

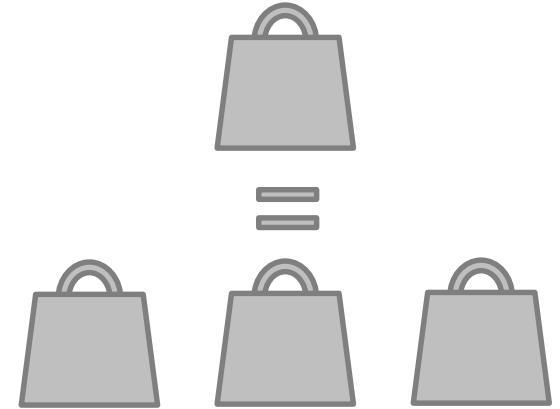


Трубы сварные для стальных строительных конструкций. Новый стандарт, научное обоснование и инженерная практика применения

Преимущества стальных конструкций перед бетонными

- Высокая несущая способность каркаса при его малом весе важна для высотных зданий.
- Сниженная нагрузка на фундамент ведет к дополнительной экономии.
- Колонны занимают меньше места, а промежутки между ними больше, что дает дополнительный простор (площадь) и свободу при планировке.
- Сквозная система опор обеспечивает простую прокладку коммуникаций.
- Строительство ускоряется и облегчается за счет предварительного изготовления и монтажа точно подогнанных элементов и отсутствия «мокрых» процессов (принцип «не строим, а собираем»).
- Возведение зданий не зависит от географических, сезонных и погодных условий.
- Строительные площадки уменьшаются, численность рабочих сокращается, количество отходов минимизируется.
- Возможны трансформация и демонтаж металлоконструкций в ходе эксплуатации объекта.

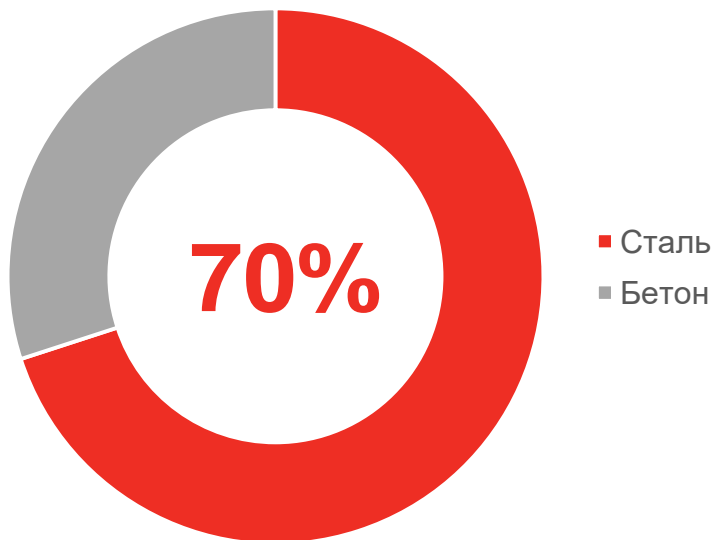
Все это ведет к существенному повышению рентабельности зданий на стальном каркасе по сравнению с железобетонными постройками.



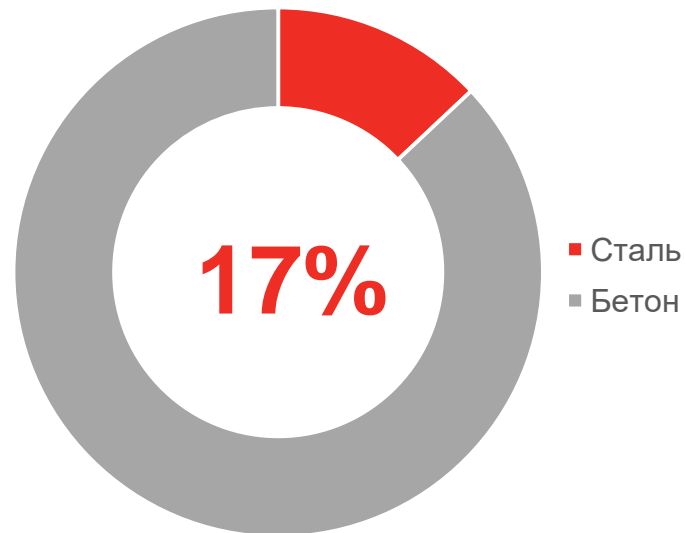
Конструктив здания на стальном каркасе в 2-3 раза легче здания, возведенного из ж/б

