

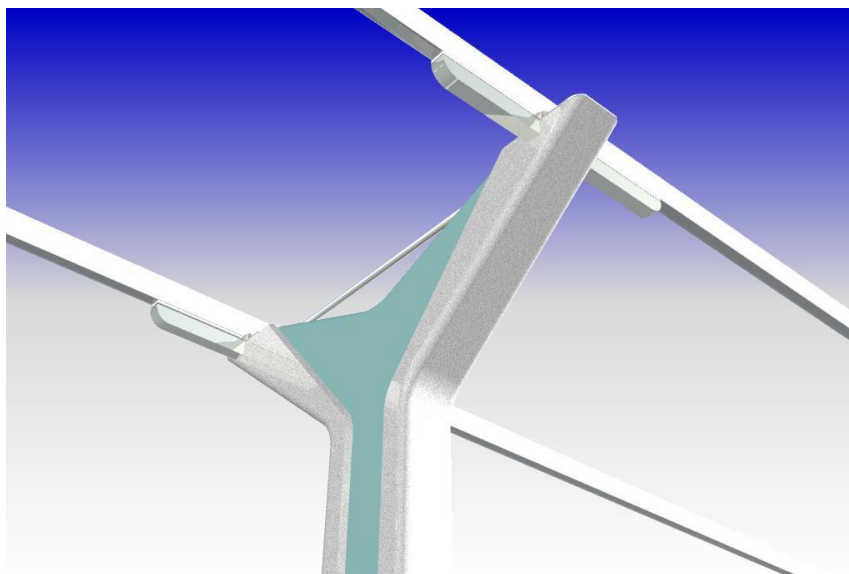


115487, Москва, ул. Нагатинская, 18/29
тел./факс: (495) 680-52-53, 116-15-48
e-mail: info@unitsky.ru
http: //www.unitsky.ru

ОТЧЕТ о разработке опорного узла на промежуточной опоре макроСТЮ для условий Хабаровска

Договор подряда № СТЮ-01/06 от 21 января 2006 г.

IV этап: Разработка опорного узла на промежуточной опоре макроСТЮ для условий Хабаровска



РАЗРАБОТЧИК
Генеральный директор –
генеральный конструктор ООО «СТЮ»
_____ А.Э. Юницкий

« 21 » апреля 2006 г.

Аннотация

По проекту разработаны опорные узлы, предназначенные для крепления предварительно напряженных конструкций рельса-струны макроСТЮ на промежуточных опорах, которые являются только поддерживающими опорами и не воспринимают продольные усилия от струн.

Опорный узел рельса-струны на промежуточной опоре должен воспринимать изгибающий момент и перерезывающую силу, возникающие как от собственного веса конструкции и расчетной ветровой нагрузки, так и от статических и динамических нагрузок, возникающих при движении одиночного юнибуса весом 6 тонн (штатный режим) и двух юнибусов в сцепке общим весом 12 тонн (аварийный режим).

В настоящем документе представлены для выбора два полностью проработанных варианта конструкторской документации на опорный узел промежуточной опоры для условий города Хабаровска:

1. А1421-22001000 — вариант с креплением рельса-струны на промежуточной опоре с минимальным расходом материалов и минимальной длиной сварных швов;
2. А14221-2200100-10 — вариант с разгрузкой наиболее напряженного (растянутого) верхнего пояса корпуса рельса-струны.

Каждый из вариантов имеет полностью законченный вид и Исполнитель может приступить к изготовлению одного из выбранных им вариантов опорного узла, который будет применен при строительстве участка струнного транспорта Юницкого в г. Хабаровске и который будет экономически выгоден.

Вариантность разработанного ООО «СТЮ» и представленного в настоящем отчете опорного узла свидетельствует только о том, что разработчик учитывает особенности экономических, технологических и других параметров узла, которые могут повлиять на его технико-экономические показатели.

У каждого поставщика металлопроката, из которого изготавливается опорный узел, различные технические параметры своей продукции (прочность,

точность размеров и т.д.), разная стоимость продукции, различные сроки выполнения заказов и т.д. Эти и многие другие параметры будут просчитаны при выполнении экономического обоснования, сметного расчета и проекта производства работ (окончательного выбора варианта технологии строительства). После экономического анализа и окончательного выбора поставщиков будет произведен окончательный выбор из спроектированных опорных узлов наиболее оптимального (т.е. экономически оправданного) варианта для строительства СТЮ в Хабаровске.

В материалах отчета по выпуску конструкторской документации на опорный узел промежуточной опоры представлены: внешний вид и технические характеристики узлов, необходимые поверочные расчеты и анализ параметров каждого из вариантов.

Цель создания настоящего отчета — показать Заказчику целесообразность конструкторских и технологических решений, использованных при проектировании конструкторской документации на опорный узел промежуточной опоры струнного транспорта Юницкого для условий г. Хабаровска.

Некоторые сравнения в пояснительной записке помогут Заказчику определить преимущества представленных конструкций опорного узла промежуточной опоры, разработанного Исполнителем.

Для более эффективного восприятия конечной конструкции представлены конструкторско-художественные материалы по проработке данных материалов.

Работы выполнены в соответствии с договором подряда № СТЮ-01/06 от 21 января 2006 г. на разработку проектной документации, заключенным между Администрацией г. Хабаровска и ООО «Струнный транспорт Юницкого» (задание на разработку проектной документации представлено в приложении 1).



115487, Москва, ул. Нагатинская, 18/29
тел./факс: (495) 680-52-53; 116-15-48
e-mail: info@unitsky.ru
http: //www.unitsky.ru

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный конструктор ООО «СТЮ»

_____ А.Э. Юницкий

«21» апреля 2006 г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Разработка опорного узла на промежуточной опоре макроСТЮ для условий Хабаровска

Договор подряда № СТЮ-01/06 от 21 января 2006 г.

IV этап: Разработка опорного узла промежуточной опоры макроСТЮ для
условий Хабаровска

Главный инженер ООО «СТЮ»

_____ А.В. Пархоменко

«21» апреля 2006 г.

Москва 2006

Содержание

1. Наименование, шифр и область применения	7
2. Основание для разработки.....	7
3. Разработчик	7
4. Изготовитель	7
5. Цель и назначение разработки	7
6. Источники финансирования.....	8
7. Расчет элементов путевой структуры для определения необходимых параметров опорного узла промежуточных опор макроСТЮ	8
7.1. Исходные данные и расчетная схема трассы макроСТЮ.....	8
7.2. Сводная таблица результатов расчета макроСТЮ в г. Хабаровске	10
7.3. Контактные напряжения в головке рельса, поперечные усилия и изгибающие моменты в узле над опорой	12
8. Описание и обоснование выбранной конструкции.....	19
8.1. Описание технологии монтажа традиционных мостовых опор и промежуточных опор макроСТЮ	19
8.2. Облицовка традиционных мостовых опор и защита промежуточных опор макроСТЮ	20
8.3. Предлагаемая конструкция опорного узла макроСТЮ	22
8.4. Основные вопросы технологии изготовления разработанного изделия	23
8.5. Выполняемые требования по стойкости и внешним воздействиям.....	25
8.6. Выводы	29
9. Патентная чистота и конкурентоспособность изделия	30
10. Сведения о соответствии изделия требованиям техники безопасности и производственной санитарии	30
11. Описание организации работ с применением разработанного изделия..	31

12. Ожидаемые технико-экономические показатели.....	31
13. Уровень стандартизации и унификации	32
14. Приложение 1. Задание на разработку проектной документации	33
15. Приложение 2. Перечень использованной литературы.....	36
16. Приложение 3. Возможности программного комплекса «Лири- Windows»	38
17. Приложение 4. Комплект конструкторской документации на опорный узел промежуточной опоры макроСТЮ для условий Хабаровска	40
17.1. Вариант 1. Опорный узел промежуточной опоры А1421- 2200100	
17.2. Вариант 2. Опорный узел промежуточной опоры А1421- 2200100-10	

1. Наименование, шифр и область применения

Устройство для объединения в одно целое рельса и опоры и для крепления предварительно напряженного рельса-струны на опоре — опорный узел на промежуточной опоре макроСТЮ.

Шифр образца — А1421.

Строительство СТЮ (Струнного транспорта Юницкого).

2. Основание для разработки

Основанием для разработки опорного узла является договор подряда № СТЮ-01/06 от 21 января 2006 г. (IV этап: Разработка опорного узла на промежуточной опоре макроСТЮ для условий Хабаровска).

3. Разработчик

Общество с ограниченной ответственностью «Струнный транспорт Юницкого» (ООО «СТЮ»), г. Москва.

4. Изготовитель

Определяется один из машиностроительных заводов г. Хабаровска совместно с Заказчиком.

5. Цель и назначение разработки

Целью разработки конструкторской документации опорного узла промежуточной опоры макроСТЮ является строительство первого действующего участка струнного транспорта Юницкого по перевозке пассажиров в городе Хабаровске, а также развитие в перспективе сети

транспортных линий СТЮ в Хабаровске и других восточных регионах РФ по результатам опытной эксплуатации этого участка.

Опорный узел промежуточной опоры разрабатывается по специальным техническим и технологическим требованиям, заменяемое изделие отсутствует.

6. Источники финансирования

Администрация города Хабаровска.

7. Расчет элементов путевой структуры для определения необходимых параметров опорного узла промежуточных опор макроСТЮ

7.1. Исходные данные и расчетная схема трассы макроСТЮ

Расчетная схема путевой структуры макроСТЮ с нагрузками от пассажирских модулей (юнибусов), приведенная на рис. 1, включает в себя промежуточные (через 30—36 м) и анкерные опоры и рельс-струну, состоящую из корпуса рельса, пучка стальных проволок и заполнителя, передающего вертикальные и горизонтальные нагрузки с корпуса рельса на предварительно напряженную струну-пучок из параллельных и предварительно напряженных стальных высокопрочных проволок.

Основное сочетание нагрузок:

1) 3 юнибуса массой 6 тонн каждый на участке трассы между анкерными опорами, при торможении которых создается тормозное усилие 1 тс на каждом модуле (ускорение торможения $1,67 \text{ м/с}^2$);

2) аварийное сочетание нагрузок: 2 модуля в сцепке (общая масса 12 тонн), создающие тормозную нагрузку в 2 тс (ускорение торможения $1,67 \text{ м/с}^2$).

