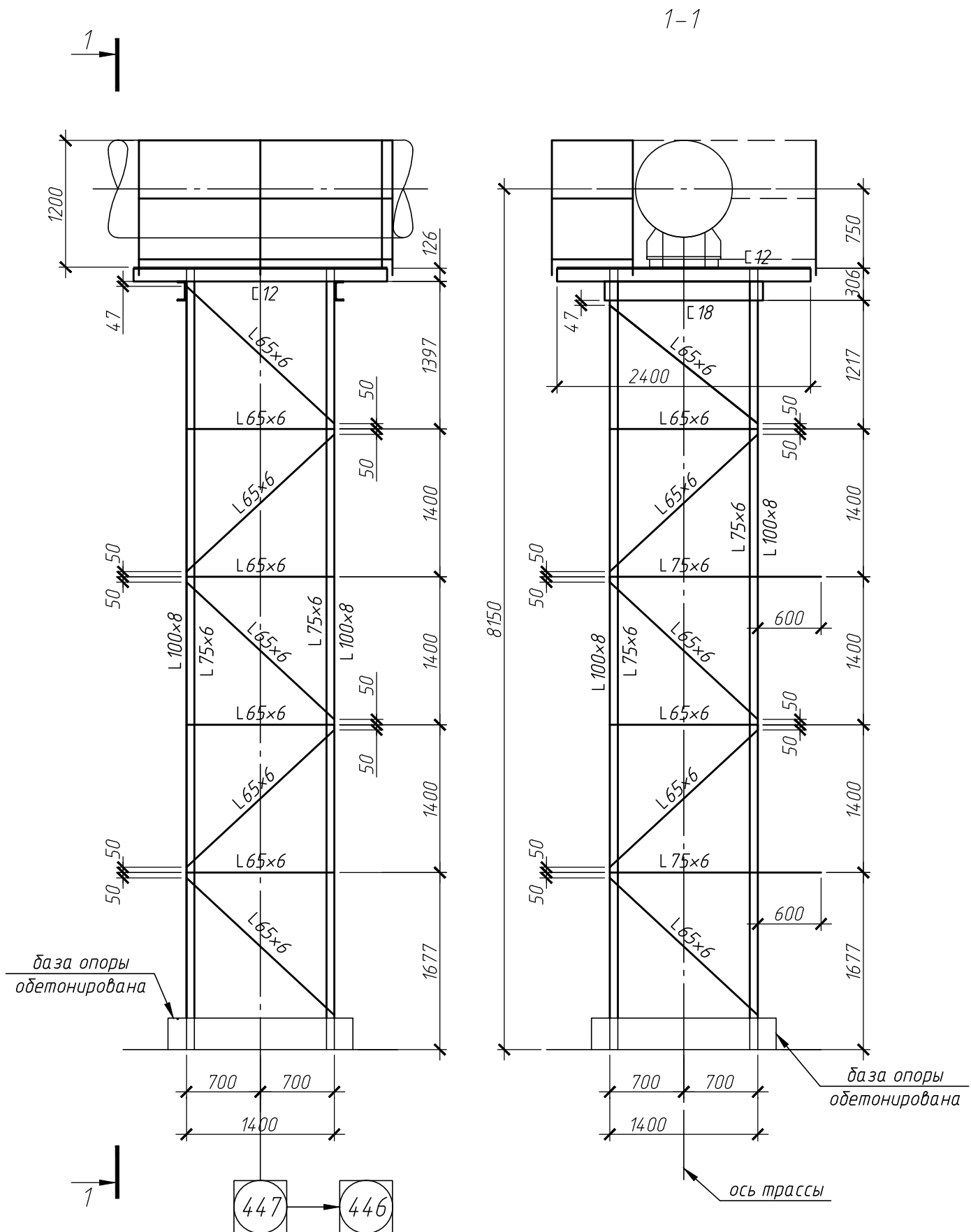


Opора K12 выполнена по существующим чертежам 10057-66,  
Д203346-КМ

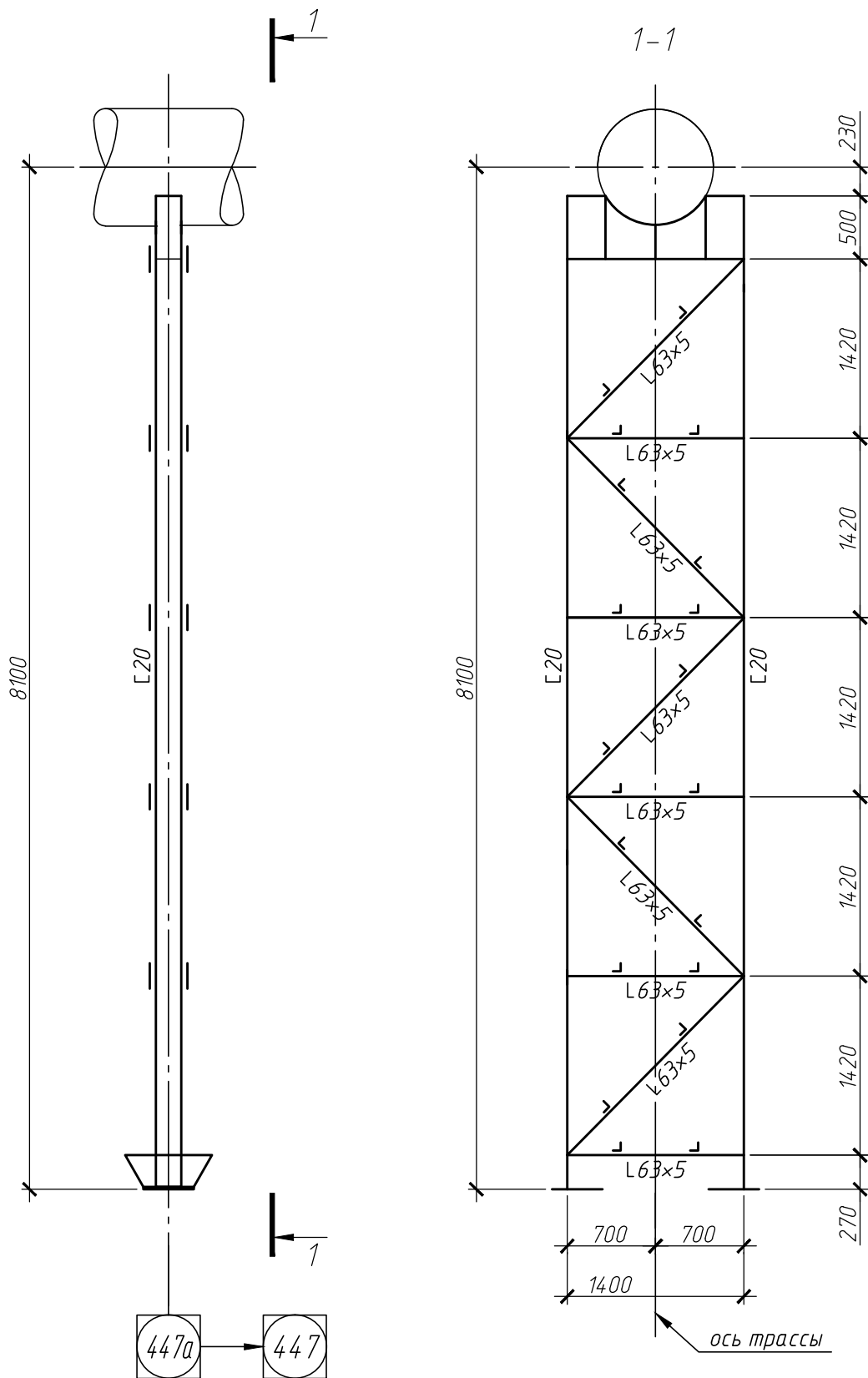




Opора K13 выполнена по существующим чертежам 10057-66,  
Д203346-КМ

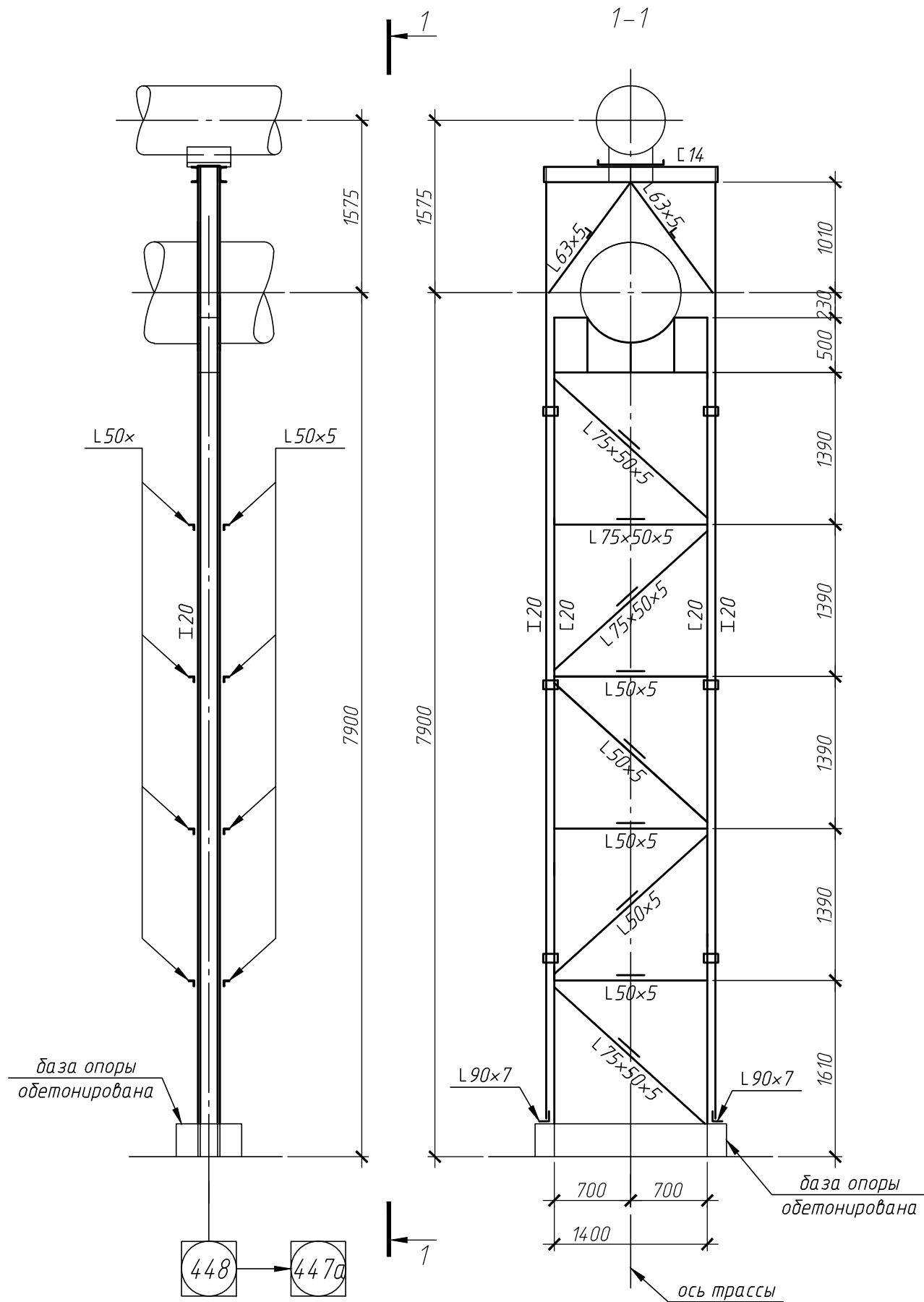


*Опора К14 выполнена по существующим чертежам 10057-68,  
Д203346-КМ*



Opора K14 выполнена по существующим чертежам 10057-66, Д203346-КМ

Рисунок 30 – Opора K14a. Трасса в осях 433-455a



Опора К15 выполнена по существующим чертежам 10057-66,  
Д203346-КМ

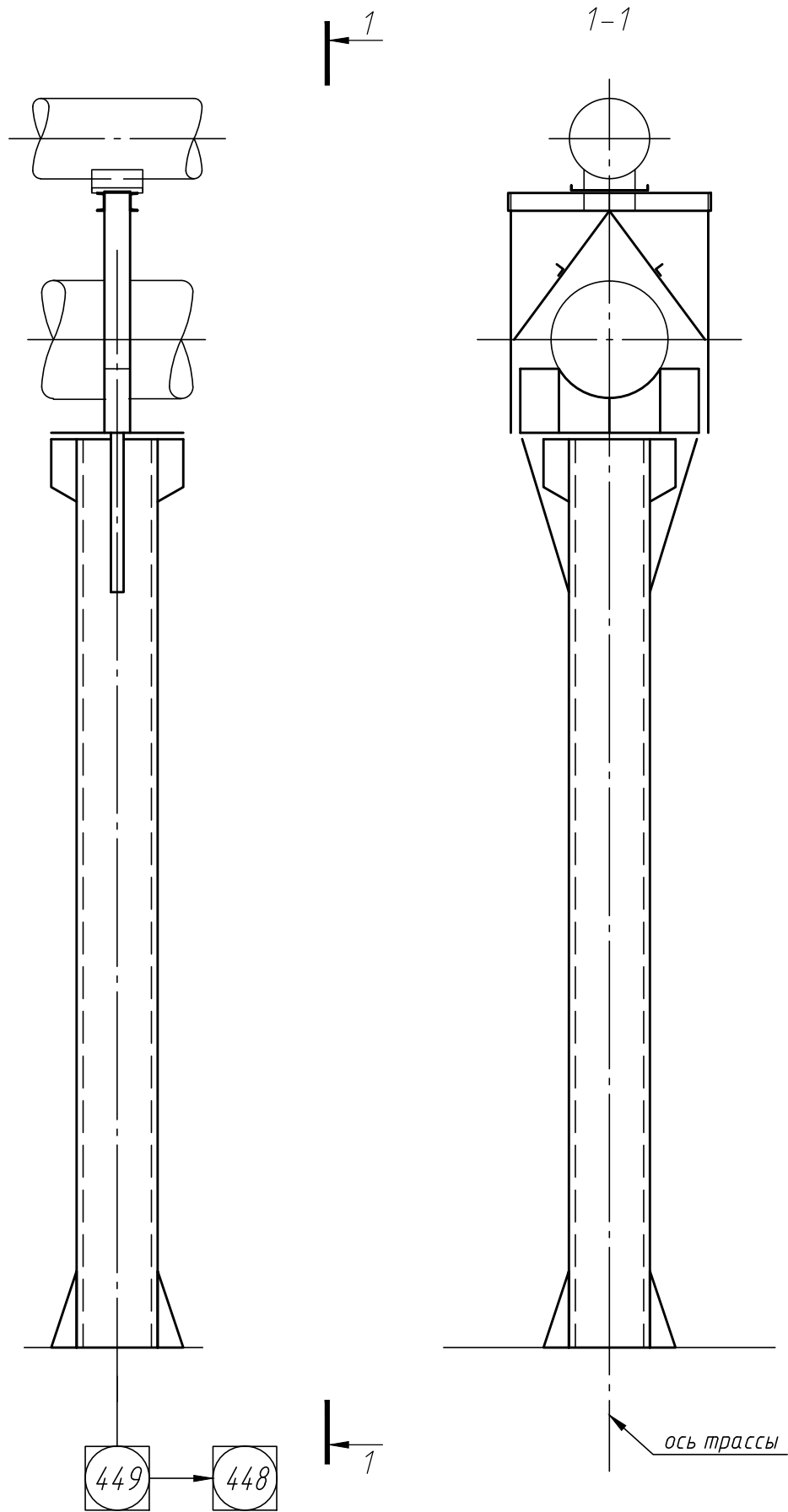


Рисунок 32 – Опора К16. Трасса в осях 433–455а

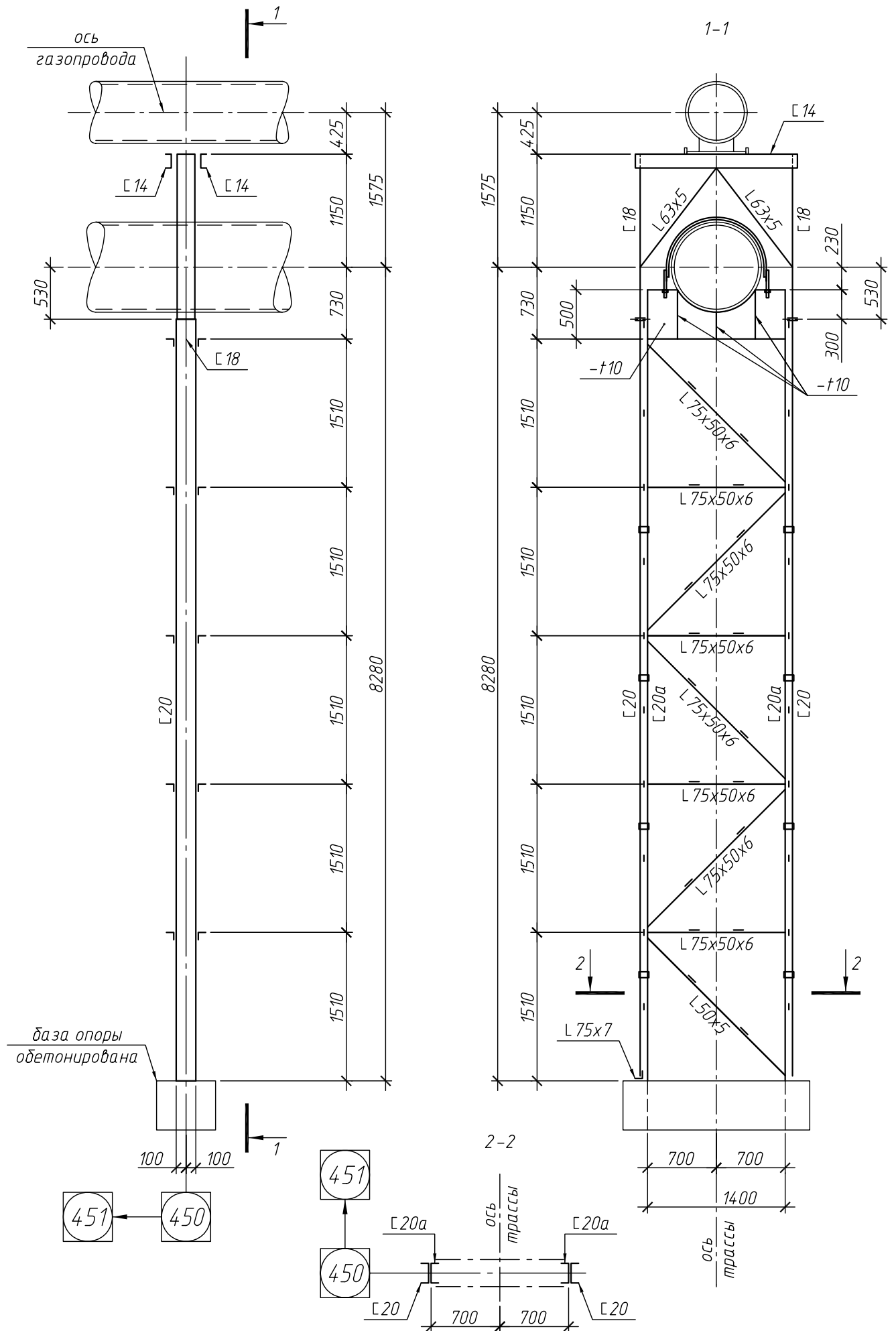


Рисунок 33 - Опора K17. Трасса в осях 433-455а

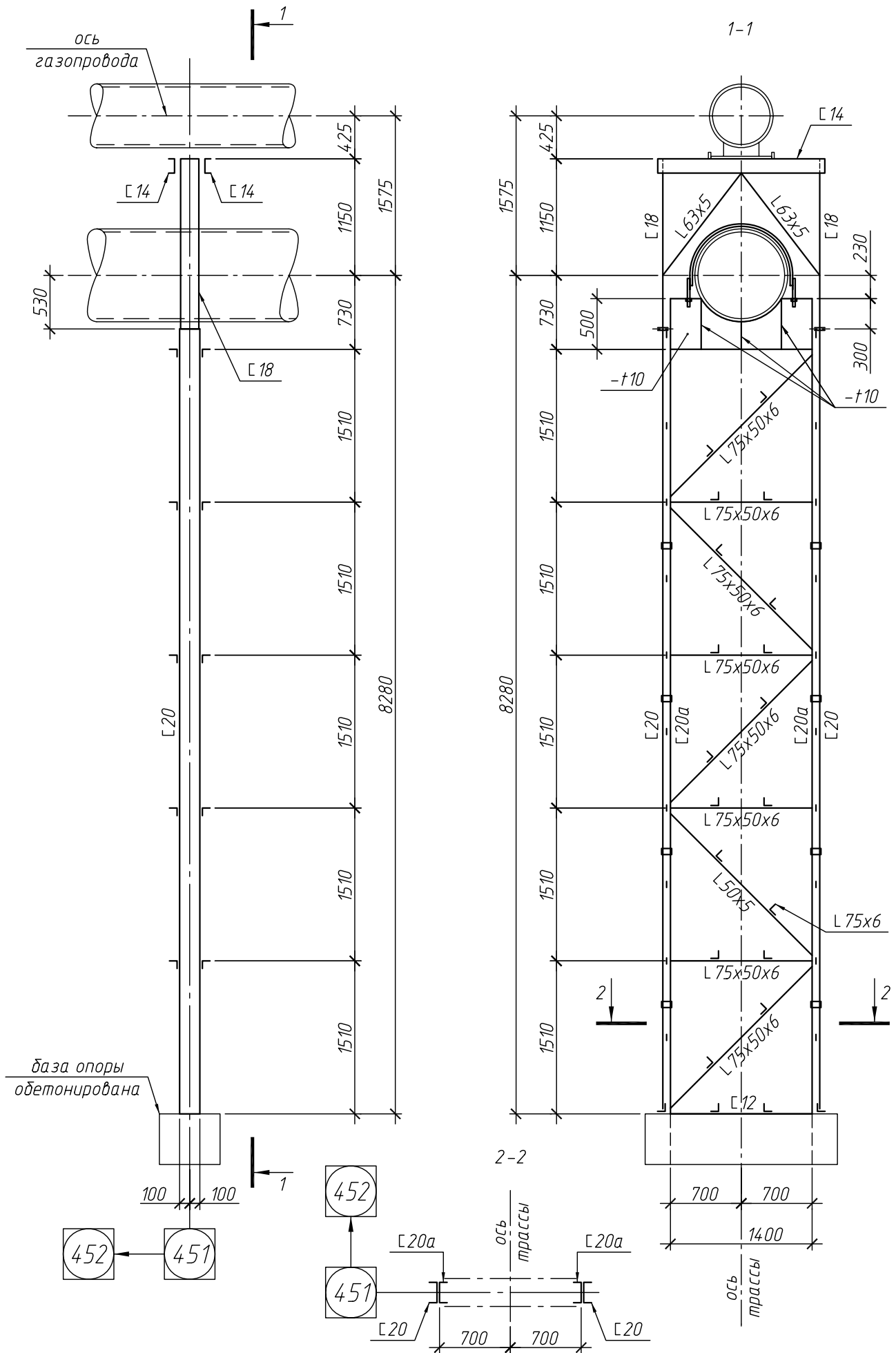


Рисунок 34 - Опора К18. Трасса в осях 433-455а

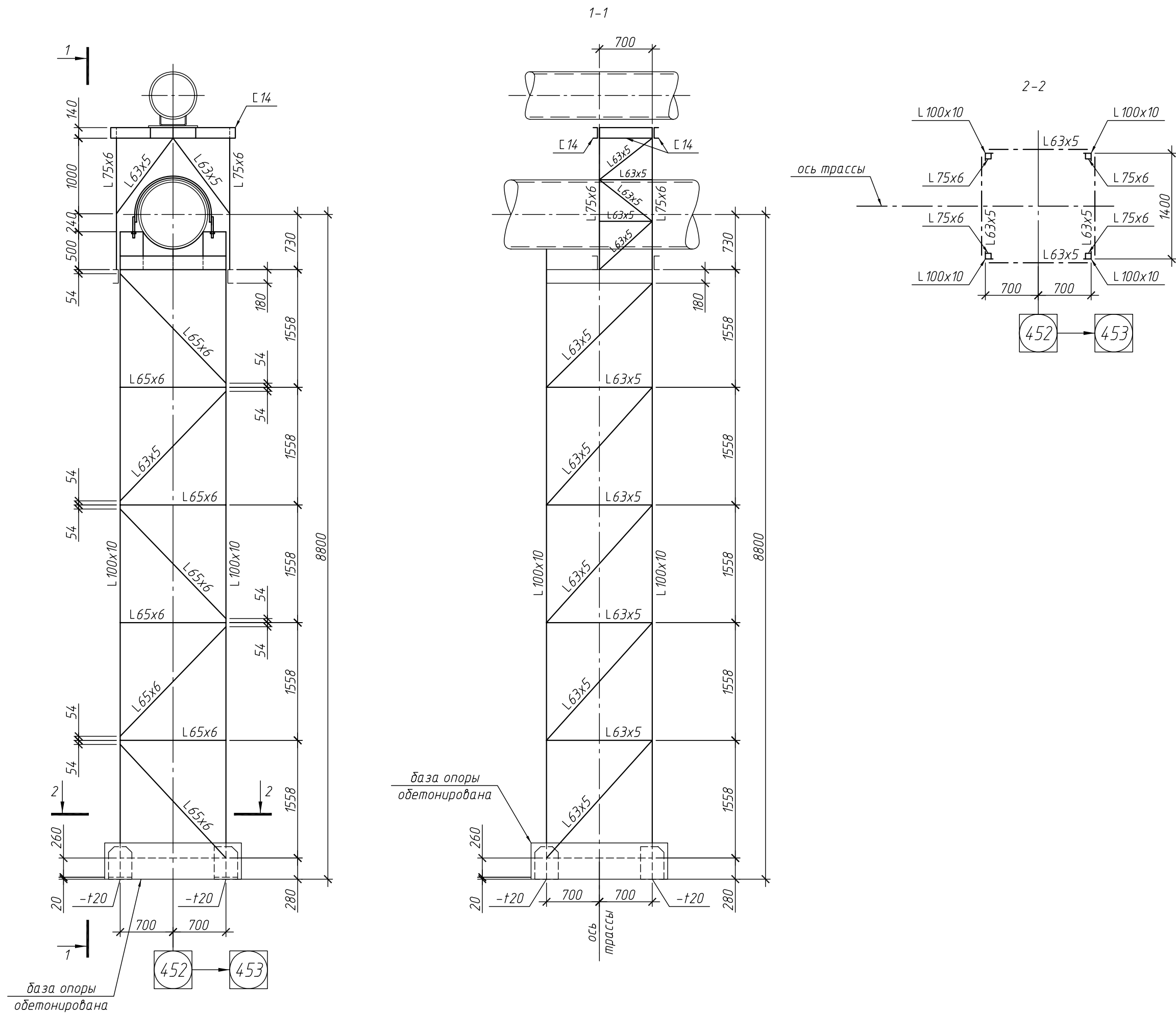


Рисунок 35 – Опора K19. Трасса в осях 433–455а



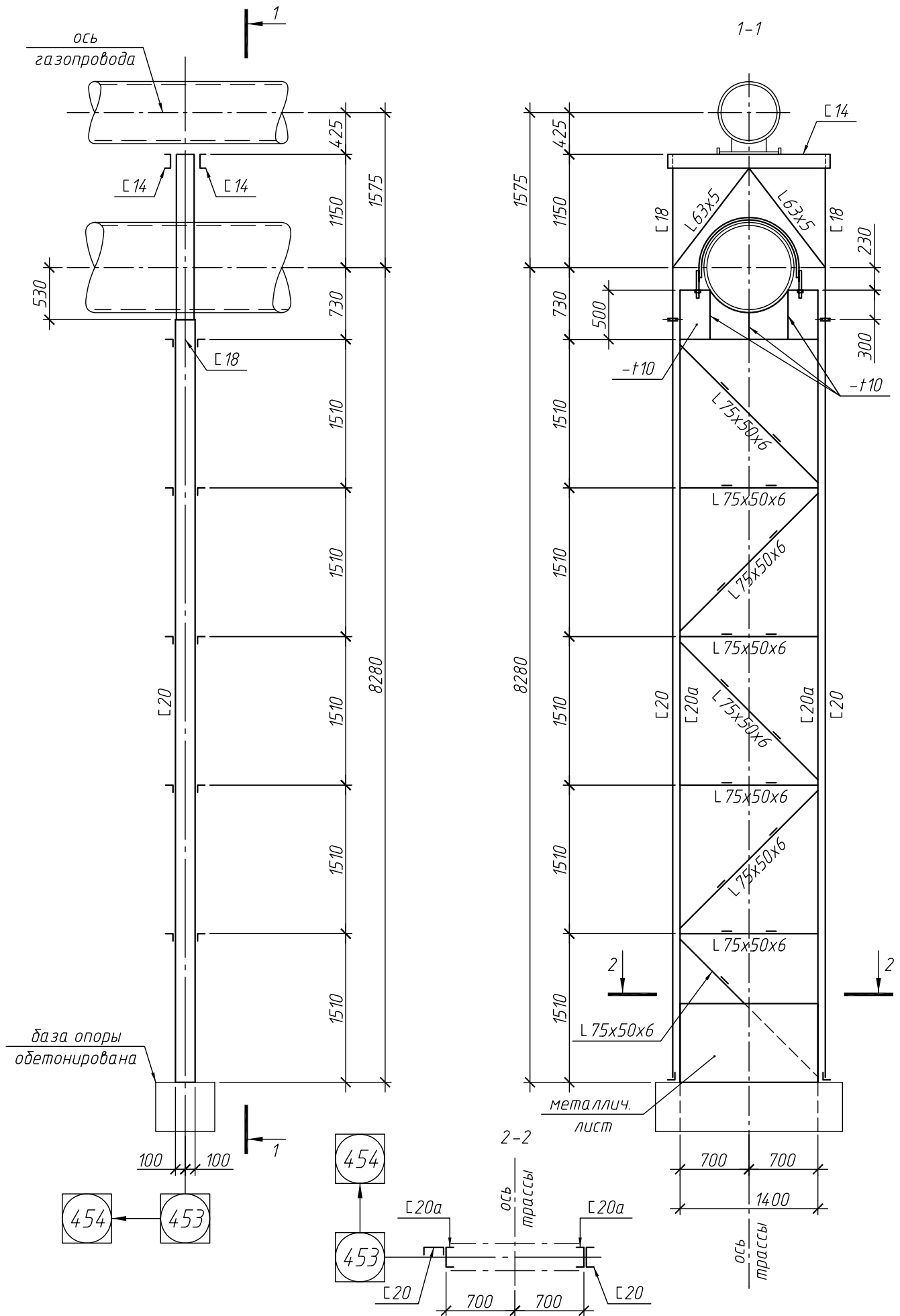
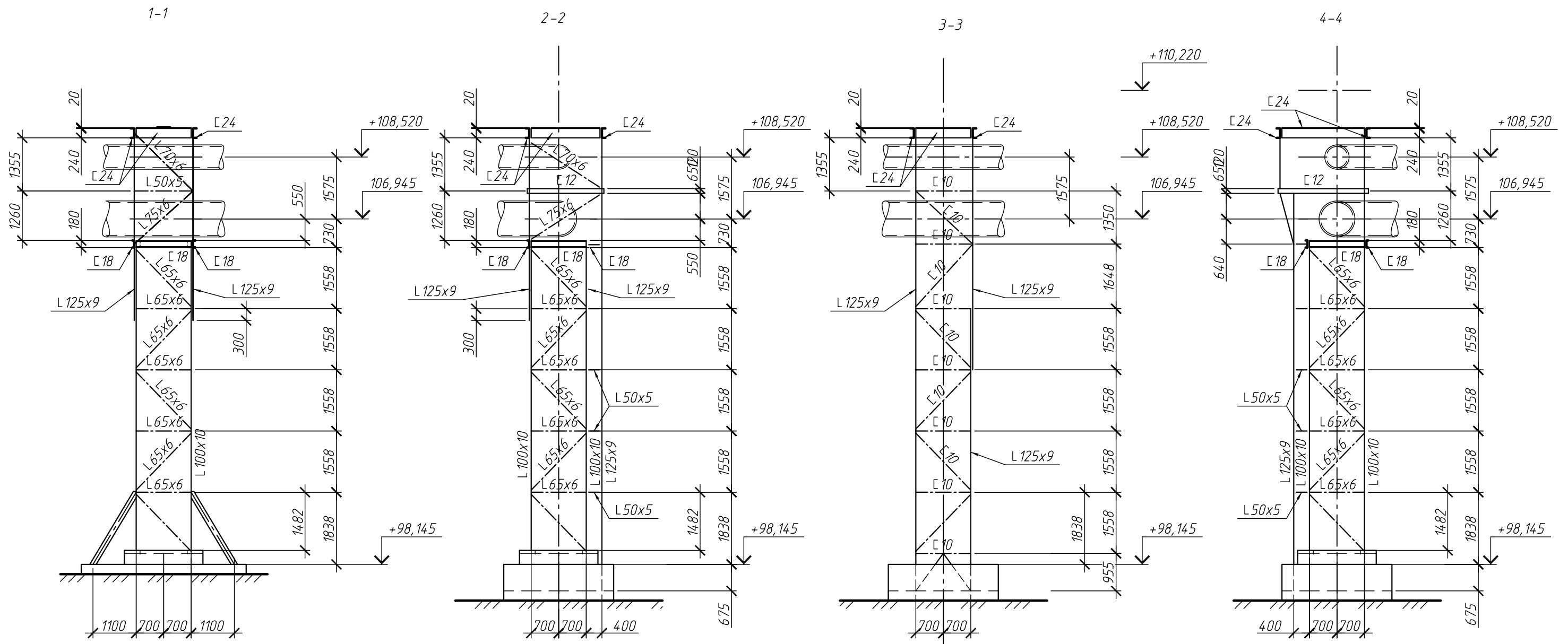
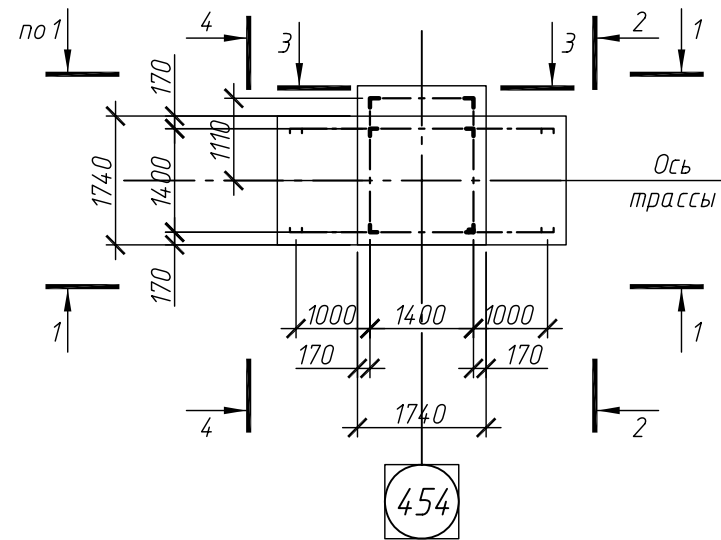


Рисунок 36 - Опора К20. Трасса в осях 433-455а



Примечание:  
 1. Опора К21 выполнена по существующим  
 чертежам 10057-66; Д203346-КМ