Применение стальных конструкций не распространено в России

Доля сооружений со стальным каркасом за рубежом



Доля сооружений со стальным каркасом в России



Сегодня в России доля сооружений со стальным каркасом составляет всего 17% (в Великобритании, США, Швеции — около 70%).

Использование металлического каркаса при строительстве — реальная возможность преуспеть в условиях как быстро развивающегося рынка строительства, так и рынка находящегося в стадии стагнации, ощутимо снизив издержки и повысив эффективность бизнес-проектов.

Пример использования металлоконструкций для зданий за рубежом. Высотные здания.

ТИП КОНСТРУКЦИИ	ДОЛЯ ОТ ВЕСА ВСЕГО КАРКАСА	ТРАДИЦИОННОЕ КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ	ПРИМЕЧАНИЯ
Колонны	~30%	Листовой прокат, железобетонные конструкции	Эффективно применение трубобетонных колонн
Перекрытия	~65%	Листовой прокат, железобетонные конструкции	-
Элементы связей	~5%	Листовой прокат, ГСП, железобетонные конструкции	-

* - для высотных зданий характерны весьма значительные нагрузки в колоннах, поэтому перспективно применение именно трубобетонных конструкций, которые могут воспринимать значительно большие усилия чем отдельно стальная труба или ж/б колонна, в том числе в условиях сеймики. Благодаря большой несущей способности сечения колонн могут быть менее габаритными, что делает планировки более гибкими. Трубобетон в строительной практике применяется в основном в Азиатском регионе.



Shun Hing Square
(Шэньчжэнь, 384 м, 69 этажей, открыт в 1996 году)



Всемирный финансовый центр
(Пекин, 131 м, 32 этажа, открыт в 1998 году)



Международный центр торговли
(Гуанчжоу, 167 м, 48 этажей, открыт в 1997 году)



SEG Plaza
(Шэньчжэнь, 356 м, 72 этаж, открыт в 1999 году)



Mode Gakuen Spiral Towers
(Nagoya, Япония, 170 м, 36 этажей, открыт в 2008 году)

Пример использования металлоконструкций для зданий за рубежом. Коммерческие здания.

Построенный объект с использованием такого конструктивного решения - здание BP International's в Сунбури (Австралия), запроектированное Broadway Malyan Architects и ARUP.

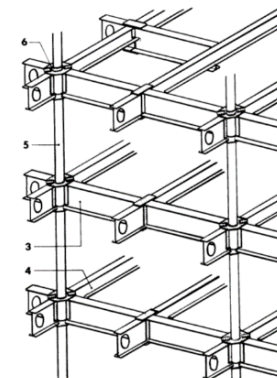
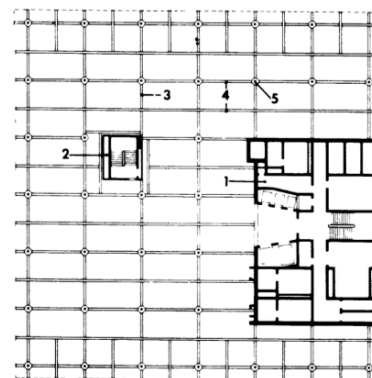
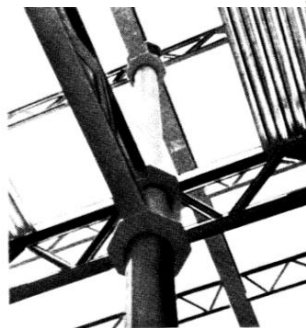
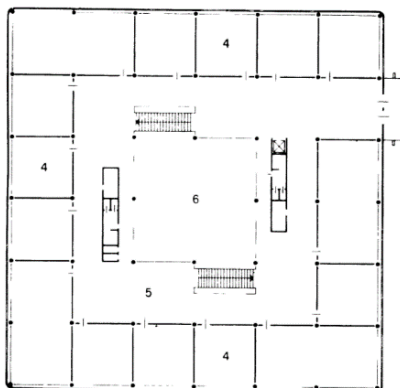
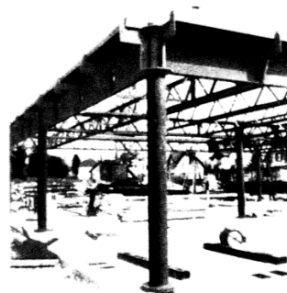