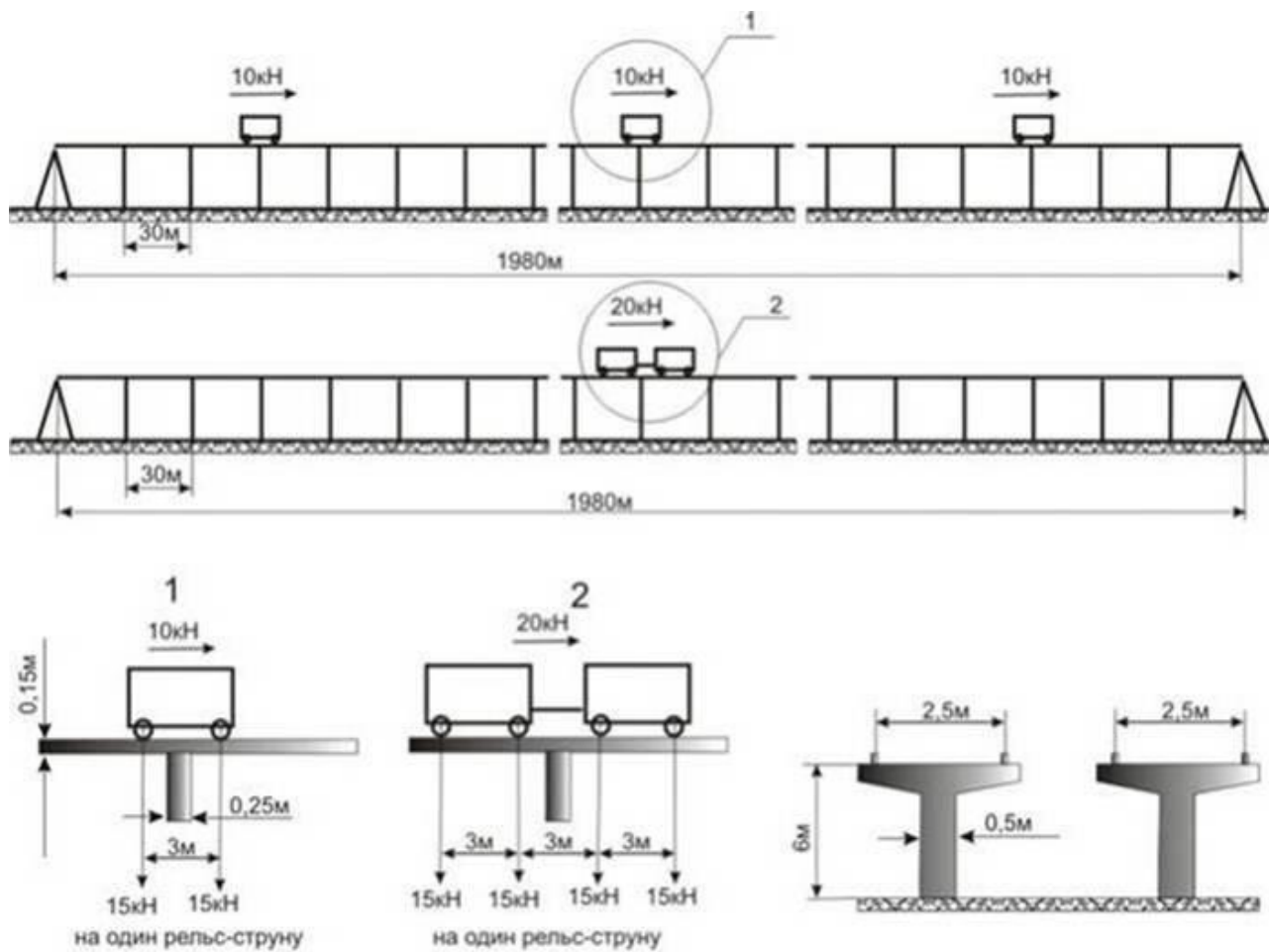


Рис. 1. СТЮ в Хабаровске. Расчетная схема трассы макроСТЮ

7.2. Сводная таблица результатов расчета макроСТЮ в г. Хабаровске

Максимальные напряжения, возникающие в корпусе рельса в узле над опорой представлены в табл. 1 (таблица взята из материалов по обоснованию технических условий на струнную путевую структуру для условий Хабаровска, выполненных в рамках договора подряда № СТЮ-02/05 от 05 июля 2005 г., III этап: Разработка технических условий на струнную путевую структуру для условий Хабаровска, Том 1. Пояснительная записка, с. 19).

Таблица 1

Максимальные напряжения, возникающие в корпусе рельса в узле над опорой

Температура эксплуатации, °С	Подвижная нагрузка, тс	Напряжения в корпусе рельса от предварительного натяжения (при $T = +20^{\circ}\text{C}$) σ_0 , МПа	Изменение напряжений в корпусе рельса от температуры (относит. $T = +20^{\circ}\text{C}$)		Максимальное изменение напряжений в корпусе рельса от подвижной нагрузки и ветра		Максимальные суммарные напряжения в корпусе рельса от всех воздействий	
			$\sigma_{вр}$, МПа	$\sigma_{нр}$, МПа	$\sigma_{вр}$, МПа	$\sigma_{нр}$, МПа	$\sigma_{вр}$, МПа	$\sigma_{нр}$, МПа
+57,2	0 (Собств. вес)	+98,07	-93	-97	—	—	+5,07	+1,07
	3	+98,07	-93	-97	+62	-95	+67,07	-93,93
	6	+98,07	-93	-97	+92	-153	+97,07	-151,93
	6 × 2	+98,07	-93	-97	+167	-283	+172,07	-281,93
+20	0 (Собств. вес)	+98,07	—	—	—	—	+98,07	+98,07
	3	+98,07	—	—	+57	-85	+155,07	+13,07
	6	+98,07	—	—	+85	-140	+183,07	-41,93
	6 × 2	+98,07	—	—	+158	-266	+256,07	-167,93
-40,8	0 (Собств. вес)	+98,07	+152	+156	—	—	+250,07	+254,07
	3	+98,07	+152	+156	+49	-70	+299,07	+184,07
	6	+98,07	+152	+156	+75	-122	+325,07	+132,07
	6 × 2	+98,07	+152	+156	+140	-237	+390,07	+17,07

Анализ данных, приведенных в табл. 1, показывает, что при минимальной расчетной температуре ($-40,8^{\circ}\text{C}$) в штатном режиме (один модуль весом 6 т) и

аварийном режиме эксплуатации (два модуля в сцепке) на верхней грани корпуса рельса (в головке рельса) возникают растягивающие напряжения, превышающие 300 МПа: соответственно $\sigma_{\text{в}} = 325,07$ МПа и $\sigma_{\text{в}} = 390,07$ МПа. Для снижения напряжений в корпусе рельса на опоре необходимо либо предусмотреть его усиление, либо использовать более прочные стали с $\sigma_{0,2} \geq 390$ МПа.

В разработанных вариантах опорного узла предусмотрено усиление рельса, что снизит напряжения в корпусе рельса над опорой до напряжений в корпусе рельса в середине пролета, т.е. до $\sigma = 300$ МПа.

В табл. 2 представлены продольные и поперечные перемещения рельса-струны и промежуточных опор под воздействием усилий: продольных (тормозные усилия), поперечных горизонтальных (ветровая нагрузка) и поперечных вертикальных (вес подвижного состава).

Таблица 2

Продольные и поперечные перемещения рельса-струны и промежуточных опор

Температура эксплуатации, °С	Подвижная нагрузка, тс	Перемещения продольные (максимальные) от воздействия тормозной нагрузки, мм		Перемещения поперечные (максимальные), мм			
				от веса подвижной нагрузки (вертикальные перемещения)		от ветровой нагрузки (горизонтальные перемещения)	
		верха промежуточной опоры под юнибусом	рельса-струны под юнибусом	рельса в центре пролета (юнибус в центре пролета)	рельса на опоре (юнибус на опоре)	рельса в центре пролета (юнибус в центре пролета)	рельса на опоре (юнибус на опоре)
+57,2	3	+1,2	+1,2	-44,8	-6,6	+32,0	+17,6
	6	+2,1	+2,1	-84,8	-8,7	+32,1	+17,3
	6×2	+3,8	+3,8	-147,3	-28,4	+46,6	+25,6
+20	3	+1,2	+1,2	-39,9	-5,6	+30,4	+16,7
	6	+2,1	+2,1	-77,1	-7,7	+30,4	+17,0
	6×2	+3,8	+3,8	-135,2	-26	+44,2	+24,8
-40,8	3	+1,2	+1,2	-33,4	-4,8	+28,2	+16,1
	6	+2,1	+2,1	-66,6	-6,7	+28,2	+16,1
	6×2	+3,8	+3,8	-118,7	-22,6	+40,8	+23,8

Из данных, приведенных в таблице, следует, что максимальные продольные перемещения (вдоль рельса) верха опоры совместно с рельсом и опорным узлом составят 3,8 мм, что не скажется существенно на работе опорного узла и на его конструировании.

7.3. Контактные напряжения в головке рельса, поперечные усилия и изгибающие моменты в узле над опорой

Расчеты контактных напряжений в месте контакта колеса с головкой рельса в опорном узле над опорой (рис. 2—5) и определение эпюр с мозаикой поперечных усилий и изгибающих моментов, возникающих в корпусе рельса от груженого модуля массой 6 тс и от сцепки двух модулей общей массой 12 тс над промежуточной опорой (рис. 6—9), выполнялись на программном комплексе «Лира-Windows (версия 9.2)», в основе которого положен метод конечных элементов (см. приложение 3).

Для проектирования опорного узла взяты максимальные усилия, возникающие в рельсе-струне над опорой от веса сцепки двух модулей общей массой 12 т: поперечное усилие $Q_z = 2,2$ тс, изгибающий момент $M_y = 2,2$ т×м.