Рисунок 37 – Опора К21. Трасса в осях 433-455а

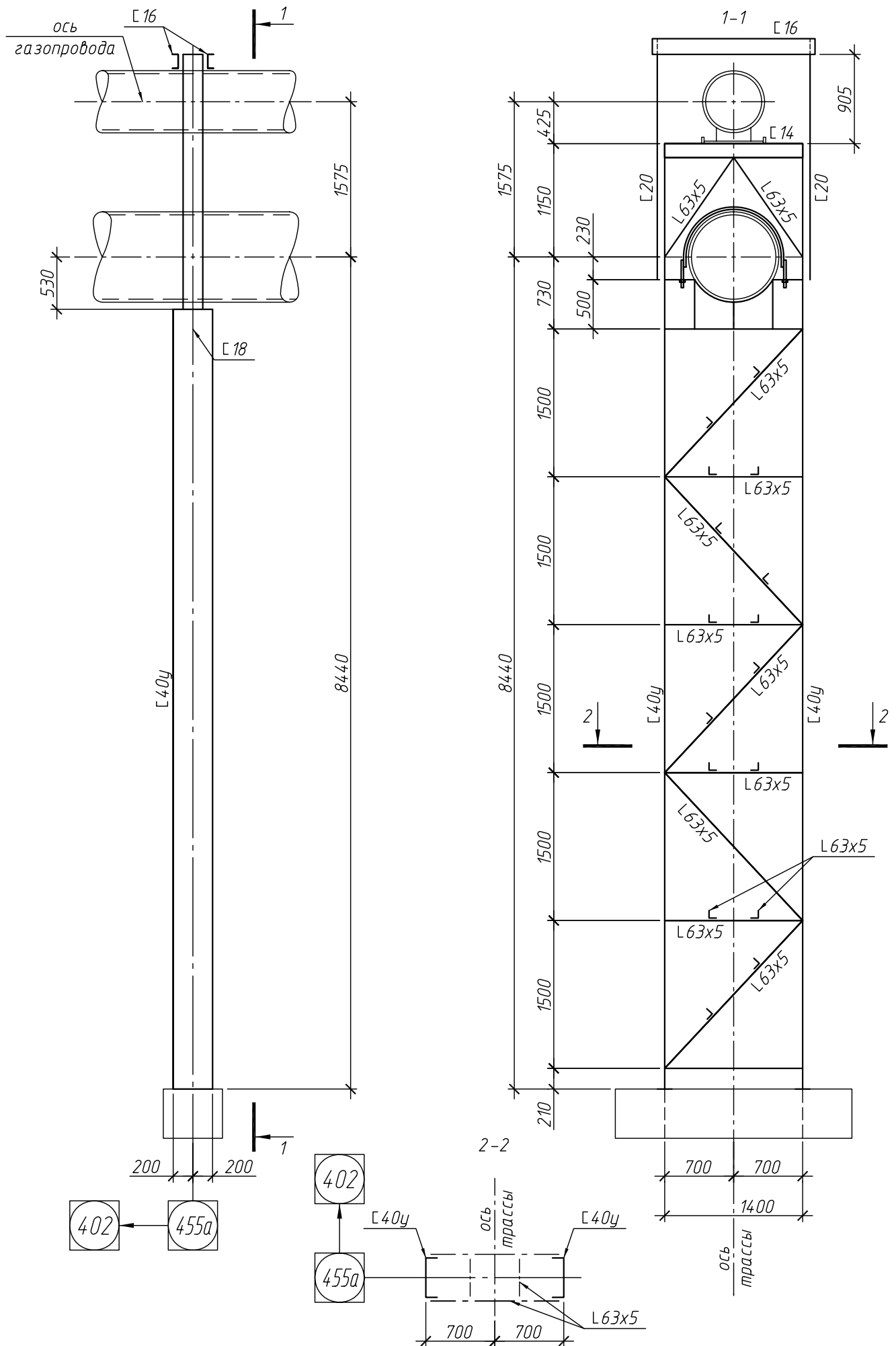


Рисунок 38 - Опора K22. Трасса в осях 433-455a

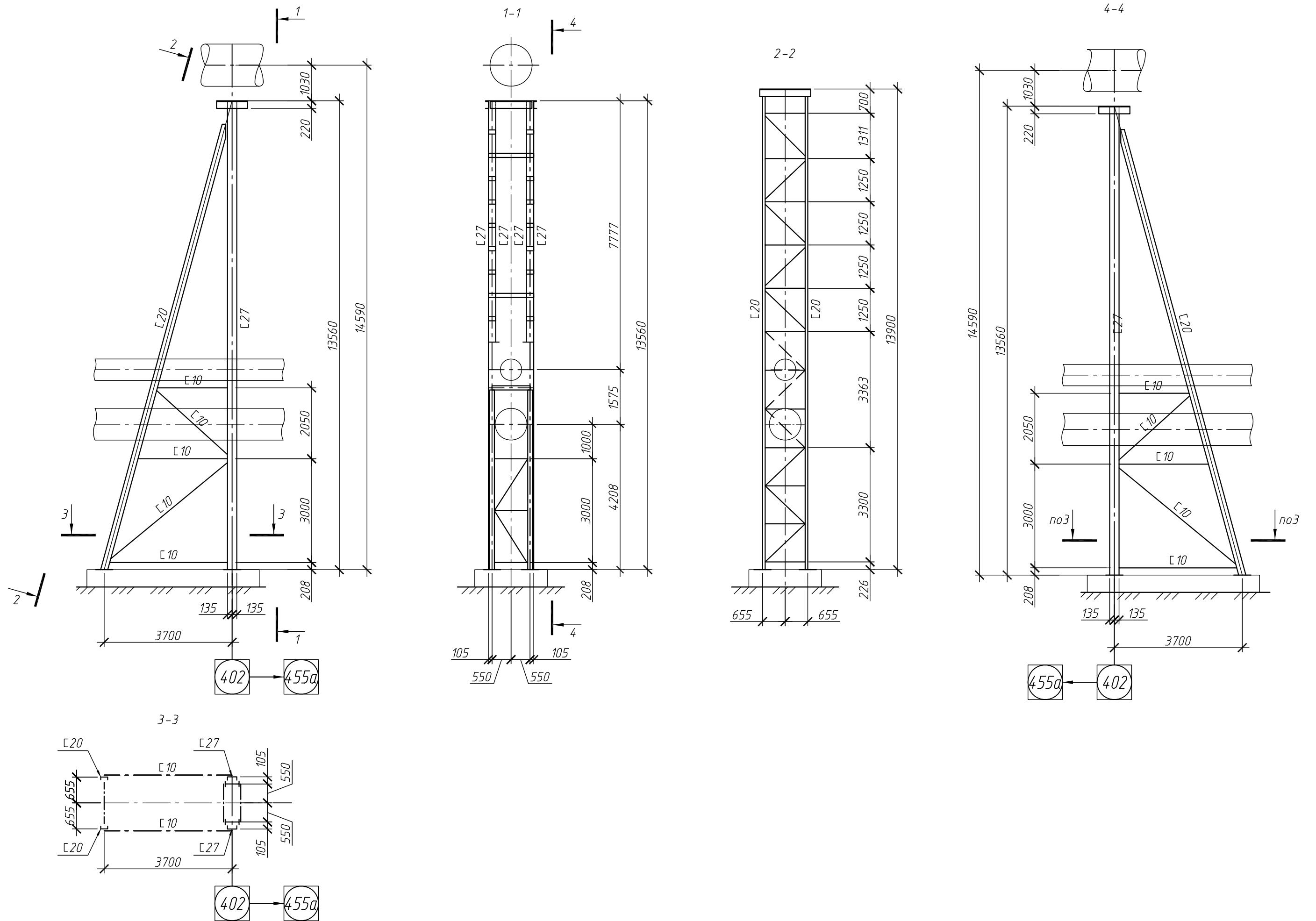
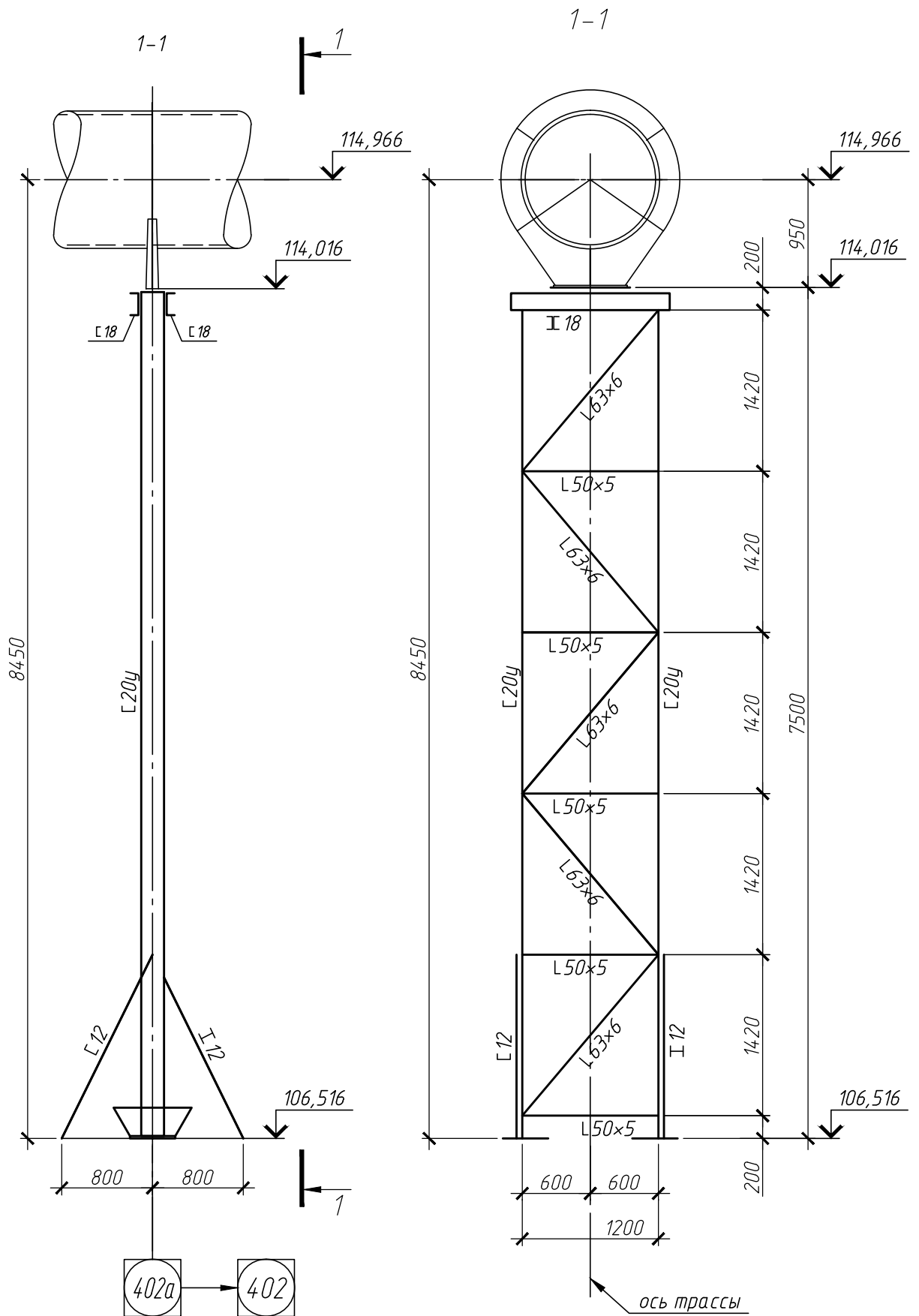
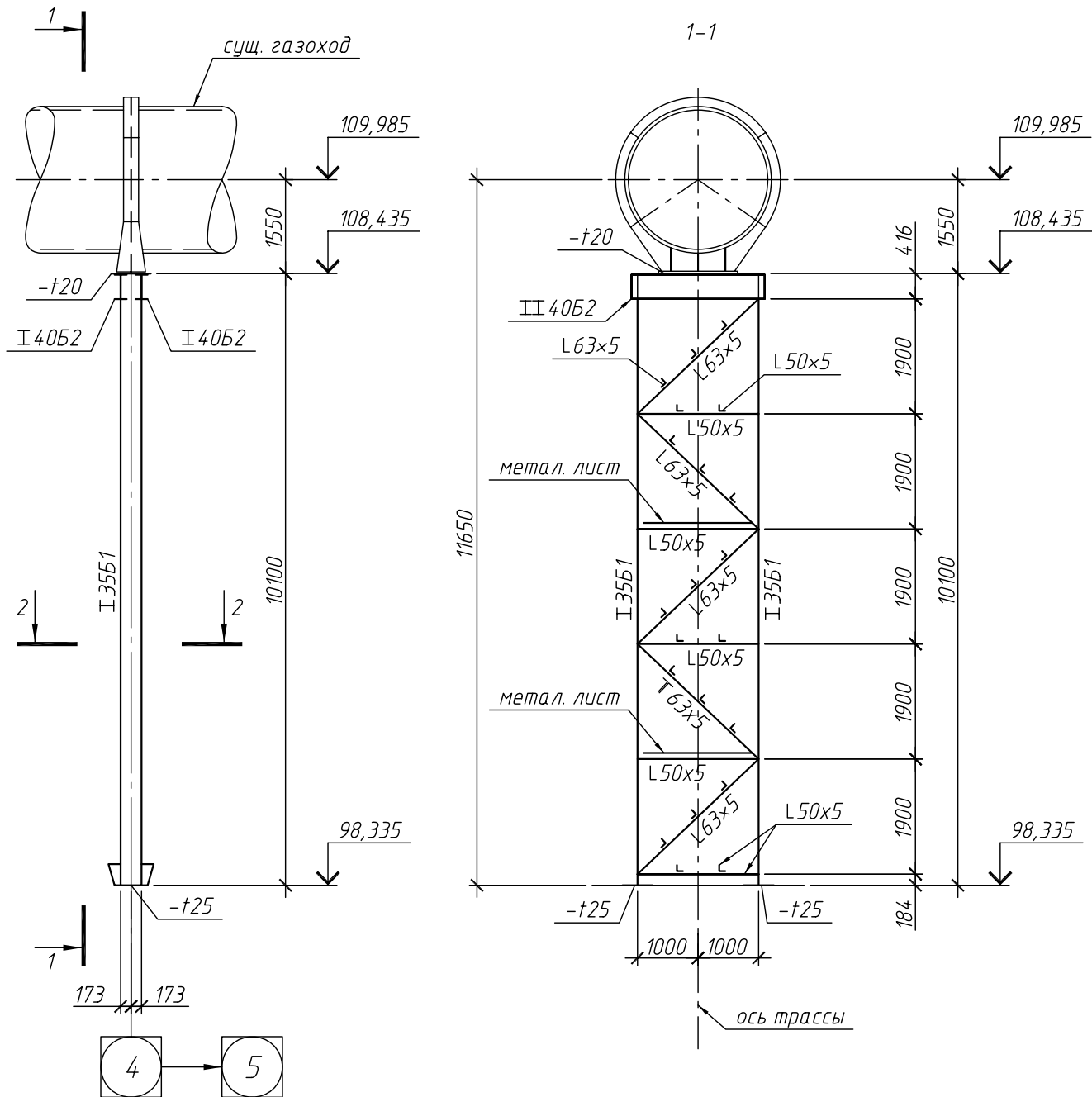


Рисунок 39 - Опора K23. Трасса в осях И-402а, 402



Опора К24 выполнена по существующим чертежам Д237649-КМ



2-2

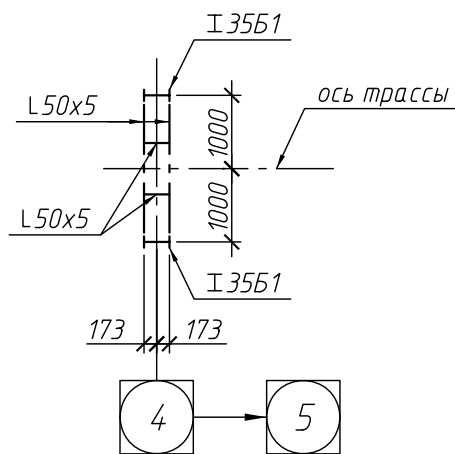
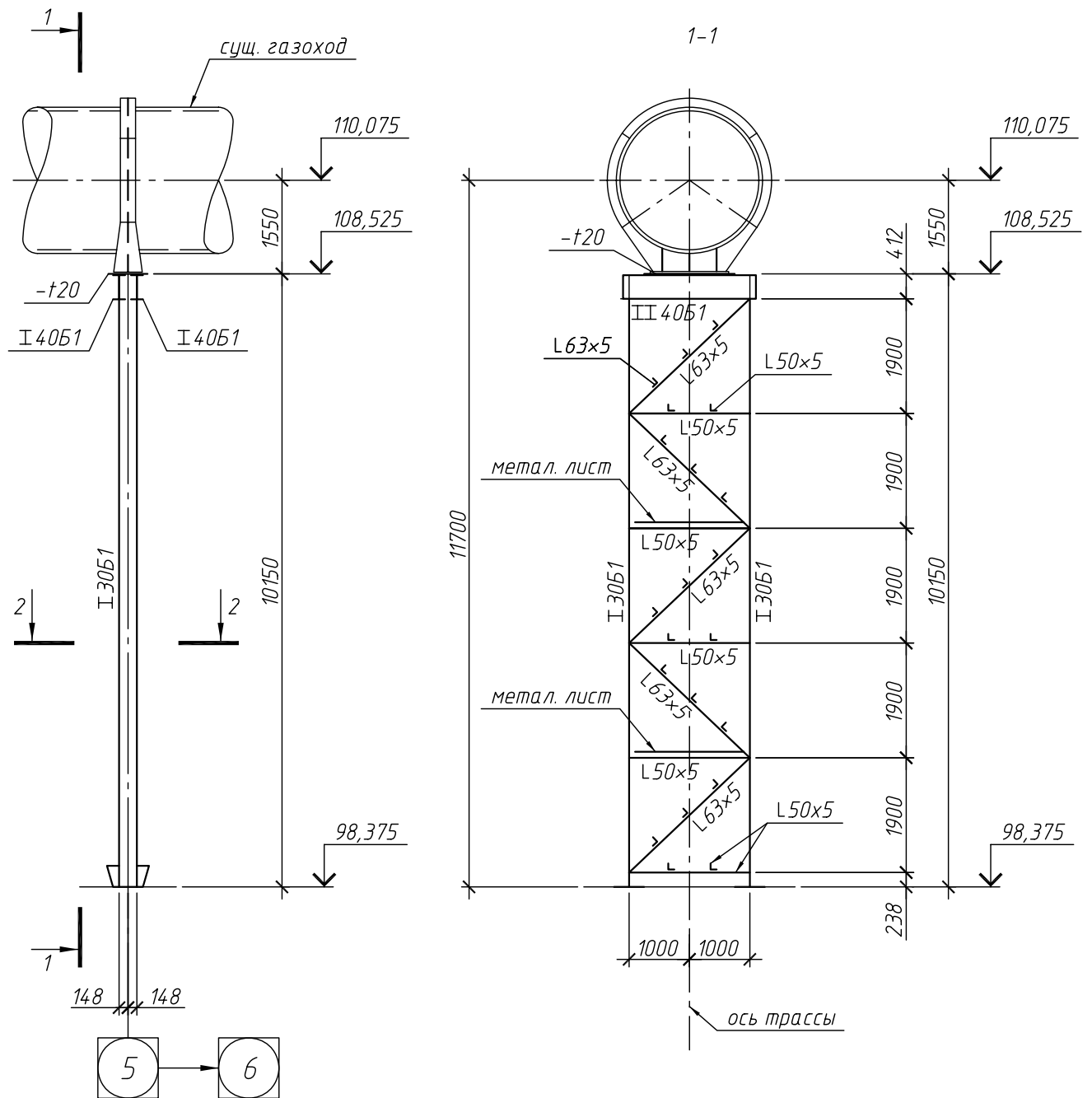


Рисунок 41 – Опора КЗ. Трасса в осях 4-7



2-2

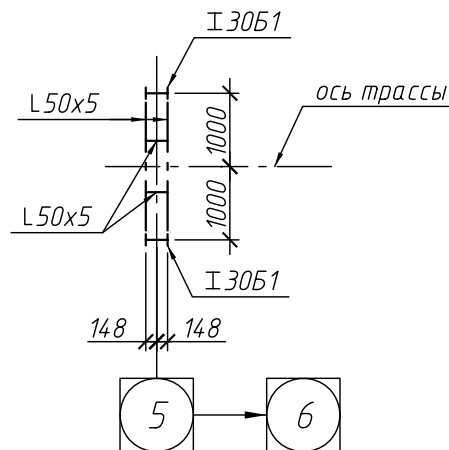
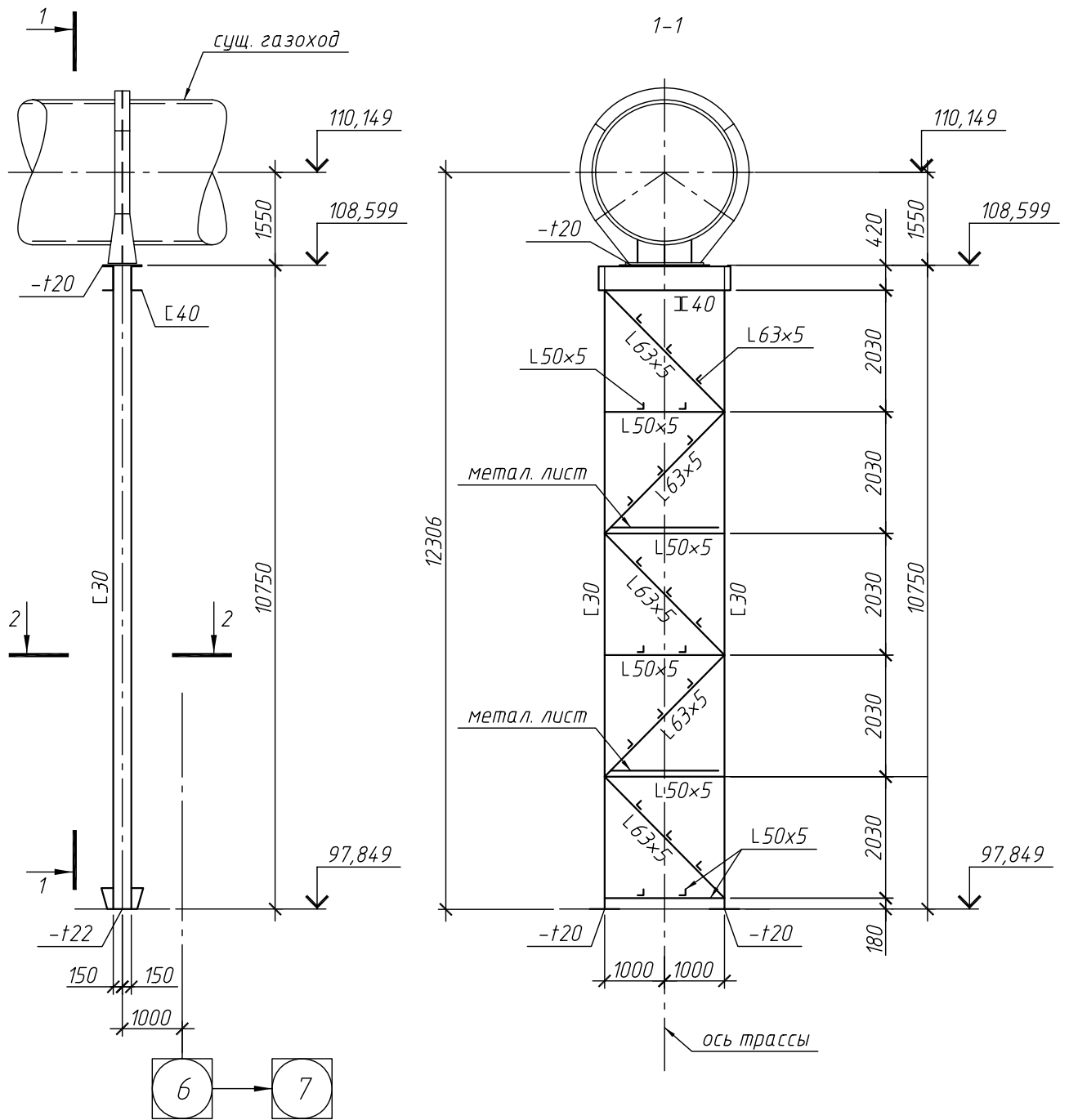


Рисунок 42- Опора К4. Трасса в осях 4-7



2-2

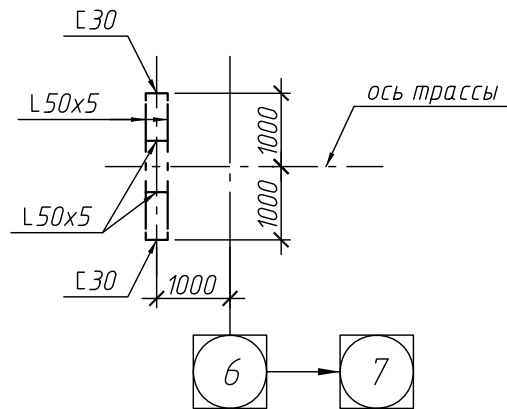
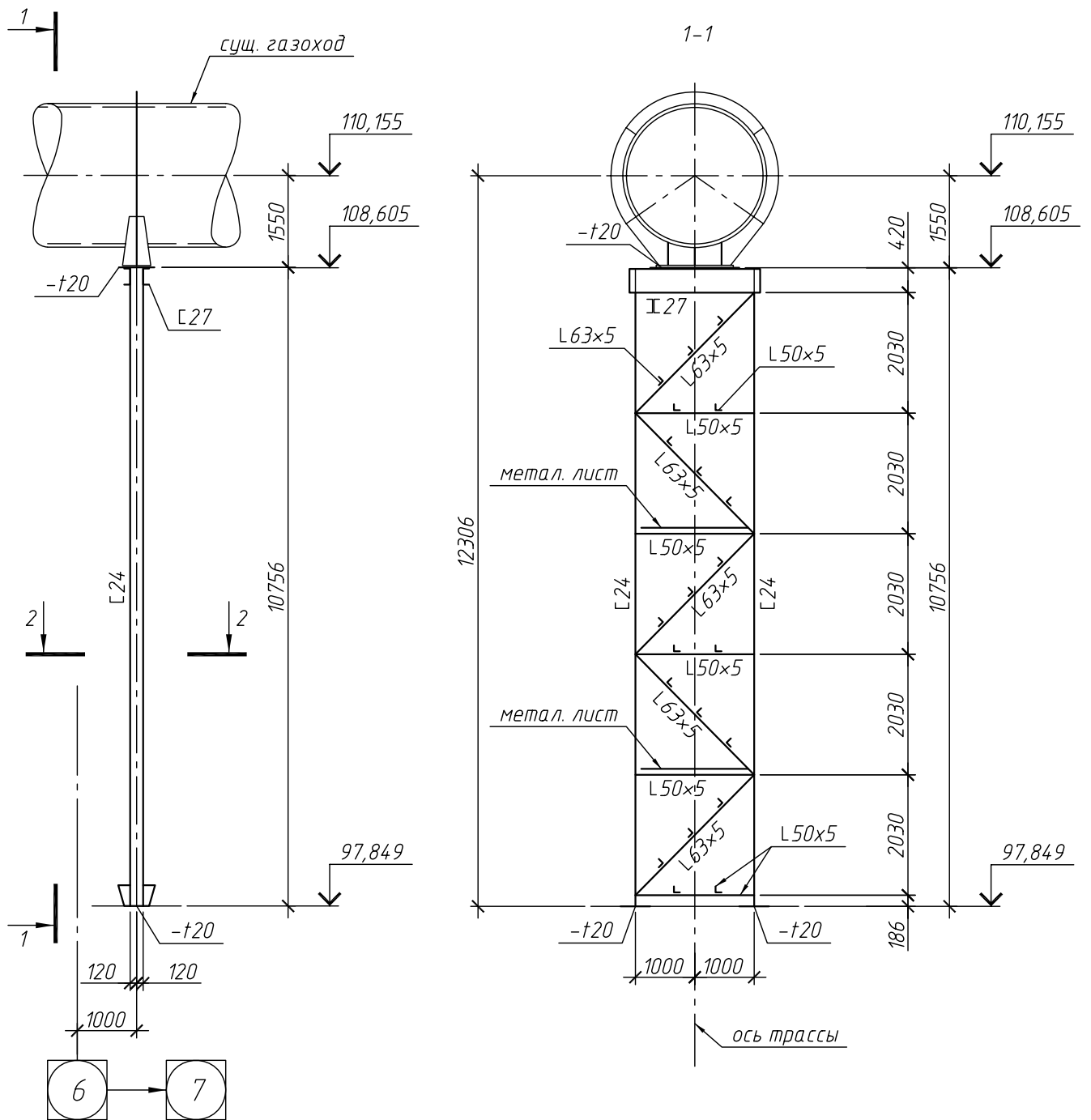


Рисунок 43 - Опора К5. Трасса в осях 4-7





2-2

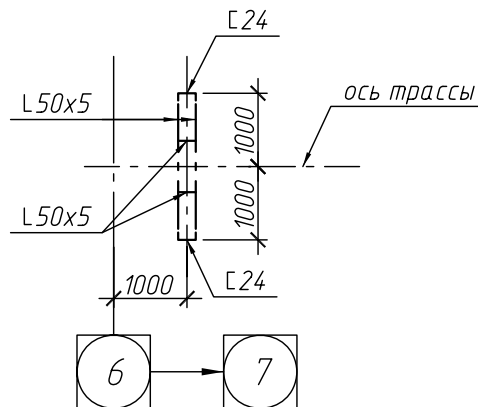


Рисунок 44 - Опора К6. Трасса в осях 4-7

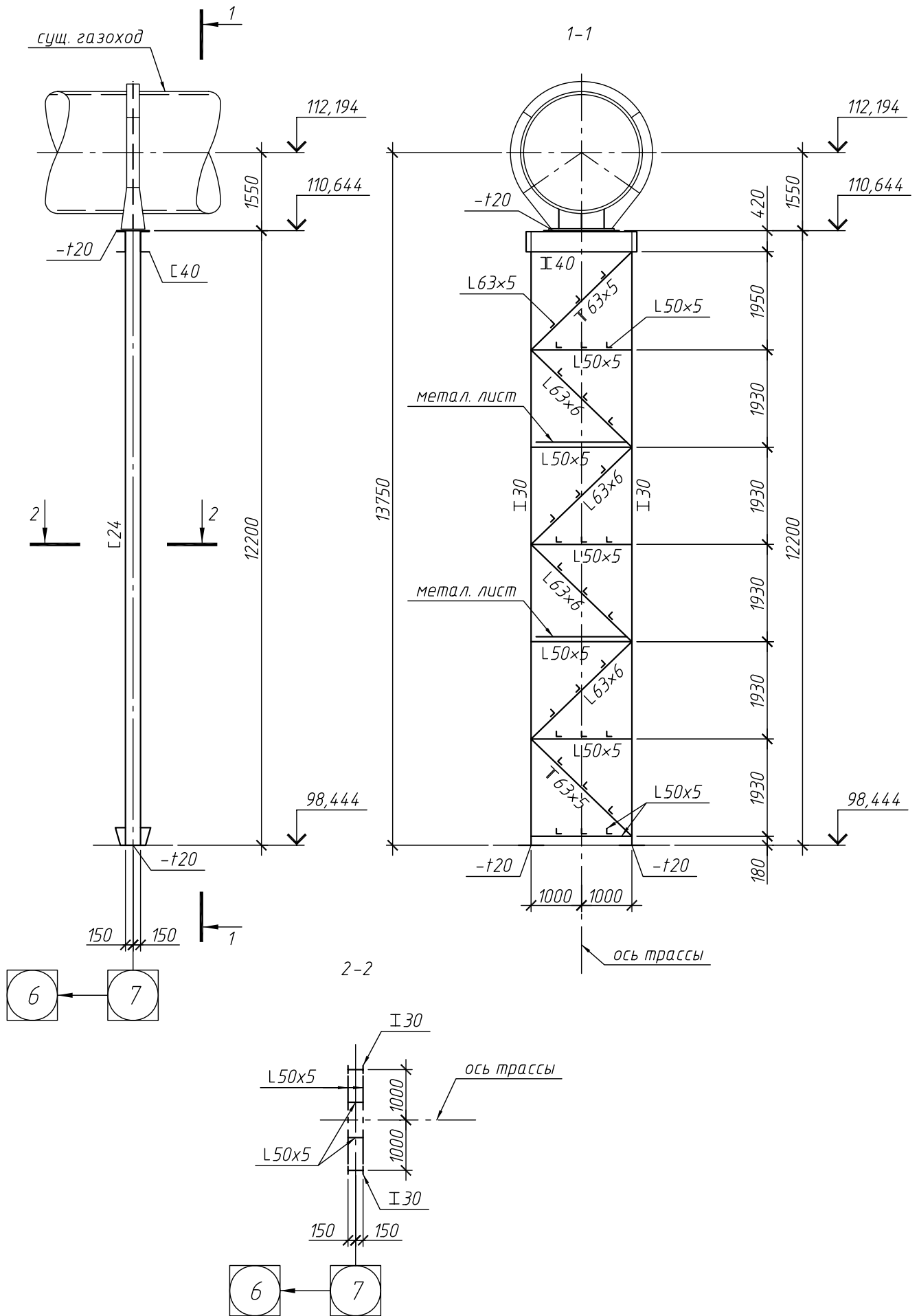
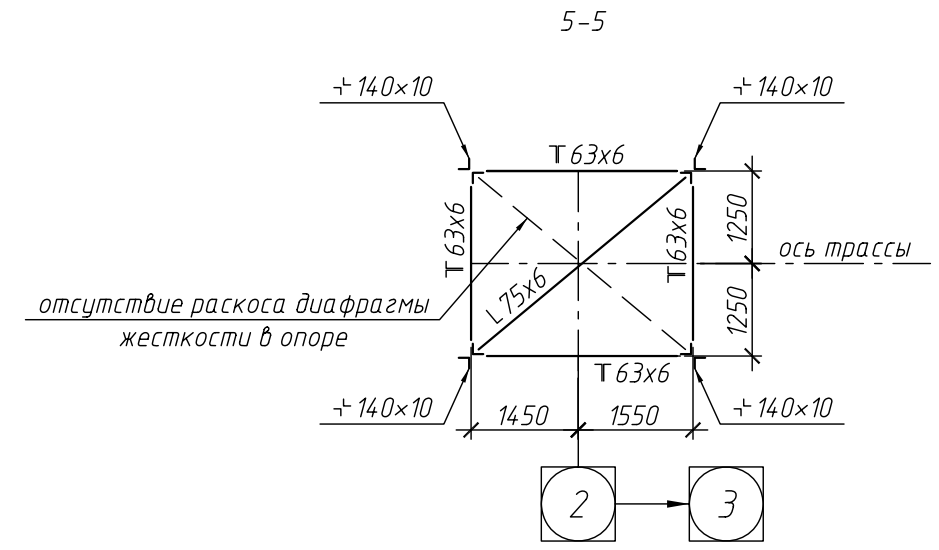
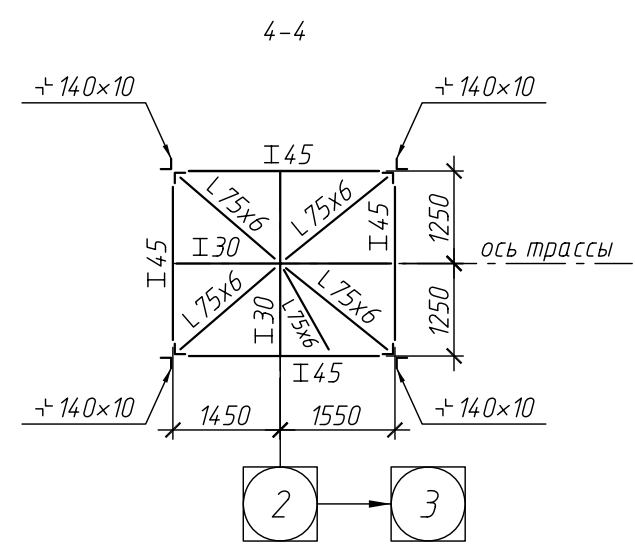
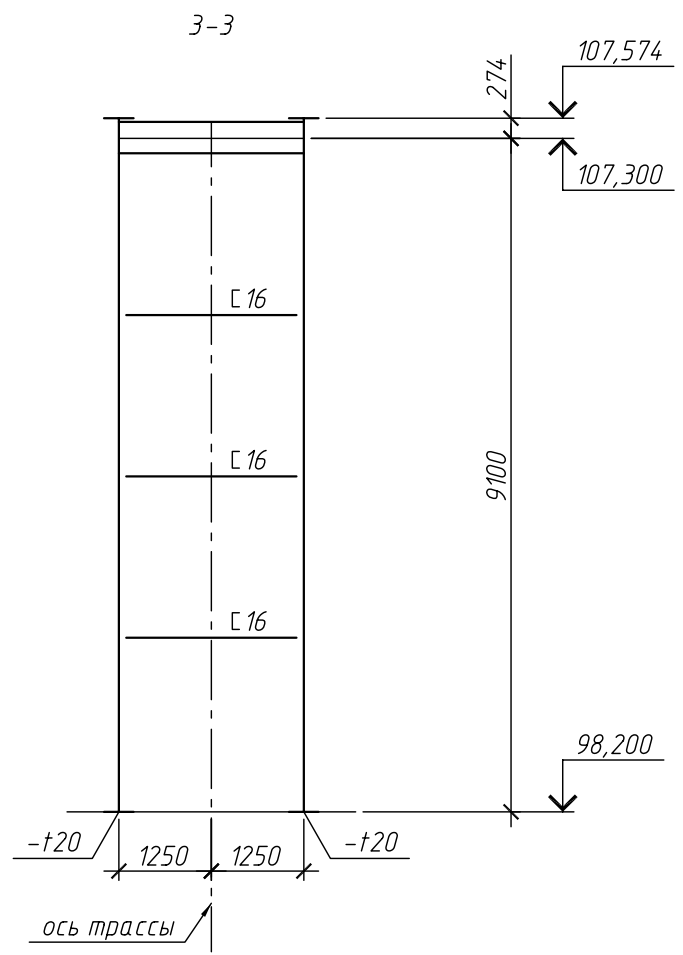
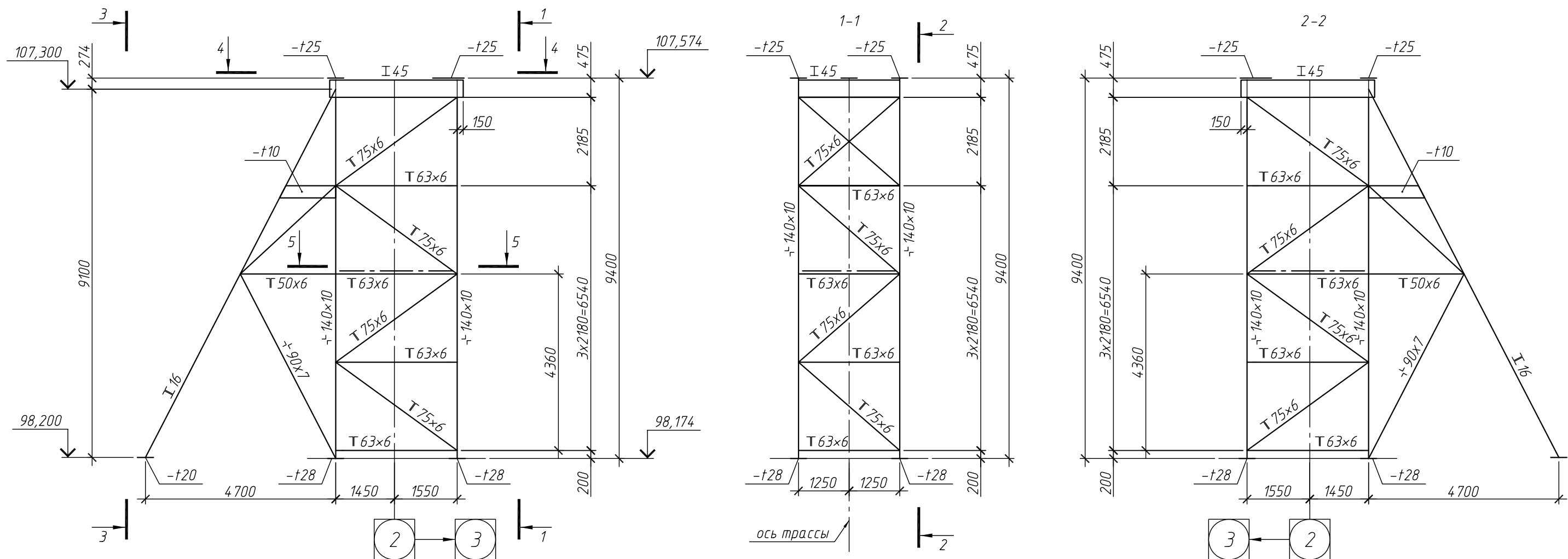
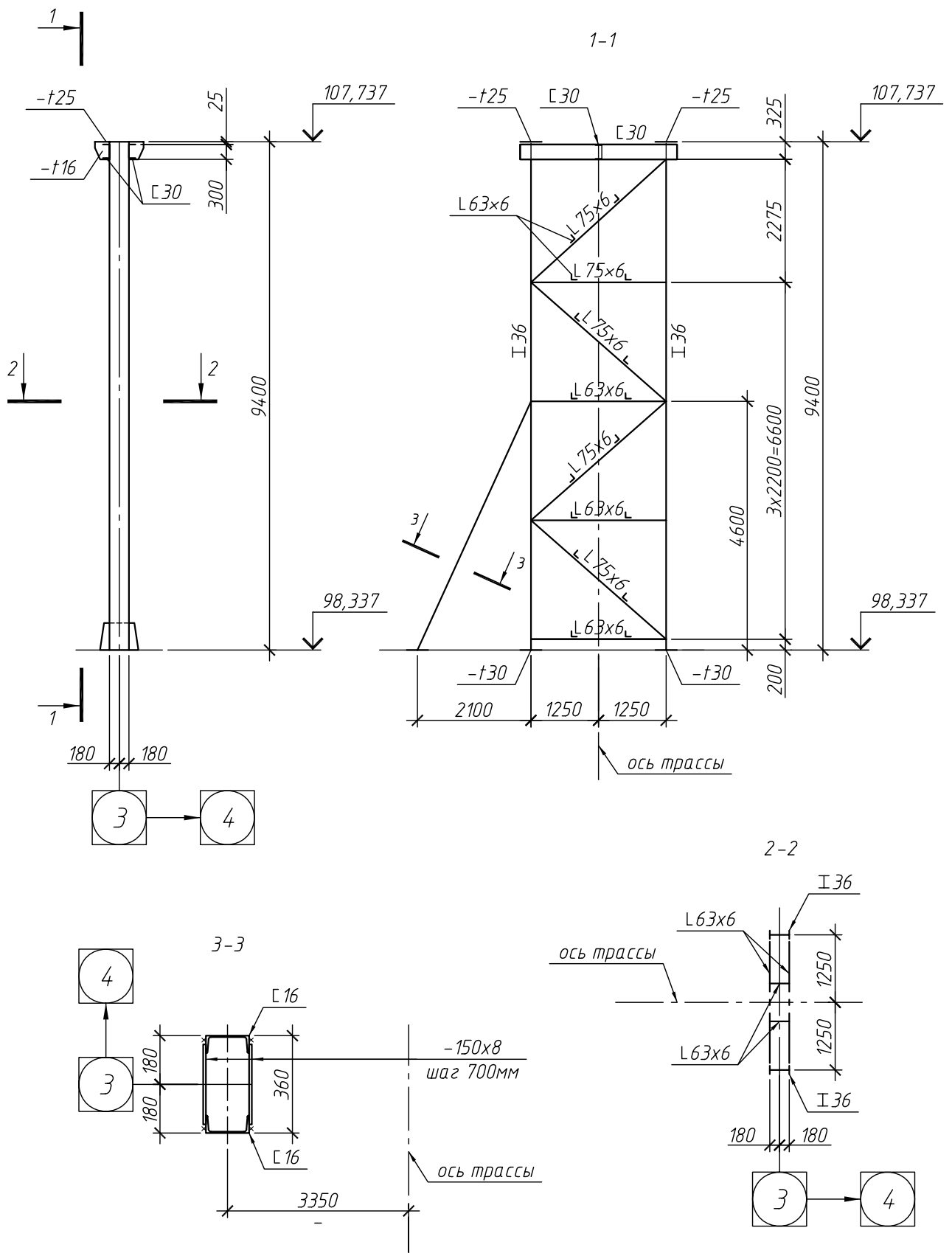