Конструктивные особенности:

Колонны – стальная труба, перекрытия – двутавр, связевые элементы и распорки – лист и труба.

Пример использования металлоконструкций для зданий за рубежом. Коммерческие здания.

Также в иностранном опыте строительства общественных зданий используется электросварная труба в качестве колонн и связевых элементов.



Университет прикладных наук и искусств в Бругг-индише (Швейцария), постройка 1970г.
Колонны диаметром 318 мм,
Сетка колонн 8,8x8,8 м,
Расход стали – 36,9 кг/кв.м.

Административное здание OSRAM (Siemens) в Мюнхене, постройка 1966г.
Колонны диаметром 298 мм,
Сетка колонн 7,85x7,85 м,
Расход стали – 60,8 кг/кв.м.

Пример использования металлоконструкций для зданий в РФ. Коммерческие здания.

ТИП КОНСТРУКЦИИ	ДОЛЯ ОТ ВЕСА ВСЕГО КАРКАСА	ТРАДИЦИОННОЕ КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ	ПРИМЕЧАНИЯ
Колонны	~30%	Преимущественно железобетон, стальной каркас применяется как исключение по ТЗ заказчика	Листовой прокат в качестве сварных сечений и для решения узлов.
Перекрытия	~65%		
Элементы связей	~5%		-

В России использование конструктивных систем со стальной трубой – большая редкость. В иностранной практике использование трубы, как круглой так и профильной, в стальном каркасе общественного здания – достаточно технологичное решение.

Конструктивное решение с применением колонн из стальной круглой трубы и перекрытий из сварных сечений из листа реализовано в Крокус-сити Холл. Для использования трубы потребовалась разработка СТУ.



Пример использования металлоконструкций для зданий в РФ. Большепролетные строения.

ТИП КОНСТРУКЦИИ	ДОЛЯ ОТ ВЕСА ВСЕГО КАРКАСА	ТРАДИЦИОННОЕ КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ	ПРИМЕЧАНИЯ
Колонны	~30%	Листовой прокат, деревянные конструкции, железобетонные конструкции	
Покрытие	~65%	ГСП (Молодечно), деревянные конструкции	ж/б альтернативы нет
Элементы связей	~5%	Листовой прокат, ГСП, деревянные конструкции	ж/б альтернативы нет

Спортивные залы пролетом до 30 метров могут быть перекрыты типовым решением «Молодечно». Большие пролеты также возможно перекрывать конструктивными системами из ГСП и листового проката, пример - спортивный дворец для хоккея с мячом в г. Хабаровске.



Кроме того, серия «Молодечно» и ей подобные широко применяются для строительства ангаров, складов и т.п.