ЛИТЕРА
Загружение 1
Средний слой

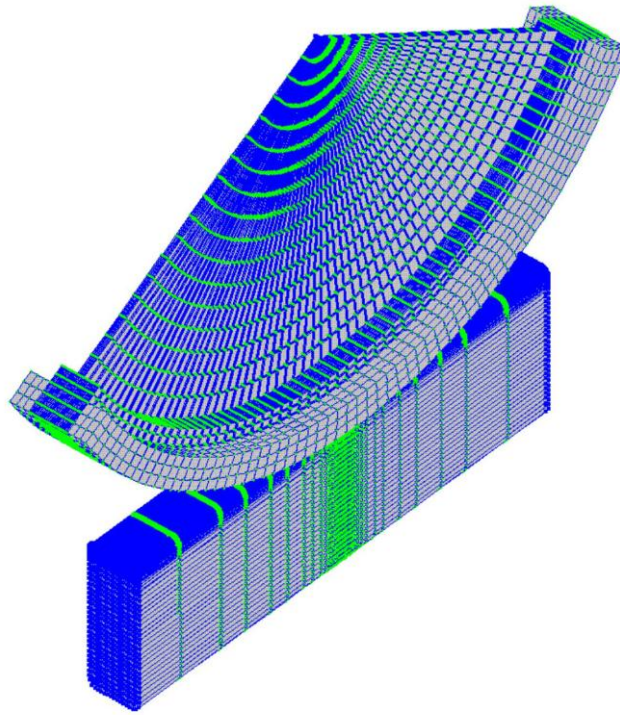


Рис. 2. Общий вид колеса и рельса-струны в опорном узле над опорой

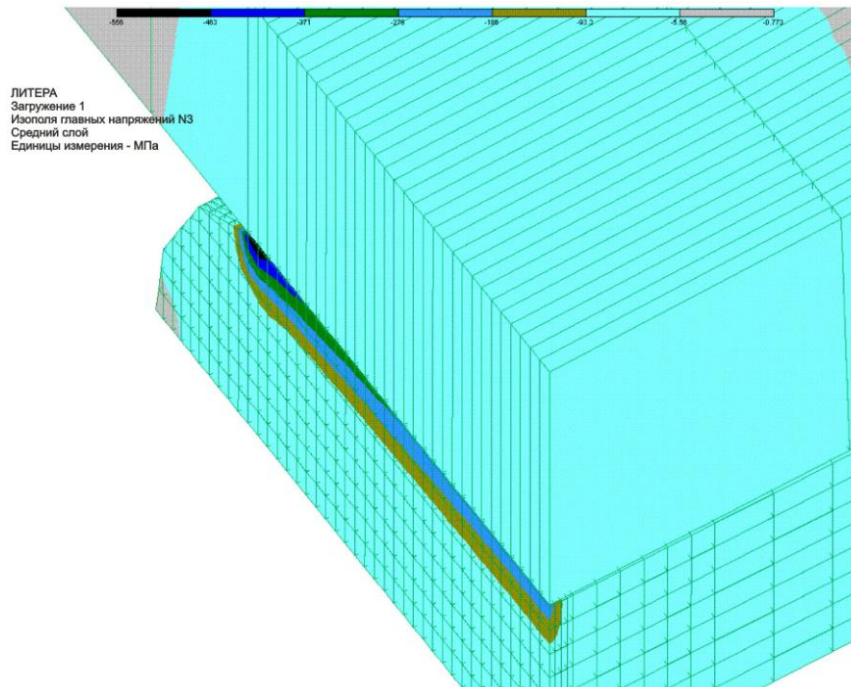


Рис. 3. Контактные напряжения в рельсе в опорном узле над опорой (показан поперечно-продольный разрез зоны контакта, 1/4 объема)

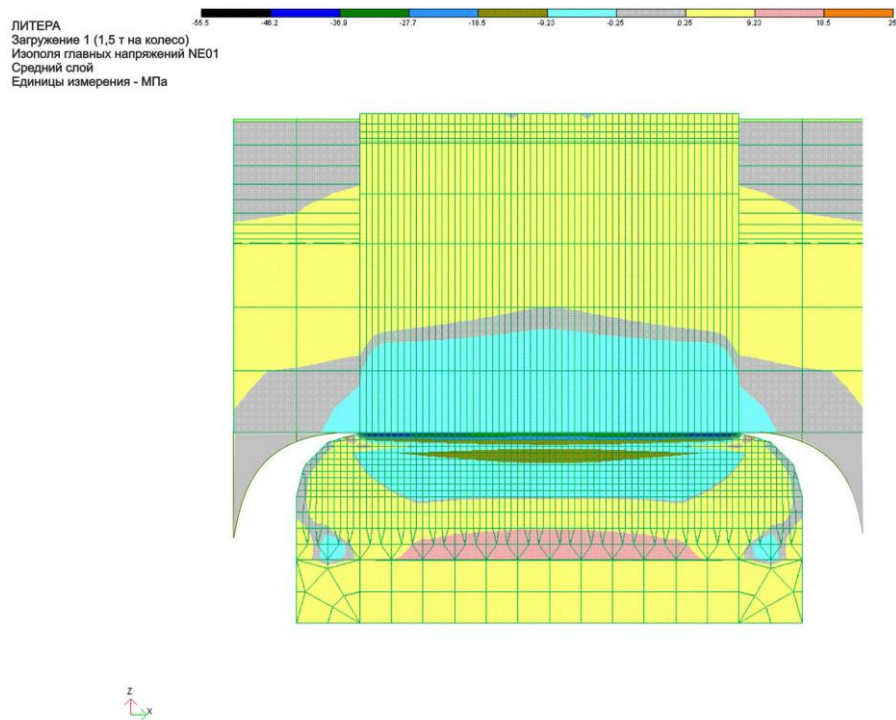


Рис. 4. Зона контакта в разрезе

(показаны эквивалентные напряжения, приведенные к эквивалентному растяжению, по теории наибольших главных напряжений)

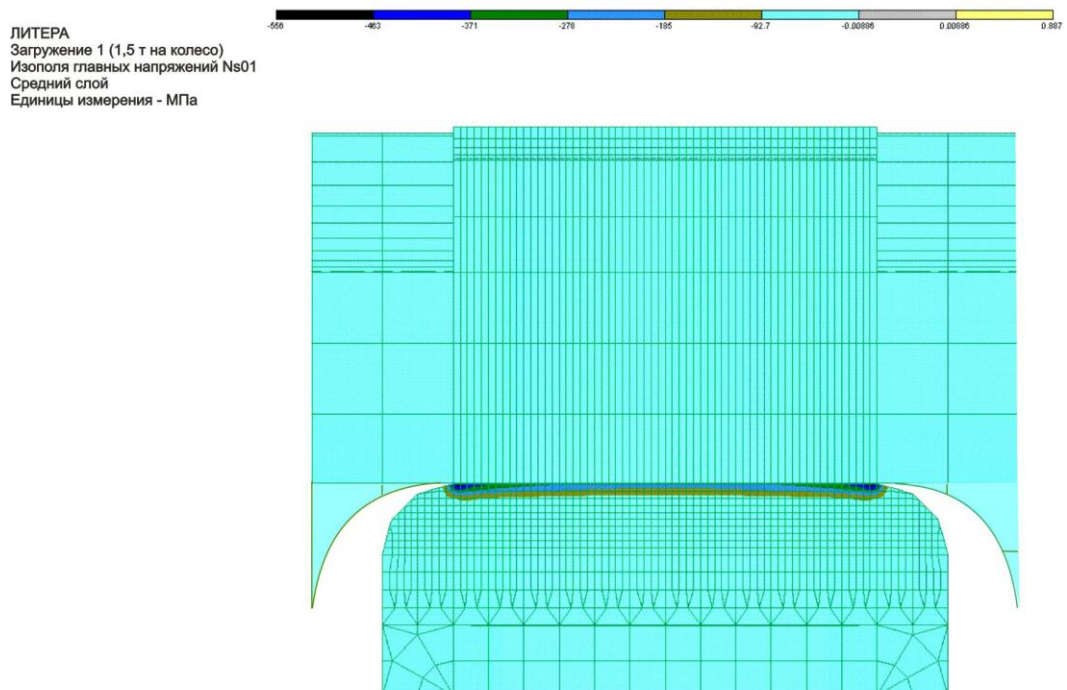
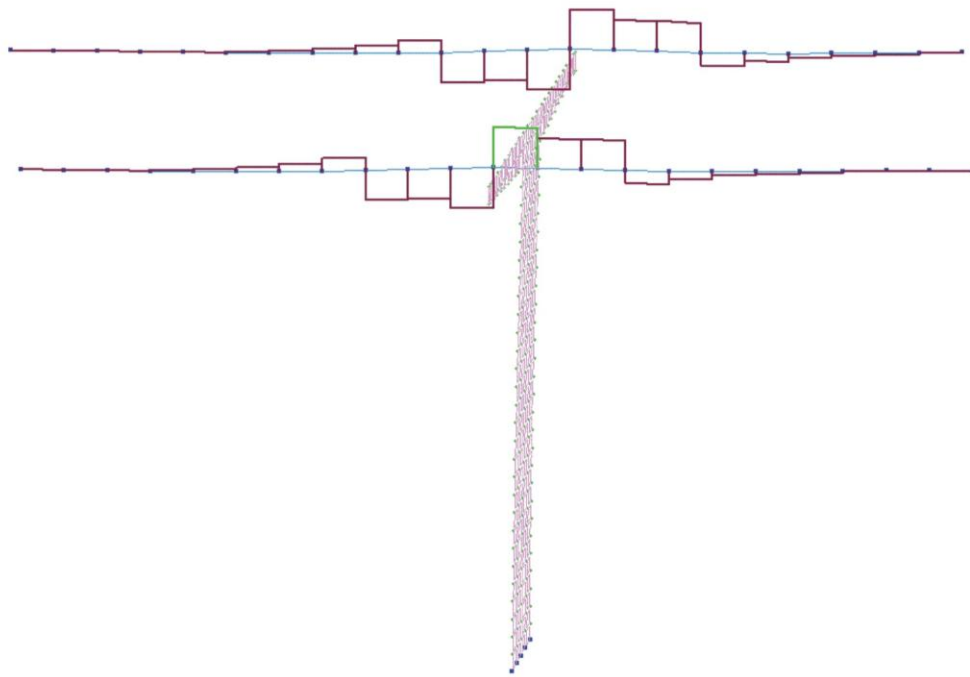


Рис. 5. Зона контакта в разрезе

(показаны эквивалентные напряжения в головке, приведенные к эквивалентному сжатию, по теории наибольших главных напряжений)