Рисунок 45 - Опора К7. Трасса в осях 4-7



Примечание:  
1. Усиление опоры К-2 – по сущ. черт. Д221254-КМ1 л.22

Рисунок 46 – Опора К-2. Трасса в осях 2-7

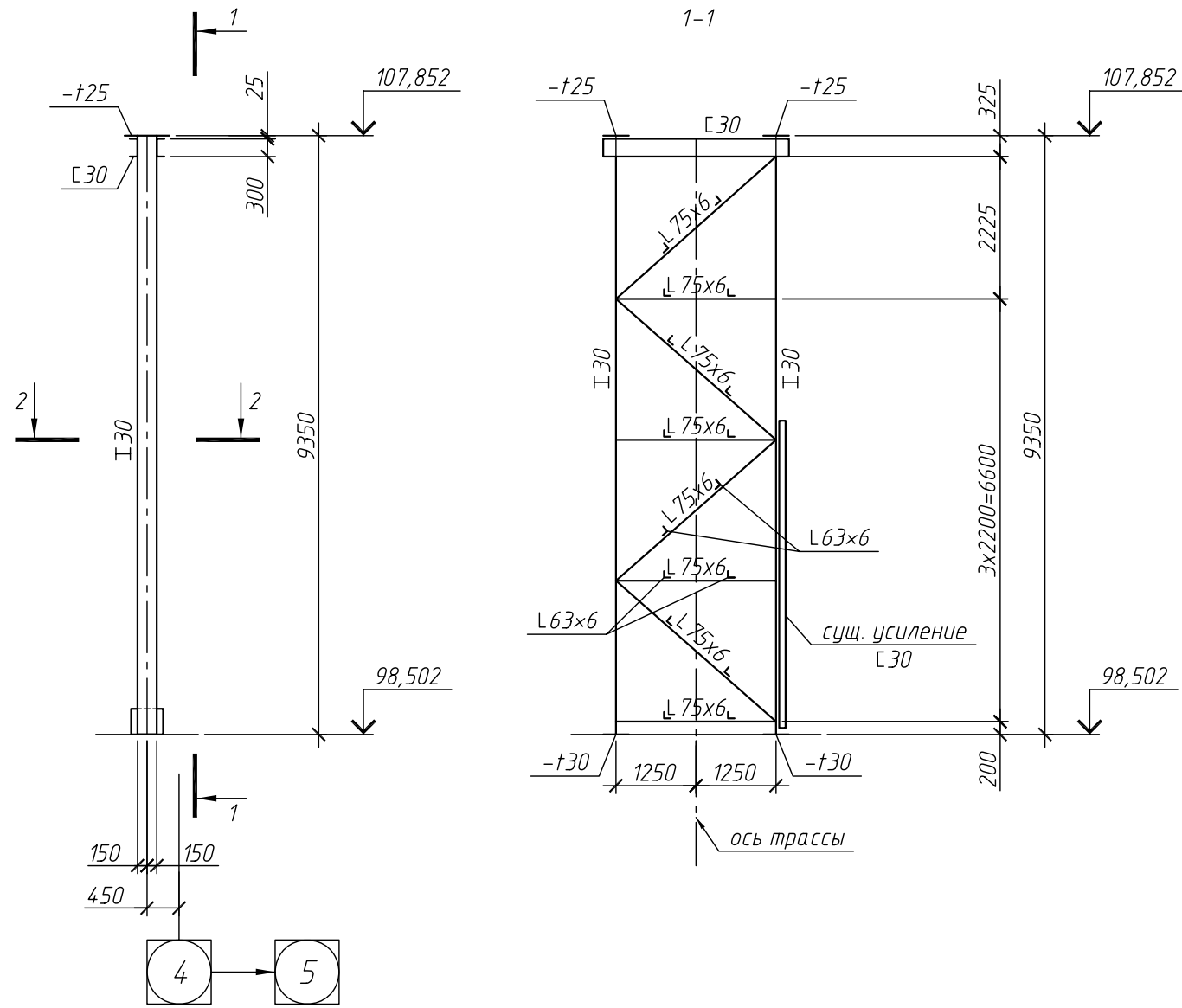


Примечание:

1. Усиление опоры К-3 – по сущ. черт. Д221254-КМ1 л.22

Рисунок 47 – Опора К-3. Трасса в осях 2-7

Опора К-4



Опора К-4а

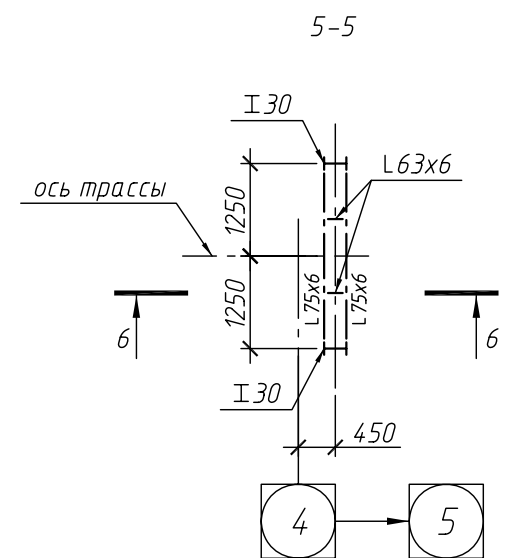
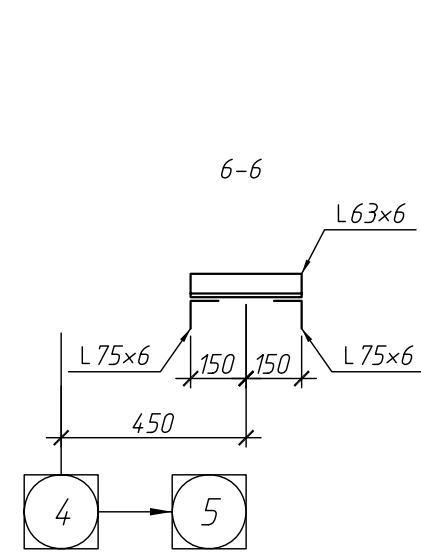
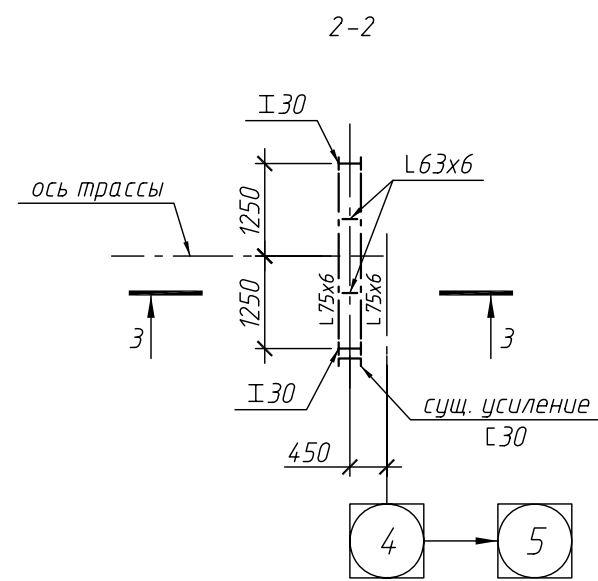
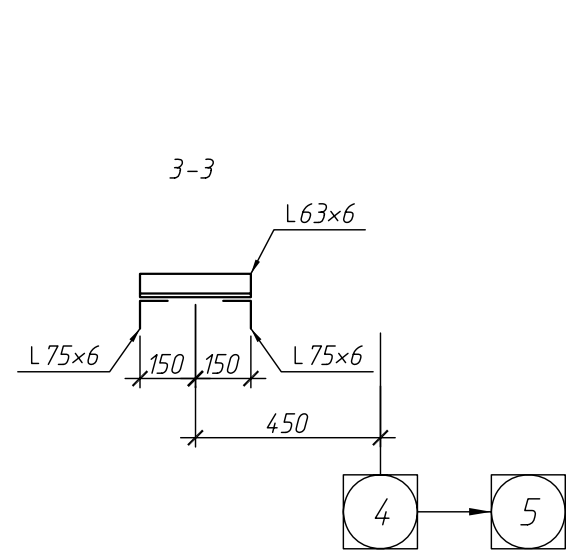
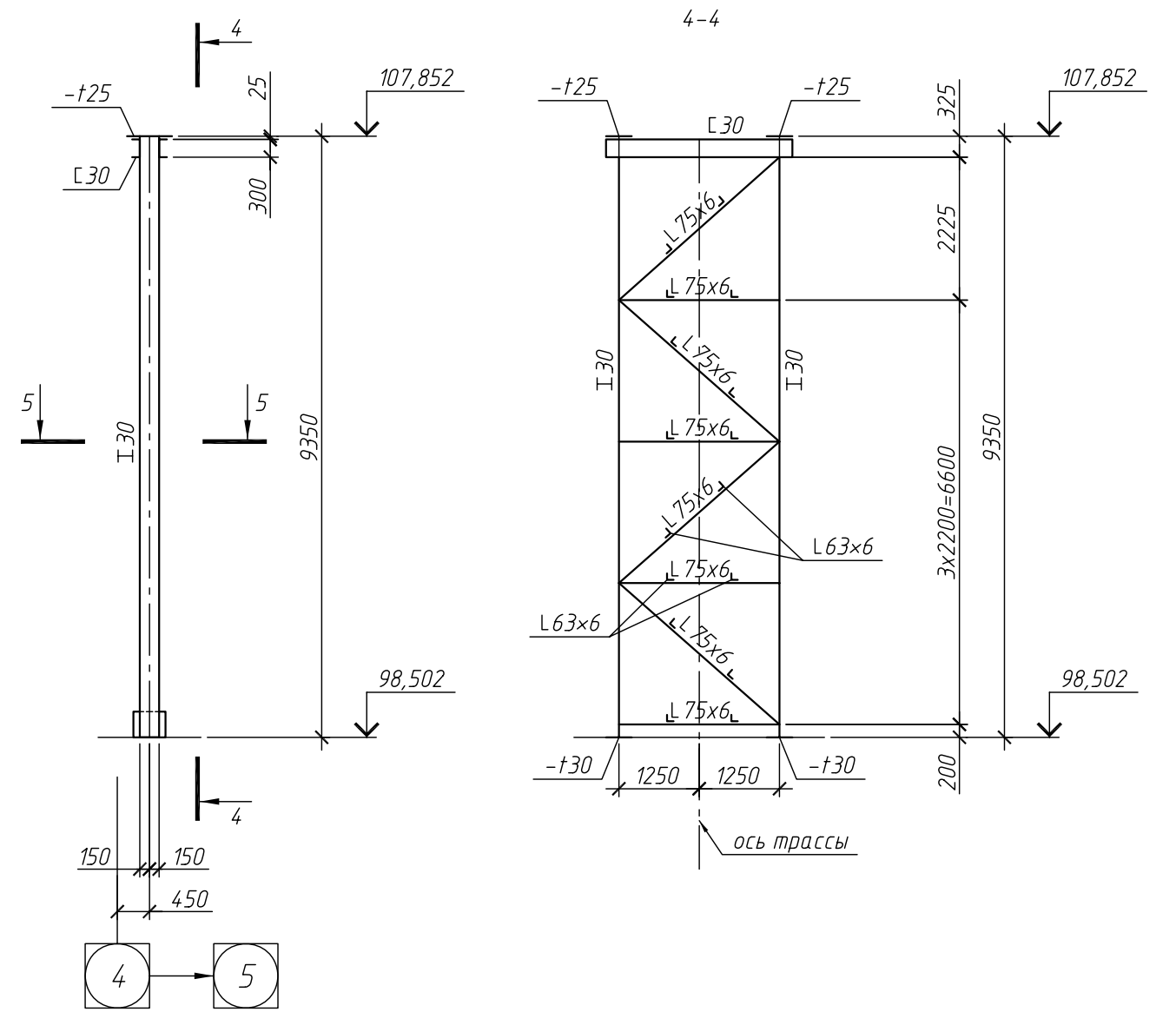
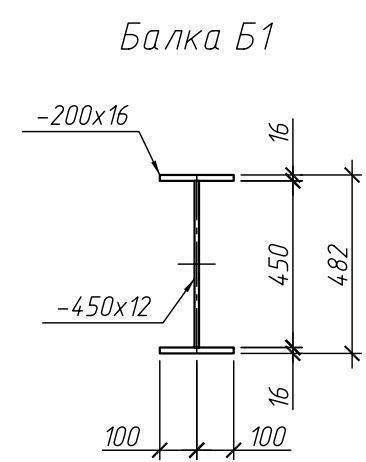
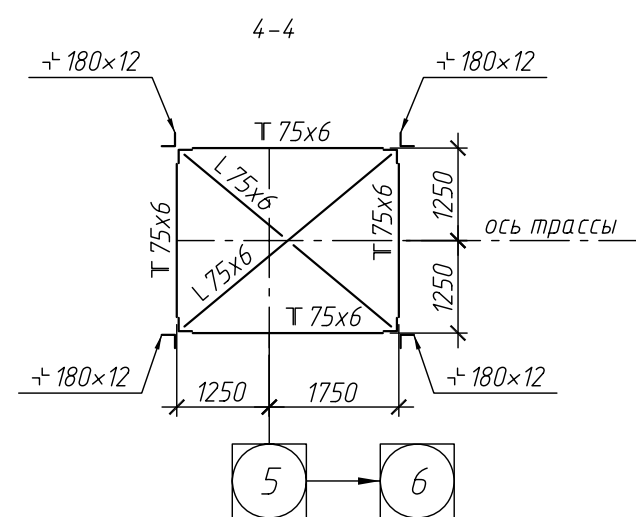
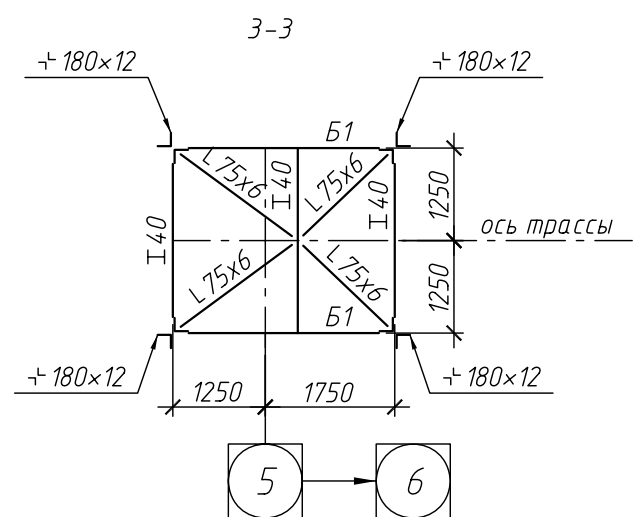
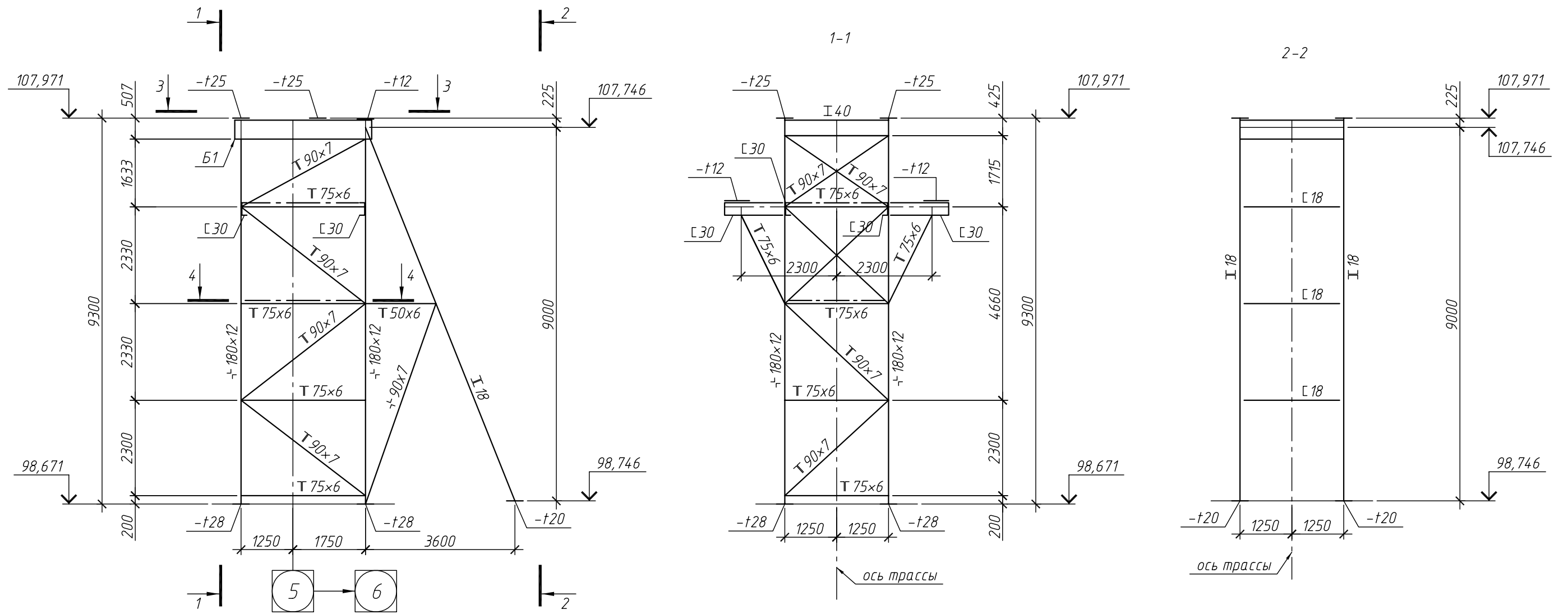


Рисунок 48 - Опоры К-4; К-4а ось 4. Трасса в осях 2-7



Примечание:  
1. Усиление опоры К-5 - по сущ. черт. Д221254-КМ1 л.22

Рисунок 49 - Опора К-5. Трасса в осях 2-7

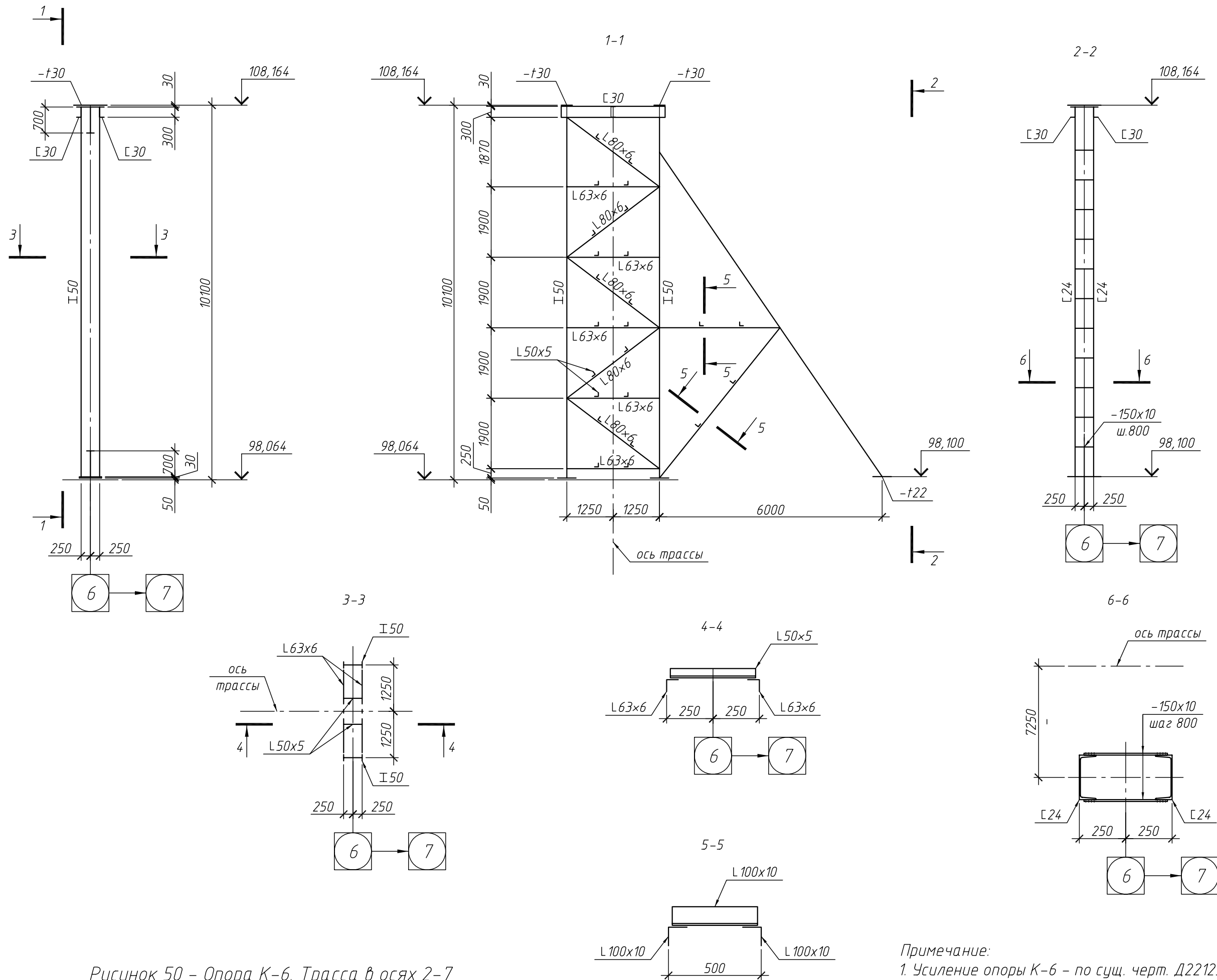
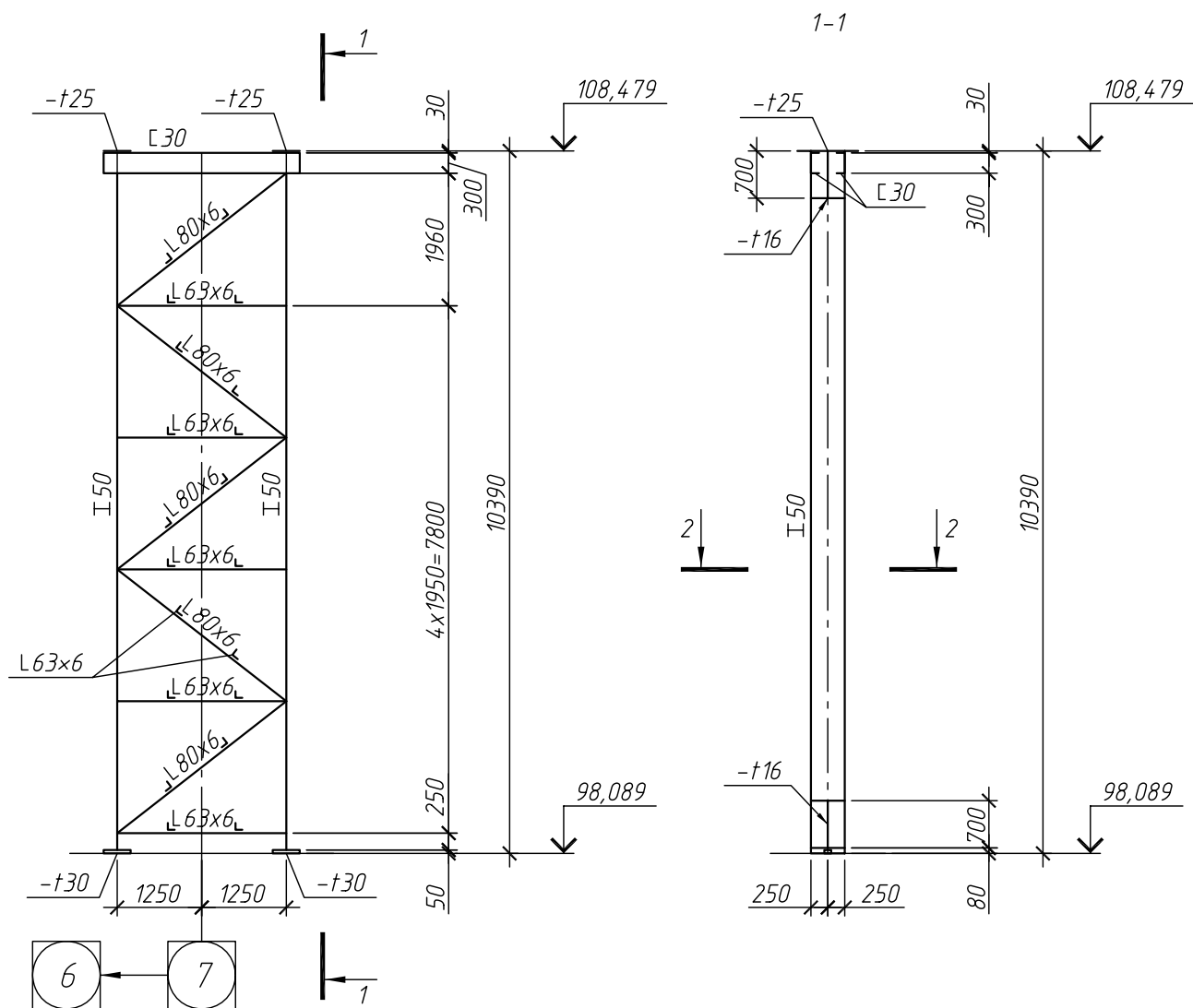


Рисунок 50 – Опора К-6. Трасса в осях 2-7

Примечание:  
1. Усиление опоры К-6 – по сущ. черт. Д221254-КМ1 л.23



2-2

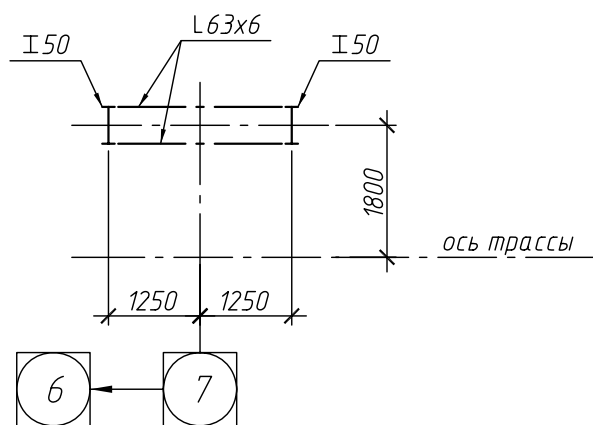


Рисунок 51 - Опора К-7а. Трасса в осях 2-7



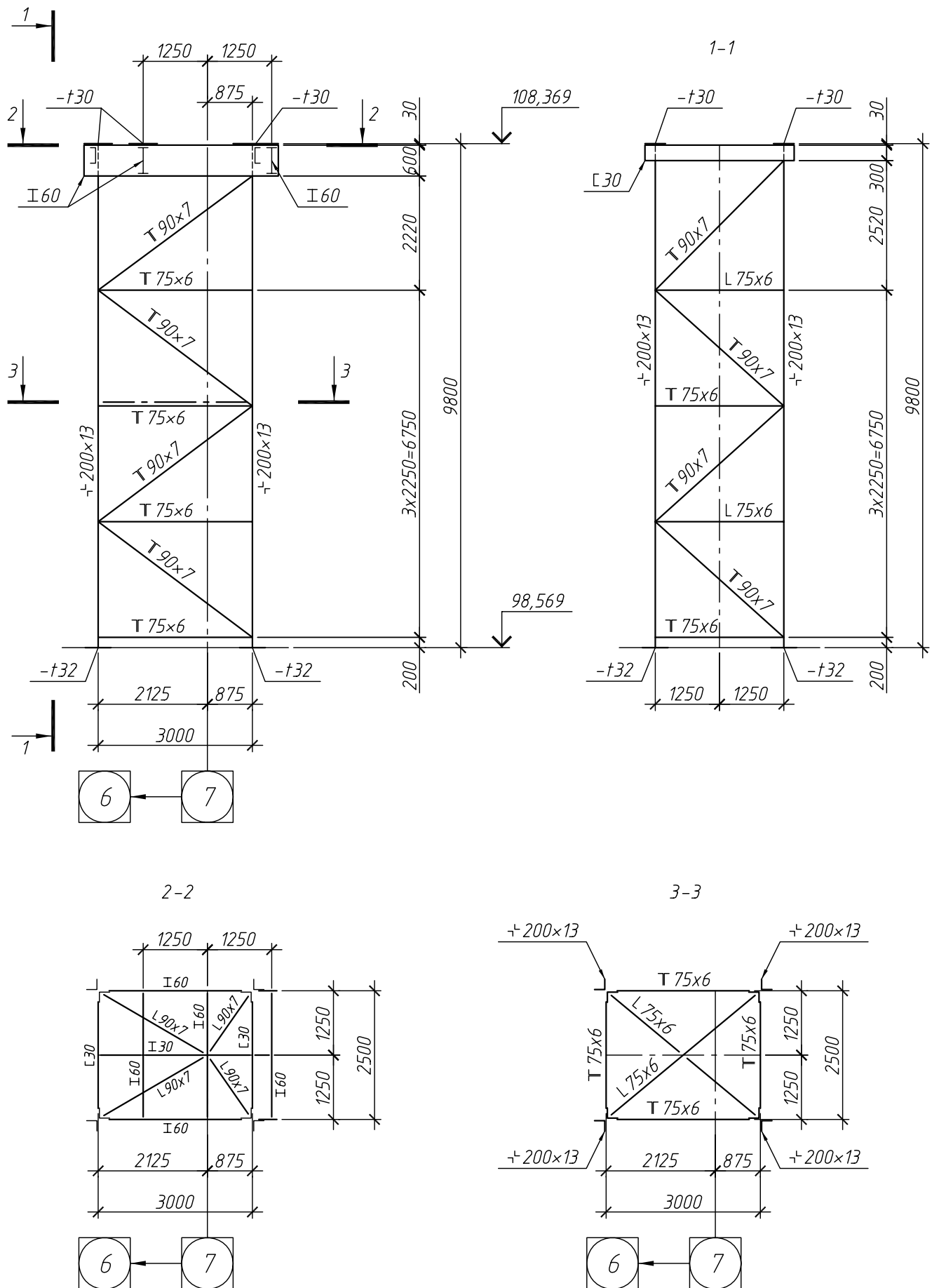


Рисунок 52 - Опора К-18 по оси 7

## Приложение А



Фото 1 – Характерное повреждение – разрушение сварного шва крепления фасонки к ветви горизонтальной связи пролетного строения. Профиль трассы 2-7. Категория повреждения по [2] – А, группа 4.12, таблица 10



Фото 2 – Характерное повреждение – разрушение сварных швов крепления промежуточных прокладок составных элементов из уголков (нижний пояс фермы, горизонтальные связи по верхним поясам пролетного строения). Профиль трассы 2-7. Категория повреждения по [2] – А, группа 4.12, таблица 10



Фото 3 – Разрушение сварного шва крепления элемента траверсы фермы к фасонке, ферма Ф-4 в осях 4-5. Профиль трассы 2-7. Категория повреждения по [2] – А, группа 4.12, таблица 10



Фото 4 – Вырез участка горизонтальной связи по верхним поясам ферм Ф-5 (механическое повреждение). Недостаточная длина сварного шва крепления связи к фасонке. Профиль трассы 2-7. Категория повреждения по [2] – А, группы 4.12; 4.13, таблица 10



Фото 5 – Механическое повреждение – погнутость узловой фасонки фермы Ф-5 на величину  $\alpha \approx 2^\circ$ . Профиль трассы 2-7. Категория повреждения по [2] – Б, группа 6.6, таблица 10



Фото 6 – Разрушение сварного шва узлового соединения элементов вертикальной связи пролетного строения к фасонке, по оси 5. Профиль трассы 2-7. Категория повреждения по [2] – А, группа 3.1, таблица 10



Фото 7 – Механическое повреждение полки опоры К3, по оси 3 – погнутость  $f=35\text{мм}$ ,  $L=300\text{мм}$ . Профиль трассы 4-7. Категория повреждения по [2] – Б, группа 6.2, таблица 10



Фото 8 – Характерное повреждение – разрушение антикоррозионного покрытия конструкции опоры эстакады. Коррозия до 3% от площади поперечного сечения элемента. Категория повреждения по [2] – В, группа 12.2, таблица 10



Фото 9 – Механическое повреждение раскоса решетки опоры К-2, по оси 2, погнутость  $f=20\text{мм}$ ,  $L=1000\text{мм}$ . Профиль трассы 2-7. Категория повреждения по [2] – Б, группа 6.1, таблица 10

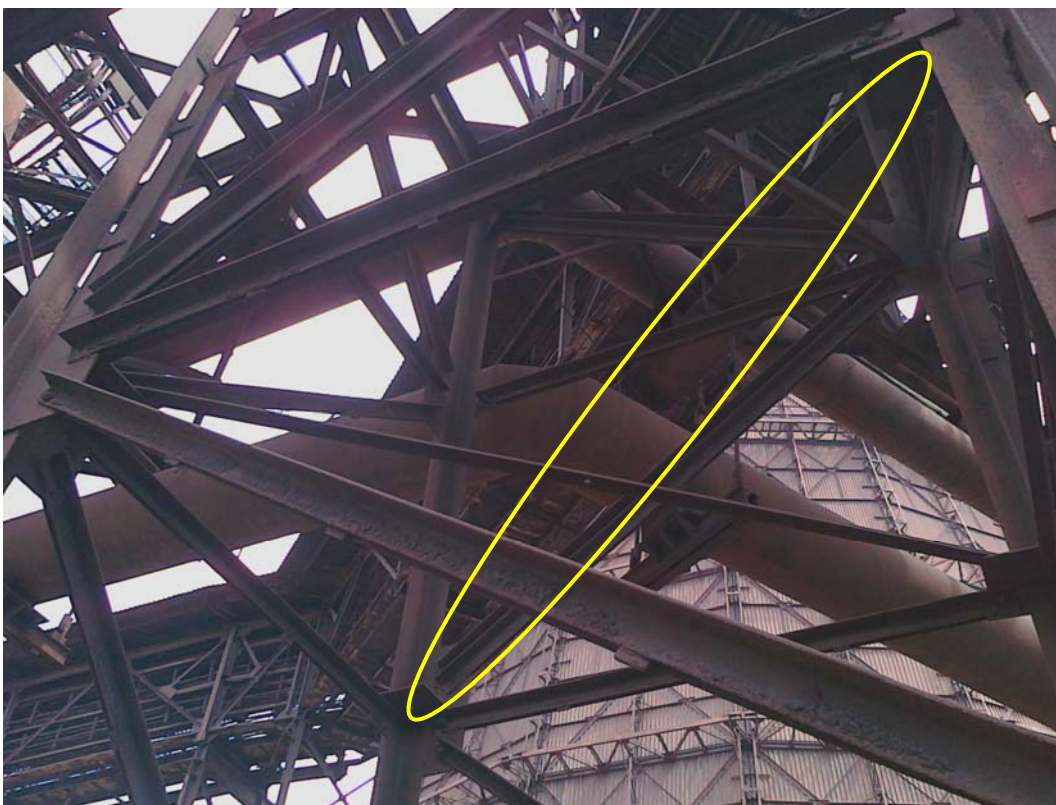


Фото 10 – Отсутствие раскоса диафрагмы жесткости в опоре К-2 по оси 2. Профиль трассы 2-7. Категория повреждения по [2] – А, группа 1.3, таблица 10



Фото 11 – Механическое повреждение – вырез участка подкоса опоры К-2 по оси 2. Профиль трассы 2-7. Категория повреждения по [2] – А, группа 1.1, таблица 10



Фото 12 – Смалковка полки уголка вертикальной связи подкоса опоры К-2 по оси 2,  $f=10\text{мм}$ ,  $L=200\text{мм}$ . Профиль трассы 2-7. Категория повреждения по [2] – В, группа 6.9, таблица 10



Фото 13 – Механическое повреждение ветви опоры с последующим усилением, опора К-4а ось 4. Профиль трассы 2-7



Фото 14 – Разрушение сварного шва крепления уголка решетки опоры К-4а по оси 4; смалковка полки уголка решетки опоры на величину  $f=20\text{мм}$ . Профиль трассы 2-7. Категория повреждений по [2] – А, группа 4.12; В, группа 6.9, таблица 10





Фото 15 – Разрушение сварного шва крепления распорки решетки к опоре К-5 ось 5. Профиль трассы 2-7. Категория повреждения по [2] – А, группа 4.11, таблица 10



Фото 16 – Характерное повреждение – разрушение сварных швов крепления промежуточных прокладок составных элементов в конструкции связей, опора К-5 ось 5. Профиль трассы 2-7. Категория повреждения по [2] – А, группа 4.12, таблица 10



Фото 17 – Механическое повреждение конструкции распорки – деформация уголка, опора К-6 ось 6, L=1000мм, f=20мм. Профиль трассы 2-7. Категория повреждения по [2] – Б, группа 6.1, таблица 10



Фото 18 – Вырез раскосов решетки опоры К8 по оси 440. Профиль трассы 433-455. Категория повреждения по [2] – А, группа 1.1, таблица 10

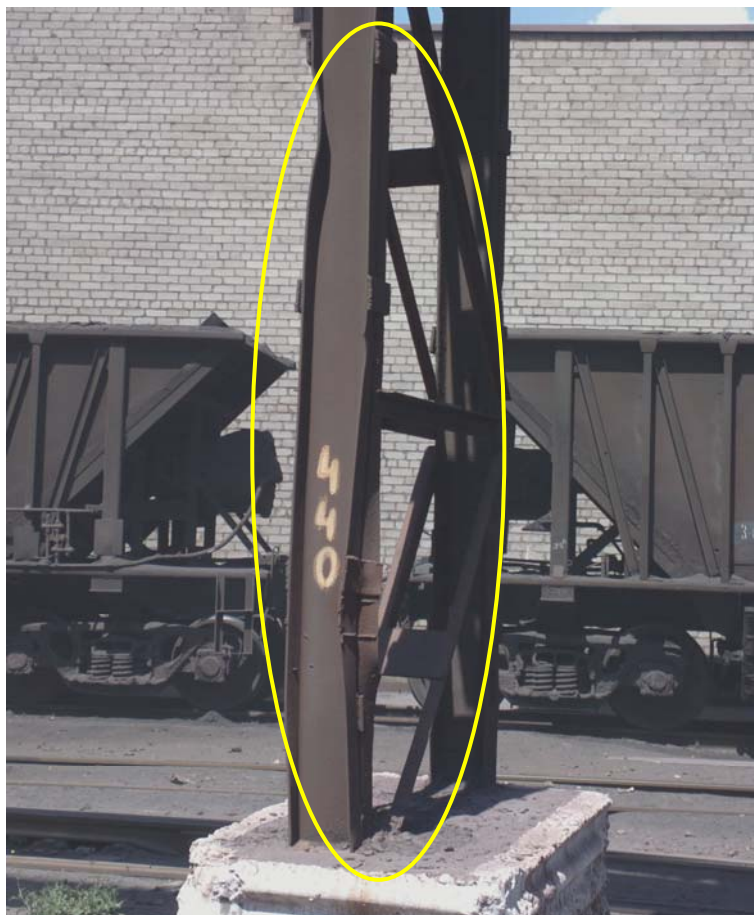


Фото 19 – Механическое повреждение опоры – погнутость ветви и элементов решетки опоры К8 по оси 440 на участке  $L=2000\text{мм}$ . Профиль трассы 433-455. Категория повреждения по [2] – А, группа 6.1, таблица 10



Фото 20 – Вырез подкоса опоры К11 по оси 444. Профиль трассы 433-455. Категория повреждения по [2] – А, группа 1.1, таблица 10



Фото 21 – Вырез участков раскоса опоры К13 по оси 446. Профиль трассы 433-455. Категория повреждения по [2] – А, группа 1.1, таблица 10



Фото 22 – Механическое повреждение подкоса опоры К21 по оси 454 на участке  $L=1500\text{мм}$ . Профиль трассы 433-455. Категория повреждения по [2] – Б, группа 6.1, таблица 10

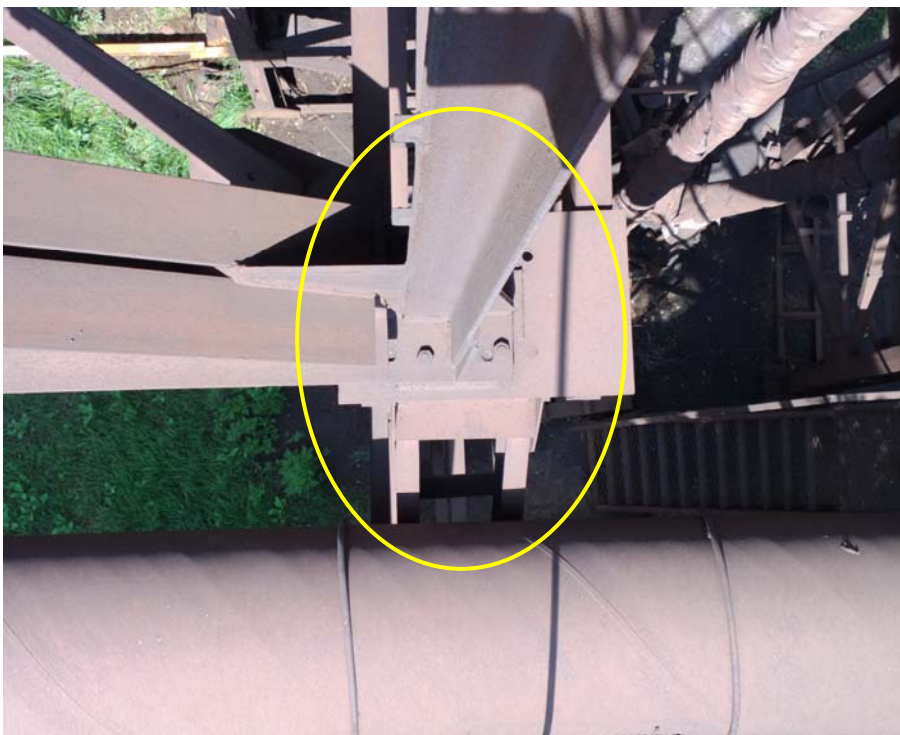


Фото 23 – Смещение опорного узла блока ферм относительно проектного положения до 100мм вследствие дефекта монтажа конструкций, ось 6. Профиль трассы 2-7. Категория повреждения по [2] – В, группа 9.6, таблица 10



Фото 24 – Разрушение антикоррозионного покрытия опорной плиты опоры К22 по оси 455а. Коррозия до 30% от площади поперечного сечения элемента. Категория повреждения по [2] – В, группа 12.2, таблица 10



Фото 25 – Погнутость распорки опоры К24 по оси 402а в сторону оси 402 на величину  $f=50$ мм. Профиль трассы И-402а, 402. Категория повреждения по [2] – Б, группа 6.1, таблица 10

**Приложение Б**  
Проверочный расчет фермы Ф5

						<b>МТ 2542 т.5</b>	<b>Лист</b>
<b>Изм.</b>	<b>Кол.</b>	<b>Лист</b>	<b>Нижк</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>		118

**ВВЕДЕНИЕ**

Целью данной работы является выполнение проверочных расчетов конструкций эстакады (блок ферм Ф5 в осях 5 – 6) на действующие и дополнительные нагрузки (от проектируемых газоходов и площадок обслуживания).