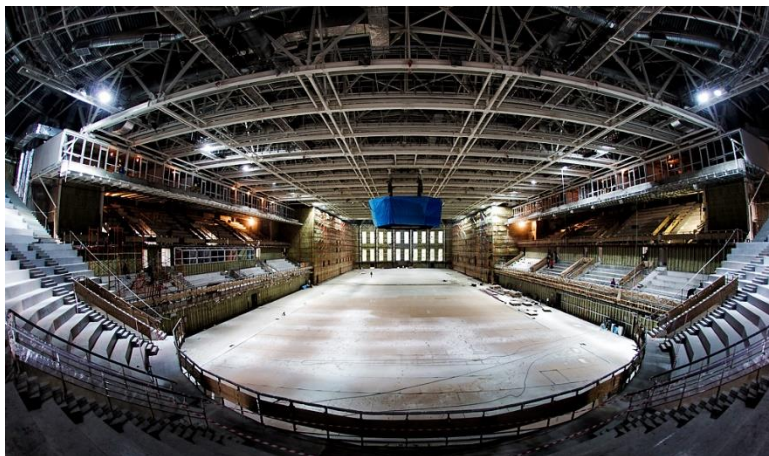
Пример использования металлоконструкций для зданий в РФ. Уникальные объекты.

ТИП КОНСТРУКЦИИ	ОБЪЕКТ				
	БСА Лужники	Казань Арена	Открытие Арена	СК Олимпийский	ФИШТ
Колонны	Листовой прокат	Листовой прокат, электросварная труба	ж/б	Листовой прокат	Листовой прокат
Покрытие	Листовой прокат, прогоны – фасонный прокат	Листовой прокат, электросварная труба, ГСП, прогоны – фасонный прокат	Листовой прокат, электросварная труба, прогоны – фасонный прокат	Листовой прокат	Листовой прокат, прогоны – фасонный прокат
Элементы связей	Листовой прокат, фасонный прокат	Листовой прокат, ГСП	*	фасонный прокат	Листовой прокат

Покрытие уникальных большепролетных объектов (более 100 м), в том числе спортивных сооружений, в современной строительной практике реализуют из стальных конструкций. При этом чаша стадиона может быть выполнена и из железобетона, как на «Открытие Арена» и «Зенит Арена».



Пример использования металлоконструкций для зданий в РФ. Уникальные объекты.



«Фетисов арена»



«Ерофей арена»

Помимо прочего, трубы зачастую используются для создания сложных пространственных конструкций, как например – в конструкциях аэропортов.



Аэропорт в г. Волгоград



Аэропорт в г. Пермь

Использование труб производства компании «ОМК» в строительных конструкциях



Совместно с АРСС, «ОМК» проводит работы по снятию ограничений на использование труб в строительных конструкциях

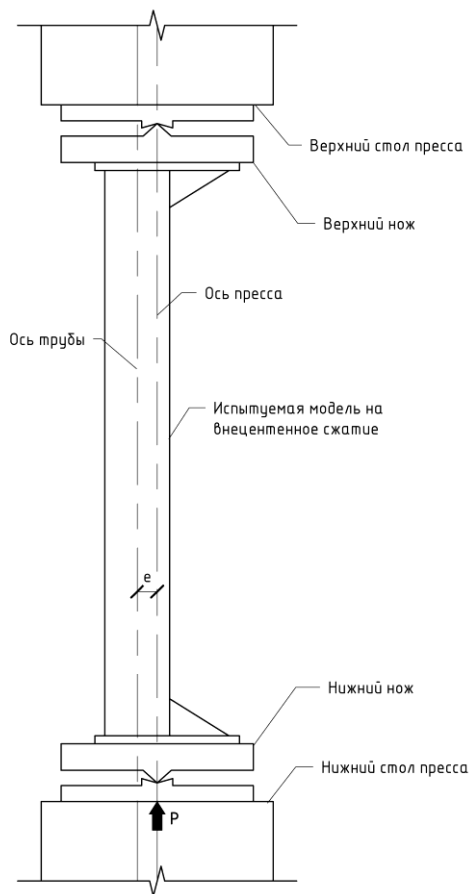


Ассоциация развития
стального строительства



1. **Разработан ГОСТ Р** «Сварные трубы для строительных конструкций»;
2. **Внесены изменения в проект обновленного свода правил СП 16** «Стальные конструкции», где сняты дискриминационные ограничения с труб и введены требования к трубам, используемым в строительных конструкциях;
3. **Разработан новый свод правил «Сталежелезобетонные конструкции. Правила проектирования»**, один из четырех разделов которого – трубобетонные конструкции;
4. **Проведен НИОКР «Испытание труб»** с целью установить соответствие новым требованиям в СП 16, результаты будут использованы в последующем для разработки пособия по проектированию стальных конструкций
5. Также выполнена работа по комплексному исследованию сварных труб и сопоставлению их потребительских характеристик с характеристиками бесшовных труб