Нелинейное нагружение 5
Эпюра Qz
Единицы измерения - т



Минимальное усилие -1.10415
Максимальное усилие 1.10514

Нелинейное нагружение 5
Мозаика Qz
Единицы измерения - т

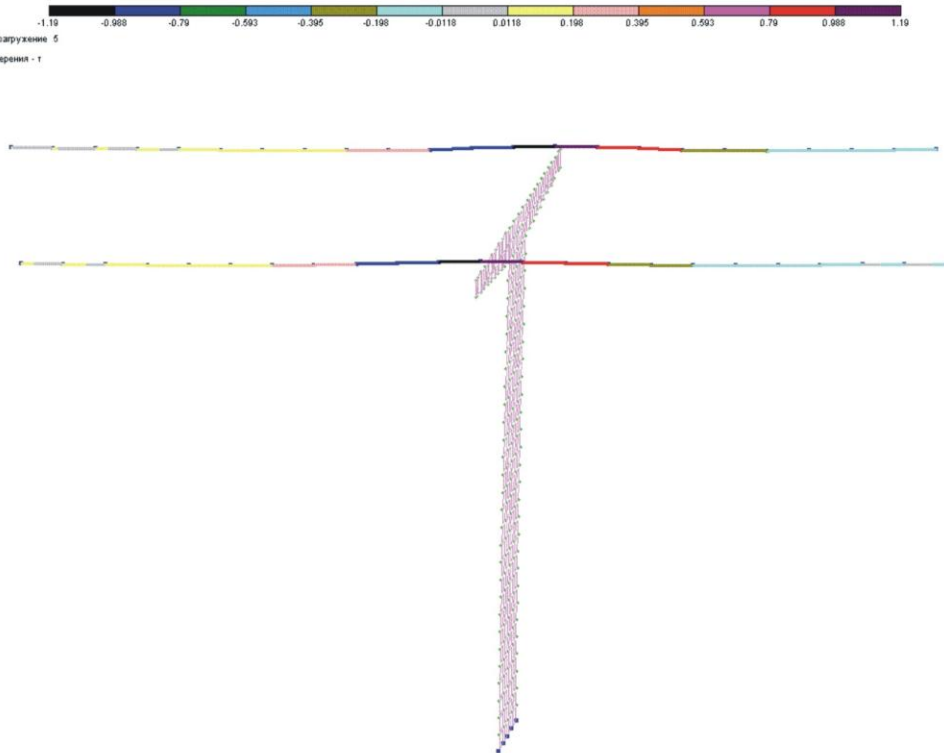
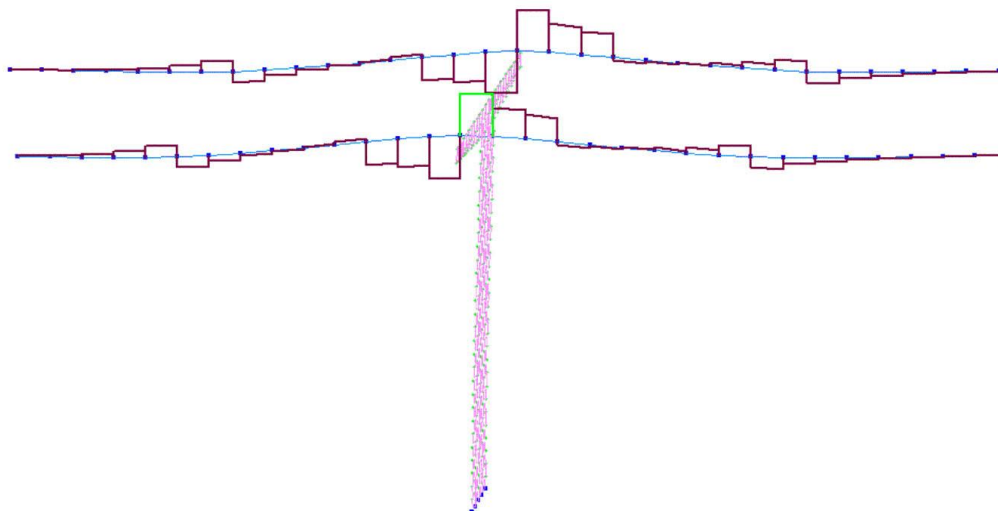


Рис. 6. Эпюра и мозаика поперечных усилий Q_z , возникающих в корпусе рельса от груженого модуля массой 6 тс над промежуточной опорой ($T = +20\text{ }^{\circ}\text{C}$), т

Нелинейное нагружение 5
Эпюра Qz
Единицы измерения - т



Минимальное усилие -2.16859
Максимальное усилие 2.16944



Нелинейное нагружение 5
Мозаика Qz
Единицы измерения - т

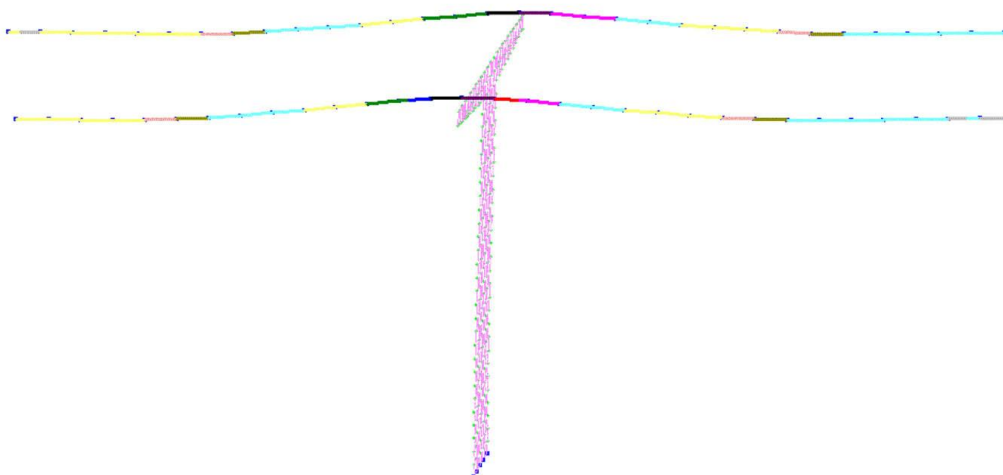
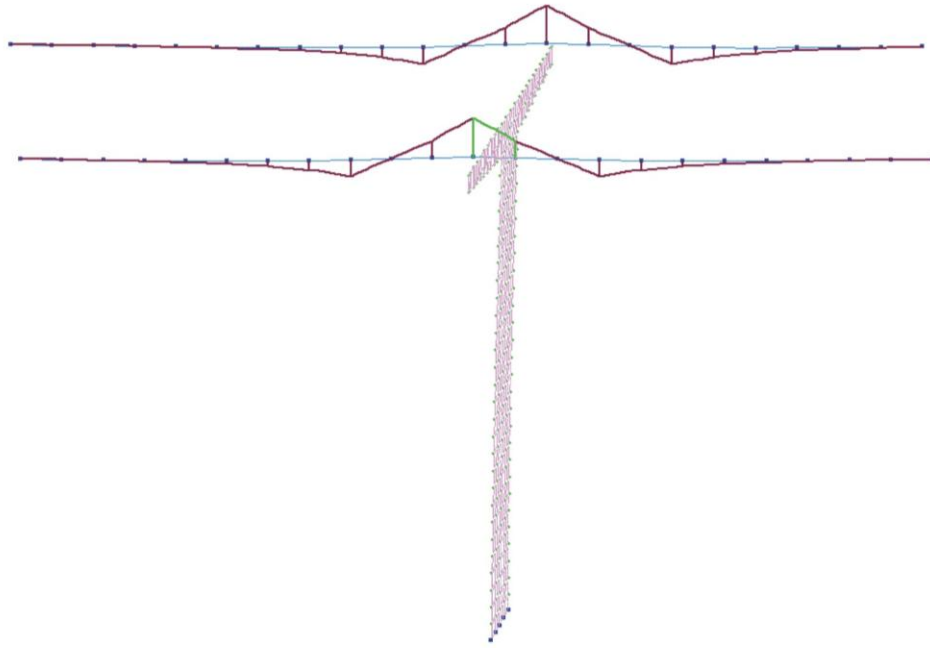


Рис. 7. Эпюра и мозаика поперечных усилий Q_z , возникающих в корпусе рельса от сцепки 2-х модулей массой 2×6 тс над промежуточной опорой ($T = +20$ °C), тс

Нелинейное нагружение 5
Эпюра M_y
Единица измерения - т*м



Минимальное усилие -1.03238
Максимальное усилие 0.441342

Нелинейное нагружение 6
Мозаика M_y
Единица измерения - т*м

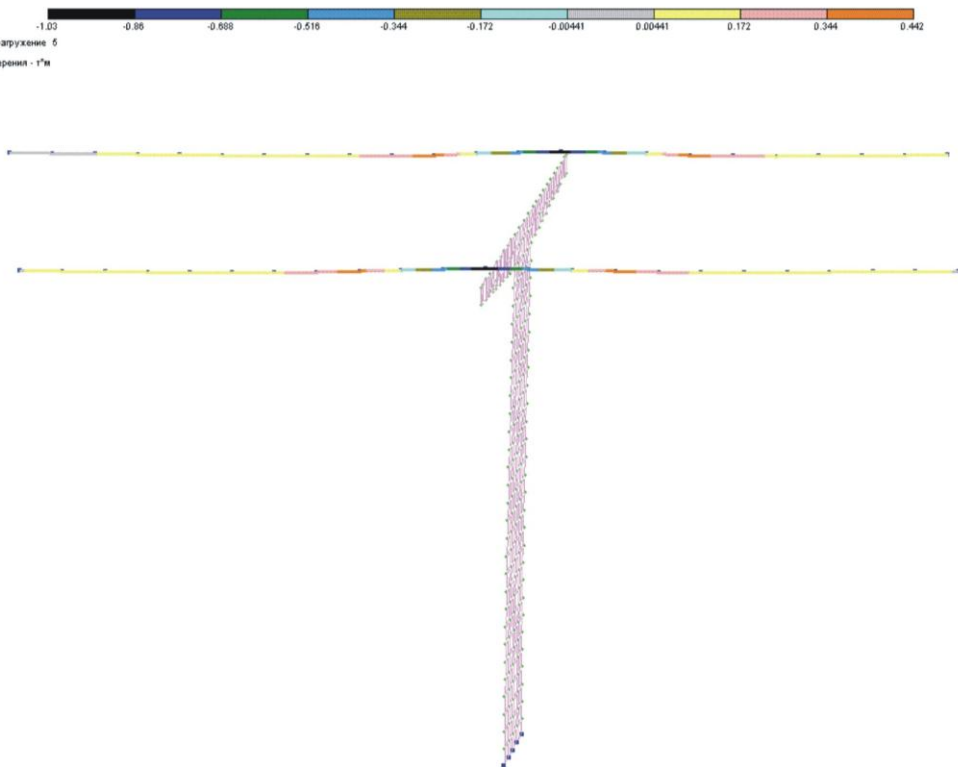
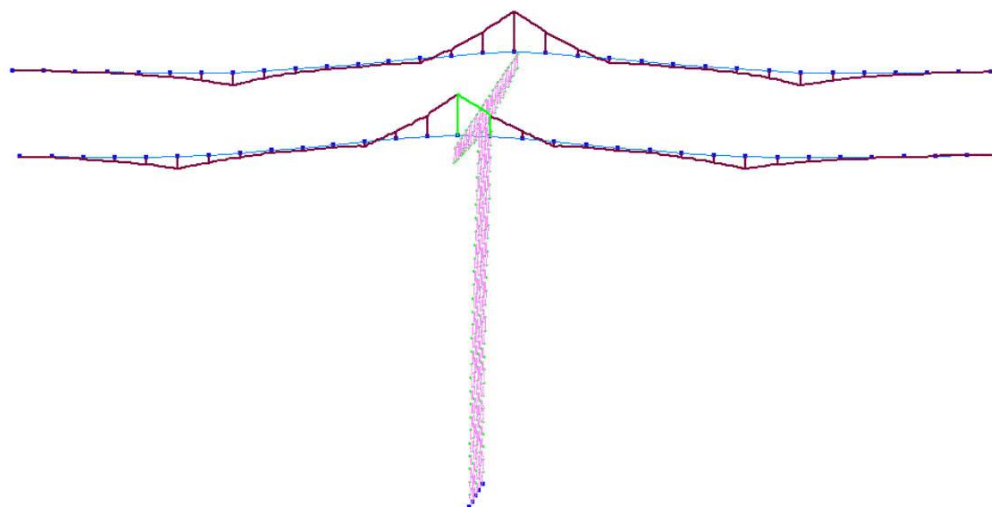