Сбор нагрузок производился в соответствии с [1].

Проверка несущей способности элементов ферм выполнена в соответствии с [2].

Расчет, определение расчетных сочетаний усилий, проверка прочности элементов ферм осуществлялись с помощью программного комплекса «ЛИРА» версии 8.2.

Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата

**МТ 2542 т.5**

Лист

119



## 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Снеговой район – 3 (п.8, [1] ДБН В.1.2-2:2006).

Ветровой район – 3(п.9, [1] ДБН В.1.2-2:2006).

Класс последствий – СС2.

Категория ответственности конструкций – А.

Материал конструкций ферм: нижний и верхний пояса, опорный раскос выполнены из стали 14Г2 по ГОСТ 5058-65, остальные элементы ферм выполнены из стали Вст3пс6 по ГОСТ 380-71.

Существующие нагрузки на блок ферм:

- Газопровод доменного газа  $\varnothing 2420$  нагрузка 1,56т на погонный метр, опирается на верхний пояс ферм;
- Водовод  $\varnothing 820$  (2шт) нагрузка 0,93т на погонный метр (от одного), подвешен к траверсам по обе стороны эстакады в уровне нижнего пояса ферм;
- Задвижки для газопровода доменного газа  $\varnothing 2420$ , масса 1шт 14,5т.
- Площадки обслуживания (вес металлоконструкций; нагрузка на площадки от массы людей, материалов в зонах обслуживания –  $0,25\text{т}/\text{м}^2$ ).

Дополнительные нагрузки на блок ферм:

- Газопровод  $\varnothing 500$  нагрузка 0,32т на погонный метр;
- Газопровод  $\varnothing 700$  нагрузка 0,475т на погонный метр;
- Затвор для газопровода доменного газа  $\varnothing 500$  – 0,3т;
- Задвижка для газопровода доменного газа  $\varnothing 500$  – 0,5т;
- Задвижка для газопровода доменного газа  $\varnothing 700$  – 1,3т;
- Площадки обслуживания (вес металлоконструкций; нагрузка на площадки от массы людей, материалов в зонах обслуживания –  $0,25\text{т}/\text{м}^2$ ).

Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата

**МТ 2542 т.5**

Лист

120

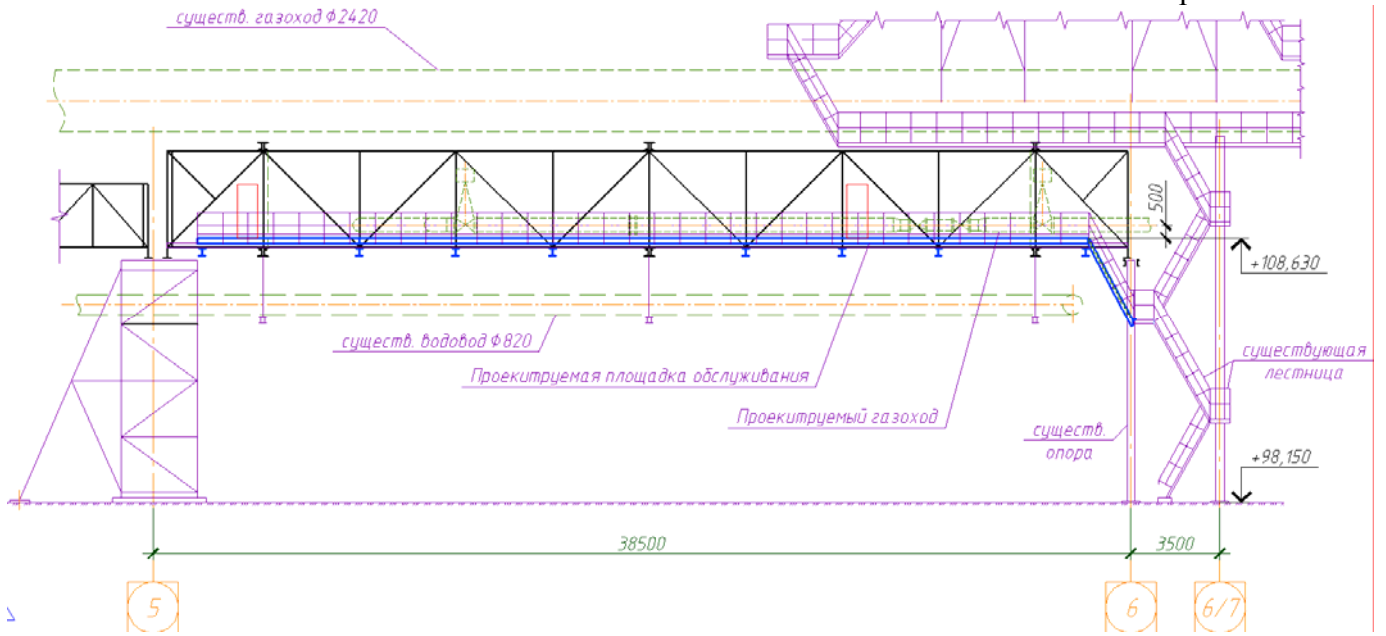


Рисунок 1.1 – Подлежащий проверочному расчету участок эстакады

Изм.	Кол.	Лист	Поджк	Подпись	Дата

**MT 2542 т.5**

## 2. РАСЧЕТ ФЕРМ.

### 2.1 Расчетная схема.

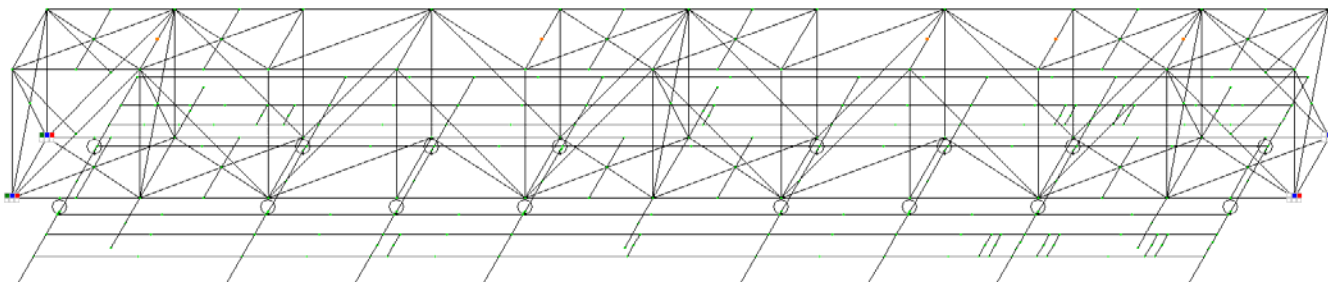


Рисунок 2.1 – Расчетная схема участка эстакады

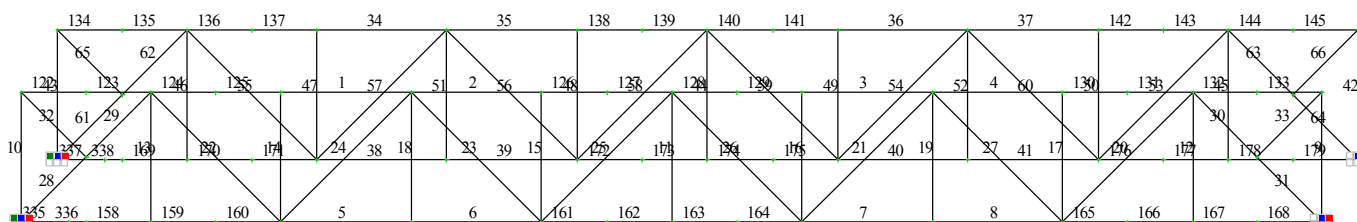


Рисунок 2.2 – Нумерация элементов ферм

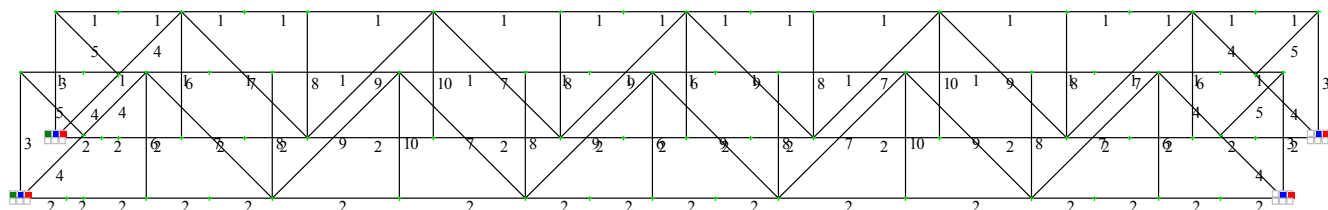


Рисунок 2.3 – Типы жесткости элементов ферм

Изм.	Кол.	Лист	Поджк	Подпись	Дата

**МТ 2542 т.5**

Лист

122

Таблица 2.1 – Жесткости элементов ферм

Тип жесткости	Имя	Параметры (сечения- (см) жесткости- (т,м) расп.вес- (т,м))
1	Два уголка 200 x 200 x 16 (вп)	q=0.0972689 EF=260392, EI <sub>y</sub> =993 EI <sub>z</sub> =1.94e+003, GI <sub>k</sub> =9.08 Y1=3.64, Y2=3.64, Z1=6.88, Z2=2.64, RU_Y=0, RU_Z=0
2	Два уголка 200 x 200 x 13 (нп)	q=0.079802 EF=213633, EI <sub>y</sub> =824 EI <sub>z</sub> =1.57e+003, GI <sub>k</sub> =5 Y1=3.59, Y2=3.59, Z1=7.11, Z2=2.64, RU_Y=0, RU_Z=0
3	Два уголка 140 x 140 x 12 (оп стойка)	q=0.0509885 EF=136498, EI <sub>y</sub> =253 EI <sub>z</sub> =517, GI <sub>k</sub> =2.71 Y1=2.61, Y2=2.61, Z1=4.75, Z2=1.84, RU_Y=0, RU_Z=0
4	Два уголка 180 x 180 x 12 (оп раскос)	q=0.0662113 EF=177250, EI <sub>y</sub> =553 EI <sub>z</sub> =1.07e+003, GI <sub>k</sub> =3.52 Y1=3.26, Y2=3.26, Z1=6.38, Z2=2.38, RU_Y=0, RU_Z=0
5	Два уголка 63 x 63 x 6 (шпренгель)	q=0.0114249 EF=30585, EI <sub>y</sub> =11.4 EI <sub>z</sub> =27.3, GI <sub>k</sub> =0.153 Y1=1.31, Y2=1.31, Z1=2.09, Z2=0.822, RU_Y=0, RU_Z=0
6	Крестовые уголки 75 x 75 x 8 (стойка)	q=0.0180476 EF=48314.2, EI <sub>y</sub> =59.1 EI <sub>z</sub> =59.1, GI <sub>k</sub> =0.432 Y1=1.53, Y2=1.53, Z1=1.53, Z2=1.53, RU_Y=0, RU_Z=0
7	Два уголка 100 x 100 x 10 (раскос)	q=0.0301945 EF=80831.7, EI <sub>y</sub> =75.2 EI <sub>z</sub> =165, GI <sub>k</sub> =1.14 Y1=1.94, Y2=1.94, Z1=3.29, Z2=1.3, RU_Y=0, RU_Z=0
8	Два уголка 90 x 90 x 7 (стойка)	q=0.0192717 EF=51591.1, EI <sub>y</sub> =39.6 EI <sub>z</sub> =85.1, GI <sub>k</sub> =0.359 Y1=1.74, Y2=1.74, Z1=3.11, Z2=1.18, RU_Y=0, RU_Z=0
9	Два уголка 160 x 160 x 10 (раскос)	q=0.049325 EF=132045, EI <sub>y</sub> =325 EI <sub>z</sub> =630, GI <sub>k</sub> =1.88 Y1=2.89, Y2=2.89, Z1=5.73, Z2=2.11, RU_Y=0, RU_Z=0
10	Два уголка 75 x 75 x 6 (стойка)	q=0.013779 EF=36886.8, EI <sub>y</sub> =19.6 EI <sub>z</sub> =43.7, GI <sub>k</sub> =0.191 Y1=1.48, Y2=1.48, Z1=2.57, Z2=0.975, RU_Y=0, RU_Z=0

Изм.	Кол.	Лист	Поджк	Подпись	Дата

МТ 2542 т.5

Лист

123

## 2.2 Сбор нагрузок

### 2.2.1 Постоянные нагрузки

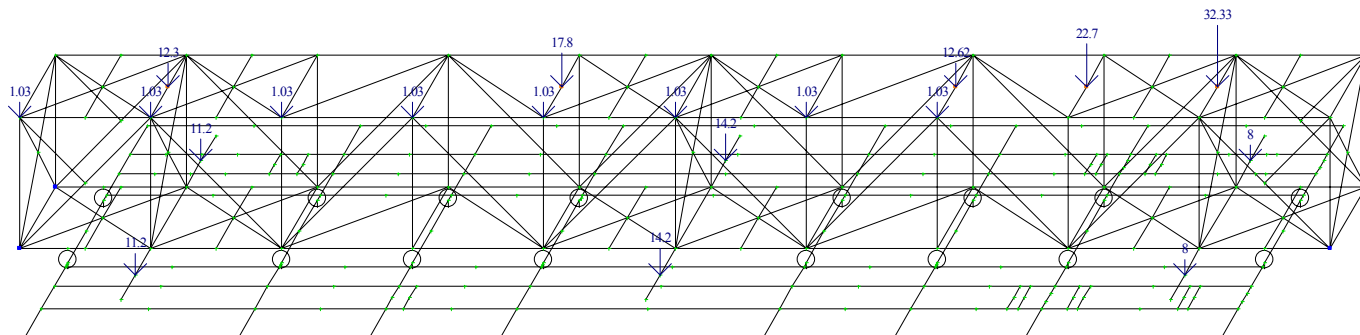


Рисунок 2.4 – Вертикальные нагрузки от существующих трубопроводов и площадок

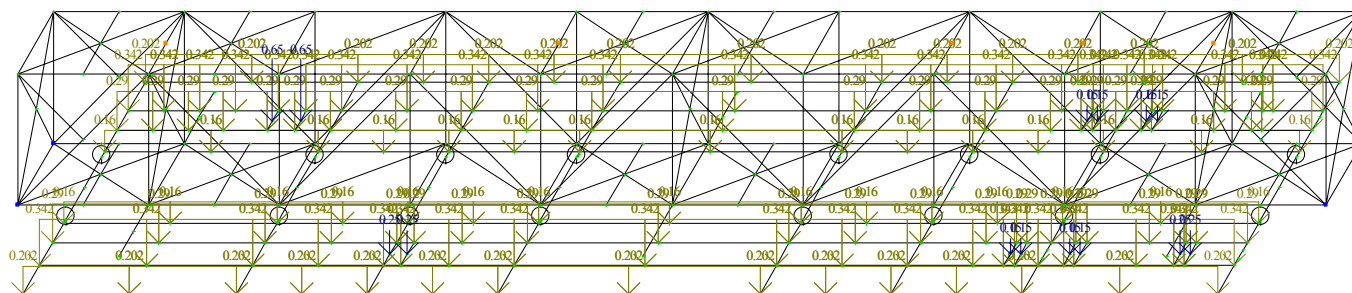


Рисунок 2.5 – Вертикальные нагрузки от проектируемых трубопроводов и площадок

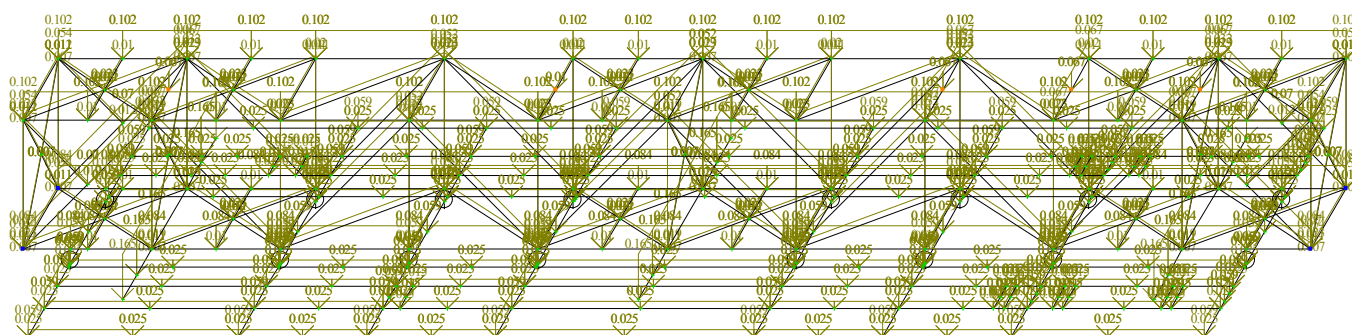


Рисунок 2.6 – Вертикальные нагрузки от собственного веса конструкций ферм

Изм.	Кол.	Лист	Подк.	Подпись	Дата

### 2.2.2 Сбор ветровой нагрузки

Сбор ветровой нагрузки на газопровод диаметром 2420мм производится с учетом требований п.9[1] по схеме 14 приложения И [1].

Предельное расчетное значение ветровой нагрузки:

$$W_m = \gamma_{fm} \cdot W_0 \cdot C \quad (2.1)$$

где:

$\gamma_{fm}$  – коэффициент надежности по предельному значению ветровой нагрузки (п. 9.15, [1]);

$W_0 = 460$  Па – характеристическое значение ветровой нагрузки для г. Запорожье по прил. Е [1].

$$C = C_{aer} \cdot C_h \cdot C_{alt} \cdot C_{rel} \cdot C_{dir} \cdot C_d \quad (2.2)$$

где:

$C_{aer} = C_x$  – аэродинамический коэффициент (прил. И, [1]);

$C_h$  – коэффициент высоты сооружения (табл. 9.2, [1]);

$C_{alt} = 1$  – коэффициент географической высоты (п. 9.10, [1]);

$C_{rel} = 1$  – коэффициент рельефа (п. 9.11, [1]);

$C_{dir} = 1$  – коэффициент направления (п. 9.12, [1]);

$C_d$  – коэффициент динамичности (п. 9.13, [1]).

Аэродинамический коэффициент равен:

$$C_x = k C_{x\infty} \quad (2.3)$$

где:

$k = 1$  – коэффициент, определяемый по табл.1 схемы 13 прил. И, [1];

$C_{x\infty}$  – коэффициент, определяемый по графику схемы 13 прил. И, [1];

Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата

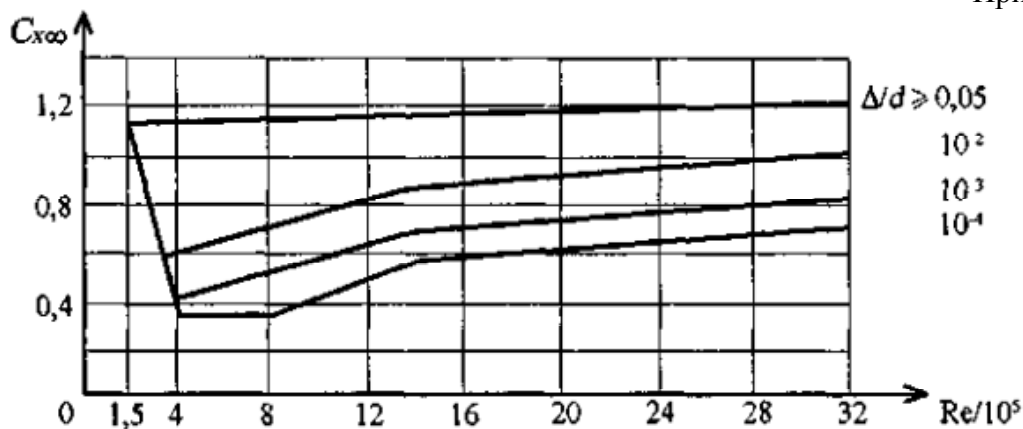


Рисунок 2.7 – График схемы 13 прил. И, [1]

Для поверхности стальных конструкций величина  $\Delta$  принимается равной 0,001м.

$$\frac{\Delta}{d} = \frac{0,001\text{м}}{2,42\text{м}} = 4,1 \cdot 10^{-4}$$

Число Рейнольдса:

$$Re = 0,88 \sqrt{W_0 \cdot C_h \cdot \gamma_{fm}} \cdot 10^5 = 0,88 \sqrt{460\text{Па} \cdot 1,375 \cdot 1,035} \cdot 10^5 = 22,52 \cdot 10^5$$

Отсюда аэродинамический коэффициент по формуле (2.3) равен:

$$C_x = 1 \cdot 0,64 = 0,64$$

Предельное расчетное значение ветровой нагрузки по формуле (2.1) равно:

$$W_m = 1,035 \cdot 0,046\text{т/м}^2 \cdot 1,375 \cdot 0,64 = 0,0418\text{т/м}^2$$

Нагрузка на метр погонный газохода:

$$W = 0,0418\text{т/м}^2 \cdot 2,42\text{м} = 0,101\text{т/м}$$

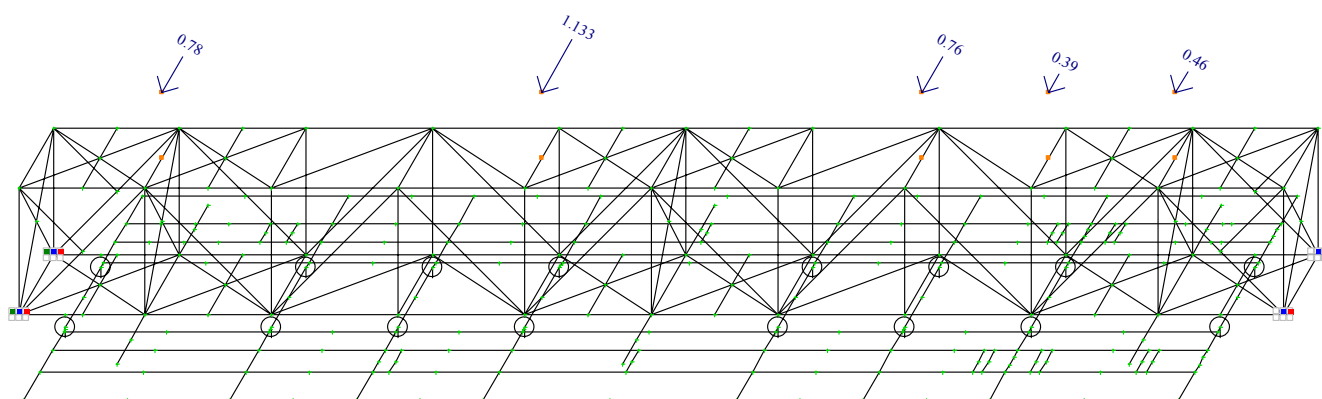


Рисунок 2.8 – Ветровая нагрузка, действующая на газоход  $\varnothing 2420$ .

Изм.	Кол.	Лист	Поджк	Подпись	Дата

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СТАТИЧЕСКОГО РАСЧЕТА

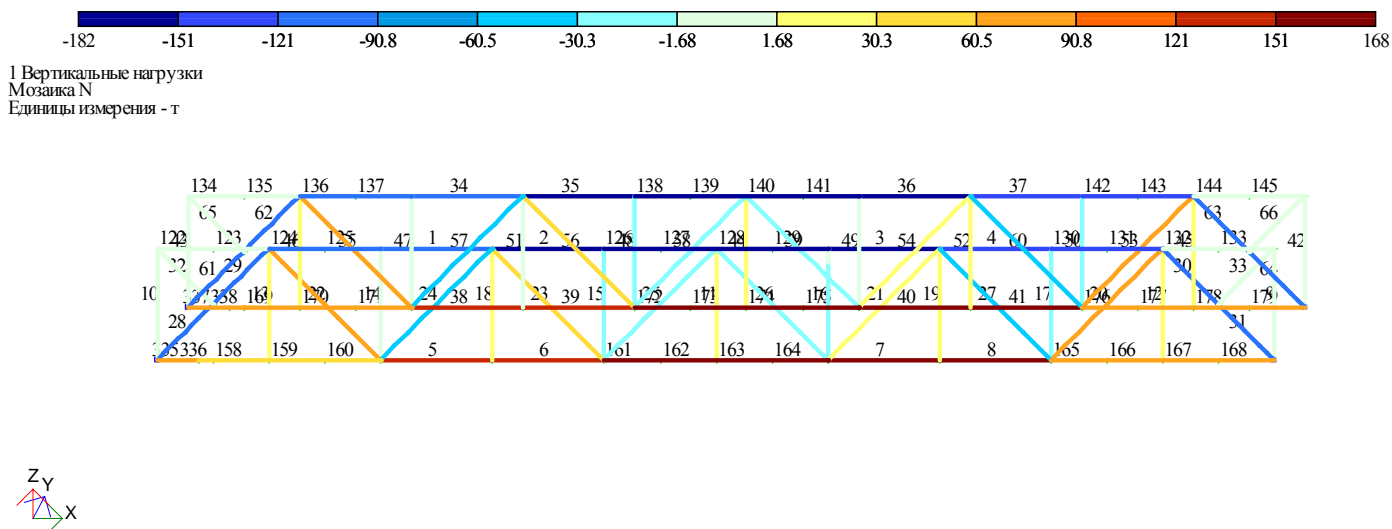


Рисунок 3.1 – Продольные усилия в стержнях ферм от вертикальных нагрузок на эстакаду (загружение 1)

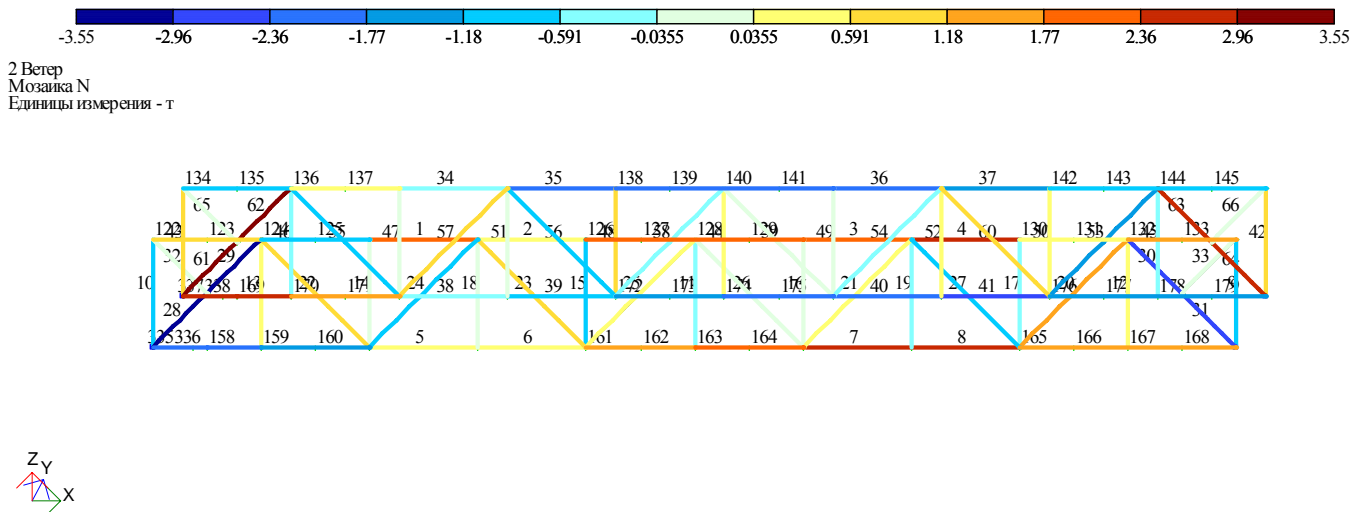
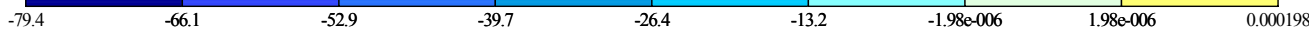


Рисунок 3.2 – Продольные усилия в стержнях ферм от ветровой нагрузки (загружение 2)

Изм.	Кол.	Лист	Подп.	Подпись	Дата

МТ 2542 т.5





1 Вертикальные нагрузки  
Мозаика перемещений по Z(G)  
Единицы измерения - мм

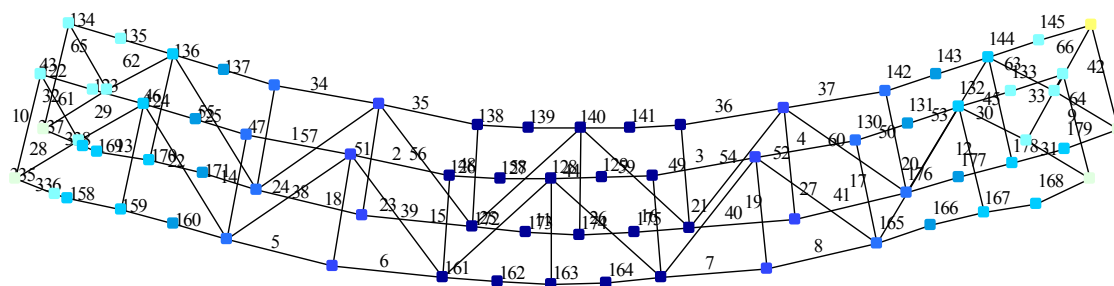


Рисунок 3.3 – Перемещение узлов ферм от действия вертикальных нагрузок на эстакаду



2 Ветер  
Мозаика перемещений по Y(G)  
Единицы измерения - мм

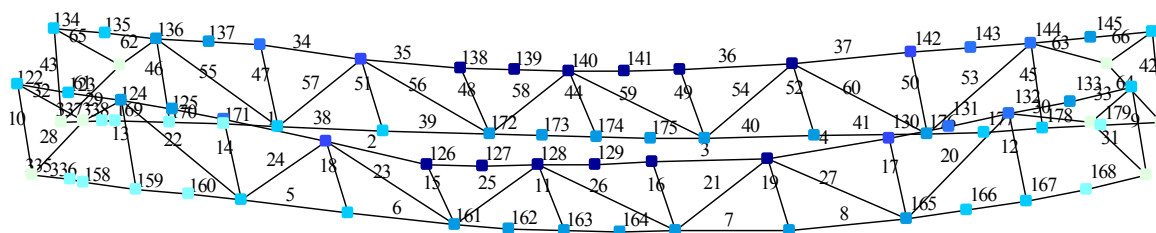


Рисунок 3.4 – Перемещение узлов ферм от действия ветровой нагрузки

Таблица 3.1 – Расчетные сочетания усилий

№ элем	№ сечен	Группа РСУ	Критерий	Усилия			№№ загруз
				N, (т)	M <sub>y</sub> , (тм)	Q <sub>z</sub> , (т)	
1	1	A	2	-113.529	0.000	0.194	1 2
1	1	A	13	-111.678	0.000	0.194	1
1	1	A	31	-109.826	0.000	0.194	1 2
1	2	A	2	-113.529	0.000	-0.194	1 2
1	2	A	14	-111.678	0.000	-0.194	1
1	2	A	34	-109.826	0.000	-0.194	1 2
2	1	A	2	-180.586	0.000	0.194	1 2

Изм.	Кол.	Лист	Подк	Подпись	Дата
------	------	------	------	---------	------

№ элем	№ сечен	Группа РСУ	Критерий	Усилия			№№ загруз
2	1	А	13	-180.273	0.000	0.194	1
2	1	А	31	-179.961	0.000	0.194	1 2
2	2	А	2	-180.586	0.000	-0.194	1 2
2	2	А	14	-180.273	0.000	-0.194	1
2	2	А	34	-179.961	0.000	-0.194	1 2
3	1	А	2	-182.644	0.000	0.194	1 2
3	1	А	13	-180.754	0.000	0.194	1
3	1	А	31	-178.864	0.000	0.194	1 2
3	2	А	2	-182.644	0.000	-0.194	1 2
3	2	А	14	-180.754	0.000	-0.194	1
3	2	А	34	-178.864	0.000	-0.194	1 2
4	1	А	2	-135.073	0.000	0.194	1 2
4	1	А	13	-132.499	0.000	0.194	1
4	1	А	31	-129.924	0.000	0.194	1 2
4	2	А	2	-135.073	0.000	-0.194	1 2
4	2	А	14	-132.499	0.000	-0.194	1
4	2	А	34	-129.924	0.000	-0.194	1 2
5	1	А	1	149.301	0.000	0.159	1 2
5	1	А	13	148.735	0.000	0.159	1
5	1	А	33	148.169	0.000	0.159	1 2
5	2	А	1	149.301	0.000	-0.159	1 2
5	2	А	14	148.735	0.000	-0.159	1
5	2	А	32	148.169	0.000	-0.159	1 2
6	1	А	1	148.668	0.000	0.159	1 2
6	1	А	13	148.110	0.000	0.159	1
6	1	А	33	147.551	0.000	0.159	1 2
6	2	А	1	148.668	0.000	-0.159	1 2
6	2	А	14	148.110	0.000	-0.159	1
6	2	А	32	147.551	0.000	-0.159	1 2
7	1	А	1	161.458	0.000	0.159	1 2
7	1	А	13	159.009	0.000	0.159	1
7	1	А	33	156.559	0.000	0.159	1 2
7	2	А	1	161.458	0.000	-0.159	1 2
7	2	А	14	159.009	0.000	-0.159	1
7	2	А	32	156.559	0.000	-0.159	1 2
8	1	А	1	162.063	0.000	0.159	1 2
8	1	А	13	159.609	0.000	0.159	1
8	1	А	33	157.154	0.000	0.159	1 2
8	2	А	1	162.063	0.000	-0.159	1 2
8	2	А	14	159.609	0.000	-0.159	1
8	2	А	32	157.154	0.000	-0.159	1 2
9	1	А	1	0.167	0.000	0.000	1 2
9	1	А	2	-1.975	0.000	0.000	1 2
9	2	А	1	0.371	0.000	0.000	1 2
9	2	А	2	-1.772	0.000	0.000	1 2

Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата

МТ 2542 т.5

№ элем	№ сечен	Группа РСУ	Критерий	Усилия			№№ загруз
10	1	A	2	-2.422	0.000	0.000	1 2
10	2	A	2	-2.218	0.000	0.000	1 2
11	1	A	1	11.249	0.000	0.000	1 2
11	2	A	1	11.321	0.000	0.000	1 2
12	1	A	1	11.176	0.000	0.000	1 2
12	2	A	1	11.248	0.000	0.000	1 2
13	1	A	1	11.578	0.000	0.000	1 2
13	2	A	1	11.650	0.000	0.000	1 2
14	1	A	2	-1.577	0.000	0.000	1 2
14	2	A	2	-1.500	0.000	0.000	1 2
15	1	A	2	-11.596	0.000	0.000	1 2
15	2	A	2	-11.519	0.000	0.000	1 2
16	1	A	2	-1.748	0.000	0.000	1 2
16	2	A	2	-1.671	0.000	0.000	1 2
17	1	A	2	-12.263	0.000	0.000	1 2
17	2	A	2	-12.186	0.000	0.000	1 2
18	1	A	1	7.889	0.000	0.000	1 2
18	2	A	1	7.944	0.000	0.000	1 2
19	1	A	1	2.831	0.000	0.000	1 2
19	2	A	1	2.886	0.000	0.000	1 2
20	1	A	1	74.884	0.000	0.060	1 2
20	1	A	13	73.587	0.000	0.060	1
20	1	A	33	72.289	0.000	0.060	1 2
20	2	A	1	75.005	0.000	-0.060	1 2
20	2	A	14	73.707	0.000	-0.060	1
20	2	A	32	72.410	0.000	-0.060	1 2
21	1	A	1	26.496	0.000	0.060	1 2
21	1	A	13	26.385	0.000	0.060	1
21	1	A	33	26.274	0.000	0.060	1 2
21	2	A	1	26.617	0.000	-0.060	1 2
21	2	A	14	26.505	0.000	-0.060	1
21	2	A	32	26.394	0.000	-0.060	1 2
22	1	A	1	65.182	0.000	0.060	1 2
22	1	A	13	64.086	0.000	0.060	1
22	1	A	33	62.989	0.000	0.060	1 2
22	2	A	1	65.062	0.000	-0.060	1 2
22	2	A	14	63.965	0.000	-0.060	1
22	2	A	32	62.868	0.000	-0.060	1 2
24	1	A	2	-56.470	0.000	0.098	1 2
24	1	A	13	-55.358	0.000	0.098	1
24	1	A	31	-54.246	0.000	0.098	1 2
24	2	A	2	-56.273	0.000	-0.098	1 2
24	2	A	14	-55.161	0.000	-0.098	1
24	2	A	34	-54.049	0.000	-0.098	1 2
25	1	A	2	-11.845	0.000	0.098	1 2

Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата

**МТ 2542 т.5**

№ элем	№ сечен	Группа РСУ	Критерий	Усилия			№№ загруз
25	1	А	13	-11.719	0.000	0.098	1
25	1	А	31	-11.593	0.000	0.098	1 2
25	2	А	2	-11.648	0.000	-0.098	1 2
25	2	А	14	-11.522	0.000	-0.098	1
25	2	А	34	-11.396	0.000	-0.098	1 2
26	1	А	2	-11.007	0.000	0.098	1 2
26	1	А	13	-10.982	0.000	0.098	1
26	1	А	31	-10.957	0.000	0.098	1 2
26	2	А	2	-11.204	0.000	-0.098	1 2
26	2	А	14	-11.179	0.000	-0.098	1
26	2	А	34	-11.154	0.000	-0.098	1 2
27	1	А	2	-42.557	0.000	0.098	1 2
27	1	А	13	-41.700	0.000	0.098	1
27	1	А	31	-40.843	0.000	0.098	1 2
27	2	А	2	-42.754	0.000	-0.098	1 2
27	2	А	14	-41.897	0.000	-0.098	1
27	2	А	34	-41.039	0.000	-0.098	1 2
28	1	А	2	-98.254	0.000	0.066	1 2
28	1	А	13	-94.707	0.000	0.066	1
28	1	А	31	-91.160	0.000	0.066	1 2
28	2	А	2	-98.121	0.000	-0.066	1 2
28	2	А	14	-94.574	0.000	-0.066	1
28	2	А	34	-91.027	0.000	-0.066	1 2
29	1	А	2	-98.111	0.000	0.066	1 2
29	1	А	13	-94.564	0.000	0.066	1
29	1	А	31	-91.017	0.000	0.066	1 2
29	2	А	2	-97.979	0.000	-0.066	1 2
29	2	А	14	-94.432	0.000	-0.066	1
29	2	А	34	-90.885	0.000	-0.066	1 2
30	1	А	2	-117.971	0.000	0.066	1 2
30	1	А	13	-115.550	0.000	0.066	1
30	1	А	31	-113.129	0.000	0.066	1 2
30	2	А	2	-118.103	0.000	-0.066	1 2
30	2	А	14	-115.682	0.000	-0.066	1
30	2	А	34	-113.262	0.000	-0.066	1 2
31	1	А	2	-118.113	0.000	0.066	1 2
31	1	А	13	-115.693	0.000	0.066	1
31	1	А	31	-113.272	0.000	0.066	1 2
31	2	А	2	-118.245	0.000	-0.066	1 2
31	2	А	14	-115.825	0.000	-0.066	1
31	2	А	34	-113.404	0.000	-0.066	1 2
32	1	А	1	0.154	0.000	0.011	1
32	1	А	17	0.154	0.000	0.011	1 2
32	2	А	1	0.131	0.000	-0.011	1
32	2	А	17	0.131	0.000	-0.011	1 2

Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата

МТ 2542 т.5

№ элем	№ сечен	Группа РСУ	Критерий	Усилия			№№ загруз
33	1	А	1	0.131	0.000	0.011	1
33	1	А	17	0.131	0.000	0.011	1 2
33	2	А	1	0.154	0.000	-0.011	1
33	2	А	17	0.154	0.000	-0.011	1 2
34	1	А	2	-116.731	0.000	0.194	1 2
34	1	А	13	-116.574	0.000	0.194	1
34	1	А	31	-116.417	0.000	0.194	1 2
34	2	А	2	-116.731	0.000	-0.194	1 2
34	2	А	14	-116.574	0.000	-0.194	1
34	2	А	34	-116.417	0.000	-0.194	1 2
35	1	А	2	-179.858	0.000	0.194	1 2
35	1	А	13	-177.852	0.000	0.194	1
35	1	А	31	-175.846	0.000	0.194	1 2
35	2	А	2	-179.858	0.000	-0.194	1 2
35	2	А	14	-177.852	0.000	-0.194	1
35	2	А	34	-175.846	0.000	-0.194	1 2
36	1	А	2	-183.573	0.000	0.194	1 2
36	1	А	13	-181.587	0.000	0.194	1
36	1	А	31	-179.600	0.000	0.194	1 2
36	2	А	2	-183.573	0.000	-0.194	1 2
36	2	А	14	-181.587	0.000	-0.194	1
36	2	А	34	-179.600	0.000	-0.194	1 2
37	1	А	2	-135.160	0.000	0.194	1 2
37	1	А	13	-133.837	0.000	0.194	1
37	1	А	31	-132.515	0.000	0.194	1 2
37	2	А	2	-135.160	0.000	-0.194	1 2
37	2	А	14	-133.837	0.000	-0.194	1
37	2	А	34	-132.515	0.000	-0.194	1 2
38	1	А	1	146.166	0.000	0.159	1 2
38	1	А	13	145.876	0.000	0.159	1
38	1	А	33	145.585	0.000	0.159	1 2
38	2	А	1	146.166	0.000	-0.159	1 2
38	2	А	14	145.876	0.000	-0.159	1
38	2	А	32	145.585	0.000	-0.159	1 2
39	1	А	1	146.722	0.000	0.159	1 2
39	1	А	13	145.877	0.000	0.159	1
39	1	А	33	145.031	0.000	0.159	1 2
39	2	А	1	146.722	0.000	-0.159	1 2
39	2	А	14	145.877	0.000	-0.159	1
39	2	А	32	145.031	0.000	-0.159	1 2
40	1	А	1	163.513	0.000	0.159	1 2
40	1	А	13	161.434	0.000	0.159	1
40	1	А	33	159.356	0.000	0.159	1 2
40	2	А	1	163.513	0.000	-0.159	1 2
40	2	А	14	161.434	0.000	-0.159	1

Изм.	Кол.	Лист	Недож	Подпись	Дата

**МТ 2542 т.5**

Лист

132

№ элем	№ сечен	Группа РСУ	Критерий	Усилия			№№ загруз
40	2	A	32	159.356	0.000	-0.159	1 2
41	1	A	1	164.317	0.000	0.159	1 2
41	1	A	13	161.462	0.000	0.159	1
41	1	A	33	158.607	0.000	0.159	1 2
41	2	A	1	164.317	0.000	-0.159	1 2
41	2	A	14	161.462	0.000	-0.159	1
41	2	A	32	158.607	0.000	-0.159	1 2
42	1	A	1	0.950	0.000	0.000	1 2
42	1	A	2	-1.139	0.000	0.000	1 2
42	2	A	1	1.154	0.000	0.000	1 2
42	2	A	2	-0.936	0.000	0.000	1 2
43	1	A	1	0.441	0.000	0.000	1 2
43	1	A	2	-1.286	0.000	0.000	1 2
43	2	A	1	0.645	0.000	0.000	1 2
43	2	A	2	-1.083	0.000	0.000	1 2
44	1	A	1	11.696	0.000	0.000	1 2
44	2	A	1	11.768	0.000	0.000	1 2
45	1	A	1	9.005	0.000	0.000	1 2
45	2	A	1	9.077	0.000	0.000	1 2
46	1	A	1	12.811	0.000	0.000	1 2
46	2	A	1	12.883	0.000	0.000	1 2
47	1	A	2	-0.446	0.000	0.000	1 2
47	2	A	2	-0.369	0.000	0.000	1 2
48	1	A	2	-10.479	0.000	0.000	1 2
48	2	A	2	-10.402	0.000	0.000	1 2
49	1	A	2	-0.621	0.000	0.000	1 2
49	2	A	2	-0.544	0.000	0.000	1 2
50	1	A	2	-12.148	0.000	0.000	1 2
50	2	A	2	-12.071	0.000	0.000	1 2
51	1	A	1	0.790	0.000	0.000	1 2
51	2	A	1	0.845	0.000	0.000	1 2
52	1	A	1	4.178	0.000	0.000	1 2
52	2	A	1	4.233	0.000	0.000	1 2
53	1	A	1	75.396	0.000	0.060	1 2
53	1	A	13	74.099	0.000	0.060	1
53	1	A	33	72.802	0.000	0.060	1 2
53	2	A	1	75.517	0.000	-0.060	1 2
53	2	A	14	74.220	0.000	-0.060	1
53	2	A	32	72.922	0.000	-0.060	1 2
54	1	A	1	25.547	0.000	0.060	1 2
54	1	A	13	25.435	0.000	0.060	1
54	1	A	33	25.323	0.000	0.060	1 2
54	2	A	1	25.668	0.000	-0.060	1 2
54	2	A	14	25.555	0.000	-0.060	1
54	2	A	32	25.443	0.000	-0.060	1 2

Изм.	Кол.	Лист	Поджк	Подпись	Дата

МТ 2542 т.5

№ элем	№ сечен	Группа РСУ	Критерий	Усилия			№№ загруз
55	1	А	1	68.146	0.000	0.060	1 2
55	1	А	13	67.050	0.000	0.060	1
55	1	А	33	65.953	0.000	0.060	1 2
55	2	А	1	68.026	0.000	-0.060	1 2
55	2	А	14	66.929	0.000	-0.060	1
55	2	А	32	65.832	0.000	-0.060	1 2
56	1	А	1	43.150	0.000	0.060	1 2
56	1	А	13	42.084	0.000	0.060	1
56	1	А	33	41.018	0.000	0.060	1 2
56	2	А	1	43.029	0.000	-0.060	1 2
56	2	А	14	41.963	0.000	-0.060	1
56	2	А	32	40.898	0.000	-0.060	1 2
57	1	А	2	-45.412	0.000	0.098	1 2
57	1	А	13	-44.300	0.000	0.098	1
57	1	А	31	-43.188	0.000	0.098	1 2
57	2	А	2	-45.215	0.000	-0.098	1 2
57	2	А	14	-44.103	0.000	-0.098	1
57	2	А	34	-42.991	0.000	-0.098	1 2
58	1	А	2	-14.156	0.000	0.098	1 2
58	1	А	13	-14.030	0.000	0.098	1
58	1	А	31	-13.904	0.000	0.098	1 2
58	2	А	2	-13.959	0.000	-0.098	1 2
58	2	А	14	-13.833	0.000	-0.098	1
58	2	А	34	-13.707	0.000	-0.098	1 2
59	1	А	2	-8.507	0.000	0.098	1 2
59	1	А	13	-8.482	0.000	0.098	1
59	1	А	31	-8.456	0.000	0.098	1 2
59	2	А	2	-8.703	0.000	-0.098	1 2
59	2	А	14	-8.678	0.000	-0.098	1
59	2	А	34	-8.653	0.000	-0.098	1 2
60	1	А	2	-42.204	0.000	0.098	1 2
60	1	А	13	-41.345	0.000	0.098	1
60	1	А	31	-40.487	0.000	0.098	1 2
60	2	А	2	-42.401	0.000	-0.098	1 2
60	2	А	14	-41.542	0.000	-0.098	1
60	2	А	34	-40.684	0.000	-0.098	1 2
61	1	А	2	-101.473	0.000	0.066	1 2
61	1	А	13	-97.926	0.000	0.066	1
61	1	А	31	-94.379	0.000	0.066	1 2
61	2	А	2	-101.341	0.000	-0.066	1 2
61	2	А	14	-97.794	0.000	-0.066	1
61	2	А	34	-94.247	0.000	-0.066	1 2
62	1	А	2	-101.331	0.000	0.066	1 2
62	1	А	13	-97.784	0.000	0.066	1
62	1	А	31	-94.237	0.000	0.066	1 2

Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата

**МТ 2542 т.5**

№ элем	№ сечен	Группа РСУ	Критерий	Усилия			№№ загруз
62	2	A	2	-101.199	0.000	-0.066	1 2
62	2	A	14	-97.652	0.000	-0.066	1
62	2	A	34	-94.105	0.000	-0.066	1 2
63	1	A	2	-116.357	0.000	0.066	1 2
63	1	A	13	-113.937	0.000	0.066	1
63	1	A	31	-111.517	0.000	0.066	1 2
63	2	A	2	-116.490	0.000	-0.066	1 2
63	2	A	14	-114.069	0.000	-0.066	1
63	2	A	34	-111.649	0.000	-0.066	1 2
64	1	A	2	-116.500	0.000	0.066	1 2
64	1	A	13	-114.080	0.000	0.066	1
64	1	A	31	-111.659	0.000	0.066	1 2
64	2	A	2	-116.632	0.000	-0.066	1 2
64	2	A	14	-114.212	0.000	-0.066	1
64	2	A	34	-111.791	0.000	-0.066	1 2
65	1	A	1	0.154	0.000	0.011	1
65	1	A	17	0.154	0.000	0.011	1 2
65	2	A	1	0.131	0.000	-0.011	1
65	2	A	17	0.131	0.000	-0.011	1 2
66	1	A	1	0.131	0.000	0.011	1
66	1	A	17	0.131	0.000	0.011	1 2
66	2	A	1	0.154	0.000	-0.011	1
66	2	A	17	0.154	0.000	-0.011	1 2
23	1	A	1	42.865	0.000	0.051	1 2
23	1	A	10	40.736	0.000	0.051	1 2
23	1	A	13	41.801	0.000	0.051	1
23	2	A	1	42.745	-0.048	-0.069	1 2
23	2	A	10	40.616	-0.048	-0.069	1 2
23	2	A	14	41.680	-0.048	-0.069	1
122	1	A	1	0.958	0.004	0.144	1 2
122	1	A	2	-1.249	0.004	0.143	1 2
122	2	A	1	0.958	0.093	-0.049	1 2
122	2	A	6	-1.249	0.091	-0.050	1 2
123	1	A	1	0.958	0.093	-0.056	1 2
123	1	A	6	-1.249	0.091	-0.057	1 2
123	2	A	2	0.958	-0.195	-0.249	1 2
123	2	A	4	-1.249	-0.198	-0.250	1 2
124	1	A	2	-104.863	-0.193	0.249	1 2
124	1	A	8	-102.866	-0.174	0.244	1 2
124	2	A	2	-104.863	0.096	0.055	1 2
125	1	A	2	-104.863	0.096	0.049	1 2
125	2	A	2	-104.863	0.004	-0.146	1 2
125	2	A	14	-102.866	0.005	-0.150	1 2
126	1	A	2	-169.802	0.013	0.316	1 2
126	2	A	2	-169.802	0.429	0.122	1 2

Изм.	Кол.	Лист	Недоп.	Подпись	Дата

МТ 2542 т.5

Лист

135



№ элем	№ сечен	Группа РСУ	Критерий	Усилия			№№ загруз
127	1	А	2	-169.802	0.429	0.116	1 2
127	2	А	2	-169.802	0.464	-0.078	1 2
127	2	А	14	-165.848	0.462	-0.080	1 2
128	1	А	2	-171.183	0.464	0.077	1 2
128	1	А	13	-167.124	0.462	0.077	1 2
128	2	А	2	-171.183	0.426	-0.117	1 2
129	1	А	2	-171.183	0.426	-0.124	1 2
129	2	А	2	-171.183	0.006	-0.318	1 2
130	1	А	2	-122.376	0.028	0.128	1 2
130	1	А	4	-122.619	-0.010	0.146	1 2
130	2	А	2	-122.619	0.084	-0.048	1 2
130	2	А	10	-122.376	0.087	-0.066	1 2
131	1	А	2	-122.619	0.084	-0.054	1 2
131	1	А	10	-122.376	0.087	-0.073	1 2
131	2	А	2	-122.619	-0.203	-0.248	1 2
131	2	А	4	-122.376	-0.236	-0.267	1 2
132	1	А	2	1.590	-0.218	0.254	1 2
132	1	А	4	-1.069	-0.228	0.256	1 2
132	2	А	1	1.590	0.078	0.061	1 2
132	2	А	6	-1.069	0.074	0.063	1 2
133	1	А	1	1.590	0.078	0.055	1 2
133	1	А	6	-1.069	0.074	0.057	1 2
133	2	А	1	1.590	0.000	-0.138	1 2
133	2	А	2	-1.069	0.000	-0.136	1 2
134	1	А	1	0.466	0.000	0.150	1 2
134	1	А	2	-0.782	0.000	0.149	1 2
134	2	А	1	0.466	0.101	-0.043	1 2
134	2	А	6	-0.782	0.098	-0.045	1 2
135	1	А	1	0.466	0.101	-0.050	1 2
135	1	А	6	-0.782	0.098	-0.051	1 2
135	2	А	1	0.466	-0.176	-0.243	1 2
135	2	А	2	-0.782	-0.180	-0.244	1 2
136	1	А	2	-108.733	-0.204	0.251	1 2
136	1	А	4	-107.990	-0.182	0.245	1 2
136	2	А	2	-108.733	0.089	0.057	1 2
136	2	А	9	-107.990	0.099	0.051	1 2
137	1	А	2	-108.733	0.089	0.050	1 2
137	1	А	10	-107.990	0.099	0.045	1 2
137	2	А	2	-108.733	0.000	-0.144	1 2
137	2	А	10	-107.990	0.000	-0.149	1 2
138	1	А	2	-167.628	-0.018	0.331	1 2
138	2	А	2	-167.628	0.427	0.137	1 2
139	1	А	2	-167.628	0.427	0.131	1 2
139	2	А	2	-167.628	0.491	-0.063	1 2
139	2	А	14	-163.708	0.487	-0.066	1 2

Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата

МТ 2542 т.5

№ элем	№ сечен	Группа РСУ	Критерий	Усилия			№№ загруз
140	1	А	2	-172.256	0.484	0.070	1 2
140	1	А	13	-168.266	0.483	0.070	1 2
140	2	А	2	-172.256	0.433	-0.124	1 2
141	1	А	2	-172.256	0.433	-0.131	1 2
141	2	А	2	-172.256	0.000	-0.325	1 2
142	1	А	2	-124.067	-0.006	0.141	1 2
142	1	А	4	-122.723	0.032	0.121	1 2
142	2	А	2	-124.067	0.077	-0.053	1 2
142	2	А	14	-122.723	0.078	-0.073	1 2
143	1	А	2	-124.067	0.077	-0.060	1 2
143	1	А	14	-122.723	0.078	-0.079	1 2
143	2	А	2	-122.723	-0.257	-0.273	1 2
143	2	А	4	-124.067	-0.220	-0.254	1 2
144	1	А	1	0.310	-0.217	0.254	1 2
144	1	А	2	-1.201	-0.230	0.257	1 2
144	2	А	1	0.310	0.079	0.061	1 2
144	2	А	2	-1.201	0.073	0.064	1 2
145	1	А	1	0.310	0.079	0.054	1 2
145	1	А	2	-1.201	0.073	0.058	1 2
145	2	А	1	0.310	0.000	-0.138	1 2
145	2	А	2	-1.201	0.000	-0.135	1 2
158	1	А	1	61.969	1.597	-1.181	1 2
158	1	А	9	57.909	1.604	-1.178	1 2
158	2	А	1	61.969	-0.785	-1.339	1 2
158	2	А	3	57.909	-0.772	-1.336	1 2
159	1	А	1	60.408	-0.791	0.371	1 2
159	1	А	10	57.512	-0.779	0.368	1 2
159	2	А	1	60.408	-0.237	0.212	1 2
159	2	А	10	57.512	-0.231	0.209	1 2
160	1	А	1	60.408	-0.237	0.205	1 2
160	1	А	9	57.512	-0.231	0.202	1 2
160	2	А	1	60.408	0.001	0.046	1 2
160	2	А	9	57.512	0.002	0.043	1 2
161	1	А	1	169.720	-0.039	0.339	1 2
161	1	А	10	166.359	-0.038	0.336	1 2
161	2	А	1	169.720	0.454	0.180	1 2
161	2	А	10	166.359	0.450	0.177	1 2
162	1	А	1	169.720	0.454	0.173	1 2
162	1	А	9	166.359	0.450	0.171	1 2
162	2	А	1	169.720	0.632	0.014	1 2
162	2	А	9	166.359	0.623	0.012	1 2
163	1	А	1	169.945	0.633	-0.003	1 2
163	1	А	10	166.157	0.623	-0.001	1 2
163	2	А	1	169.945	0.475	-0.162	1 2
163	2	А	10	166.157	0.471	-0.160	1 2

Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата

**МТ 2542 т.5**

№ элем	№ сечен	Группа РСУ	Критерий	Усилия			№№ загруз
164	1	А	1	169.945	0.475	-0.169	1 2
164	1	А	9	166.157	0.471	-0.166	1 2
164	2	А	1	169.945	0.003	-0.328	1 2
164	2	А	9	166.157	0.003	-0.326	1 2
165	1	А	1	72.979	0.062	-0.450	1 2
165	1	А	10	69.804	0.060	-0.452	1 2
165	2	А	1	72.979	-0.944	-0.609	1 2
165	2	А	10	69.804	-0.949	-0.611	1 2
166	1	А	1	72.979	-0.944	-0.615	1 2
166	1	А	9	69.804	-0.949	-0.617	1 2
166	2	А	2	69.804	-2.273	-0.776	1 2
166	2	А	5	72.979	-2.264	-0.775	1 2
167	1	А	2	70.832	-2.287	4.034	1 2
167	1	А	5	74.240	-2.278	4.037	1 2
167	2	А	1	74.240	5.193	3.879	1 2
167	2	А	8	70.832	5.178	3.876	1 2
168	1	А	1	75.353	5.193	-2.679	1 2
168	1	А	8	71.914	5.178	-2.672	1 2
168	2	А	1	75.353	-0.014	-2.838	1 2
169	1	А	1	63.704	2.898	-2.282	1 2
169	1	А	10	58.837	2.906	-2.278	1 2
169	2	А	2	63.704	-1.564	-2.440	1 2
169	2	А	10	58.837	-1.550	-2.437	1 2
170	1	А	2	59.235	-1.439	0.541	1 2
170	1	А	3	61.920	-1.448	0.543	1 2
170	2	А	1	61.920	-0.567	0.384	1 2
171	1	А	1	61.920	-0.567	0.378	1 2
171	1	А	10	59.235	-0.562	0.375	1 2
171	2	А	1	61.920	0.000	0.219	1 2
171	2	А	10	59.235	0.000	0.216	1 2
172	1	А	1	169.157	0.000	0.327	1 2
172	2	А	1	169.157	0.471	0.168	1 2
173	1	А	1	169.157	0.471	0.162	1 2
173	2	А	1	169.157	0.627	0.003	1 2
173	2	А	16	165.987	0.618	0.000	1 2
174	1	А	1	169.706	0.628	-0.003	1 2
174	1	А	15	165.656	0.619	0.000	1 2
174	2	А	1	169.706	0.471	-0.162	1 2
175	1	А	1	169.706	0.471	-0.168	1 2
175	2	А	1	169.706	0.000	-0.328	1 2
176	1	А	1	73.334	0.000	-0.066	1 2
176	1	А	9	70.424	0.000	-0.067	1 2
176	2	А	1	73.334	-0.277	-0.225	1 2
176	2	А	9	70.424	-0.279	-0.227	1 2
177	1	А	1	73.334	-0.277	-0.232	1 2

Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата

**МТ 2542 т.5**

№ элем	№ сечен	Группа РСУ	Критерий	Усилия			№№ загруз
177	1	А	9	70.424	-0.279	-0.233	1 2
177	2	А	1	73.334	-0.869	-0.391	1 2
177	2	А	9	70.424	-0.873	-0.392	1 2
178	1	А	1	73.935	-0.881	1.652	1 2
178	2	А	1	73.935	2.089	1.494	1 2
179	1	А	1	74.817	2.089	-1.027	1 2
179	2	А	1	74.817	0.000	-1.186	1 2
335	1	А	1	63.064	-0.005	1.607	1 2
335	1	А	13	59.011	-0.005	1.611	1 2
335	2	А	1	63.064	2.162	1.489	1 2
335	2	А	13	59.011	2.168	1.494	1 2
336	1	А	1	61.969	2.162	-1.133	1 2
336	1	А	10	57.909	2.168	-1.131	1 2
336	2	А	1	61.969	1.597	-1.174	1 2
336	2	А	10	57.909	1.604	-1.172	1 2
337	1	А	1	64.524	0.000	2.918	1 2
337	1	А	13	59.662	0.000	2.923	1 2
337	2	А	1	64.524	4.003	2.800	1 2
337	2	А	6	59.662	4.009	2.805	1 2
338	1	А	1	63.704	4.003	-2.234	1 2
338	1	А	6	58.837	4.009	-2.231	1 2
338	2	А	1	63.704	2.898	-2.275	1 2
338	2	А	9	58.837	2.906	-2.272	1 2

Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата

**МТ 2542 т.5**

## 4. ПРОВЕРКА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ФЕРМЫ

1-е предельное состояние. Проверка. Расчет по РСУ.

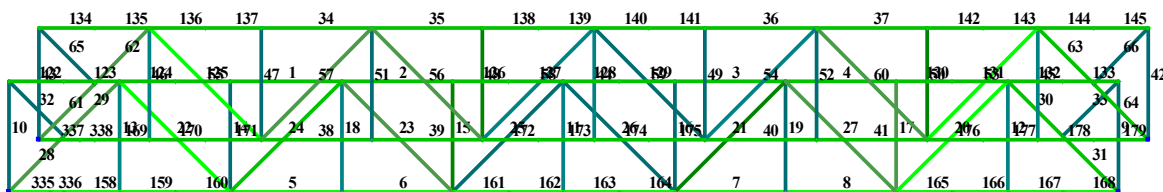


Рисунок 4.1 – Проверка элементов ферм по первому предельному состоянию

2-е предельное состояние. Проверка. Расчет по РСУ.

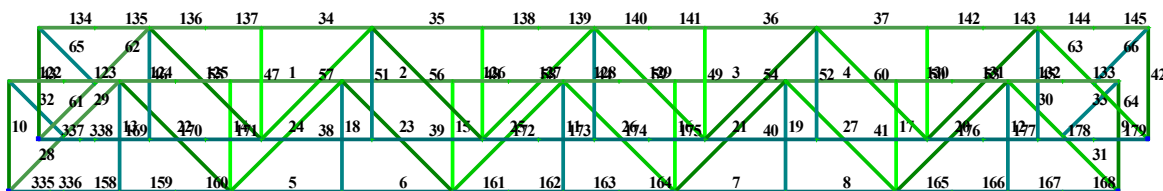


Рисунок 4.2 – Проверка элементов ферм по второму предельному состоянию

Изм.	Кол.	Лист	Подок	Подпись	Дата

Местная устойчивость. Проверка. Расчет по РСУ.

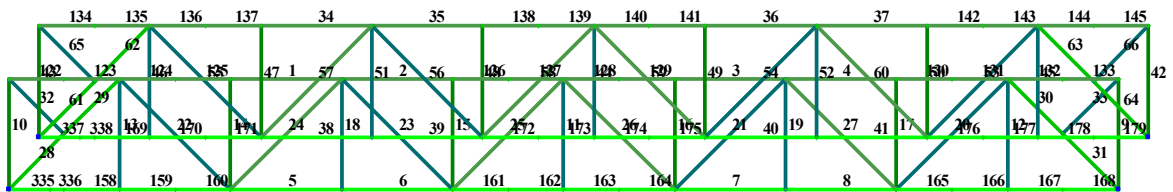


Рисунок 4.3 – Проверка местной устойчивости элементов ферм

Изм.	Кол.	Лист	Подок	Подпись	Дата

**МТ 2542 т.5**

Лист

141

**ВЫВОДЫ**

Проверочный расчет показал, что несущая способность ферм Ф5 участка эстакады в осях 5 – 6 достаточна для восприятия существующих нагрузок и дополнительных нагрузок от проектируемых газоходов и площадок обслуживания. Усиление ферм не требуется

						<b>МТ 2542 т.5</b>	Лист
Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата		142

**ЛИТЕРАТУРА**

1. ДБН В.1.2-2:2006. Нагрузки и воздействия. Киев 2006.
2. ДБН В.2.6-163:2010. Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу. Мінрегіонбуд України. Київ 2011.
3. ДБН В.1.2-14-2009. СНББ. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. Мінрегіонбуд України. Київ 2009.

						<b>MT 2542 т.5</b>	Лист
Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата		143



## Приложение В

Проверочный расчет фермы Ф2

						<b>МТ 2542 т.5</b>	<b>Лист</b>
Изм.	Кол.	Лист	Ниж	Подпись	Дата		144

**ВВЕДЕНИЕ**

Целью данной работы является выполнение проверочных расчетов конструкций эстакады (блок ферм Ф2 в осях 2 – 3) на действующие и дополнительные нагрузки (от проектируемых газопроводов).

Сбор нагрузок производился в соответствии с [1].

Проверка несущей способности элементов ферм выполнена в соответствии с [2].

Расчет, определение расчетных сочетаний усилий, проверка прочности элементов ферм осуществлялись с помощью программного комплекса «ЛИРА» версии 8.2.

Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата

## 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Снеговой район – 3 (п.8, [1] ДБН В.1.2-2:2006).

Ветровой район – 3(п.9, [1] ДБН В.1.2-2:2006).

Класс последствий – СС1.

Категория ответственности конструкций – А.

Материал конструкций ферм: нижний и верхний пояса, опорный раскос выполнены из стали 14Г2 по ГОСТ 5058-65, остальные элементы ферм выполнены из стали Вст3пс6 по ГОСТ 380-71.

Существующие нагрузки на блок ферм:

- Газопровод доменного газа  $\varnothing 2420$  нагрузка 1,56т на погонный метр, опирается на верхний пояс ферм;
- Водовод  $\varnothing 820$  (2шт) нагрузка 0,93т на погонный метр (от одного), подвешен к траверсам по обе стороны эстакады в уровне нижнего пояса ферм;
- Водовод  $\varnothing 620$  (2шт) нагрузка 0,56т на погонный метр (от одного), опирается на траверсы по обе стороны эстакады в уровне нижнего пояса ферм;
- Трубопроводы ( $\varnothing < 100\text{мм}$ ) нагрузка 0,16т на погонный метр (от всех трубопроводов по одну сторону эстакады).

Дополнительные нагрузки на блок ферм:

- Газопровод  $\varnothing 700$  нагрузка 0,475т на погонный метр.

Проверка фермы производится без учета выполненного усиления

						<b>МТ 2542 т.5</b>	Лист
Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата		146

## 2. РАСЧЕТ ФЕРМ.

### 2.1 Расчетная схема.

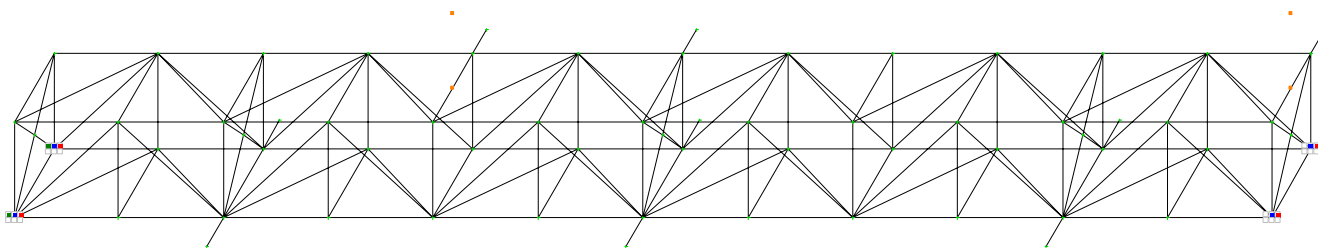


Рисунок 2.1 – Расчетная схема участка эстакады

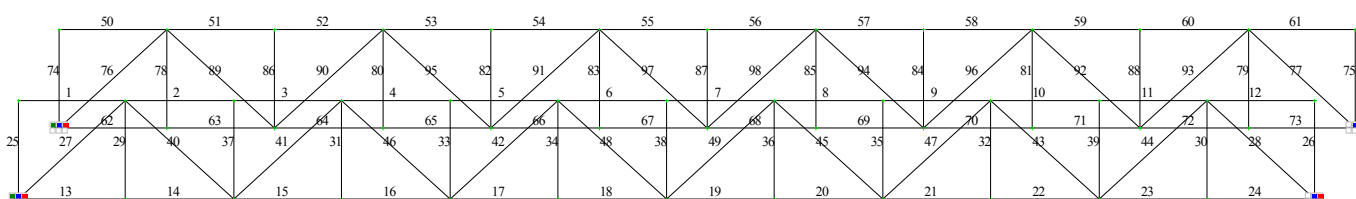


Рисунок 2.2 – Нумерация элементов ферм

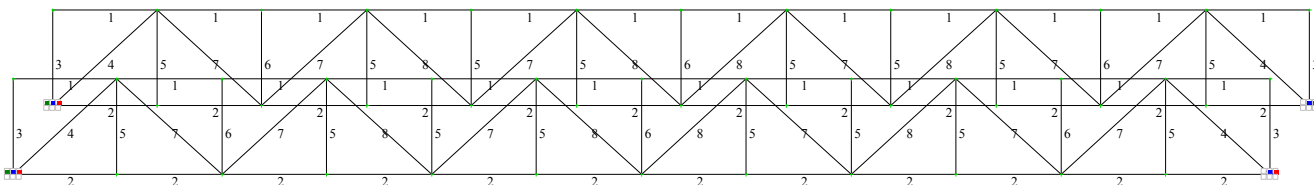


Рисунок 2.3 – Типы жесткости элементов ферм

Изм.	Кол.	Лист	Поджк	Подпись	Дата

Таблица 2.1 – Жесткости элементов ферм

Тип жесткости	Имя	Параметры (сечения- (см) жесткости- (т,м) расп.вес- (т,м) )
1	Два уголка 160 x 160 x 14 (вп)	q=0.068377 EF=183048, EI <sub>y</sub> =440 EI <sub>z</sub> =892, GI <sub>k</sub> =4.9 Y1=2.95, Y2=2.95, Z1=5.37, Z2=2.08, RU_Y=0, RU_Z=0
2	Два уголка 160 x 160 x 12 (нп)	q=0.0586784 EF=157084, EI <sub>y</sub> =384 EI <sub>z</sub> =759, GI <sub>k</sub> =3.15 Y1=2.93, Y2=2.93, Z1=5.56, Z2=2.1, RU_Y=0, RU_Z=0
3	Два уголка 125 x 125 x 12 (оп стойка)	q=0.0453388 EF=121374, EI <sub>y</sub> =177 EI <sub>z</sub> =375, GI <sub>k</sub> =2.43 Y1=2.37, Y2=2.37, Z1=4.14, Z2=1.63, RU_Y=0, RU_Z=0
4	Два уголка 140 x 140 x 9 (оп раскос)	q=0.0387946 EF=103854, EI <sub>y</sub> =196 EI <sub>z</sub> =386, GI <sub>k</sub> =1.19 Y1=2.56, Y2=2.56, Z1=4.98, Z2=1.84, RU_Y=0, RU_Z=0
5	Два уголка 63 x 63 x 6 (стойка)	q=0.0114249 EF=30585, EI <sub>y</sub> =11.4 EI <sub>z</sub> =27.3, GI <sub>k</sub> =0.153 Y1=1.31, Y2=1.31, Z1=2.09, Z2=0.822, RU_Y=0, RU_Z=0
6	Крестовые уголки 75 x 75 x 6 (стойка)	q=0.013779 EF=36886.8, EI <sub>y</sub> =43.7 EI <sub>z</sub> =43.7, GI <sub>k</sub> =0.191 Y1=1.48, Y2=1.48, Z1=1.48, Z2=1.48, RU_Y=0, RU_Z=0
7	Два уголка 100 x 100 x 8 (стойка)	q=0.024482 EF=65539.2, EI <sub>y</sub> =61.8 EI <sub>z</sub> =131, GI <sub>k</sub> =0.605 Y1=1.9, Y2=1.9, Z1=3.43, Z2=1.3, RU_Y=0, RU_Z=0
8	Два уголка 63 x 63 x 6 (раскос)	q=0.0114249 EF=30585, EI <sub>y</sub> =11.4 EI <sub>z</sub> =27.3, GI <sub>k</sub> =0.153 Y1=1.31, Y2=1.31, Z1=2.09, Z2=0.822, RU_Y=0, RU_Z=0

						<b>МТ 2542 т.5</b>	Лист
Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата		148

## 2.2 Сбор нагрузок

### 2.2.1 Постоянные нагрузки

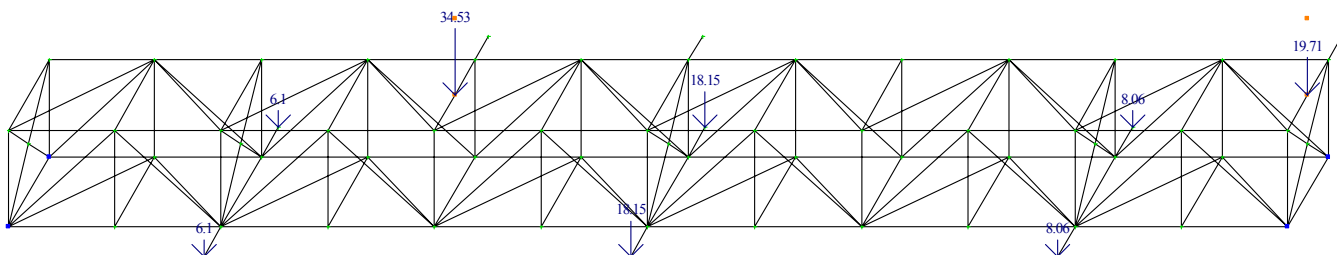


Рисунок 2.4 – Вертикальные нагрузки от существующих трубопроводов

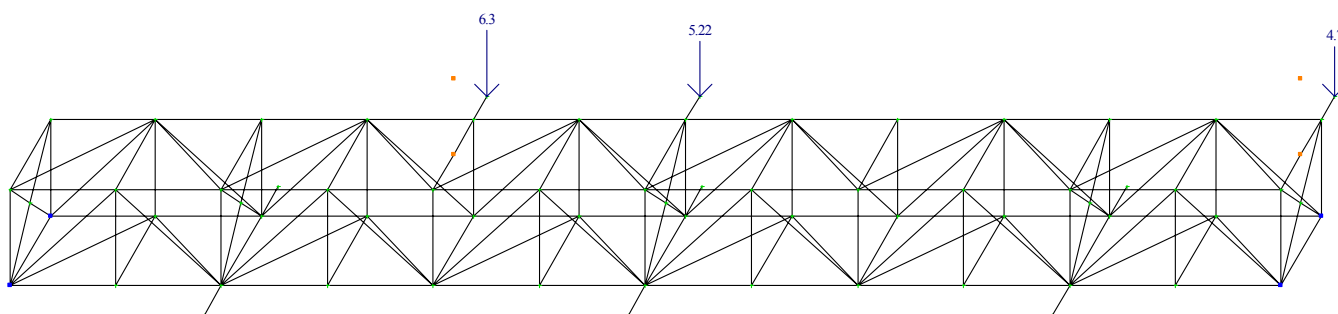


Рисунок 2.5 – Вертикальные нагрузки от проектируемых трубопроводов

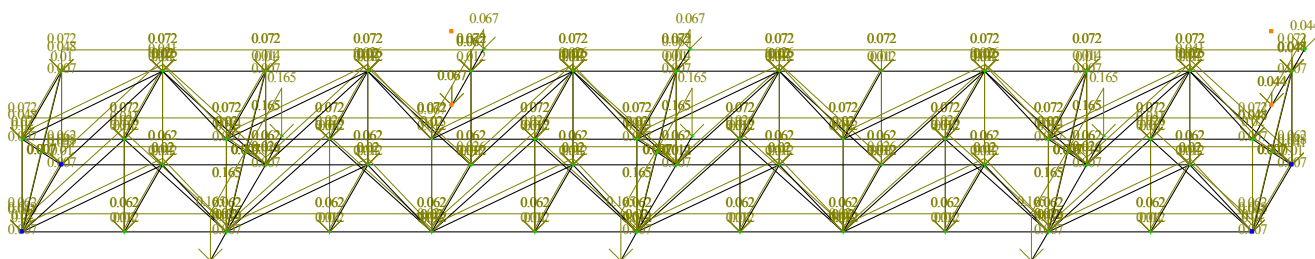


Рисунок 2.6 – Вертикальные нагрузки от собственного веса конструкций ферм

### 2.2.2 Сбор ветровой нагрузки

Сбор ветровой нагрузки на газопровод диаметром 2420мм производится с учетом требований п.9[1] по схеме 14 приложения И [1].