Совместно с ЦНИИСК им. Кучеренко, проведен НИОКР – испытание труб на соответствие СП16



Задачи исследования:

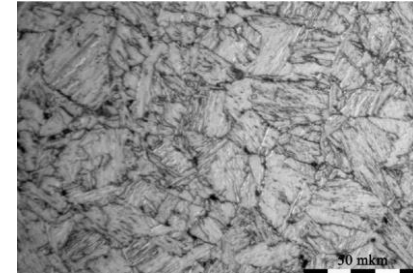
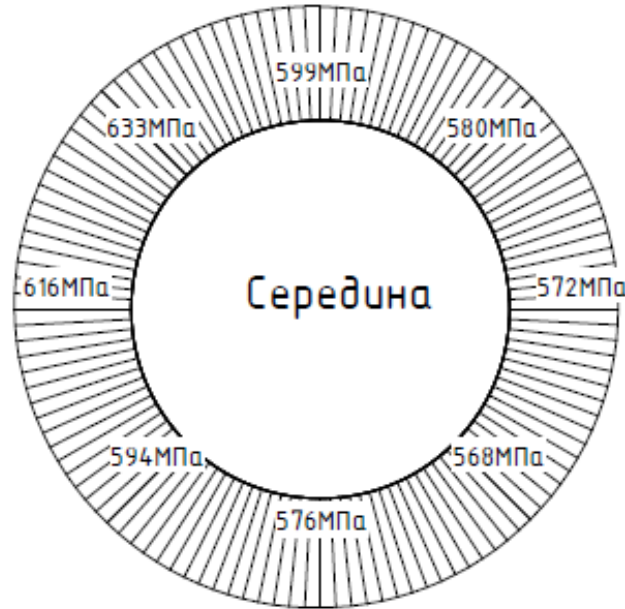
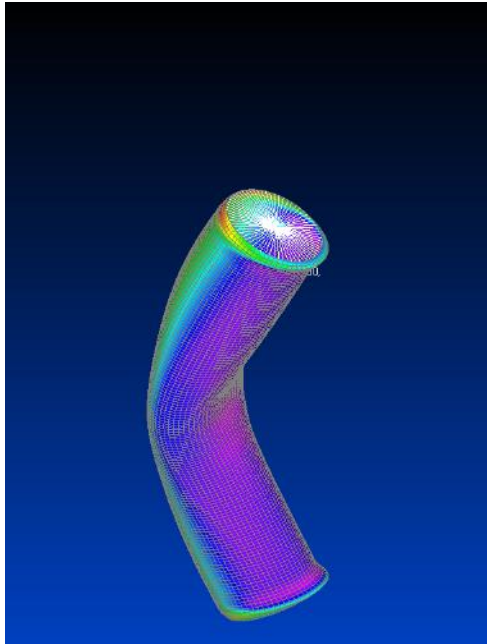
1. Определение действительного напряжённо-деформированного состояния трубы;
2. Определение несущей способности трубы при сжатии;
3. Сопоставление данных эксперимента с численным расчетом;
4. Сопоставление данных эксперимента с нормативным расчетом;
5. Выявление закономерностей и особенностей в процессе работы изучаемых элементов конструкций.