Рис. 8. Эпюра и мозаика изгибающих моментов M_y , возникающих в корпусе рельса от груженого модуля массой 6 тс над промежуточной опорой ($T = +20^\circ C$), т*м

Нелинейное нагружение 5
Эпюра М_y
Единицы измерения - т*м



Минимальное усилие -2.10467
Максимальное усилие 0.656998

Нелинейное нагружение 5
Мозаика М_y
Единицы измерения - т*м

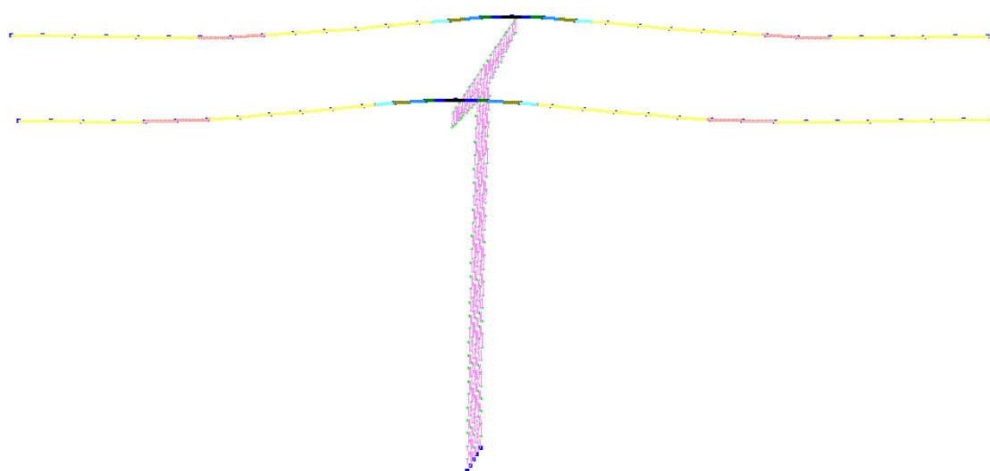


Рис. 9. Эпюра и мозаика изгибающих моментов M_y , возникающих в корпусе рельса от сцепки 2-х модулей массой 2×6 тс над промежуточной опорой ($T = +20$ °С), т×м

8. Описание и обоснование выбранной конструкции

8.1. Описание технологии монтажа традиционных мостовых опор и промежуточных опор макроСТЮ

Блоки мостовых опор необходимо устанавливать по уровню и отвесу на клиньях. Каждый ярус высотой не более 5 м, а также основание под нижний ряд блоков следует нивелировать поверху, устраняя допущенные отклонения. Во время выполнения работ швы блоков, через которые возможна потеря раствора, необходимо плотно законопатить.

Цементно-песчаный раствор для заполнения швов должен иметь подвижность 6—9 см.

В процессе выполнения работ по заполнению ядра опоры при отрицательной температуре воздуха необходимо обеспечить незамерзание бетона (раствора) до набора им прочности не ниже 70% проектной.

Швы между контурными блоками, заполненные раствором, с наружной стороны необходимо расшивать при положительных температурах воздуха жестким цементным песчаным раствором прочностью 30 МПа (300 кгс/см²) и предохранять от появления трещин. Расшитые швы должны быть ровными, плотными, иметь хорошее сцепление с бетоном. Клееные швы не расшивают.

При монтаже сборных конструкций стоечных опор мостов (путепроводов) стойки в башмаках фундаментов следует временно закрепить с помощью специальных металлических шаблонов или кондукторов (в качестве примера традиционной стоечной опоры на рис. 10 показана опора московского монорельса).

Клинья при закреплении должны входить в стакан подколонника на половину его глубины, обеспечивая при этом возможность последующего замоноличивания колонны в подколоннике и изъятие клиньев. Во всех случаях должны быть приняты меры против попадания воды в стаканы подколонников и фундаментов.



Рис. 10. Опора московского монорельса

Перед монтажом блоки должны быть очищены от загрязнений и льда.

Промежуточная опора макроСТЮ в Хабаровске, имеющая вес менее 10 тонн, не требует применения описанных выше трудоемких, материалозатратных и дорогостоящих мостовых технологий монтажа — она может быть изготовлена целиком на заводе и в готовом виде, со смонтированными элементами опорного узла, доставлена на площадку и установлена на фундаменте.

8.2. Облицовка традиционных мостовых опор и защита промежуточных опор макроСТЮ

Для бетонных мостовых опор необходимо применять льдозащитную облицовку бетонными или железобетонными блоками или природным камнем правильной формы, устанавливаемыми по ходу бетонирования. Навесную облицовку необходимо осуществлять в соответствии со специальными указаниями проекта.

При приемке облицовочных изделий необходимо проверять их комплектность, соответствие размеров требованиям проекта и настоящих норм

и правил, наличие паспортов с указанием в них прочности и морозостойкости материалов, а также маркировку изделий (нанесенную на верхние грани изделий несмываемой краской).

Очередной ряд облицовочных блоков следует устанавливать по раскладочным чертежам до бетонирования ряда (насухо).

Установку следует начинать с угловых и криволинейных частей опоры. Установленную облицовку следует надежно раскреплять для обеспечения устойчивого положения на весь период бетонирования, а незаполненные швы между блоками (камнями) — законопатить на глубину не более 30 мм средствами, предупреждающими вытекание раствора. Перед установкой облицовочные изделия следует промыть от грязи и пыли. При выполнении работ необходимо соблюдать меры предосторожности для предохранения граней и кромок изделий от повреждений.

Ядра опоры с облицовкой из природных камней следует бетонировать слоями в пределах высоты одного ряда облицовки с оставлением возле смежных боковых граней изделия вертикальных колодцев для заполнения швов раствором.

Подвижность раствора швов должна быть в пределах 9—13 см.

Естественные природные камни, употребляемые в соответствии с проектом для облицовки, должны быть крепких пород, однородного строения, без трещин, жил и прослоек, без следов выветривания.

Все швы облицовки, кроме клеевых, снаружи необходимо расчистить и расшить. Швы следует расшивать при температуре наружного воздуха не ниже 5 °С. Профиль швов при расшивке должен быть вогнутым, глубиной от кромок изделия 5—10 мм.

Промежуточные опоры СТЮ в Хабаровске не требуют описанной выше трудоемкой, материалозатратной и дорогостоящей облицовки по типу мостовых опор, при этом они будут значительно дешевле и долговечнее их. Будет достаточно укрепить поверхностный слой бетона опор (до арматуры) с помощью известных технологий пропитки, либо в заводских условиях, либо на

строительной площадке. Это обеспечит требуемый срок службы опоры и находящегося на ней опорного узла (100 лет).

8.3. Предлагаемая конструкция опорного узла макроСТЮ

8.3.1. Состав изделий

Перечень основных элементов опорного узла приведен в таблице 3.

Таблица 3

Элементы опорного узла промежуточной опоры

Наименование деталей	Номер изделия по вариантам	
	Вариант 1	Вариант 2
Опорный узел промежуточной опоры	A1421-2200100	A1421-2200100-10
Ложемент в сборе	A1421-2200200	A1421-2200200
Пластина в сборе	A1421-2200300	A1421-2200300
Накладка в сборе	A1421-2200400	A1421-2200400-10
Рельс в сборе	A1421-2200500	A1421-2200500
Упор корпуса	A1421-2201501	A1421-2201501

8.3.2. Характеристики назначения

Опорный узел промежуточной опоры предназначен для крепления корпуса рельса-струны и его тонкой регулировки относительно опор для устранения строительных отклонений при монтаже промежуточных опор на местности. При помощи опорного узла промежуточной опоры достигается точность установки корпуса рельса:

± 3—5 мм относительно проектной отметки путевой структуры макроСТЮ;

± 3—5 мм относительно продольной линии трассы макроСТЮ (на генплане);

± 1 мм между корпусами рельсов одного пути макроСТЮ;
 ± 50 — 100 мм по длине пролета между промежуточными опорами трассы СТЮ.

Промежуточная опора изготавливается с использованием стандартной арматуры и бетона, выпускаемых промышленностью, на заводском технологическом оборудовании с использованием изготовленной на заводе опалубки. Применение заводских технологий позволяет получать высокую скорость и точность изготовления универсальных по высоте промежуточных опор.

На рис. 11 и 12 представлен внешний вид промежуточных опор макроСТЮ, выбранных для проектировании опорного узла на них.

8.4. Основные вопросы технологии изготовления разработанного изделия

Технология изготовления опорного узла подразумевает заводское изготовление деталей и сборочных единиц опорного узла промежуточной опоры. Такая технология позволяет использовать труд высококвалифицированных производственных рабочих и высокоточное заводское оборудование.

В полевых условиях монтажа СТЮ аналогичная точность изготовления и сборки потребовала бы изготовления большого количества технологических приспособлений, специального мерительного инструмента, контрольных приспособлений и дополнительного обучения рабочих.

Детали опорного узла для промежуточной опоры изготавливаются на производственных площадях при помощи имеющегося станочного парка из стандартного металлопроката, выпускаемого заводами РФ. Используются недорогие конструкционные и низколегированные стали и универсальное сварочное оборудование.