Предельное расчетное значение ветровой нагрузки:

$$W_m = \gamma_{fm} \cdot W_0 \cdot C \quad (2.1)$$

где:

						<b>МТ 2542 т.5</b>	Лист
Изм.	Кол.	Лист	Подок	Подпись	Дата		149

$\gamma_{fm}$  – коэффициент надежности по предельному значению ветровой нагрузки (п. 9.15, [1]);

$W_0 = 460$  Па – характеристическое значение ветровой нагрузки для г. Запорожье по прил. Е [1].

$$C = C_{aer} \cdot C_h \cdot C_{alt} \cdot C_{rel} \cdot C_{dir} \cdot C_d \tag{2.2}$$

где:

$C_{aer} = C_x$  – аэродинамический коэффициент (прил. И, [1]);

$C_h$  – коэффициент высоты сооружения (табл. 9.2, [1]);

$C_{alt} = 1$  – коэффициент географической высоты (п. 9.10, [1]);

$C_{rel} = 1$  – коэффициент рельефа (п. 9.11, [1]);

$C_{dir} = 1$  – коэффициент направления (п. 9.12, [1]);

$C_d$  – коэффициент динамичности (п. 9.13, [1]).

Аэродинамический коэффициент равен:

$$C_x = k C_{x\infty} \tag{2.3}$$

где:

$k = 1$  – коэффициент, определяемый по табл.1 схемы 13 прил. И, [1];

$C_{x\infty}$  – коэффициент, определяемый по графику схемы 13 прил. И, [1];

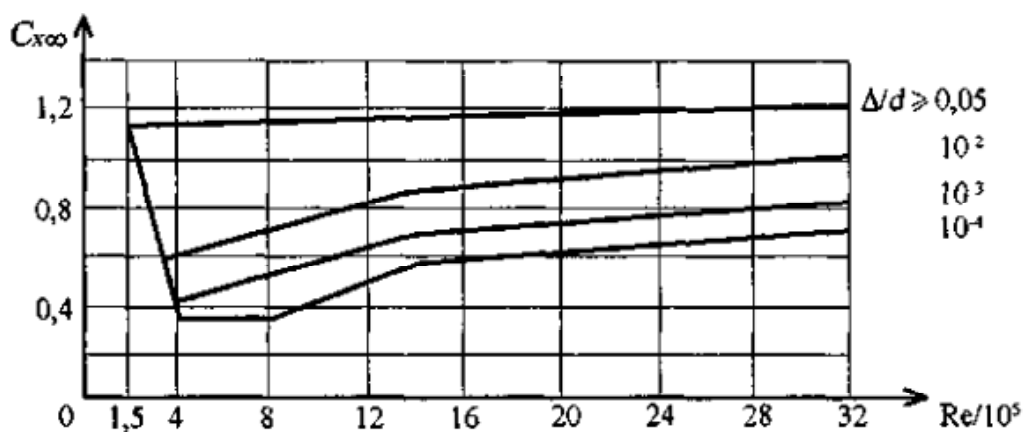


Рисунок 2.7 – График схемы 13 прил. И, [1]

Для поверхности стальных конструкций величина  $\Delta$  принимается равной 0,001м.

$$\frac{\Delta}{d} = \frac{0,001\text{м}}{2,42\text{м}} = 4,1 \cdot 10^{-4}$$

Изм.	Кол.	Лист	Поджк	Подпись	Дата

Число Рейнольдса:

$$R_e = 0,88 \sqrt{W_0 \cdot C_h \cdot \gamma_{fm}} \cdot 10^5 = 0,88 \sqrt{460 \text{Па} \cdot 1,375 \cdot 1,035} \cdot 10^5 = 22,52 \cdot 10^5$$

Отсюда аэродинамический коэффициент по формуле (2.3) равен:

$$C_x = 1 \cdot 0,64 = 0,64$$

Предельное расчетное значение ветровой нагрузки по формуле (2.1) равно:

$$W_m = 1,035 \cdot 0,046 \text{т/м}^2 \cdot 1,375 \cdot 0,64 = 0,0418 \text{т/м}^2$$

Нагрузка на метр погонный газохода:

$$W = 0,0418 \text{т/м}^2 \cdot 2,42 \text{м} = 0,101 \text{т/м}$$

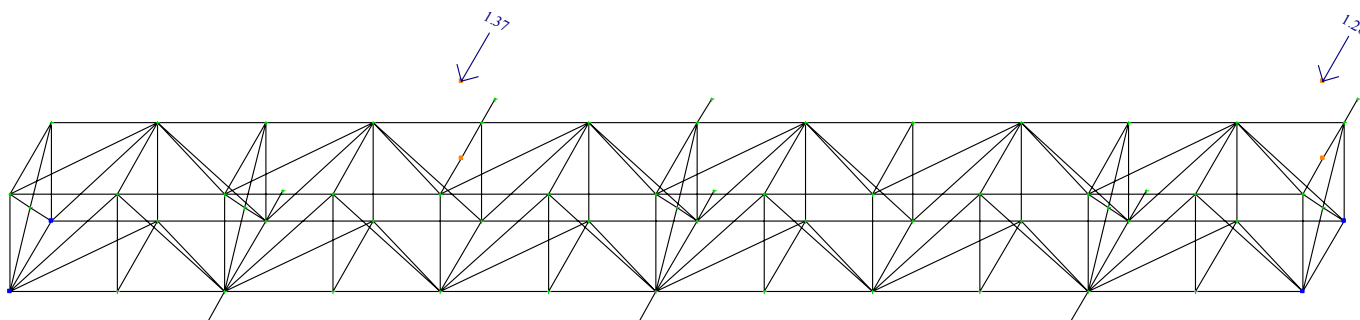


Рисунок 2.8 – Ветровая нагрузка, действующая на газоход  $\varnothing 2420$ .

Изм.	Кол.	Лист	Поджк	Подпись	Дата

**МТ 2542 т.5**

Лист

151



### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СТАТИЧЕСКОГО РАСЧЕТА

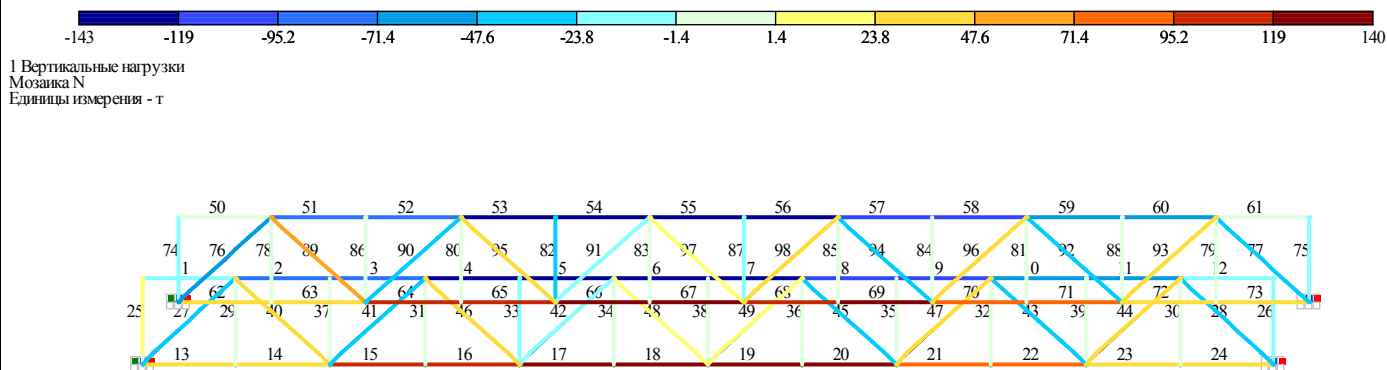


Рисунок 3.1 – Продольные усилия в стержнях ферм от вертикальных нагрузок на эстакаду (загружение 1)

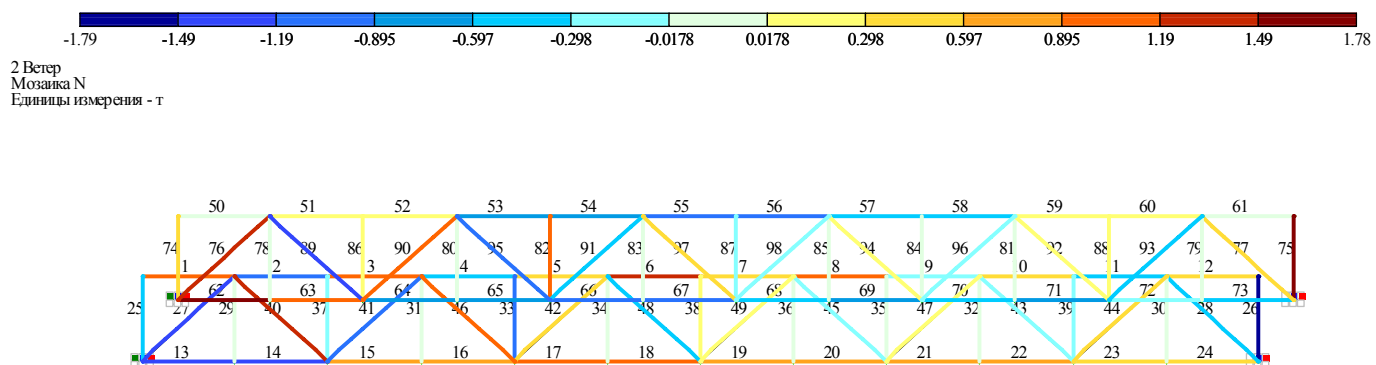
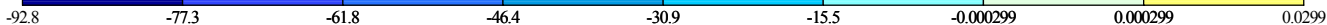


Рисунок 3.2 – Продольные усилия в стержнях ферм от ветровой нагрузки (загружение 2)

Изм.	Кол.	Лист	Подск	Подпись	Дата

МТ 2542 т.5



1 Вертикальные нагрузки  
Мозаика перемещений по Z(G)  
Единицы измерения - мм

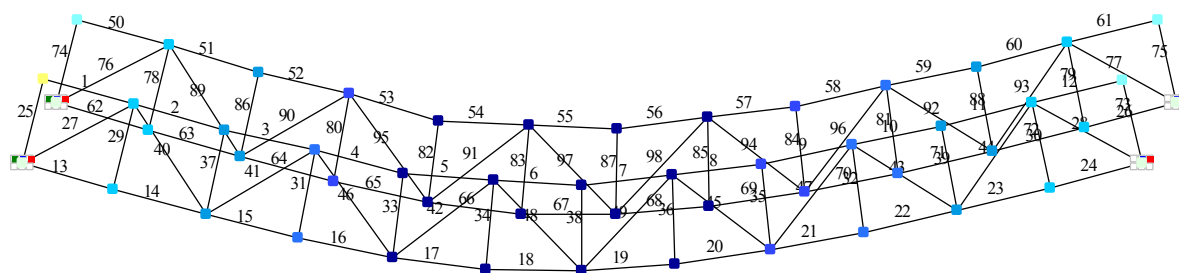
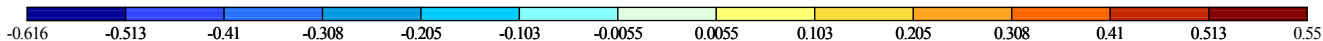


Рисунок 3.3 – Перемещение узлов ферм от действия вертикальных нагрузок на эстакаду



2 Ветер  
Мозаика перемещений по Z(G)  
Единицы измерения - мм

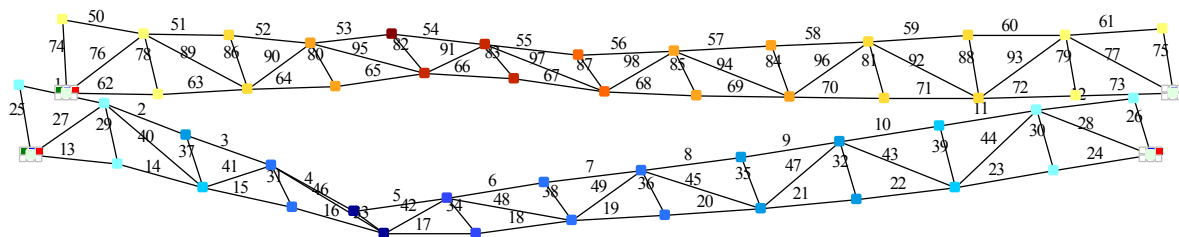


Рисунок 3.4 – Перемещение узлов ферм от действия ветровой нагрузки

Таблица 3.1 – Расчетные сочетания усилий

№ элем	№ сечен	Группа РСУ	Критерий	N (т)	№№ загруз
1	1	A	2	-4.227	1 2
1	1	A	13	-3.263	1
1	1	A	31	-2.299	1 2
1	2	A	2	-4.227	1 2
1	2	A	14	-3.263	1
1	2	A	34	-2.299	1 2
2	1	A	2	-72.506	1 2
2	1	A	13	-71.460	1
2	1	A	31	-70.414	1 2

Изм.	Кол.	Лист	Подск	Подпись	Дата
------	------	------	-------	---------	------

№ элем	№ сечен	Группа РСУ	Критерий	N (т)	№№ загруз
2	2	А	2	-72.506	1 2
2	2	А	14	-71.460	1
2	2	А	34	-70.414	1 2
3	1	А	2	-77.876	1 2
3	1	А	13	-76.740	1
3	1	А	31	-75.605	1 2
3	2	А	2	-77.876	1 2
3	2	А	14	-76.740	1
3	2	А	34	-75.605	1 2
4	1	А	2	-126.193	1 2
4	1	А	13	-125.773	1
4	1	А	31	-125.353	1 2
4	2	А	2	-126.193	1 2
4	2	А	14	-125.773	1
4	2	А	34	-125.353	1 2
5	1	А	2	-130.222	1 2
5	1	А	13	-129.735	1
5	1	А	31	-129.248	1 2
5	2	А	2	-130.222	1 2
5	2	А	14	-129.735	1
5	2	А	34	-129.248	1 2
6	1	А	2	-144.149	1 2
6	1	А	13	-142.866	1
6	1	А	31	-141.583	1 2
6	2	А	2	-144.149	1 2
6	2	А	14	-142.866	1
6	2	А	34	-141.583	1 2
7	1	А	2	-142.812	1 2
7	1	А	13	-142.311	1
7	1	А	31	-141.809	1 2
7	2	А	2	-142.812	1 2
7	2	А	14	-142.311	1
7	2	А	34	-141.809	1 2
8	1	А	2	-108.019	1 2
8	1	А	13	-107.085	1
8	1	А	31	-106.151	1 2
8	2	А	2	-108.019	1 2
8	2	А	14	-107.085	1
8	2	А	34	-106.151	1 2
9	1	А	2	-102.041	1 2
9	1	А	13	-102.012	1
9	1	А	31	-101.984	1 2
9	2	А	2	-102.041	1 2
9	2	А	14	-102.012	1
9	2	А	34	-101.984	1 2

Изм.	Кол.	Лист	Поджк	Подпись	Дата

**МТ 2542 т.5**

Лист

154

№ элем	№ сечен	Группа РСУ	Критерий	N (т)	№№ загруз
10	1	А	2	-64.694	1 2
10	1	А	13	-64.290	1
10	1	А	31	-63.886	1 2
10	2	А	2	-64.694	1 2
10	2	А	14	-64.290	1
10	2	А	34	-63.886	1 2
11	1	А	2	-60.103	1 2
11	1	А	13	-59.697	1
11	1	А	31	-59.290	1 2
11	2	А	2	-60.103	1 2
11	2	А	14	-59.697	1
11	2	А	34	-59.290	1 2
12	1	А	2	-2.360	1 2
12	1	А	13	-2.035	1
12	1	А	31	-1.709	1 2
12	2	А	2	-2.360	1 2
12	2	А	14	-2.035	1
12	2	А	34	-1.709	1 2
13	1	А	1	39.428	1 2
13	1	А	13	38.003	1
13	1	А	33	36.578	1 2
13	2	А	1	39.428	1 2
13	2	А	14	38.003	1
13	2	А	32	36.578	1 2
14	1	А	1	39.428	1 2
14	1	А	13	38.003	1
14	1	А	33	36.578	1 2
14	2	А	1	39.428	1 2
14	2	А	14	38.003	1
14	2	А	32	36.578	1 2
15	1	А	1	102.601	1 2
15	1	А	13	101.962	1
15	1	А	33	101.323	1 2
15	2	А	1	102.601	1 2
15	2	А	14	101.962	1
15	2	А	32	101.323	1 2
16	1	А	1	102.601	1 2
16	1	А	13	101.962	1
16	1	А	33	101.323	1 2
16	2	А	1	102.601	1 2
16	2	А	14	101.962	1
16	2	А	32	101.323	1 2
17	1	А	1	137.971	1 2
17	1	А	13	136.909	1
17	1	А	33	135.848	1 2

Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата

**МТ 2542 т.5**

Лист

155

№ элем	№ сечен	Группа РСУ	Критерий	N (т)	№№ загруз
17	2	А	1	137.971	1 2
17	2	А	14	136.909	1
17	2	А	32	135.848	1 2
18	1	А	1	137.971	1 2
18	1	А	13	136.909	1
18	1	А	33	135.848	1 2
18	2	А	1	137.971	1 2
18	2	А	14	136.909	1
18	2	А	32	135.848	1 2
19	1	А	1	125.882	1 2
19	1	А	13	125.210	1
19	1	А	33	124.538	1 2
19	2	А	1	125.882	1 2
19	2	А	14	125.210	1
19	2	А	32	124.538	1 2
20	1	А	1	125.882	1 2
20	1	А	13	125.210	1
20	1	А	33	124.538	1 2
20	2	А	1	125.882	1 2
20	2	А	14	125.210	1
20	2	А	32	124.538	1 2
21	1	А	1	84.211	1 2
21	1	А	13	83.567	1
21	1	А	33	82.922	1 2
21	2	А	1	84.211	1 2
21	2	А	14	83.567	1
21	2	А	32	82.922	1 2
22	1	А	1	84.211	1 2
22	1	А	13	83.567	1
22	1	А	33	82.922	1 2
22	2	А	1	84.211	1 2
22	2	А	14	83.567	1
22	2	А	32	82.922	1 2
23	1	А	1	31.366	1 2
23	1	А	13	31.052	1
23	1	А	33	30.739	1 2
23	2	А	1	31.366	1 2
23	2	А	14	31.052	1
23	2	А	32	30.739	1 2
24	1	А	1	31.366	1 2
24	1	А	13	31.052	1
24	1	А	33	30.739	1 2
24	2	А	1	31.366	1 2
24	2	А	14	31.052	1
24	2	А	32	30.739	1 2

Изм.	Кол.	Лист	Поджк	Подпись	Дата

**МТ 2542 т.5**

Лист

156

№ элем	№ сечен	Группа РСУ	Критерий	N (т)	№№ загруз
25	1	А	1	1.880	1 2
25	2	А	1	1.999	1 2
26	1	А	2	-8.718	1 2
26	2	А	2	-8.599	1 2
27	1	А	2	-47.871	1 2
27	1	А	13	-46.514	1
27	1	А	31	-45.156	1 2
27	2	А	2	-47.769	1 2
27	2	А	14	-46.412	1
27	2	А	34	-45.054	1 2
28	1	А	2	-39.792	1 2
28	1	А	13	-39.297	1
28	1	А	31	-38.802	1 2
28	2	А	2	-39.893	1 2
28	2	А	14	-39.399	1
28	2	А	34	-38.904	1 2
29	1	А	1	0.181	1
29	1	А	17	0.181	1 2
29	2	А	1	0.211	1
29	2	А	17	0.211	1 2
30	1	А	1	0.181	1
30	1	А	17	0.181	1 2
30	2	А	1	0.211	1
30	2	А	17	0.211	1 2
31	1	А	1	0.182	1
31	1	А	17	0.182	1 2
31	2	А	1	0.212	1
31	2	А	17	0.212	1 2
32	1	А	1	0.182	1
32	1	А	17	0.182	1 2
32	2	А	1	0.212	1
32	2	А	17	0.212	1 2
33	1	А	2	-16.568	1 2
33	2	А	2	-16.538	1 2
34	1	А	1	0.182	1
34	1	А	17	0.182	1 2
34	2	А	1	0.212	1
34	2	А	17	0.212	1 2
35	1	А	2	-0.315	1
35	1	А	18	-0.315	1 2
35	2	А	2	-0.285	1
35	2	А	18	-0.285	1 2
36	1	А	1	0.182	1
36	1	А	17	0.182	1 2
36	2	А	1	0.212	1

Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата

**МТ 2542 т.5**

Лист

157

№ элем	№ сечен	Группа РСУ	Критерий	N (т)	№№ загруз
36	2	А	17	0.212	1 2
37	1	А	2	-1.056	1 2
37	2	А	2	-1.020	1 2
38	1	А	2	-0.724	1 2
38	2	А	2	-0.688	1 2
39	1	А	1	0.027	1 2
39	1	А	2	-0.123	1 2
39	2	А	1	0.064	1 2
39	2	А	2	-0.087	1 2
40	1	А	1	47.331	1 2
40	1	А	13	45.966	1
40	1	А	33	44.600	1 2
40	2	А	1	47.267	1 2
40	2	А	14	45.902	1
40	2	А	32	44.536	1 2
41	1	А	2	-34.582	1 2
41	1	А	13	-33.531	1
41	1	А	31	-32.480	1 2
41	2	А	2	-34.518	1 2
41	2	А	14	-33.467	1
41	2	А	34	-32.415	1 2
42	1	А	2	-9.808	1 2
42	1	А	13	-9.271	1
42	1	А	31	-8.733	1 2
42	2	А	2	-9.744	1 2
42	2	А	14	-9.207	1
42	2	А	34	-8.669	1 2
43	1	А	2	-26.116	1 2
43	1	А	13	-25.824	1
43	1	А	31	-25.532	1 2
43	2	А	2	-26.181	1 2
43	2	А	14	-25.888	1
43	2	А	34	-25.596	1 2
44	1	А	1	39.242	1 2
44	1	А	13	38.744	1
44	1	А	33	38.247	1 2
44	2	А	1	39.306	1 2
44	2	А	14	38.808	1
44	2	А	32	38.311	1 2
45	1	А	2	-24.429	1 2
45	1	А	13	-24.137	1
45	1	А	31	-23.845	1 2
45	2	А	2	-24.493	1 2
45	2	А	14	-24.201	1
45	2	А	34	-23.909	1 2

Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата

**МТ 2542 т.5**

Лист

158

№ элем	№ сечен	Группа РСУ	Критерий	N (т)	№№ загруз
46	1	А	1	33.833	1 2
46	1	А	13	32.782	1
46	1	А	33	31.731	1 2
46	2	А	1	33.803	1 2
46	2	А	14	32.752	1
46	2	А	32	31.701	1 2
47	1	А	1	25.402	1 2
47	1	А	13	25.109	1
47	1	А	33	24.817	1 2
47	2	А	1	25.432	1 2
47	2	А	14	25.139	1
47	2	А	32	24.847	1 2
48	1	А	1	9.059	1 2
48	1	А	13	8.522	1
48	1	А	33	7.985	1 2
48	2	А	1	9.029	1 2
48	2	А	14	8.492	1
48	2	А	32	7.955	1 2
49	1	А	1	23.715	1 2
49	1	А	13	23.422	1
49	1	А	33	23.130	1 2
49	2	А	1	23.745	1 2
49	2	А	14	23.452	1
49	2	А	32	23.160	1 2
50	1	А	13	0.000	1
50	1	А	17	0.000	1 2
50	2	А	14	0.000	1
50	2	А	17	0.000	1 2
51	1	А	2	-73.980	1 2
51	1	А	13	-73.908	1
51	1	А	31	-73.837	1 2
51	2	А	2	-73.980	1 2
51	2	А	14	-73.908	1
51	2	А	34	-73.837	1 2
52	1	А	2	-73.980	1 2
52	1	А	13	-73.908	1
52	1	А	31	-73.837	1 2
52	2	А	2	-73.980	1 2
52	2	А	14	-73.908	1
52	2	А	34	-73.837	1 2
53	1	А	2	-137.380	1 2
53	1	А	13	-136.593	1
53	1	А	31	-135.805	1 2
53	2	А	2	-137.380	1 2
53	2	А	14	-136.593	1

Изм.	Кол.	Лист	Поджк	Подпись	Дата

**МТ 2542 т.5**

Лист

159



№ элем	№ сечен	Группа РСУ	Критерий	N (т)	№№ загруз
53	2	А	34	-135.805	1 2
54	1	А	2	-137.380	1 2
54	1	А	13	-136.593	1
54	1	А	31	-135.805	1 2
54	2	А	2	-137.380	1 2
54	2	А	14	-136.593	1
54	2	А	34	-135.805	1 2
55	1	А	2	-140.906	1 2
55	1	А	13	-139.923	1
55	1	А	31	-138.940	1 2
55	2	А	2	-140.906	1 2
55	2	А	14	-139.923	1
55	2	А	34	-138.940	1 2
56	1	А	2	-140.906	1 2
56	1	А	13	-139.923	1
56	1	А	31	-138.940	1 2
56	2	А	2	-140.906	1 2
56	2	А	14	-139.923	1
56	2	А	34	-138.940	1 2
57	1	А	2	-102.995	1 2
57	1	А	13	-102.542	1
57	1	А	31	-102.089	1 2
57	2	А	2	-102.995	1 2
57	2	А	14	-102.542	1
57	2	А	34	-102.089	1 2
58	1	А	2	-102.995	1 2
58	1	А	13	-102.542	1
58	1	А	31	-102.089	1 2
58	2	А	2	-102.995	1 2
58	2	А	14	-102.542	1
58	2	А	34	-102.089	1 2
59	1	А	2	-62.741	1 2
59	1	А	13	-62.664	1
59	1	А	31	-62.587	1 2
59	2	А	2	-62.741	1 2
59	2	А	14	-62.664	1
59	2	А	34	-62.587	1 2
60	1	А	2	-62.741	1 2
60	1	А	13	-62.664	1
60	1	А	31	-62.587	1 2
60	2	А	2	-62.741	1 2
60	2	А	14	-62.664	1
60	2	А	34	-62.587	1 2
61	1	А	13	0.000	1
61	1	А	17	0.000	1 2

Изм.	Кол.	Лист	Недоп.	Подпись	Дата

**МТ 2542 т.5**

Лист

160

№ элем	№ сечен	Группа РСУ	Критерий	N(т)	№№ загруз
61	2	А	14	0.000	1
61	2	А	17	0.000	1 2
62	1	А	1	41.491	1 2
62	1	А	13	39.814	1
62	1	А	33	38.138	1 2
62	2	А	1	41.491	1 2
62	2	А	14	39.814	1
62	2	А	32	38.138	1 2
63	1	А	1	34.519	1 2
63	1	А	13	33.348	1
63	1	А	33	32.177	1 2
63	2	А	1	34.519	1 2
63	2	А	14	33.348	1
63	2	А	32	32.177	1 2
64	1	А	1	107.719	1 2
64	1	А	13	107.102	1
64	1	А	33	106.485	1 2
64	2	А	1	107.719	1 2
64	2	А	14	107.102	1
64	2	А	32	106.485	1 2
65	1	А	1	103.896	1 2
65	1	А	13	103.236	1
65	1	А	33	102.576	1 2
65	2	А	1	103.896	1 2
65	2	А	14	103.236	1
65	2	А	32	102.576	1 2
66	1	А	1	141.246	1 2
66	1	А	13	140.206	1
66	1	А	33	139.166	1 2
66	2	А	1	141.246	1 2
66	2	А	14	140.206	1
66	2	А	32	139.166	1 2
67	1	А	1	137.423	1 2
67	1	А	13	136.340	1
67	1	А	33	135.258	1 2
67	2	А	1	137.423	1 2
67	2	А	14	136.340	1
67	2	А	32	135.258	1 2
68	1	А	1	119.229	1 2
68	1	А	13	118.760	1
68	1	А	33	118.291	1 2
68	2	А	1	119.229	1 2
68	2	А	14	118.760	1
68	2	А	32	118.291	1 2
69	1	А	1	124.804	1 2

Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата

**МТ 2542 т.5**

Лист

161

№ элем	№ сечен	Группа РСУ	Критерий	N (т)	№№ загруз
69	1	А	13	123.929	1
69	1	А	33	123.055	1 2
69	2	А	1	124.804	1 2
69	2	А	14	123.929	1
69	2	А	32	123.055	1 2
70	1	А	1	80.669	1 2
70	1	А	13	80.227	1
70	1	А	33	79.785	1 2
70	2	А	1	80.669	1 2
70	2	А	14	80.227	1
70	2	А	32	79.785	1 2
71	1	А	1	86.244	1 2
71	1	А	13	85.396	1
71	1	А	33	84.549	1 2
71	2	А	1	86.244	1 2
71	2	А	14	85.396	1
71	2	А	32	84.549	1 2
72	1	А	1	29.649	1 2
72	1	А	13	29.386	1
72	1	А	33	29.123	1 2
72	2	А	1	29.649	1 2
72	2	А	14	29.386	1
72	2	А	32	29.123	1 2
73	1	А	1	33.938	1 2
73	1	А	13	33.574	1
73	1	А	33	33.210	1 2
73	2	А	1	33.938	1 2
73	2	А	14	33.574	1
73	2	А	32	33.210	1 2
74	1	А	2	-1.967	1 2
74	2	А	2	-1.848	1 2
75	1	А	2	-18.497	1 2
75	2	А	2	-18.378	1 2
76	1	А	2	-56.272	1 2
76	1	А	13	-54.915	1
76	1	А	31	-53.557	1 2
76	2	А	2	-56.170	1 2
76	2	А	14	-54.813	1
76	2	А	34	-53.456	1 2
77	1	А	2	-46.045	1 2
77	1	А	13	-45.550	1
77	1	А	31	-45.055	1 2
77	2	А	2	-46.146	1 2
77	2	А	14	-45.652	1
77	2	А	34	-45.157	1 2

Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата

**МТ 2542 т.5**

Лист

162

№ элем	№ сечен	Группа РСУ	Критерий	N(т)	№№ загруз
78	1	А	1	0.256	1
78	1	А	17	0.256	1 2
78	2	А	1	0.286	1
78	2	А	17	0.286	1 2
79	1	А	1	0.256	1
79	1	А	17	0.256	1 2
79	2	А	1	0.286	1
79	2	А	17	0.286	1 2
80	1	А	1	0.257	1
80	1	А	17	0.257	1 2
80	2	А	1	0.287	1
80	2	А	17	0.287	1 2
81	1	А	1	0.257	1
81	1	А	17	0.257	1 2
81	2	А	1	0.287	1
81	2	А	17	0.287	1 2
82	1	А	2	-27.153	1 2
82	2	А	2	-27.123	1 2
83	1	А	1	0.257	1
83	1	А	17	0.257	1 2
83	2	А	1	0.287	1
83	2	А	17	0.287	1 2
84	1	А	2	-0.240	1
84	1	А	18	-0.240	1 2
84	2	А	2	-0.210	1
84	2	А	18	-0.210	1 2
85	1	А	1	0.257	1
85	1	А	17	0.257	1 2
85	2	А	1	0.287	1
85	2	А	17	0.287	1 2
86	1	А	1	0.428	1 2
86	2	А	1	0.464	1 2
87	1	А	2	-6.383	1 2
87	2	А	2	-6.347	1 2
88	1	А	2	-0.471	1 2
88	2	А	2	-0.435	1 2
89	1	А	1	55.560	1 2
89	1	А	13	54.194	1
89	1	А	33	52.829	1 2
89	2	А	1	55.496	1 2
89	2	А	14	54.130	1
89	2	А	32	52.765	1 2
90	1	А	2	-46.596	1 2
90	1	А	13	-45.545	1
90	1	А	31	-44.494	1 2

Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата

**МТ 2542 т.5**

Лист

163

№ элем	№ сечен	Группа РСУ	Критерий	N (т)	№№ загруз
90	2	А	2	-46.532	1 2
90	2	А	14	-45.481	1
90	2	А	34	-44.430	1 2
91	1	А	2	-5.975	1 2
91	1	А	13	-5.438	1
91	1	А	31	-4.900	1 2
91	2	А	2	-5.911	1 2
91	2	А	14	-5.374	1
91	2	А	34	-4.836	1 2
92	1	А	2	-31.112	1 2
92	1	А	13	-30.820	1
92	1	А	31	-30.528	1 2
92	2	А	2	-31.177	1 2
92	2	А	14	-30.884	1
92	2	А	34	-30.592	1 2
93	1	А	1	45.309	1 2
93	1	А	13	44.812	1
93	1	А	33	44.314	1 2
93	2	А	1	45.374	1 2
93	2	А	14	44.876	1
93	2	А	32	44.378	1 2
94	1	А	2	-29.425	1 2
94	1	А	13	-29.133	1
94	1	А	31	-28.841	1 2
94	2	А	2	-29.489	1 2
94	2	А	14	-29.197	1
94	2	А	34	-28.905	1 2
95	1	А	1	45.624	1 2
95	1	А	13	44.573	1
95	1	А	33	43.521	1 2
95	2	А	1	45.594	1 2
95	2	А	14	44.543	1
95	2	А	32	43.492	1 2
96	1	А	1	30.174	1 2
96	1	А	13	29.882	1
96	1	А	33	29.589	1 2
96	2	А	1	30.204	1 2
96	2	А	14	29.912	1
96	2	А	32	29.619	1 2
97	1	А	1	5.003	1 2
97	1	А	13	4.465	1
97	1	А	33	3.928	1 2
97	2	А	1	4.973	1 2
97	2	А	14	4.435	1
97	2	А	32	3.898	1 2

Изм.	Кол.	Лист	Поджк	Подпись	Дата

**МТ 2542 т.5**

Лист

164

№ элем	№ сечен	Группа РСУ	Критерий	N (т)	№№ загруз
98	1	А	1	28.487	1 2
98	1	А	13	28.195	1
98	1	А	33	27.902	1 2
98	2	А	1	28.517	1 2
98	2	А	14	28.225	1
98	2	А	32	27.932	1 2

Изм.	Кол.	Лист	Недоп	Подпись	Дата

**MT 2542 т.5**

## 4. ПРОВЕРКА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ФЕРМЫ

### 4.1 Проверка элементов ферм без учета усиления

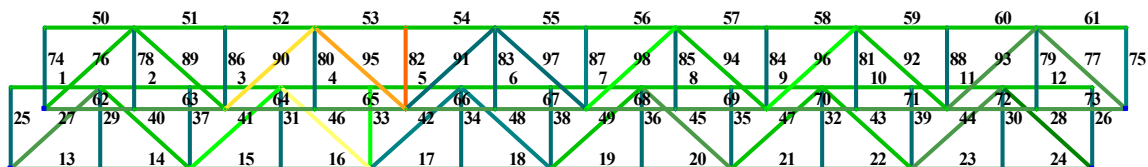
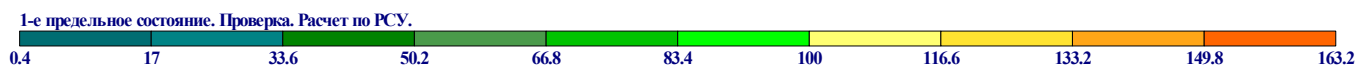


Рисунок 4.1 – Проверка элементов ферм по первому предельному состоянию

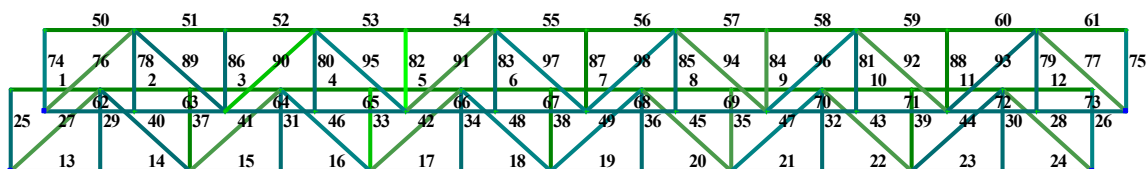
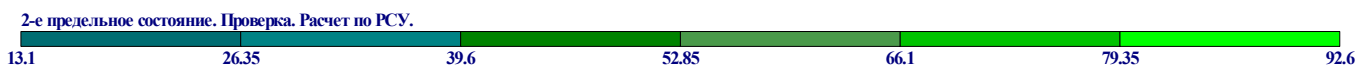


Рисунок 4.2 – Проверка элементов ферм по второму предельному состоянию

Изм.	Кол.	Лист	Подок	Подпись	Дата

МТ 2542 т.5

Лист

166

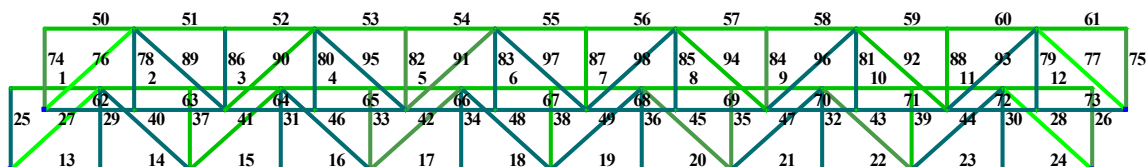


Рисунок 4.3 – Проверка местной устойчивости элементов ферм

Расчет показал, что элементы фермы №82, 90, 95, 46 не обеспечивают необходимую несущую способность по первому предельному состоянию при проверке без учета выполненного усиления. В пункте 4.2 данного расчета выполнена проверка прочности элементов фермы №82, 90, 95, 46 с учетом выполненного усиления.