Предмет исследования:

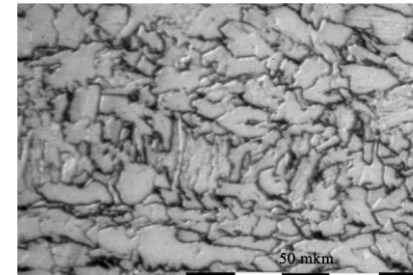
1. Группа труб с сечением 325x5 мм и длиной 3,3 метра
2. Группа труб с сечением 325x9 мм и длиной 3,3 метра
3. Группа труб с сечением 530x8 мм длиной 3,3 метра
4. Группа труб с сечением 325x9 мм длиной 2 метра

Трубы испытывались на осевое сжатие, сжатие с эксцентриситетом 70 мм и 120 мм. Также исследовался материал труб и проводилось численное моделирование поставленной задачи.

Совместно с ЦНИИСК им. Кучеренко, проведен НИОКР – испытание труб на соответствие СП16



Шов



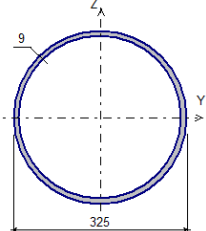
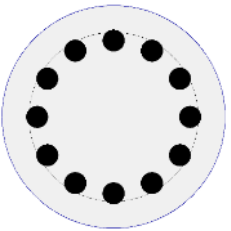
Основной
металл

Наличие шва в исследуемых прямошовных трубах, сваренных при помощи ТВЧ, не влияет на их несущую способность, поскольку:

- Разница распределения напряжений между численным (идеализированным) расчетом и экспериментом, минимальная.
- Шов и основной металл имеют схожие механические характеристики (включая удовлетворительную ударную вязкость при температуре $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ (KCV));
- Небольшая разница в результатах численного расчета с экспериментом, свидетельствует о минимальном влиянии неоднородности материала труб (в том числе наличие сварного шва) на их прочность и устойчивость.

Совместно с ЦНИИСК им. Кучеренко, проведен НИОКР – испытание труб на соответствие СП16



	Стальная колонна	ЖБ колонна
Сечение		
Критическая нагрузка	480 тонн	480 тонн
Высота колонны	3,3 метра	3,3 метра
Диаметр	325 мм	325 мм
Материал	C440	B40, A500
Расход материала	230 кг	Бетон – 0,27 м ³ (684 кг) Арматура – 249 кг

Труба	Сталь	Эксцентриситет (мм)	Длина (м)	Критическая нагрузка (т)
325x9	C390	120	3,3	210
325x9	C345	120	2	208
325x9	C390	70	3,3	270
325x9	C390	0	3,3	480
325x5	C390	120	3,3	118÷120
325x5	C390	70	3,3	165
325x5	C390	0	3,3	276
530x8	C390	150	3,3	370
530x8	C390	210	3,3	294
530x8	C390	0	3,3	650

Совместно с ЦНИИСК им. Кучеренко, проведен НИОКР – испытание труб на соответствие СП16

Результаты исследования:

1. Проведены полномасштабные натурные испытания тринадцати прямошовных труб сечением 325x9, 325x5, 530x8 мм на центральное и внецентренное сжатие. Получены формы потери устойчивости, деформации, перемещения, напряжения и критические нагрузки.
2. Изучены свойства стали основного металла и сварных швов труб. Сталь была заявлена как С390, однако результаты исследования показали полное соответствие С440, что говорит о запасе прочности поставляемых труб;
3. Было выявлено, что наличие шва в исследуемых прямошовных трубах, сваренных при помощи ТВЧ, не влияет на их несущую способность, поскольку разница распределения напряжений между численным (идеализированным) расчетом и экспериментом, минимальная.
4. Нормативный расчет по СП 16.13330.2017 дает запас несущей способности до 31%. Численный расчет МКЭ близок к действительности, его результаты дают критическую нагрузку на 1-5% выше экспериментальных.
5. **По результатам испытаний прямошовных труб производства «ВМЗ» можно заключить, что они полностью удовлетворяют требованиям СП 16.13330.2017. Данные трубы можно рекомендовать к использованию в промышленном и гражданском строительстве для изготовления стальных конструкций любой группы. Так же можно утверждать, что данная металлопродукция удовлетворяет всем требованиям надежности, в том числе ФЗ-384.**

Сравнительные комплексные исследования сварных и бесшовных труб класса прочности до С440 и наружным диаметром до 550 мм

Целью рекламно – маркетингового исследования, проводимого по заказу АРСС и ОМК, явилась оценка эквивалентности сварных и бесшовных труб с позиций обеспечения эксплуатационной надежности сварных конструкций, обоснование целесообразности и приоритетности использования труб ВЧС по отношению к бесшовным трубам.