Рис. 11. Промежуточная опора СТЮ (Вариант 1)

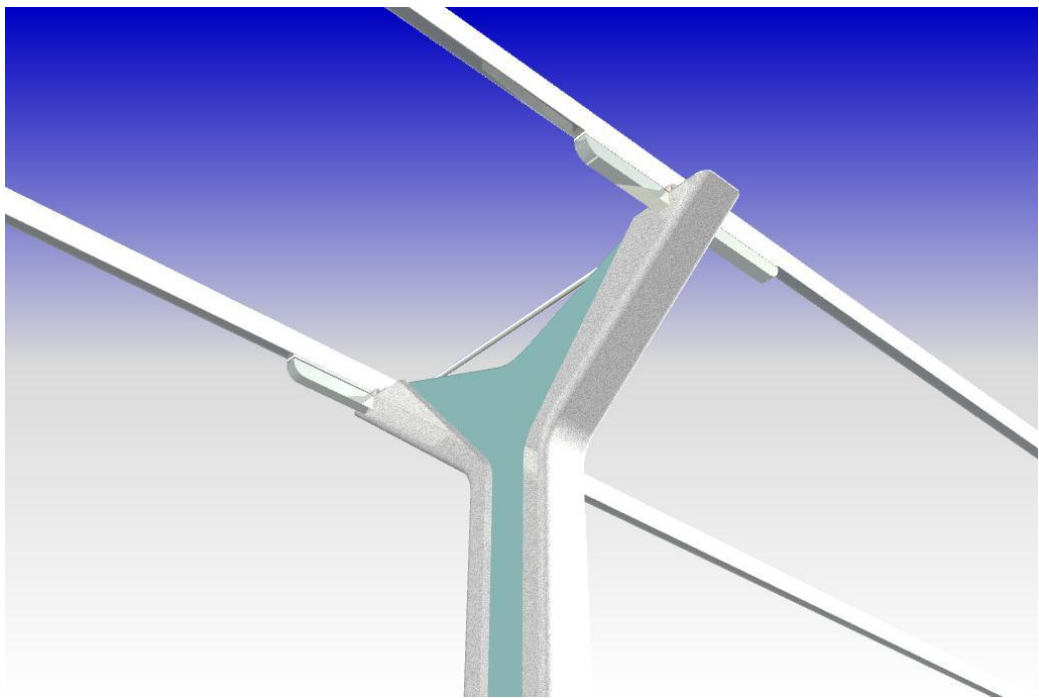


Рис. 12. Промежуточная опора СТЮ (Вариант 2) с установленными светильниками под рельсами-струнами

Окончательная сборка производится непосредственно на опоре. Разработанная конструкция позволяет использовать простые технологические приемы и труд не высококвалифицированных рабочих.

Снижение количества технологических операций и их продолжительности ведет к повышению точности монтажных работ, получению высокого качества в изготовлении узлов и снижению стоимости работ.

Сокращение номенклатуры используемых технологических приспособлений сокращает срок подготовки начала производства монтажных работ без ухудшения качества.

Внешний вид опорного узла промежуточной опоры (вариант 1) представлен на рис. 13 и 14.

На рис. 15 и 16 показаны поперечные сечения двух вариантов опорных узлов на промежуточной опоре.

8.5. Выполняемые требования по стойкости к внешним воздействиям

Значение температуры окружающего воздуха при эксплуатации:

- верхнее рабочее значение +50 °С;
- нижнее рабочее значение –50 °С

Рабочее значение относительной влажности воздуха:

- верхнее значение — 100%;
- среднегодовое значение — 80% при температуре +20 °С.

Рабочее значение атмосферного давления 86,6—106,7 кПа (650—800 мм. рт. ст.).

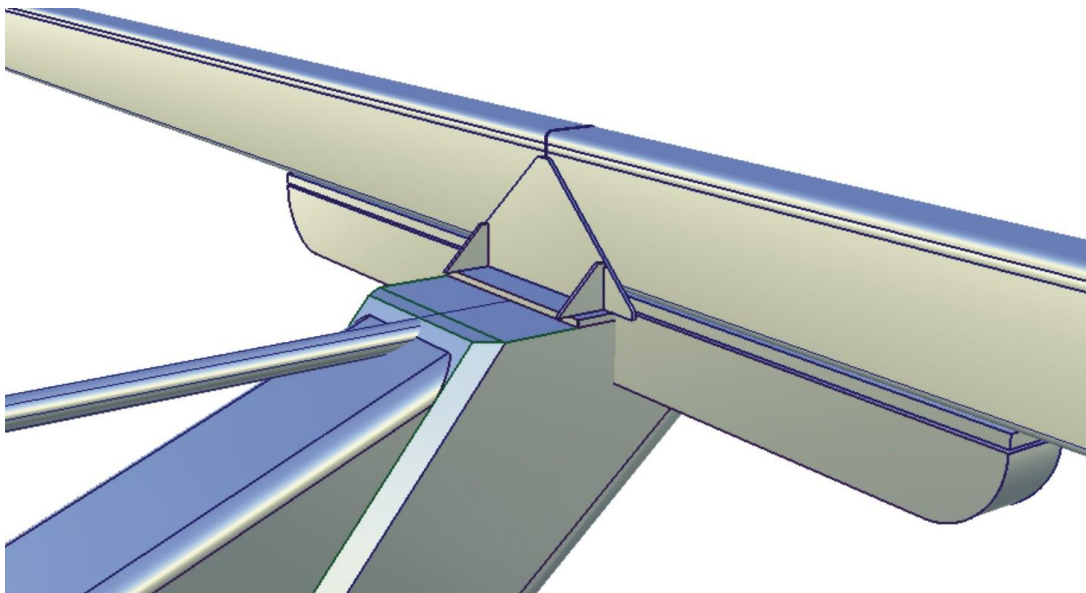


Рис. 13. Внешний вид разработанного опорного узла (вариант 1, вид изнутри пути СТЮ; под рельсом-струной, у опоры, размещены два светильника)

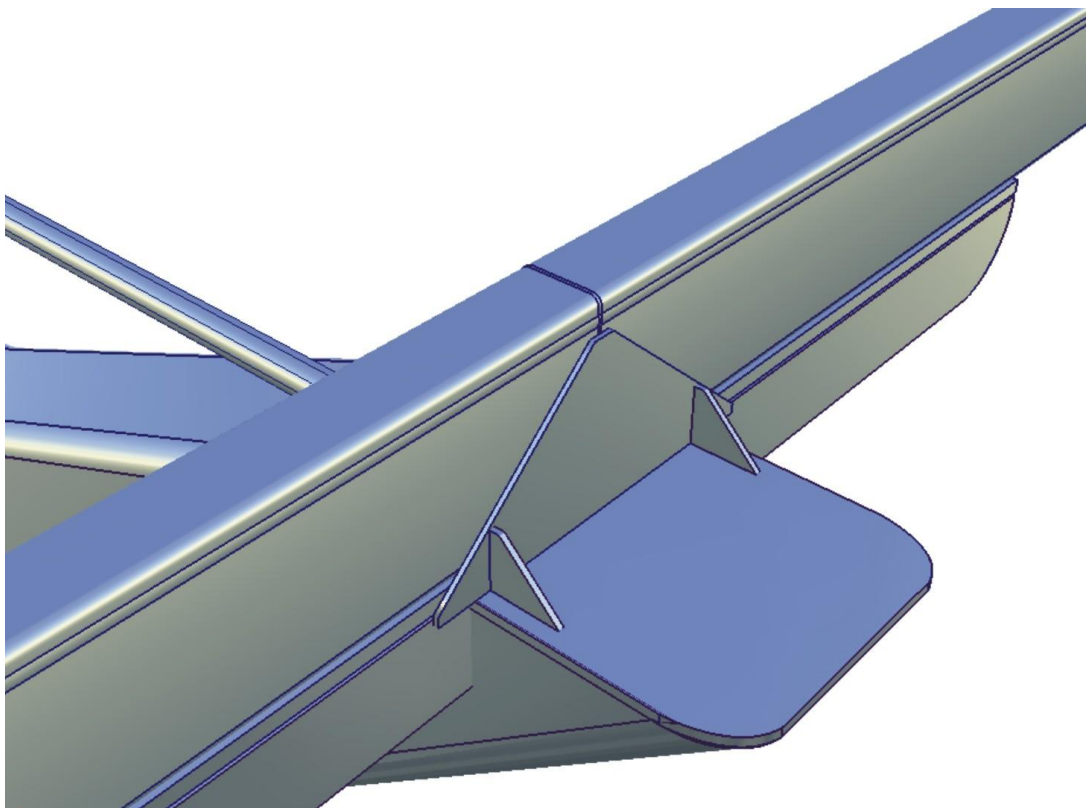


Рис. 14. Внешний вид разработанного опорного узла (вариант 1, вид снаружи пути СТЮ)

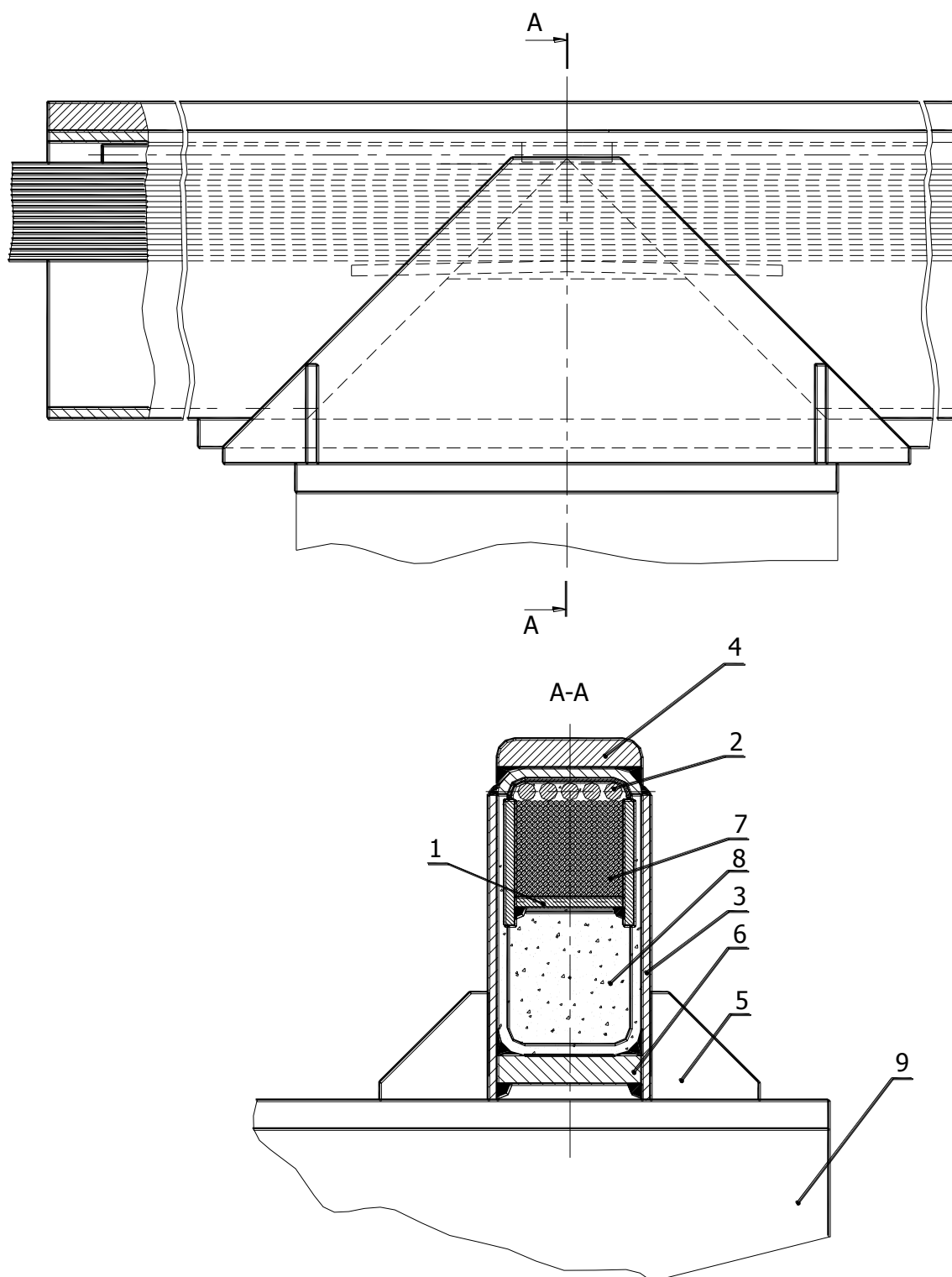


Рис. 15. Вариант 1 выполнения опорного узла на промежуточной опоре:
 1 — ложемент; 2 — укрепляющая верх корпуса арматура; 3 — боковые накладки; 4 — головка рельса-струны с приваренным к нему корпусом;
 5 — косынка; 6 — усиливающая нижняя накладка на корпусе рельса-струны;
 7 — высокопрочная проволока (струна); 8 — специальный бетон (с пластификатором и ингибитором коррозии); 9 — промежуточная опора