Изм.	Кол.	Лист	Поджк	Подпись	Дата



## 4.2 Проверка элементов ферм с учетом выполненного усиления

### 4.2.1 Проверка элемента №82

Усилие в элементе  $N = -27,2\text{т}$

Длина элемента  $l = 2,5\text{м}$

Расчетное сопротивление для стали Вст3пс6  $R_y = 2450 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$

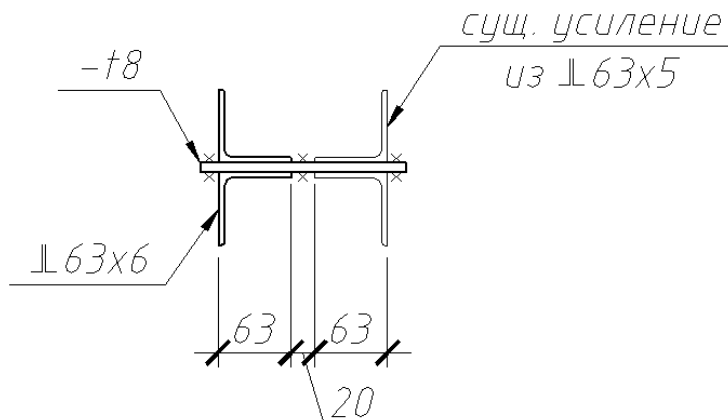


Рисунок 4.4 – Сечение элемента №82 с учетом усиления

Таблица 4.1 – Геометрические характеристики сечения

Геометрические характеристики			
	Параметр	Значение	Единицы измерения
A	Площадь поперечного сечения	26.82	см <sup>2</sup>
$\alpha$	Угол наклона главных осей инерции	0	град
$I_y$	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	918.349	см <sup>4</sup>
$I_z$	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	225.084	см <sup>4</sup>
$I_t$	Момент инерции при свободном кручении	2.582	см <sup>4</sup>
$i_y$	Радиус инерции относительно оси Y1	5.852	см
$i_z$	Радиус инерции относительно оси Z1	2.897	см
$W_{u+}$	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	118.422	см <sup>3</sup>
$W_{u-}$	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	134.161	см <sup>3</sup>
$W_{v+}$	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	33.595	см <sup>3</sup>
$W_{v-}$	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	33.595	см <sup>3</sup>
$W_{pl,u}$	Пластический момент сопротивления относительно оси U	146.771	см <sup>3</sup>
$W_{pl,v}$	Пластический момент сопротивления относительно оси V	57.684	см <sup>3</sup>
$I_u$	Максимальный момент инерции	918.349	см <sup>4</sup>
$I_v$	Минимальный момент инерции	225.084	см <sup>4</sup>
$i_u$	Максимальный радиус инерции	5.852	см

Изм.	Кол.	Лист	Подж	Подпись	Дата

МТ 2542 т.5

Лист

168

$i_v$	Минимальный радиус инерции	2.897	см
$a_{u+}$	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	1.253	см
$a_{u-}$	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	1.253	см
$a_{v+}$	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	4.415	см
$a_{v-}$	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	5.002	см
$y_m$	Координата центра масс по оси Y	-0.4	см
$z_m$	Координата центра масс по оси Z	6.845	см
$I_1$	Момент инерции относительно глобальной оси Y	922.64	см <sup>4</sup>
$I_2$	Момент инерции относительно глобальной оси Z	1481.749	см <sup>4</sup>
$I_p$	Полярный момент инерции	1143.433	см <sup>4</sup>
$i_p$	Полярный радиус инерции	6.529	см
$W_p$	Полярный момент сопротивления	111.573	см <sup>3</sup>

Гибкость элемента:

$$\lambda = \frac{l}{i_{min}} = \frac{250\text{см}}{2,897\text{см}} = 86,3$$

Коэффициент продольного изгиба  $\varphi = 0,639$

Устойчивость элемента:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} = \frac{27200\text{кг}}{0,639 \cdot 26,82\text{см}^2} = 1587 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} < \frac{R_y \cdot \gamma_c}{\gamma_n} = 2450 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} \cdot \frac{1}{1.1} = 2227.3 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$$

Прочность элемента с учетом усиления по первому предельному состоянию обеспечена.

#### 4.2.2 Проверка элемента №90

Усилие в элементе  $N = -46,6\text{т}$

Длина элемента  $l = 3,72\text{м}$

Расчетное сопротивление для стали Вст3пс6  $R_y = 2450 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$

Изм.	Кол.	Лист	Подж	Подпись	Дата

**МТ 2542 т.5**

Лист

169

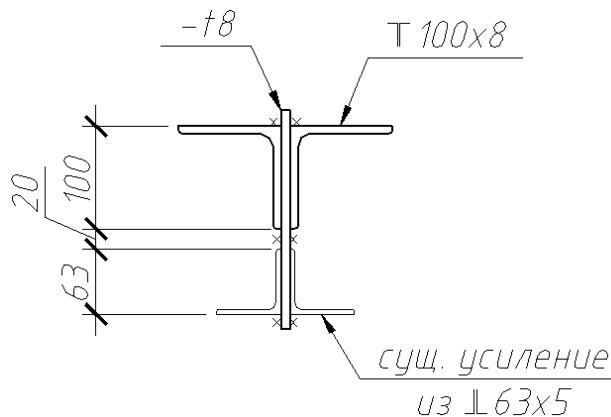


Рисунок 4.5 – Сечение элемента №90 с учетом усиления

Таблица 4.2 – Геометрические характеристики сечения

Геометрические характеристики			
	Параметр	Значение	Единицы измерения
A	Площадь поперечного сечения	43.46	см <sup>2</sup>
$\alpha$	Угол наклона главных осей инерции	0	град
$I_y$	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	2019.655	см <sup>4</sup>
$I_z$	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	705.81	см <sup>4</sup>
$I_t$	Момент инерции при свободном кручении	7.181	см <sup>4</sup>
$i_y$	Радиус инерции относительно оси Y1	6.817	см
$i_z$	Радиус инерции относительно оси Z1	4.03	см
$W_{u+}$	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	173.322	см <sup>3</sup>
$W_{u-}$	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	303.827	см <sup>3</sup>
$W_{v+}$	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	67.866	см <sup>3</sup>
$W_{v-}$	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	67.866	см <sup>3</sup>
$W_{pl,u}$	Пластический момент сопротивления относительно оси U	259.046	см <sup>3</sup>
$W_{pl,v}$	Пластический момент сопротивления относительно оси V	124.257	см <sup>3</sup>
$I_u$	Максимальный момент инерции	2019.655	см <sup>4</sup>
$I_v$	Минимальный момент инерции	705.81	см <sup>4</sup>
$i_u$	Максимальный радиус инерции	6.817	см
$i_v$	Минимальный радиус инерции	4.03	см
$a_{u+}$	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	1.562	см
$a_{u-}$	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	1.562	см
$a_{v+}$	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	3.988	см
$a_{v-}$	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	6.991	см
$y_m$	Координата центра масс по оси Y	-0.4	см

Изм.	Кол.	Лист	Ниж.	Подпись	Дата
------	------	------	------	---------	------

МТ 2542 т.5

Лист

170

$Z_m$	Координата центра масс по оси Z	6.647	см
$I_1$	Момент инерции относительно глобальной оси Y	2026.609	см <sup>4</sup>
$I_2$	Момент инерции относительно глобальной оси Z	2626.205	см <sup>4</sup>
$I_p$	Полярный момент инерции	2725.465	см <sup>4</sup>
$i_p$	Полярный радиус инерции	7.919	см
$W_p$	Полярный момент сопротивления	202.765	см <sup>3</sup>

Гибкость элемента:

$$\lambda = \frac{l}{i_{min}} = \frac{372\text{см}}{4,03\text{см}} = 92,3$$

Коэффициент продольного изгиба  $\varphi = 0,595$

Устойчивость элемента:

$$\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot A} = \frac{46600\text{кг}}{0,595 \cdot 43,46\text{см}^2} = 1802 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} < \frac{R_y \cdot \gamma_c}{\gamma_n} = 2450 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} \cdot \frac{1}{1.1} = 2227.3 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$$

Прочность элемента с учетом усиления по первому предельному состоянию обеспечена.

### 4.2.3 Проверка элемента №95, 46

Элементы №95 и №46 имеют одинаковое сечение, проверка выполняется на большее усилие в элементе  $N = 45,6\text{т}$

Длина элемента  $l = 3,72\text{м}$

Расчетное сопротивление для стали Вст3пс6  $R_y = 2450 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$

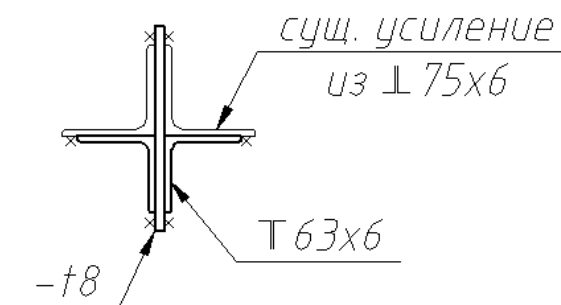


Рисунок 4.6 – Сечение элемента №95 с учетом усиления

Таблица 4.3 – Геометрические характеристики сечения

Геометрические характеристики			
	Параметр	Значение	Единицы измерения
A	Площадь поперечного сечения	32.12	см <sup>2</sup>

Изм.	Кол.	Лист	Подж.	Подпись	Дата
------	------	------	-------	---------	------

$\alpha$	Угол наклона главных осей инерции	90	град
$I_y$	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	264.432	см <sup>4</sup>
$I_z$	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	322.556	см <sup>4</sup>
$I_t$	Момент инерции при свободном кручении	3.593	см <sup>4</sup>
$i_y$	Радиус инерции относительно оси Y1	2.869	см
$i_z$	Радиус инерции относительно оси Z1	3.169	см
$W_{u+}$	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	40.83	см <sup>3</sup>
$W_{u-}$	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	40.83	см <sup>3</sup>
$W_{v+}$	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	36.838	см <sup>3</sup>
$W_{v-}$	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	39.934	см <sup>3</sup>
$W_{pl,u}$	Пластический момент сопротивления относительно оси U	74.921	см <sup>3</sup>
$W_{pl,v}$	Пластический момент сопротивления относительно оси V	62.622	см <sup>3</sup>
$I_u$	Максимальный момент инерции	322.556	см <sup>4</sup>
$I_v$	Минимальный момент инерции	264.432	см <sup>4</sup>
$i_u$	Максимальный радиус инерции	3.169	см
$i_v$	Минимальный радиус инерции	2.869	см
$a_{u+}$	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	1.147	см
$a_{u-}$	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	1.243	см
$a_{v+}$	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	1.271	см
$a_{v-}$	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	1.271	см
$y_m$	Координата центра масс по оси Y	0.4	см
$z_m$	Координата центра масс по оси Z	0.322	см
$I_1$	Момент инерции относительно глобальной оси Y	269.571	см <sup>4</sup>
$I_2$	Момент инерции относительно глобальной оси Z	325.881	см <sup>4</sup>
$I_p$	Полярный момент инерции	586.988	см <sup>4</sup>
$i_p$	Полярный радиус инерции	4.275	см
$W_p$	Полярный момент сопротивления	74.241	см <sup>3</sup>

Нормальные напряжения в сечении элемента:

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{45600 \text{ кг}}{32,12 \text{ см}^2} = 1419 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} < \frac{R_y \cdot \gamma_c}{\gamma_n} = 2450 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} \cdot \frac{1}{1.1} = 2227.3 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$$

Прочность элемента с учетом усиления по первому предельному состоянию обеспечена.

Изм.	Кол.	Лист	Подж	Подпись	Дата

**МТ 2542 т.5**

### 4.3 Проверка траверс опор газоходов

#### 4.3.1 Траверса в пролете фермы

Нагрузки действующие на траверсу:

Вертикальная нагрузка от существующего газохода  $\varnothing 2420\text{мм}$  34,53т;

Вертикальная нагрузка от проектируемого газохода  $\varnothing 700\text{мм}$  6,3т (приложена к наращиваемой консоли);

Горизонтальная нагрузка от катковой опоры существующего газохода 3,5т.

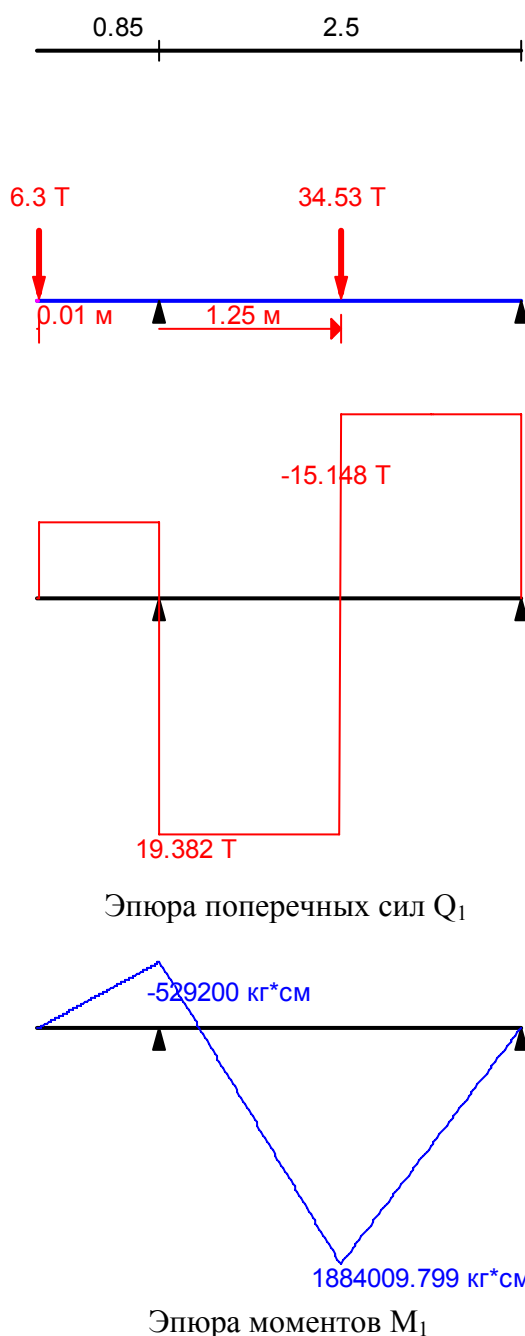
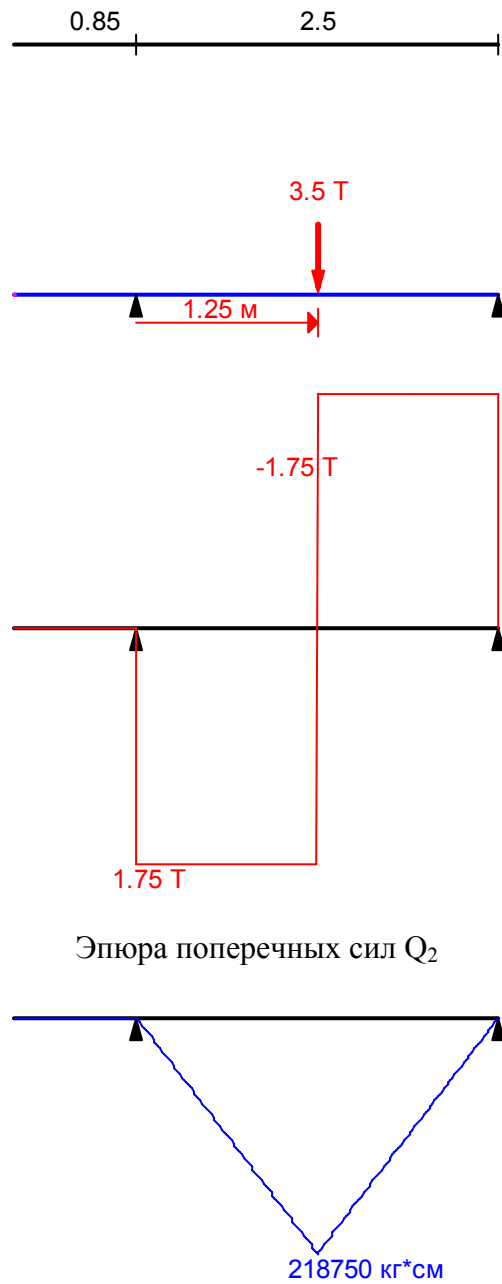


Рисунок 4.7 – Расчетная схема траверсы (вертикальные нагрузки)

Изм.	Кол.	Лист	Подж	Подпись	Дата

**МТ 2542 т.5**



Эпюра поперечных сил  $Q_2$

Эпюра моментов  $M_2$

Рисунок 4.8 – Расчетная схема траверсы (горизонтальные нагрузки)  
 Материал – сталь Вст3псб с расчетным сопротивлением  $R_y = 2450 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$   
 Поперечное сечение траверсы: коробка из двух швеллеров №30

Изм.	Кол.	Лист	Подж	Подпись	Дата

**МТ 2542 т.5**

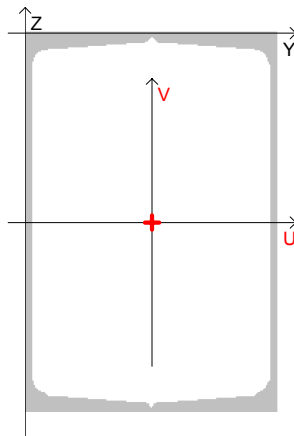


Рисунок 4.9 – Поперечное сечение траверсы

Таблица 4.4 – Геометрические характеристики сечения

Геометрические характеристики			
	Параметр	Значение	Единицы измерения
A	Площадь поперечного сечения	81	см <sup>2</sup>
$\alpha$	Угол наклона главных осей инерции	0	град
$I_y$	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	11620	см <sup>4</sup>
$I_z$	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	5185.983	см <sup>4</sup>
$I_t$	Момент инерции при свободном кручении	23.239	см <sup>4</sup>
$i_y$	Радиус инерции относительно оси Y1	11.977	см
$i_z$	Радиус инерции относительно оси Z1	8.002	см
$W_{u+}$	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	774.667	см <sup>3</sup>
$W_{u-}$	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	774.667	см <sup>3</sup>
$W_{v+}$	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	518.598	см <sup>3</sup>
$W_{v-}$	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	518.598	см <sup>3</sup>
$W_{pl,u}$	Пластический момент сопротивления относительно оси U	886.598	см <sup>3</sup>
$W_{pl,v}$	Пластический момент сопротивления относительно оси V	595.508	см <sup>3</sup>
$I_u$	Максимальный момент инерции	11620	см <sup>4</sup>
$I_v$	Минимальный момент инерции	5185.983	см <sup>4</sup>
$i_u$	Максимальный радиус инерции	11.977	см
$i_v$	Минимальный радиус инерции	8.002	см
$a_{u+}$	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	6.402	см
$a_{u-}$	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	6.402	см
$a_{v+}$	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	9.564	см
$a_{v-}$	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	9.564	см
$y_m$	Координата центра масс по оси Y	10	см

Изм.	Кол.	Лист	Поджк	Подпись	Дата

MT 2542 т.5

Лист

175



$Z_m$	Координата центра масс по оси Z	-15	см
$I_1$	Момент инерции относительно глобальной оси Y	19720	см <sup>4</sup>
$I_2$	Момент инерции относительно глобальной оси Z	23410.985	см <sup>4</sup>
$I_p$	Полярный момент инерции	16805.982	см <sup>4</sup>
$i_p$	Полярный радиус инерции	14.404	см
$W_p$	Полярный момент сопротивления	932.228	см <sup>3</sup>

Нормальные напряжения в сечении траверсы от максимального момента:

$$\sigma = \frac{M_1}{W_u} + \frac{M_2}{W_v} = \frac{1884005}{774,6} + \frac{218750}{518,6} = 2854 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} > \frac{R_y \cdot \gamma_c}{\gamma_n} = 2450 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} \cdot \frac{1}{1.1} = 2227.3 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$$

Сечение траверсы не проходит по первому предельному состоянию, необходимо выполнить усиление. Усиление представляет собой приваренный в нижней части сечения траверсы два равнополочных уголка сечением 100x10.

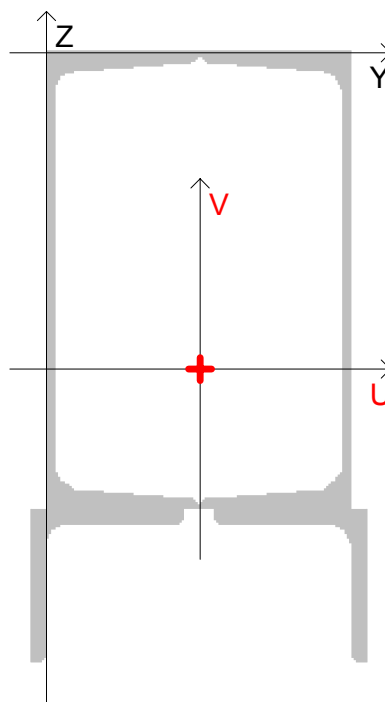


Рисунок 4.10 – Усиленное сечение траверсы

Таблица 4.4 – Геометрические характеристики сечения

Геометрические характеристики			
	Параметр	Значение	Единицы измерения
A	Площадь поперечного сечения	119.48	см <sup>2</sup>
$\alpha$	Угол наклона главных осей инерции	1.596e-015	град
$I_y$	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	20274.362	см <sup>4</sup>
$I_z$	Момент инерции относительно	8109.803	см <sup>4</sup>

Изм.	Кол.	Лист	Подж.	Подпись	Дата

МТ 2542 т.5

Лист

176

	центральной оси Z1 параллельной оси Z		
$I_t$	Момент инерции при свободном кручении	35.108	см <sup>4</sup>
$i_y$	Радиус инерции относительно оси Y1	13.026	см
$i_z$	Радиус инерции относительно оси Z1	8.239	см
$W_{u+}$	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	977.381	см <sup>3</sup>
$W_{u-}$	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	1052.861	см <sup>3</sup>
$W_{v+}$	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	737.255	см <sup>3</sup>
$W_{v-}$	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	737.255	см <sup>3</sup>
$W_{pl,u}$	Пластический момент сопротивления относительно оси U	1390.181	см <sup>3</sup>
$W_{pl,v}$	Пластический момент сопротивления относительно оси V	909.967	см <sup>3</sup>
$I_u$	Максимальный момент инерции	20274.362	см <sup>4</sup>
$I_v$	Минимальный момент инерции	8109.803	см <sup>4</sup>
$i_u$	Максимальный радиус инерции	13.026	см
$i_v$	Минимальный радиус инерции	8.239	см
$a_{u+}$	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	6.171	см
$a_{u-}$	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	6.171	см
$a_{v+}$	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	8.18	см
$a_{v-}$	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	8.812	см
$y_m$	Координата центра масс по оси Y	10	см
$z_m$	Координата центра масс по оси Z	-20.744	см
$I_1$	Момент инерции относительно глобальной оси Y	32222.362	см <sup>4</sup>
$I_2$	Момент инерции относительно глобальной оси Z	59521.463	см <sup>4</sup>
$I_p$	Полярный момент инерции	28384.165	см <sup>4</sup>
$i_p$	Полярный радиус инерции	15.413	см
$W_p$	Полярный момент сопротивления	1232.586	см <sup>3</sup>

Нормальные напряжения в усиленном сечении траверсы от максимального момента:

$$\sigma = \frac{M_1}{W_u} + \frac{M_2}{W_v} = \frac{1884005}{977,4} + \frac{218750}{737,3} = 2224,3 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} < \frac{R_y \cdot \gamma_c}{\gamma_n} = 2450 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} \cdot 1,1$$

$$= 2227,3 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$$

Прочность усиленного сечения по первому предельному состоянию обеспечена.

Изм.	Кол.	Лист	Подск	Подпись	Дата

**МТ 2542 т.5**

Лист

177

### 4.3.2 Траверса в пролете фермы

Нагрузки действующие на траверсу:

Вертикальная нагрузка от существующего газохода  $\varnothing 2420\text{мм}$  19,71т;

Вертикальная нагрузка от проектируемого газохода  $\varnothing 700\text{мм}$  4,7т (приложена к наращиваемой консоли).

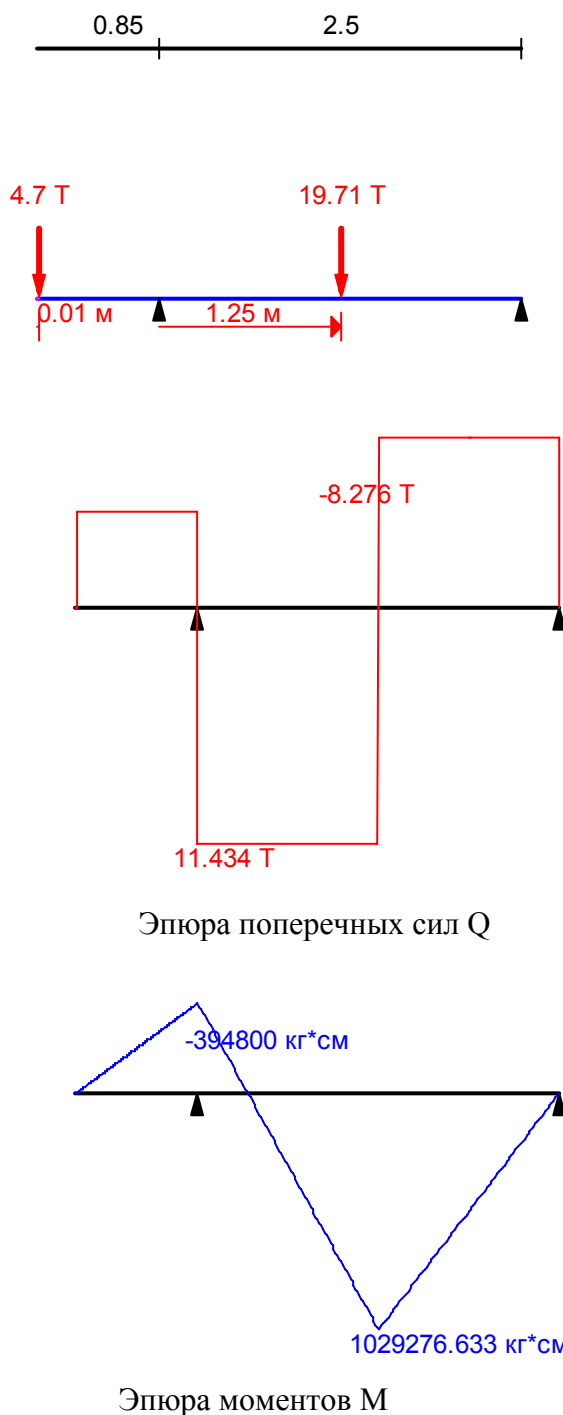


Рисунок 4.11 – Расчетная схема траверсы

Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата

**МТ 2542 т.5**

Лист

178

Материал – сталь Вст3псб с расчетным сопротивлением  $R_y = 2450 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$

Поперечное сечение траверсы: коробка из двух швеллеров №30

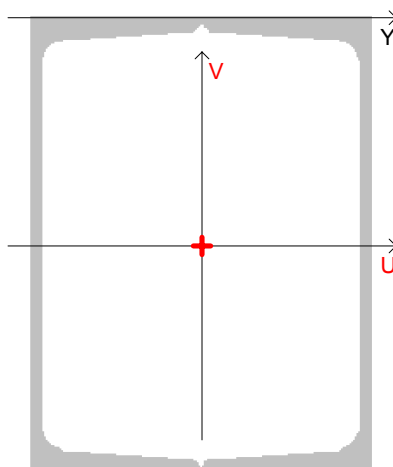


Рисунок 4.12 – Поперечное сечение траверсы

Таблица 4.5 – Геометрические характеристики сечения

Геометрические характеристики			
	Параметр	Значение	Единицы измерения
A	Площадь поперечного сечения	53.4	см <sup>2</sup>
$\alpha$	Угол наклона главных осей инерции	0	град
$I_y$	Момент инерции относительно центральной оси Y1 параллельной оси Y	4220	см <sup>4</sup>
$I_z$	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	2217.998	см <sup>4</sup>
$I_t$	Момент инерции при свободном кручении	11.683	см <sup>4</sup>
$i_y$	Радиус инерции относительно оси Y1	8.89	см
$i_z$	Радиус инерции относительно оси Z1	6.445	см
$W_{u+}$	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	383.636	см <sup>3</sup>
$W_{u-}$	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	383.636	см <sup>3</sup>
$W_{v+}$	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	270.487	см <sup>3</sup>
$W_{v-}$	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	270.487	см <sup>3</sup>
$W_{pl,u}$	Пластический момент сопротивления относительно оси U	436.473	см <sup>3</sup>
$W_{pl,v}$	Пластический момент сопротивления относительно оси V	313.172	см <sup>3</sup>
$I_u$	Максимальный момент инерции	4220	см <sup>4</sup>
$I_v$	Минимальный момент инерции	2217.998	см <sup>4</sup>
$i_u$	Максимальный радиус инерции	8.89	см
$i_v$	Минимальный радиус инерции	6.445	см
$a_{u+}$	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	5.065	см
$a_{u-}$	Ядровое расстояние вдоль	5.065	см

Изм.	Кол.	Лист	Поджк	Подпись	Дата

МТ 2542 т.5

Лист

179

	отрицательного направления оси Y(U)		
$a_{v+}$	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	7.184	см
$a_{v-}$	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	7.184	см
$y_m$	Координата центра масс по оси Y	11.8	см
$z_m$	Координата центра масс по оси Z	-11	см
$I_1$	Момент инерции относительно глобальной оси Y	11655.416	см <sup>4</sup>
$I_2$	Момент инерции относительно глобальной оси Z	8679.398	см <sup>4</sup>
$I_p$	Полярный момент инерции	6437.998	см <sup>4</sup>
$i_p$	Полярный радиус инерции	10.98	см
$W_p$	Полярный момент сопротивления	469.24	см <sup>3</sup>

Нормальные напряжения в сечении траверсы от максимального момента:

$$\sigma = \frac{M}{W_u} = \frac{1029276}{383,6} = 2683,2 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} > \frac{R_y \cdot \gamma_c}{\gamma_n} = 2450 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} \cdot \frac{1}{1.1} = 2227.3 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$$

Сечение траверсы не проходит по первому предельному состоянию, необходимо выполнить усиление. Усиление представляет собой приваренный в нижней части сечения траверсы два уголка сечением 90x7.

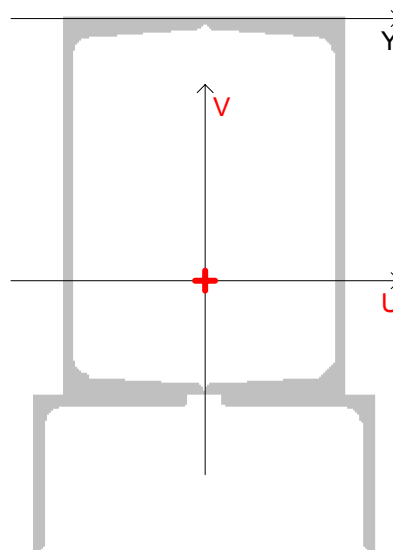


Рисунок 4.13 – Усиленное поперечное сечение траверсы

Таблица 4.6 – Геометрические характеристики сечения

Геометрические характеристики			
	Параметр	Значение	Единицы измерения
A	Площадь поперечного сечения	77.96	см <sup>2</sup>
$\alpha$	Угол наклона главных осей инерции	2.649e-015	град
$I_y$	Момент инерции относительно	7461.797	см <sup>4</sup>

Изм.	Кол.	Лист	Поджк	Подпись	Дата

	центральной оси Y1 параллельной оси Y		
$I_z$	Момент инерции относительно центральной оси Z1 параллельной оси Z	3798.247	см <sup>4</sup>
$I_t$	Момент инерции при свободном кручении	15.446	см <sup>4</sup>
$i_y$	Радиус инерции относительно оси Y1	9.783	см
$i_z$	Радиус инерции относительно оси Z1	6.98	см
$W_{u+}$	Максимальный момент сопротивления относительно оси U	473.59	см <sup>3</sup>
$W_{u-}$	Минимальный момент сопротивления относительно оси U	489.485	см <sup>3</sup>
$W_{v+}$	Максимальный момент сопротивления относительно оси V	379.825	см <sup>3</sup>
$W_{v-}$	Минимальный момент сопротивления относительно оси V	379.825	см <sup>3</sup>
$W_{pl,u}$	Пластический момент сопротивления относительно оси U	680.38	см <sup>3</sup>
$W_{pl,v}$	Пластический момент сопротивления относительно оси V	498.342	см <sup>3</sup>
$I_u$	Максимальный момент инерции	7461.797	см <sup>4</sup>
$I_v$	Минимальный момент инерции	3798.247	см <sup>4</sup>
$i_u$	Максимальный радиус инерции	9.783	см
$i_v$	Минимальный радиус инерции	6.98	см
$a_{u+}$	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Y(U)	4.872	см
$a_{u-}$	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Y(U)	4.872	см
$a_{v+}$	Ядровое расстояние вдоль положительного направления оси Z(V)	6.075	см
$a_{v-}$	Ядровое расстояние вдоль отрицательного направления оси Z(V)	6.279	см
$y_m$	Координата центра масс по оси Y	11.8	см
$z_m$	Координата центра масс по оси Z	-15.244	см
$I_1$	Момент инерции относительно глобальной оси Y	18316.948	см <sup>4</sup>
$I_2$	Момент инерции относительно глобальной оси Z	21914.985	см <sup>4</sup>
$I_p$	Полярный момент инерции	11260.044	см <sup>4</sup>
$i_p$	Полярный радиус инерции	12.018	см
$W_p$	Полярный момент сопротивления	603.389	см <sup>3</sup>

Нормальные напряжения в усиленном сечении траверсы от максимального момента:

$$\sigma = \frac{M}{W_u} = \frac{1029276}{473,6} = 2173,3 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} < \frac{R_y \cdot \gamma_c}{\gamma_n} = 2450 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2} \cdot \frac{1}{1.1} = 2227.3 \frac{\text{кг}}{\text{см}^2}$$

Прочность усиленного сечения по первому предельному состоянию обеспечена.

Изм.	Кол.	Лист	Подж.	Подпись	Дата

**МТ 2542 т.5**

Лист

181

**ВЫВОДЫ**

Проверочный расчет показал, что несущая способность ферм Ф2 участка эстакады в осях 2 – 3 с учетом выполненного усиления достаточна для восприятия существующих нагрузок и дополнительных нагрузок от проектируемых газоходов. Усиление ферм не требуется. Прочность опорных траверс газохода  $\varnothing 2420$ мм недостаточна, необходимо выполнить их усиление в соответствии с рекомендациями п4.3 данного расчета.

						<b>MT 2542 т.5</b>	Лист
Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата		182

**ЛИТЕРАТУРА**

1. ДБН В.1.2-2:2006. Нагрузки и воздействия. Киев 2006.
2. ДБН В.2.6-163:2010. Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу. Мінрегіонбуд України. Київ 2011.
3. ДБН В.1.2-14-2009. СНББ. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. Мінрегіонбуд України. Київ 2009.

						<b>MT 2542 т.5</b>	<b>Лист</b>
<b>Изм.</b>	<b>Кол.</b>	<b>Лист</b>	<b>Недок</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>		183



**Приложение Г**

Проверочный расчет опоры по оси 437

						<b>MT 2542 т.5</b>	<b>Лист</b>
<b>Изм.</b>	<b>Кол.</b>	<b>Лист</b>	<b>Нижк</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>		184

**ВВЕДЕНИЕ**

Целью данной работы является выполнение проверочных расчетов конструкций эстакады (опоры по оси 437) на действующие и дополнительные нагрузки (от проектируемых газоходов).

Сбор нагрузок производился в соответствии с [1].

Проверка несущей способности опоры выполнена в соответствии с [2].

Расчет, определение расчетных сочетаний усилий, проверка прочности опоры осуществлялись с помощью программного комплекса «ЛИРА» версии 8.2.

Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата

**МТ 2542 т.5**

Лист

185

## 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Снеговой район – 3 (п.8, [1] ДБН В.1.2-2:2006).

Ветровой район – 3(п.9, [1] ДБН В.1.2-2:2006).

Класс последствий – СС2.

Категория ответственности конструкций – А.

Материал конструкций ферм: нижний и верхний пояса, опорный раскос выполнены из стали 14Г2 по ГОСТ 5058-65, остальные элементы ферм выполнены из стали Вст3пс6 по ГОСТ 380-71.

Нагрузка на опору передается с участка трассы длиной 14,76м

Существующие нагрузки на блок ферм:

- Газопровод  $\varnothing 920$  нагрузка 0,55т на погонный метр, нагрузка на опору 8,12т;
- Трубопровод  $\varnothing 159$  (2шт) нагрузка 0,06т на погонный метр (от одного), нагрузка на опору 0,89т;
- Трубопровод  $\varnothing 630$  нагрузка 0,15т на погонный метр, нагрузка на опору 2,21т;
- Трубопровод  $\varnothing 325$  нагрузка 0,14т на погонный метр, нагрузка на опору 2,07т;

Дополнительные нагрузки на блок ферм:

- Газопровод  $\varnothing 700$  нагрузка 0,475т на погонный метр.

Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата

**МТ 2542 т.5**

Лист

186

## 2. РАСЧЕТ ОПОРЫ.

### 2.1 Расчетная схема.

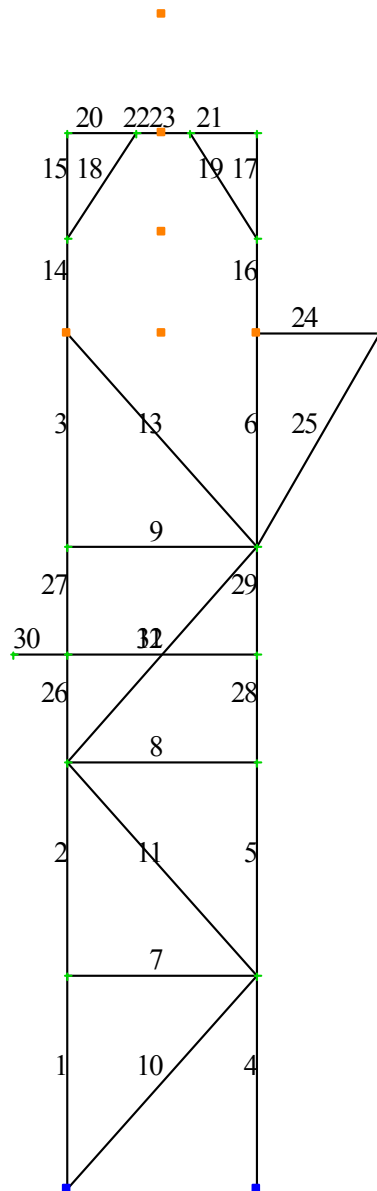


Рисунок 2.1 – Нумерация элементов опоры

Изм.	Кол.	Лист	Нижок	Подпись	Дата

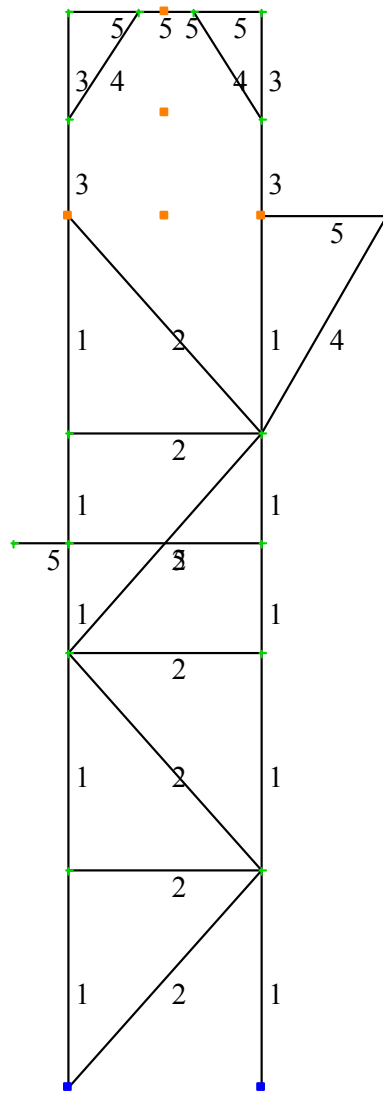


Рисунок 2.2 – Типы жесткости элементов опоры

Изм.	Кол.	Лист	Подж	Подпись	Дата

Таблица 2.1 – Жесткости элементов опоры

Тип жесткости	Имя	Параметры (сечения- (см) жесткости- (Т,м) расп.вес- (т,м) )
1	Швеллер 20а	$q=0.0197739$ $EF=52935.5, EI_y=29.2$ $EI_z=351, GI_k=0.462$ $Y1=6.63, Y2=6.63, Z1=0.964, Z2=2.42, RU_Y=0, RU_Z=0$
2	Два уголка 50 х 50 х 6	$q=0.00892966$ $EF=23905, EI_y=5.49$ $EI_z=319, GI_k=0.117$ $Y1=8.91, Y2=8.91, Z1=1.57, Z2=0.649, RU_Y=0, RU_Z=0$
3	Швеллер 16	$q=0.0142027$ $EF=38021.1, EI_y=13.3$ $EI_z=157, GI_k=0.257$ $Y1=5.16, Y2=5.16, Z1=0.76, Z2=1.94, RU_Y=0, RU_Z=0$
4	Два уголка 63 х 63 х 6	$q=0.0114249$ $EF=30585, EI_y=11.4$ $EI_z=304, GI_k=0.153$ $Y1=6.95, Y2=6.95, Z1=2.09, Z2=0.822, RU_Y=0, RU_Z=0$
5	Два швеллера 16	$q=0.0284054$ $EF=76042.3, EI_y=314$ $EI_z=757, GI_k=0.514$ $Y1=6.91, Y2=6.91, Z1=5.16, Z2=5.16, RU_Y=0, RU_Z=0$

Изм.	Кол.	Лист	Поджк	Подпись	Дата

**МТ 2542 т.5**

Лист

189

## 2.2 Сбор нагрузок

### 2.2.1 Постоянные нагрузки

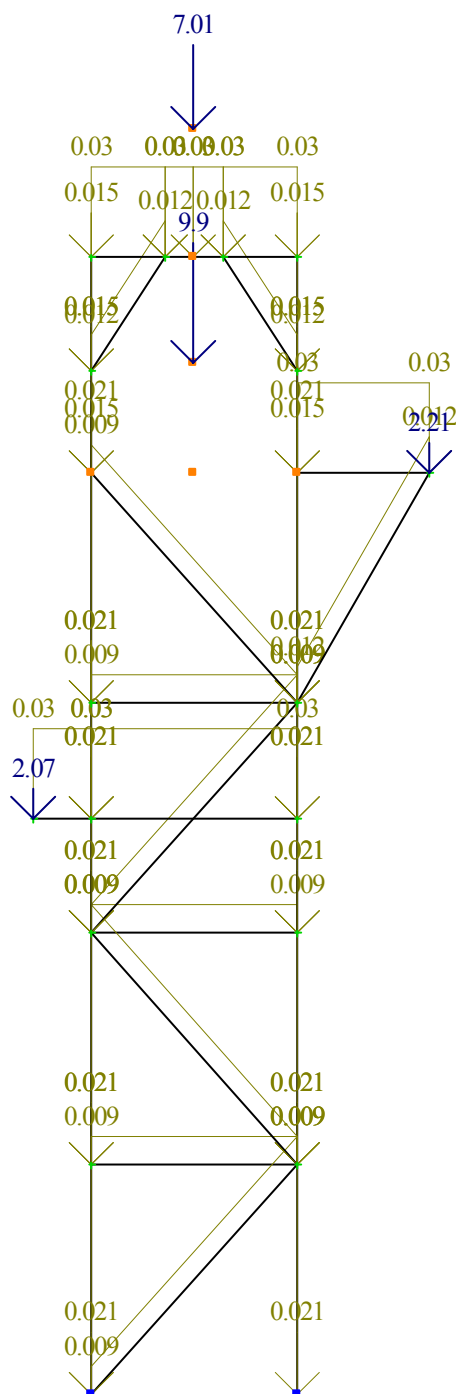


Рисунок 2.3 – Вертикальные нагрузки

Изм.	Кол.	Лист	Нижок	Подпись	Дата

### 2.2.2 Сбор ветровой нагрузки

Сбор ветровой нагрузки на газоходы диаметром 920мм и 630мм производится с учетом требований п.9[1] по схеме 14 приложения И [1].

Предельное расчетное значение ветровой нагрузки:

$$W_m = \gamma_{fm} \cdot W_0 \cdot C \quad (2.1)$$

где:

$\gamma_{fm}$  – коэффициент надежности по предельному значению ветровой нагрузки (п. 9.15, [1]);

$W_0 = 460$  Па – характеристическое значение ветровой нагрузки для г. Запорожье по прил. Е [1].

$$C = C_{aer} \cdot C_h \cdot C_{alt} \cdot C_{rel} \cdot C_{dir} \cdot C_d \quad (2.2)$$

где:

$C_{aer} = C_x$  – аэродинамический коэффициент (прил. И, [1]);

$C_h$  – коэффициент высоты сооружения (табл. 9.2, [1]);

$C_{alt} = 1$  – коэффициент географической высоты (п. 9.10, [1]);

$C_{rel} = 1$  – коэффициент рельефа (п. 9.11, [1]);

$C_{dir} = 1$  – коэффициент направления (п. 9.12, [1]);

$C_d$  – коэффициент динамичности (п. 9.13, [1]).

Аэродинамический коэффициент равен:

$$C_x = k C_{x\infty} \quad (2.3)$$

где:

$k = 1$  – коэффициент, определяемый по табл.1 схемы 13 прил. И, [1];

$C_{x\infty}$  – коэффициент, определяемый по графику схемы 13 прил. И, [1];

Для газоходов диаметром 920мм, 630мм  $C_h = 1,026$

Для газоходов диаметром 720мм  $C_h = 1,122$

Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата



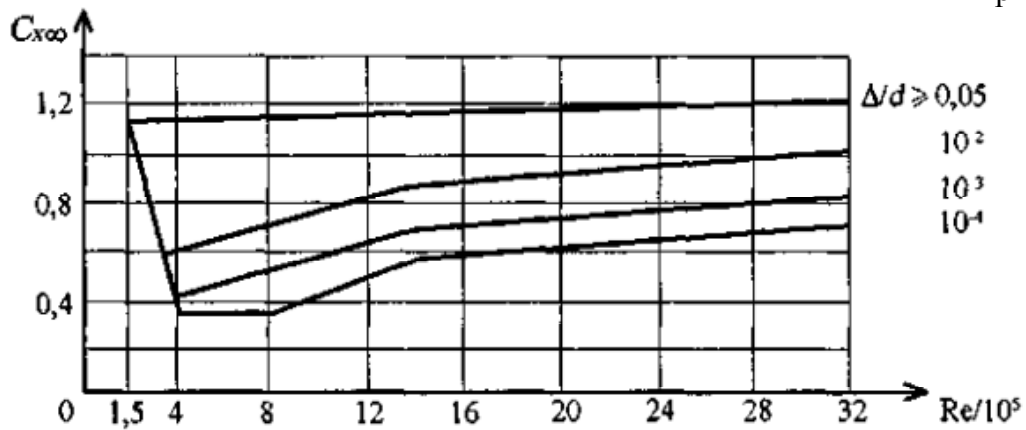


Рисунок 2.4 – График схемы 13 прил. И, [1]

Для поверхности стальных конструкций величина  $\Delta$  принимается равной 0,001м.

$$\frac{\Delta}{d} = \frac{0,001\text{м}}{2,42\text{м}} = 4,1 \cdot 10^{-4}$$

Число Рейнольдса для газохода диаметром 920мм, 630мм:

$$R_e = 0,88 \sqrt{W_0 \cdot C_h \cdot \gamma_{fm}} \cdot 10^5 = 0,88 \sqrt{460\text{Па} \cdot 1,026 \cdot 1,035} \cdot 10^5 = 19,45 \cdot 10^5$$

Число Рейнольдса для газохода диаметром 720мм:

$$R_e = 0,88 \sqrt{W_0 \cdot C_h \cdot \gamma_{fm}} \cdot 10^5 = 0,88 \sqrt{460\text{Па} \cdot 1,122 \cdot 1,035} \cdot 10^5 = 20,34 \cdot 10^5$$

Отсюда аэродинамический коэффициент по формуле (2.3) равен:

$$C_x = 1 \cdot 0,6 = 0,6$$

Предельное расчетное значение ветровой нагрузки на газоход диаметром 920мм, 630мм по формуле (2.1) равно:

$$W_m = 1,035 \cdot 0,046\text{т/м}^2 \cdot 1,026 \cdot 0,6 = 0,0293\text{т/м}^2$$

Нагрузка на опору от газохода диаметром 920мм:

$$W = 0,0293\text{т/м}^2 \cdot 0,92\text{м} \cdot 14,76\text{м} = 0,4\text{т}$$

Нагрузка на опору от газохода диаметром 720мм:

$$W = 0,0293\text{т/м}^2 \cdot 0,63\text{м} \cdot 14,76\text{м} = 0,27\text{т}$$

Предельное расчетное значение ветровой нагрузки на газоход диаметром 720мм по формуле (2.1) равно:

$$W_m = 1,035 \cdot 0,046\text{т/м}^2 \cdot 1,122 \cdot 0,6 = 0,032\text{т/м}^2$$

Нагрузка на опору:

Изм.	Кол.	Лист	Подж.	Подпись	Дата

$$W = 0,032\text{т/м}^2 \cdot 0,72\text{м} \cdot 14,76\text{м} = 0,34\text{т}$$

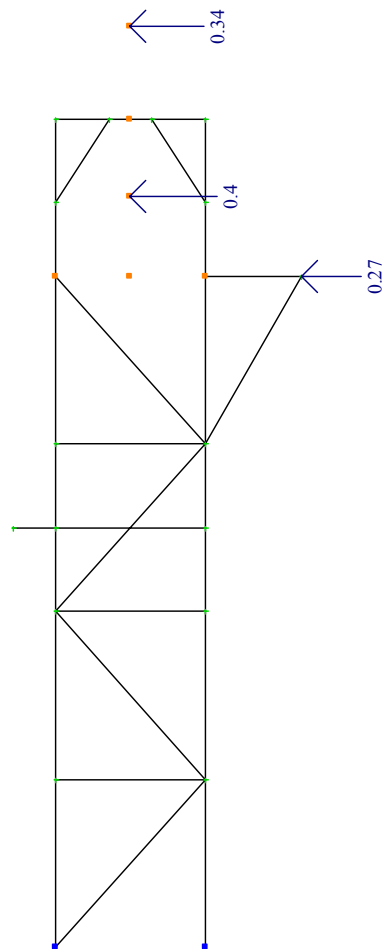


Рисунок 2.5 – Ветровая нагрузка, действующая на опору эстакады.

Изм.	Кол.	Лист	Ниж	Подпись	Дата

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СТАТИЧЕСКОГО РАСЧЕТА

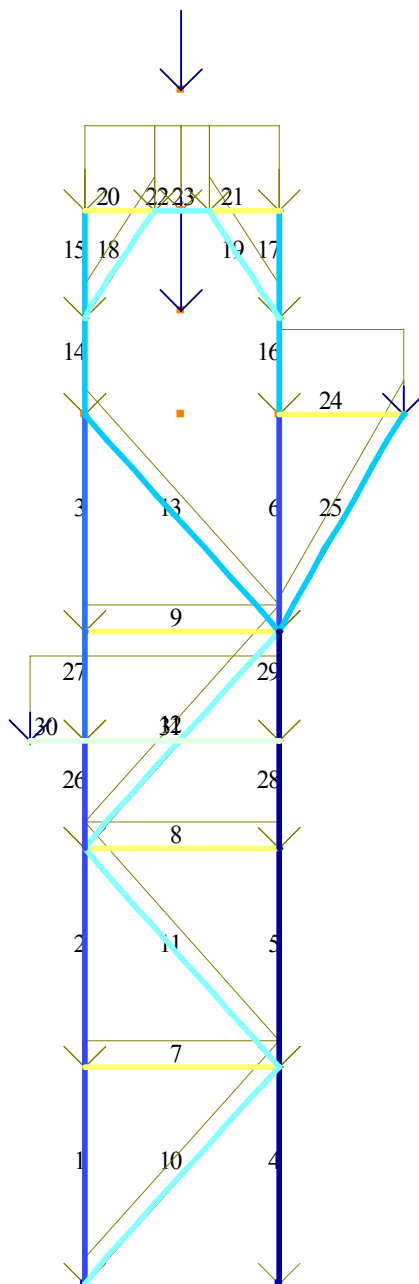
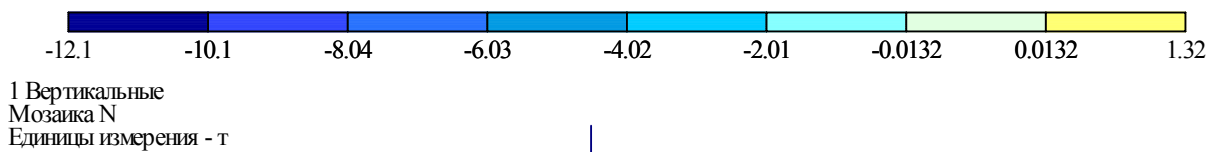
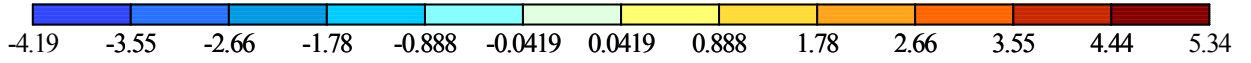


Рисунок 3.1 – Продольные усилия в элементах опоры от вертикальных нагрузок на эстакаду (загружение 1)

Изм.	Кол.	Лист	Поджк	Подпись	Дата

MT 2542 т.5



2 Ветер  
 Мозаика N  
 Единицы измерения - т

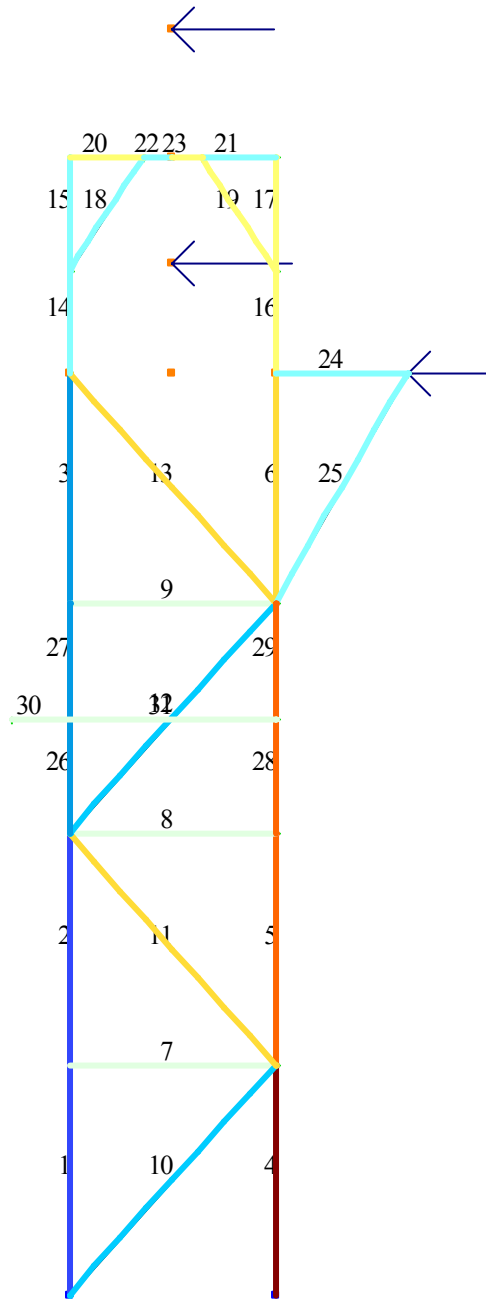


Рисунок 3.2 – Продольные усилия в элементах опоры от ветровой нагрузки (загружение 2)

Изм.	Кол.	Лист	Подж	Подпись	Дата

Таблица 3.1 – Расчетные сочетания усилий

№ элем	№ сечен	№ столбца	Группа РСУ	Критерий	N (т)	M <sub>y</sub> (т*м)	Q <sub>z</sub> (т)	№№ загруж
7	1	1	A	1	0.058	0.000	0.007	1 2
7	1	1	A	13	0.056	0.000	0.007	1
7	1	1	A	33	0.053	0.000	0.007	1 2
7	2	1	A	1	0.058	0.000	-0.007	1 2
7	2	1	A	14	0.056	0.000	-0.007	1
7	2	1	A	32	0.053	0.000	-0.007	1 2
8	1	1	A	1	0.038	0.000	0.007	1 2
8	1	1	A	13	0.020	0.000	0.007	1
8	1	1	A	33	0.001	0.000	0.007	1 2
8	2	1	A	1	0.038	0.000	-0.007	1 2
8	2	1	A	14	0.020	0.000	-0.007	1
8	2	1	A	32	0.001	0.000	-0.007	1 2
9	1	1	A	1	0.261	0.000	0.007	1 2
9	1	1	A	13	0.248	0.000	0.007	1
9	1	1	A	33	0.235	0.000	0.007	1 2
9	2	1	A	1	0.261	0.000	-0.007	1 2
9	2	1	A	14	0.248	0.000	-0.007	1
9	2	1	A	32	0.235	0.000	-0.007	1 2
10	1	1	A	1	1.484	0.000	0.007	1 2
10	1	1	A	2	-1.571	0.000	0.007	1 2
10	1	1	A	13	-0.043	0.000	0.007	1
10	2	1	A	1	1.499	0.000	-0.007	1 2
10	2	1	A	2	-1.557	0.000	-0.007	1 2
10	2	1	A	14	-0.029	0.000	-0.007	1
11	1	1	A	1	1.419	0.000	0.007	1 2
11	1	1	A	2	-1.621	0.000	0.007	1 2
11	1	1	A	13	-0.101	0.000	0.007	1
11	2	1	A	1	1.434	0.000	-0.007	1 2
11	2	1	A	2	-1.607	0.000	-0.007	1 2
11	2	1	A	14	-0.086	0.000	-0.007	1
12	1	1	A	1	1.130	0.000	0.007	1 2
12	1	1	A	2	-1.796	0.000	0.007	1 2
12	1	1	A	13	-0.333	0.000	0.007	1
12	2	1	A	1	1.145	0.000	-0.007	1 2
12	2	1	A	2	-1.781	0.000	-0.007	1 2
12	2	1	A	14	-0.318	0.000	-0.007	1
18	1	1	A	2	-1.874	0.000	0.003	1 2
18	1	1	A	13	-1.403	0.000	0.003	1
18	1	1	A	31	-0.932	0.000	0.003	1 2
18	2	1	A	2	-1.865	0.000	-0.003	1 2
18	2	1	A	14	-1.394	0.000	-0.003	1
18	2	1	A	34	-0.923	0.000	-0.003	1 2
19	1	1	A	2	-1.874	0.000	0.003	1 2

Изм.	Кол.	Лист	Недоп.	Подпись	Дата

MT 2542 т.5

Лист

196

№ элем	№ сечен	№ столбца	Группа РСУ	Критерий	N (т)	My (т*м)	Qz (т)	№№ загруз
19	1	1	A	13	-1.403	0.000	0.003	1
19	1	1	A	31	-0.932	0.000	0.003	1 2
19	2	1	A	2	-1.865	0.000	-0.003	1 2
19	2	1	A	14	-1.394	0.000	-0.003	1
19	2	1	A	34	-0.923	0.000	-0.003	1 2
1	1	1	A	2	-14.110	0.000	-0.017	1 2
1	2	1	A	2	-14.077	-0.026	-0.017	1 2
2	1	1	A	2	-14.071	-0.026	0.042	1 2
2	1	1	A	13	-9.883	-0.022	0.042	1
2	1	1	A	31	-5.694	-0.018	0.042	1 2
2	2	1	A	2	-14.038	0.039	0.042	1 2
2	2	1	A	13	-9.850	0.043	0.042	1
2	2	1	A	31	-5.662	0.047	0.042	1 2
3	1	1	A	2	-9.005	-0.036	0.038	1 2
3	2	1	A	2	-8.972	0.023	0.038	1 2
4	1	1	A	2	-17.152	0.000	-0.007	1 2
4	1	1	A	14	-6.492	0.000	-0.012	1 2
4	2	1	A	2	-17.119	-0.012	-0.007	1 2
4	2	1	A	14	-6.459	-0.020	-0.012	1 2
5	1	1	A	2	-14.771	-0.012	0.021	1 2
5	1	1	A	13	-8.668	-0.020	0.021	1 2
5	2	1	A	2	-14.739	0.021	0.021	1 2
5	2	1	A	13	-8.635	0.013	0.021	1 2
6	1	1	A	2	-9.328	-0.005	0.001	1 2
6	1	1	A	13	-7.486	-0.008	0.012	1 2
6	2	1	A	2	-9.296	-0.003	0.001	1 2
6	2	1	A	13	-7.453	0.010	0.012	1 2
13	1	1	A	2	-3.496	-0.005	0.009	1 2
13	2	1	A	2	-3.481	-0.001	-0.005	1 2
13	2	1	A	14	-0.602	-0.001	-0.005	1 2
14	1	1	A	2	-4.025	-0.257	0.652	1 2
14	2	1	A	1	-4.015	0.200	0.652	1 2
15	1	1	A	1	-2.435	0.200	-0.357	1 2
15	2	1	A	2	-2.424	-0.078	-0.357	1 2
16	1	1	A	1	-4.025	0.257	-0.652	1 2
16	2	1	A	2	-4.015	-0.200	-0.652	1 2
17	1	1	A	2	-2.435	-0.200	0.357	1 2
17	2	1	A	1	-2.424	0.078	0.357	1 2
17	2	1	A	2	-2.285	0.038	0.188	1 2
20	1	1	A	1	0.357	0.078	2.424	1 2
20	2	1	A	1	0.357	1.287	2.409	1 2
21	1	1	A	1	0.357	1.287	-2.409	1 2
21	2	1	A	1	0.357	0.078	-2.424	1 2
22	1	1	A	1	-0.652	1.287	3.977	1 2

Изм.	Кол.	Лист	Недож	Подпись	Дата
------	------	------	-------	---------	------

**MT 2542 т.5**

№ элем	№ сечен	№ столбца	Группа РСУ	Критерий	N (т)	My (т*м)	Qz (т)	№№ загруж
22	2	1	A	1	-0.652	2.081	3.971	1 2
23	1	1	A	1	-0.652	2.081	-3.971	1 2
23	2	1	A	1	-0.652	1.287	-3.977	1 2
24	1	1	A	1	1.094	0.141	-0.146	1 2
24	1	1	A	5	1.547	0.003	0.009	1 2
24	2	1	A	1	1.547	-0.002	-0.018	1 2
24	2	1	A	14	1.094	-0.002	-0.173	1 2
25	1	1	A	2	-2.765	-0.004	0.009	1 2
25	2	1	A	2	-2.746	0.002	-0.002	1 2
25	2	1	A	14	-2.568	0.002	-0.003	1 2
26	1	1	A	2	-11.609	0.039	-0.198	1 2
26	1	1	A	14	-7.692	0.047	-0.236	1 2
26	2	1	A	2	-11.592	-0.116	-0.198	1 2
26	2	1	A	5	-7.676	-0.139	-0.236	1 2
27	1	1	A	1	-5.188	0.151	-0.234	1 2
27	1	1	A	2	-9.028	0.120	-0.198	1 2
27	2	1	A	2	-9.012	-0.036	-0.198	1 2
27	2	1	A	14	-5.172	-0.033	-0.234	1 2
28	1	1	A	2	-14.732	0.021	-0.018	1 2
28	1	1	A	13	-8.628	0.013	0.020	1 2
28	2	1	A	2	-14.716	0.007	-0.018	1 2
28	2	1	A	13	-8.612	0.029	0.020	1 2
29	1	1	A	2	-15.080	0.008	-0.020	1 2
29	1	1	A	13	-9.053	-0.024	0.019	1 2
29	2	1	A	2	-15.064	-0.008	-0.020	1 2
29	2	1	A	13	-9.037	-0.008	0.019	1 2
30	1	1	A	14	0.000	0.000	-2.070	1
30	1	1	A	17	0.000	0.000	-2.070	1 2
30	2	1	A	2	0.000	-0.830	-2.082	1
30	2	1	A	17	0.000	-0.830	-2.082	1 2
31	1	1	A	2	0.000	-0.594	0.483	1 2
31	1	1	A	17	0.003	-0.541	0.406	1 2
31	2	1	A	1	0.000	0.052	0.441	1 2
31	2	1	A	2	0.003	-0.002	0.364	1 2

Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата

**МТ 2542 т.5**

### 4. ПРОВЕРКА НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ ОПОРЫ

1-е предельное состояние. Проверка. Расчет по РСУ.

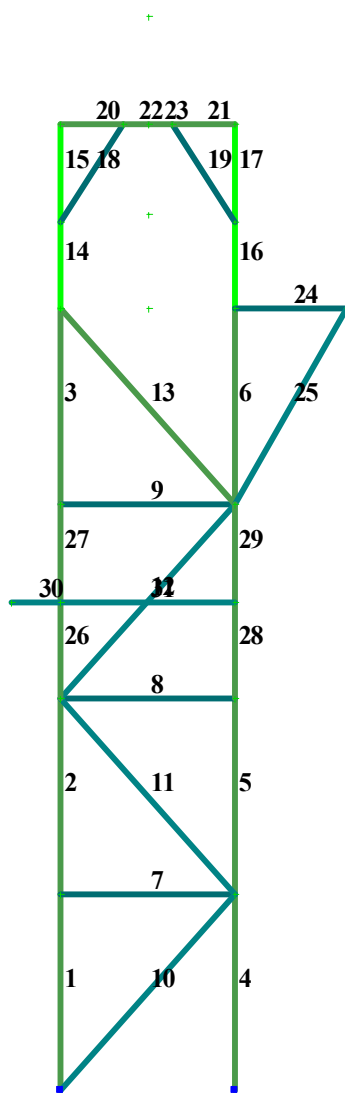


Рисунок 4.1 – Проверка элементов опоры по первому предельному состоянию

Изм.	Кол.	Лист	Нижок	Подпись	Дата

**МТ 2542 т.5**

Лист

199



2-е предельное состояние. Проверка. Расчет по РСУ.

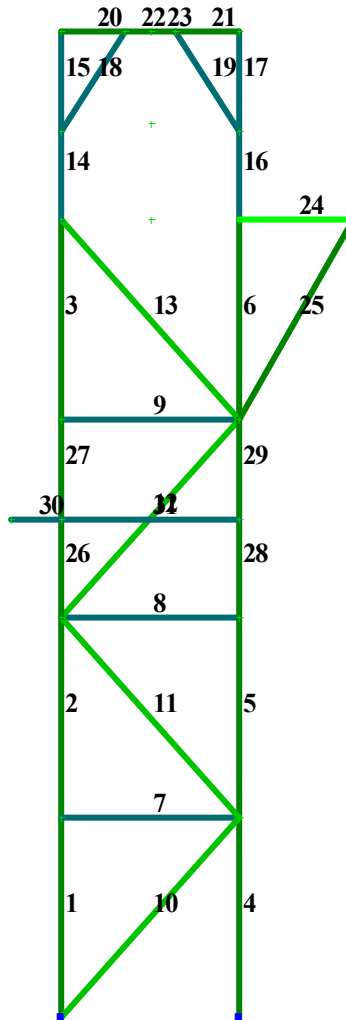
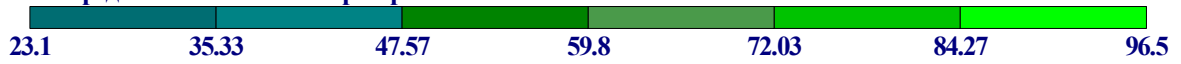


Рисунок 4.2 – Проверка элементов опоры по второму предельному состоянию

Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата

**МТ 2542 т.5**

Местная устойчивость. Проверка. Расчет по РСУ.

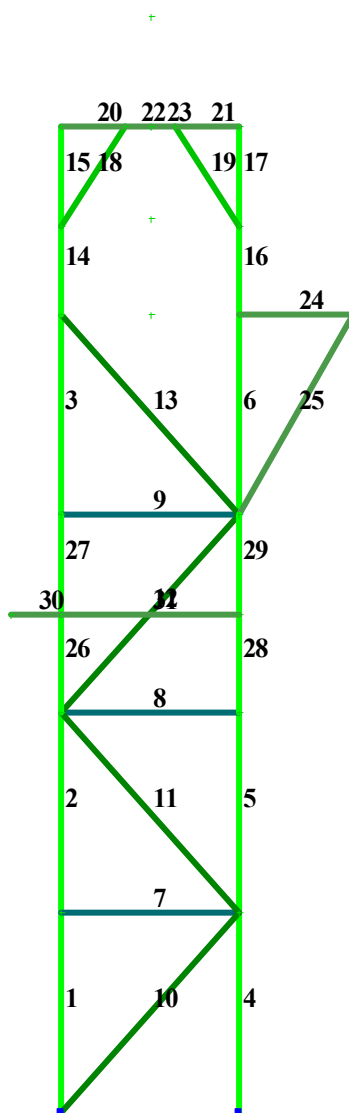
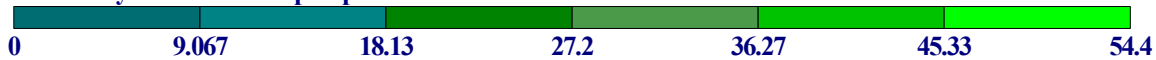


Рисунок 4.3 – Проверка местной устойчивости элементов опоры

Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата

**МТ 2542 т.5**

**ВЫВОДЫ**

Проверочный расчет показал, что несущая способность опоры эстакады по оси 437 достаточна для восприятия существующих нагрузок и дополнительных нагрузок от проектируемых газоходов. Усиление опоры не требуется.

						<b>МТ 2542 т.5</b>	Лист
Изм.	Кол.	Лист	Недок	Подпись	Дата		202

**ЛИТЕРАТУРА**

1. ДБН В.1.2-2:2006. Нагрузки и воздействия. Киев 2006.
2. ДБН В.2.6-163:2010. Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу. Мінрегіонбуд України. Київ 2011.
3. ДБН В.1.2-14-2009. СНББ. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. Мінрегіонбуд України. Київ 2009.

						<b>MT 2542 т.5</b>	Лист
Изм.	Кол.	Лист	Недоп.	Подпись	Дата		203



Серія АВ

# ЛІЦЕНЗІЯ

№ 587919

## ДЕРЖАВНА АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА ІНСПЕКЦІЯ УКРАЇНИ

Господарська діяльність, пов'язана із створенням об'єктів архітектури  
(за переліком робіт згідно з додатком)

Державне підприємство  
"Державний інститут по проектуванню  
промислових підприємств"

Ідентифікаційний код  
юридичної особи

32343302

Місцезнаходження  
юридичної особи

69000, м. Запоріжжя,  
вул. Патріотична, 74-А

Дата прийняття рішення та номер  
наказу про видачу ліцензії

1 липня 2011 р.

№ 9-Л

Строк дії ліцензії

3

1 липня 2011 р.

1 липня 2016 р.

Перший заступник  
Голови



О.М. Бушовський

Дата видачі ліцензії

1 липня 2011 р.



Додаток до ліцензії АВ №587919  
 виданої Держархбудінспекцією України  
 1 липня 2011 р., наказ № 9-Д  
 (без ліцензії недійсний)

**ПЕРЕЛІК РОБІТ  
 ПРОВАДЖЕННЯ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ, ПОВ'ЯЗАНОЇ ІЗ СТВОРЕННЯМ ОБ'ЄКТІВ АРХІТЕКТУРИ**

<b>1.00.00</b>	<b>ВИШУКУВАЛЬНІ РОБОТИ ДЛЯ БУДІВНИЦТВА</b>	<b>3.11.00</b>	<b>Проектування внутрішніх інженерних мереж і систем</b>
1.01.00	Інженерно-геодезичні	3.11.01	Водопроводу та каналізації
1.06.00	Вишукування для будівель, споруд та інженерних мереж відповідно до класів наслідків (відповідальності): -клас СС1 - незначні наслідки ***	3.11.02	Опалення
		3.11.03	Вентиляції та кондиціонування повітря
		3.11.04	Газопостачання та газозастаткування
		3.11.05	Холодопостачання промислового
<b>2.00.00</b>	<b>РОЗРОБЛЕННЯ МІСТОБУДІВНОЇ ДОКУМЕНТАЦІЇ</b>	3.11.06	Електропостачання, електрообладнання і електроосвітлення
2.03.00	Детальні плани територій	3.11.07	Автоматизації і контрольно-вимірювальних приладів
2.04.00	Проектування забудови територій	3.11.08	Зв'язку, сигналізації, радіо, телебачення, інформаційних
2.05.00	Інженерної інфраструктури населених пунктів	3.11.09	Технологічних
2.06.00	Охорони навколишнього середовища ***	3.12.00	Проектування зовнішніх інженерних мереж, систем і споруд
<b>3.00.00</b>	<b>ПРОЕКТУВАННЯ ОБ'ЄКТІВ АРХІТЕКТУРИ</b>	3.12.01	Водопостачання
3.01.01	Житлових будівель та готелів	3.12.02	Каналізації
3.01.02	Громадських будівель та споруд	3.12.03	Теплових
3.02.01	Будівель та споруд промислових підприємств	3.12.04	Газопостачання
3.02.02	Інженерних споруд	3.12.05	Електропостачання та електрообладнання
3.02.03	Будівель та споруд сільськогосподарського призначення, лісництва та рибного господарства	3.12.06	Зв'язку, сигналізації, радіо, телебачення, інформаційних
3.02.05	Енергетичних споруд та комплексів	3.12.07	Клас наслідків (відповідальності) зовнішніх інженерних мереж, систем і споруд об'єкта проектування: -клас СС1 - незначні наслідки -клас СС2 - середні наслідки -клас СС3 - значні наслідки Технологічне проектування ***
3.05.00	Транспортних мереж, споруд та комплексів		
3.05.01	Залізничних колій	3.13.00	Технологічне проектування ***
3.05.02	Доріг автомобільних		
3.05.06	Місцевого транспорту	<b>7.00.00</b>	<b>ІНЖИНІРИНГОВА ДІЯЛЬНІСТЬ У СФЕРІ БУДІВНИЦТВА</b>
3.05.07	Вертикального транспорту (ліфти, ескалатори, під'їзники тощо)	7.01.00	Генеральний розробник у проектуванні (відповідно до розділу 3.00.00)
3.08.00	Конструювання несучих та огорожувальних конструкцій	7.02.00	Технічний огляд і оцінка стану будівельних конструкцій будівель, споруд та інженерних мереж
3.09.00	Клас наслідків (відповідальності) об'єкта проектування: -клас СС1 - незначні наслідки -клас СС2 - середні наслідки -клас СС3 - значні наслідки	7.03.00	Обстеження і оцінка технічного стану будівельних конструкцій будівель, споруд та інженерних мереж (визначення параметрів і характеристик матеріалів і конструкцій із застосуванням спеціального устаткування, приладів та апаратури на об'єктах і в лабораторіях) ***
3.10.00	Умови проектування: -звичайні -території з підвищеною сейсмічністю -території зі складними інженерно-геологічними умовами		

Перший заступник Голови



О.М. Бушовський



Серія АГ

# ЛІЦЕНЗІЯ

№ 595765

## ДЕРЖАВНА ІНСПЕКЦІЯ ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ УКРАЇНИ

(найменування органу ліцензування, що видає ліцензію)

Надання послуг і виконання робіт протипожежного призначення, а саме:

(вид господарської діяльності)

- Проектування систем пожежогасіння (водяні, пінні, газові, порошкові, аерозольні), пожежної сигналізації, оповіщення про пожежу та управління евакуацією людей, протидимного захисту, передавання тривожних сповіщень, пристроїв блискавкозахисту, вогнезахисного оброблення на об'єктах з високим, середнім та незначним ступенем ризику щодо пожежної безпеки.

Державне підприємство "Державний інститут по проектуванню промислових підприємств"

(найменування юридичної особи)

Ідентифікаційний код юридичної особи 32343302

Місцезнаходження юридичної особи 69000, Запорізька область, м. Запоріжжя, вул. Патріотична, 74-А

Номер та дата Рішення № 1536/1803/2011 від 23.11.2011

Строк дії ліцензії необмежений з 24.11.11

Голова Держтехногенбезпеки

(підпис)

Е.М. Улинець

(прізвище, ініціали)

М. П.



Дата видачі ліцензії "25" "11" 2011 р.





МІНІСТЕРСТВО ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ  
І ТОРГІВЛІ УКРАЇНИ  
(МІНЕКОНОМРОЗВИТКУ УКРАЇНИ)

ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО  
„ЗАПОРІЗЬКИЙ НАУКОВО – ВИРОБНИЧИЙ ЦЕНТР  
СТАНДАРТИЗАЦІЇ, МЕТРОЛОГІЇ ТА СЕРТИФІКАЦІЇ”  
(ДП „ЗАПОРІЖЖЯСТАНДАРТМЕТРОЛОГІЯ”)

## СВІДОЦТВО ПРО АТЕСТАЦІЮ

№ Б 19-13

А Р  
Г  
1 2 2 8 4 9

Видане „ 08 ” листопада 20 13 р.

Чинне до „ 08 ” листопада 20 16 р.

Це свідоцтво засвідчує, що лабораторія дослідження  
технічного стану та технічної безпеки будівель та споруд  
будівельно-конструкторського відділу

ДП «ДІПРОПРОМ»

адреса: 69605, м. Запоріжжя, вул. Патріотична, 74-А.

відповідає критеріям атестації й атестована на проведення  
вимірювань у сфері поширення державного метрологічного нагляду  
при виконанні робіт з дослідження технічного стану та технічної  
безпеки будівель та споруд.

Галузь атестації наведена в додатку до цього свідоцтва і є його  
невід'ємною частиною.

Генеральний директор



О.В. Говоров





**МІНІСТЕРСТВО РЕГІОНАЛЬНОГО РОЗВИТКУ, БУДІВНИЦТВА  
ТА ЖИТЛОВО-КОМУНАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ**  
**АТЕСТАЦІЙНА АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНА КОМІСІЯ**

Серія АЕ

№ 000908

**КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ СЕРТИФІКАТ**  
відповідального виконавця окремих видів робіт (послуг),  
пов'язаних із створенням об'єкта архітектури

**Експерт**

*(найменування професії)*

Виданий про те, що **Чужко Іван Олександрович**

*(прізвище, ім'я, по батькові)*

пройшов(ла) професійну атестацію, що підтверджує його (її) відповідність кваліфікаційним вимогам у сфері діяльності, пов'язаної із створенням об'єктів архітектури, професійну спеціалізацію, необхідний рівень кваліфікації і знань.

Категорія: **Експерт**

Кваліфікаційний сертифікат видано згідно з рішенням Атестаційної архітектурно-будівельної комісії (далі – Комісія) від \_\_\_\_\_ № \_\_\_\_\_  
(рішенням **відповідної** \_\_\_\_\_ секції Комісії  
від **08.11.2012** № **11** \_\_\_\_\_, затвердженим президією  
Комісії **14.11.2012 № 11-Е** \_\_\_\_\_).

Зареєстрований у реєстрі атестованих осіб **14.11** **2012** року  
за № **857** \_\_\_\_\_.

Роботи (послуги), пов'язані із створенням об'єктів архітектури, спроможність виконання яких визначено кваліфікаційним сертифікатом: **Технічне обстеження будівель і споруд.**

Дата видачі **14.11** **2012** року

Голова (заступник голови) Атестаційної архітектурно-будівельної комісії

  
*(підпис)*

**Барзилович Д.В.**

*(прізвище, ім'я, по батькові)*