Сортамент нефтегазопроводных и обсадных труб (электросварных ТВЧ)

Наружный диаметр, мм	Толщина стенки, мм												
	4,5	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0	11,0	12,0	12,7			
114	■	■	■										
146	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
169	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
168	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
178	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
219											■	■	■
246											■	■	■
273											■	■	■
325											■	■	■
377											■	■	■
406											■	■	■
425											■	■	■
508											■	■	■
530											■	■	■

■ ТЭСА 140-245 ■ ТЭСА 201-530 ■ Освоено в 2012-2013гг



Рисунок 20 – Толстостенные трубы ВЧС (Уралтрубпром)



Рисунок 54 – Передовые технологии в области производства бесшовных труб SMS (ФРГ)

В рамках работы проводился анализ:

- технологии производства труб, потребительских характеристик сварных и бесшовных труб для изготовления строительных конструкций.
- инженерной практики применения труб для строительных конструкций, потребностей трубного рынка для изготовления металлоконструкций.
- информации о работоспособности сварных и бесшовных труб в составе строительных конструкций.



Сравнительные комплексные исследования сварных и бесшовных труб класса прочности до С440 и наружным диаметром до 550 мм

С использованием расчетно – экспериментальных методов проведена оценка:

- напряженно – деформированного состояния (НДС) сварных и бесшовных труб,
- сравнительной трещиностойкости сварных и бесшовных труб на базе подходов механики разрушения с использованием лабораторных данных о механических свойствах металла труб и показателей вязкости.

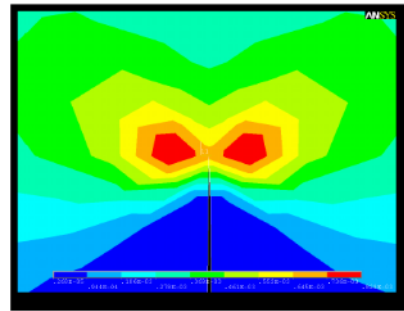


Рисунок 19 - Распределение деформаций в вершине сквозной трещины при внутреннем давлении 250 МПа

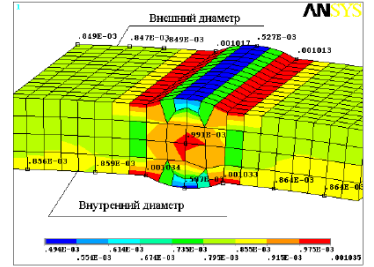


Рисунок 27 – Окружные деформации в области сварного шва ϵ_r . В предположении о наличии остатков грата на уровне 0,5 – 1,0 мм (моделируется как усиление)

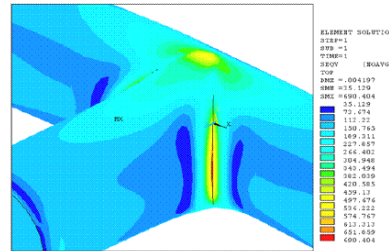


Рисунок 40 – Характерное распределение эквивалентных по Мизесу напряжений на внешней поверхности трубной конструкции

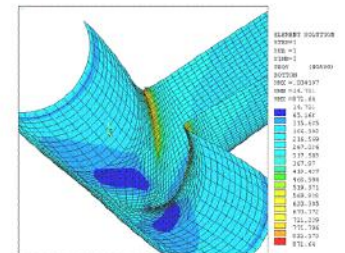


Рисунок 41 – Характерное распределение эквивалентных по Мизесу напряжений на внутренней поверхности трубной конструкции