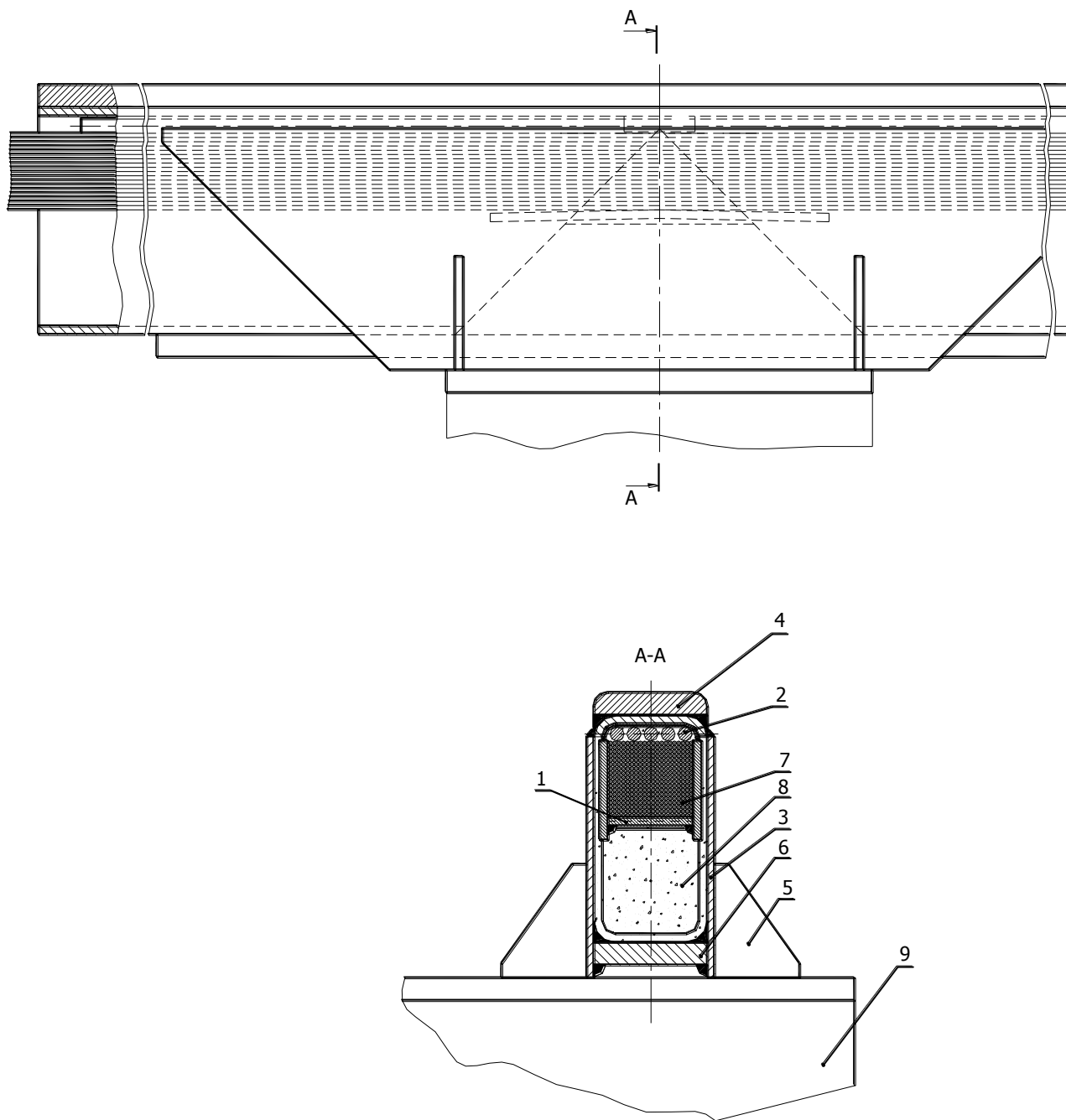


Рис. 16. Вариант 2 выполнения опорного узла на промежуточной опоре:
 1 — ложемент; 2 — укрепляющая верх корпуса арматура; 3 — боковые накладки; 4 — головка рельса-струны с приваренным к нему корпусом;
 5 — косынка; 6 — усиливающая нижняя накладка на корпусе рельса-струны;
 7 — высокопрочная проволока (струна) ; 8 — специальный бетон (с пластификатором и ингибитором коррозии); 9 — промежуточная опора

8.6. Выводы

Выполнение промежуточных опор гибкими (т.е. с малой изгибной жесткостью) в направлении вдоль путевой структуры и жесткими в поперечном направлении, позволили в 10—15 раз снизить горизонтальную нагрузку, передаваемую опоре через опорный узел при торможении (разгоне) подвижного состава. Эта тормозная нагрузка (для сцепки модулей — 2 тс) стала перераспределяться через рельс-струну на десятки опор (максимальная горизонтальная нагрузка на одну опору при этом — 179 кгс). В противном случае, при выполнении опор жесткими, как в традиционных мостах, вся тормозная нагрузка воспринималась бы одной опорой и, соответственно, одним опорным узлом. Такое решение позволило в несколько раз снизить материалоемкость и, соответственно, стоимость промежуточных опор и опорных узлов в сравнении, например, с балочными дорогами «второго уровня» — монорельсом и поездом на магнитном подвесе.

Исполнитель предлагает два разработанных варианта опорного узла (см. рис. 15 и 16). Эти варианты полностью идентичны по технологическим приемам, но отличаются по металлоемкости, длине сварных швов, а, следовательно, — времени изготовления, затратам и воспринимаемым нагрузкам на опоре.

При применении второго варианта (предпочтительный) разгружается сварной шов на верхнем поясе корпуса рельса и стыковочный сварной шов в головке рельса. Этот вариант позволяет осуществлять подгонку опорного узла при смещении опоры по длине пролета до 10 см.

К преимуществам разработанных конструкций следует отнести следующее:

- опорные узлы имеют малый вес и габариты, низкую стоимость и не требуют при монтаже применения подъемных кранов, мощных лебедок и другого сложного подъемного оборудования;

- сборка узлов осуществляется при помощи сварочного универсального полуавтомата и не требует изготовления специального оборудования;
- сборку может осуществлять один рабочий;
- при сборке используются шаблоны, обеспечивающие высокую точность сборки, которые позволяют не применять дополнительную регулировку или обработку (кроме снятия усиления сварных швов);
- применение опорных узлов, изготовленных на промышленном предприятии, сокращает время сборки.

9. Патентная чистота и конкурентоспособность изделия

Разработка транспортной системы макроСТЮ защищена следующими патентами на изобретения (автор и патентообладатель А.Э. Юницкий):

- патент Российской Федерации № 2211890 «Транспортная система»;
- патент Российской Федерации № 2203195 «Высокоскоростной транспортный модуль транспортной системы Юницкого»;
- Евразийский патент № 005534 «Транспортная система»;
- Евразийский патент № 005017 «Струнная транспортная система (варианты), способ изготовления и монтажа пролетного отрезка струнной рельсовой нити».

Конструкция опорных узлов на промежуточной опоре и их узлы проверены на патентную чистоту.

10. Сведения о соответствии изделия требованиям техники безопасности и производственной санитарии

Гарантии на покупные материалы, входящие в состав изделия, обеспечиваются сертификатами качества фирмами-поставщиками в соответствии с условиями договоров на поставку этих изделий.

11. Описание организации работ с применением разработанного изделия

Опорный узел на промежуточной опоре является одним из наиболее важных элементов конструкции струнной путевой структуры, который определяет надежность работы и долговечность рельса-струны и, соответственно, всей транспортной системы.

Узел используется для дальнейшего процесса сборки струнной путевой структуры. На опорном узле могут устанавливаться встраиваемые и навесные мерительные датчики, комплектующие и материалы, вспомогательное оборудование, электропроводка и т.д.

Предусматривается транспортировка опорного узла в разобранном состоянии к месту сборки путевой структуры. Каждый узел должен быть при транспортировке защищен от коррозии.

Для сборки узла на сборочной площадке необходим один сварщик 4-го разряда, лебедка, сварочный аппарат и установочное приспособление-шаблон.

12. Ожидаемые технико-экономические показатели

Применение технологии изготовления опорных узлов промежуточных опор макроСТЮ в промышленном производстве и использование конвейерного производства для изготовления элементов опорного узла привели к следующим результатам (в сравнении с мостовыми опорами):

- снижение металлоемкости несущей конструкции узла примерно на 50 кг;
- снижение веса несущей конструкции узла примерно на 50 кг;
- сокращение срока окончательного изготовления примерно на 12 дней;
- получение высококачественных наружных поверхностей.

Применяемые мероприятия должны принести экономию материальных средств в размере 6 000 рублей на один опорный узел.

13. Уровень стандартизации и унификации

При проектировании опорного узла промежуточной опоры учитывалась возможность максимальной унификации материалов, деталей, а также составных частей узла с возможностью применения его для изготовления последующих модификаций опорных узлов СТЮ.

Для изготовления опорного узла используются материалы, технологии и промышленные изделия, отвечающие современным и перспективным международным и российским требованиям.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Задание на разработку проектной документации

ЗАДАНИЕ на разработку проектной документации

1. Вид документации

Разработка проектной документации на создание в городе Хабаровске двухпутной трассы струнной транспортной системы Юницкого (макроСТЮ) на участке «Улица Дикопольцева – улица Гоголя» протяженностью 1 км (без инфраструктуры) в следующем составе:

1.1. Осуществление проектно-изыскательских работ по участку двухпутной трассы макроСТЮ, включая геодезические и геологические работы (без инфраструктуры).

1.2. Разработка рабочих чертежей типовых узлов: анкерного узла анкерной опоры и опорного узла промежуточной опоры макроСТЮ.

1.3. Разработка проектной документации на пассажирский рельсовый автомобиль (макро-юнибус) модели Ю-362.

1.4. Разработка рабочих чертежей на испытательный стенд макроСТЮ «Колесо-рельс».

1.5. Разработка проекта производства работ.

1.6. Проведение необходимых расчетных работ.

2. Заказчик

Администрация города Хабаровска.

3. Исполнитель

Общество с ограниченной ответственностью «Струнный транспорт Юницкого».

4. Основание для разработки проектной документации

Протокол о намерениях по созданию участка струнного транспорта Юницкого (СТЮ) в городе Хабаровске от 12 мая 2005 г.

5. Цель Проекта

Проектная документация разрабатывается в целях создания в городе Хабаровске двухпутной трассы (без инфраструктуры) струнной транспортной системы Юницкого (макроСТЮ) на участке «Улица Дикопольцева – улица Гоголя» протяженностью 1 км (длина участка уточняется Проектом).

6. Объекты проектирования

Промежуточные опоры, анкерные опоры, рельсы-струны, анкерные узлы анкерной опоры и опорного узла промежуточной опоры, пассажирский рельсовый автомобиль (макро-юнибус) модели Ю-362; испытательный стенд макроСТЮ – «Колесо-рельс» и проект производства работ.

7. Основные требования к составу, содержанию и форме представляемых материалов по Проекту

Проектная документация должна отвечать требованиям ГОСТов, ОСТов и других нормативных документов, используемых на территории РФ.

8. Состав, исполнители, сроки и порядок предоставления исходных данных для разработки проектной документации

Сбор и уточнение исходных данных осуществляется Исполнителем при содействии Заказчика. Заказчик предоставляет Исполнителю следующие исходные данные: возможность ознакомления с ранее выполненной градостроительной документацией; правила землепользования и застройки в городе Хабаровске; категории, красные линии и поперечные профили улиц; трехмерные изображения существующей застройки и другие материалы, необходимые для осуществления Проекта.

9. Перечень согласовывающих организаций:

- структурные подразделения администрации города Хабаровска;
- управление ГИБДД;
- сетедержатели.

10. Порядок организации проведения, последовательность и сроки выполнения Проекта, согласования и экспертизы проектной документации

Предусмотреть поэтапное выполнение работ в соответствии с Календарным планом работ (приложение 2).

ЗАКАЗЧИК:

Мэр города Хабаровска



[Signature]
_____ А.Н. Соколов
21 января
_____ 2006 г.
М.П.

ИСПОЛНИТЕЛЬ:

Генеральный директор – генеральный
конструктор ООО «Струнный
транспорт Юницкого»



[Signature]
_____ А.Э. Юницкий
«21» января
_____ 2006 г.
М.П.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Перечень используемой литературы

Перечень используемой литературы

1. Юницкий А.Э. Струнные транспортные системы: на Земле и в космосе. – Гомель: Инфотрибо, 1995. – 337с.: ил.
2. Юницкий А.Э.Струнная транспортная система (варианты), способ изготовления и монтажа пролетного отрезка струнной рельсовой нити (3 изобретения). Евразийский патент №005017, Кл. Е 01 В 25/24, 2003.
3. Юницкий А.Э. Отчет по проекту Программы ООН по населенным пунктам (ООН-ХАБИТАТ) № FS-RUS-02-S03 «Обеспечение устойчивого развития населенных пунктов и защита городской окружающей среды с использованием струнной транспортной системы». – М.: Федеральное агентство по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству (Госстрой России), 2004. – 155с.
4. Городецкий А.С., Евзеров И.Д. Компьютерные модели конструкций. – Киев: Издательство «Факт», 2005. – 340с.
5. Барабаш М.С., Гензерский Ю.В., Марченко Д.В., Титок В.П. ЛИРА 9.2. Примеры расчета и проектирования. Учебное пособие.- Киев: Издательство «Факт», 2005. – 140с.
6. Городецкий А.С., Шмуклер В.С., Бондарев А.В. Информационные технологии расчета и проектирования строительных конструкций. Учебное пособие. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2003. – 889с.
7. ЛИРА Версия 9.0. Программный комплекс для расчета и проектирования конструкций. Справочно-теоретическое пособие под ред. А.С.Городецкого. – Москва – Киев: Издательство «Факт», 2003. – 464с.
8. СНиП 2.05.03-84* Мосты и трубы. – М.: Госстрой России, 1998.
9. Корнеев М.М. Стальные мосты: Теоретическое и практическое пособие по проектированию. – Киев, 2003. – 547 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Возможности программного комплекса «Лира-Windows»

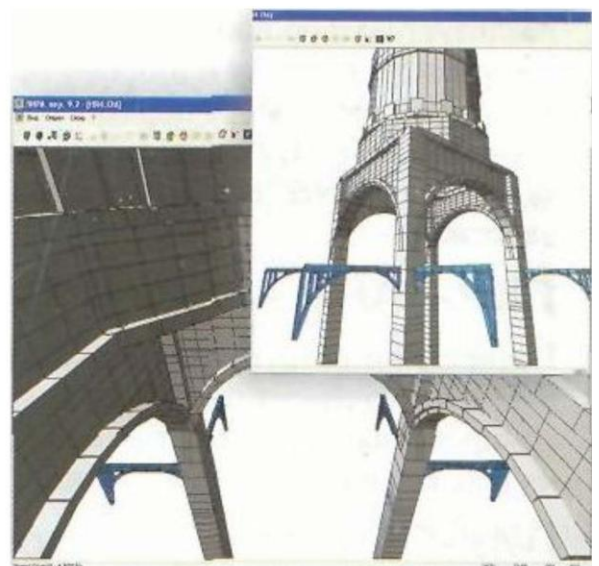
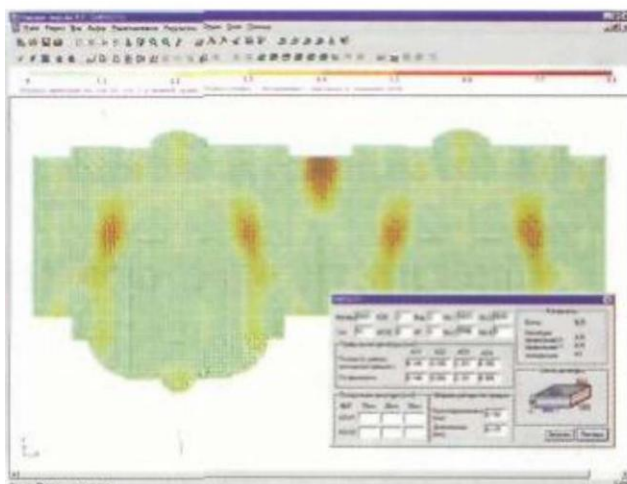
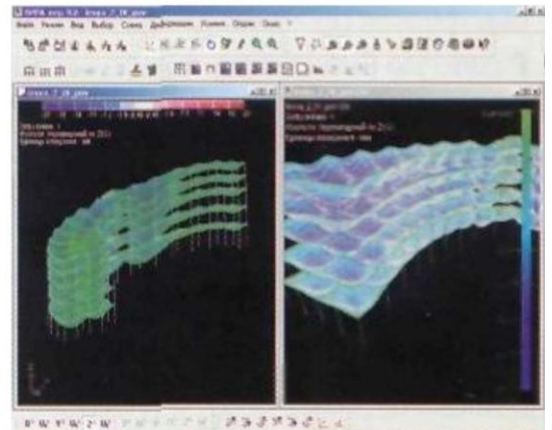
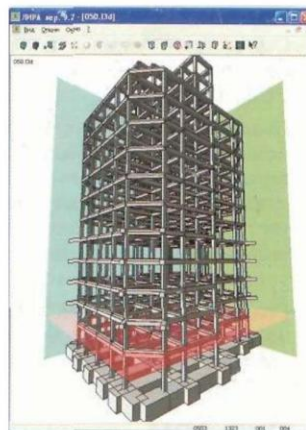
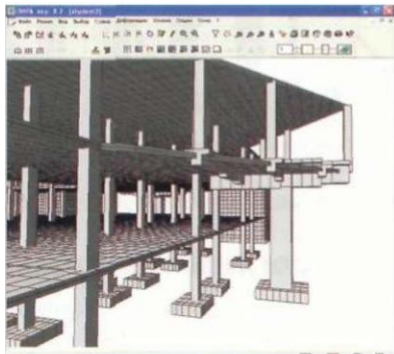
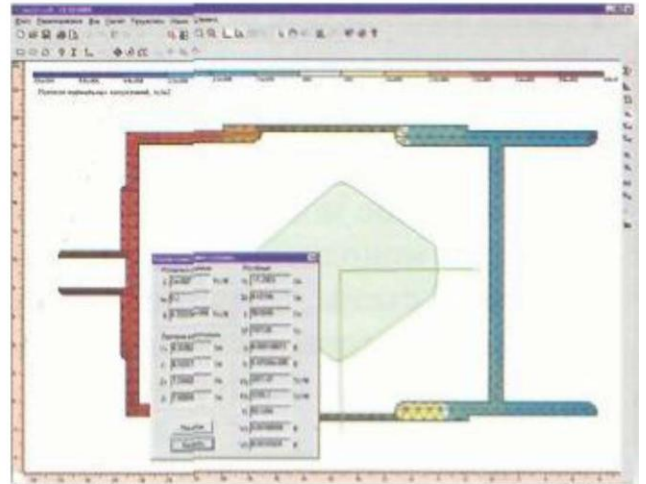
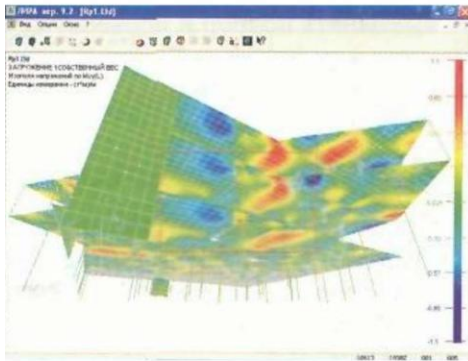


ЛИРА™

Сертификат соответствия № РОСС УА.СП11.Н00080
Лицензия УК №01296

Программный комплекс для
расчета и проектирования строительных
и машиностроительных конструкций
различного назначения

Реализация современных концепций автоматизированного проектирования в среде Windows 98/ME/2000/XP



ПРИЛОЖЕНИЕ 4

**Комплект конструкторской документации
на опорный узел промежуточной опоры макроСТЮ
для условий Хабаровска**

Вариант 1

**Опорный узел
промежуточной опоры А1421-2200100**

Вариант 2

**Опорный узел
промежуточной опоры А1421-2200100-10**