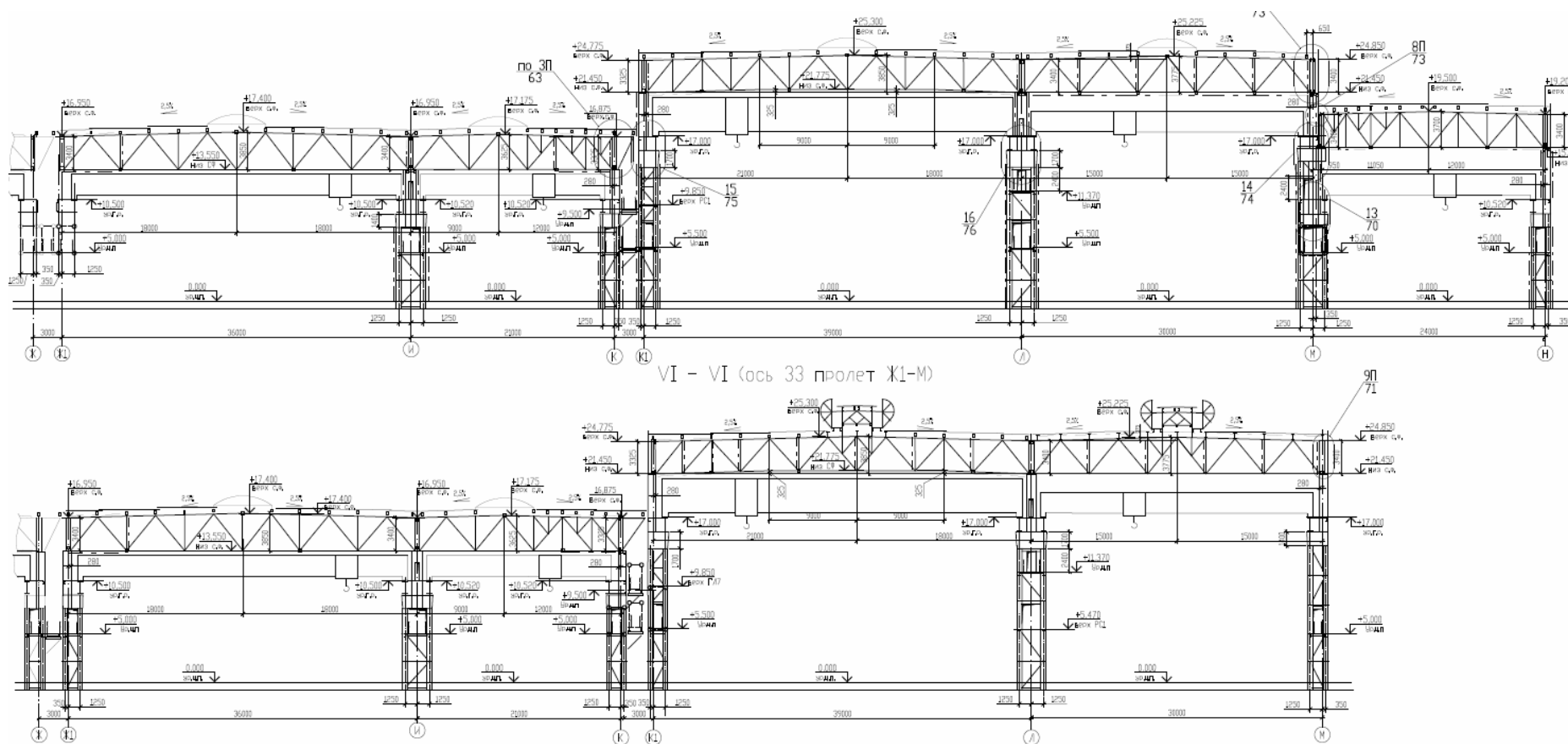


Рисунок 6 – Определение новых критериев испытаний образцов ИПГ

Краткие итоги работы:

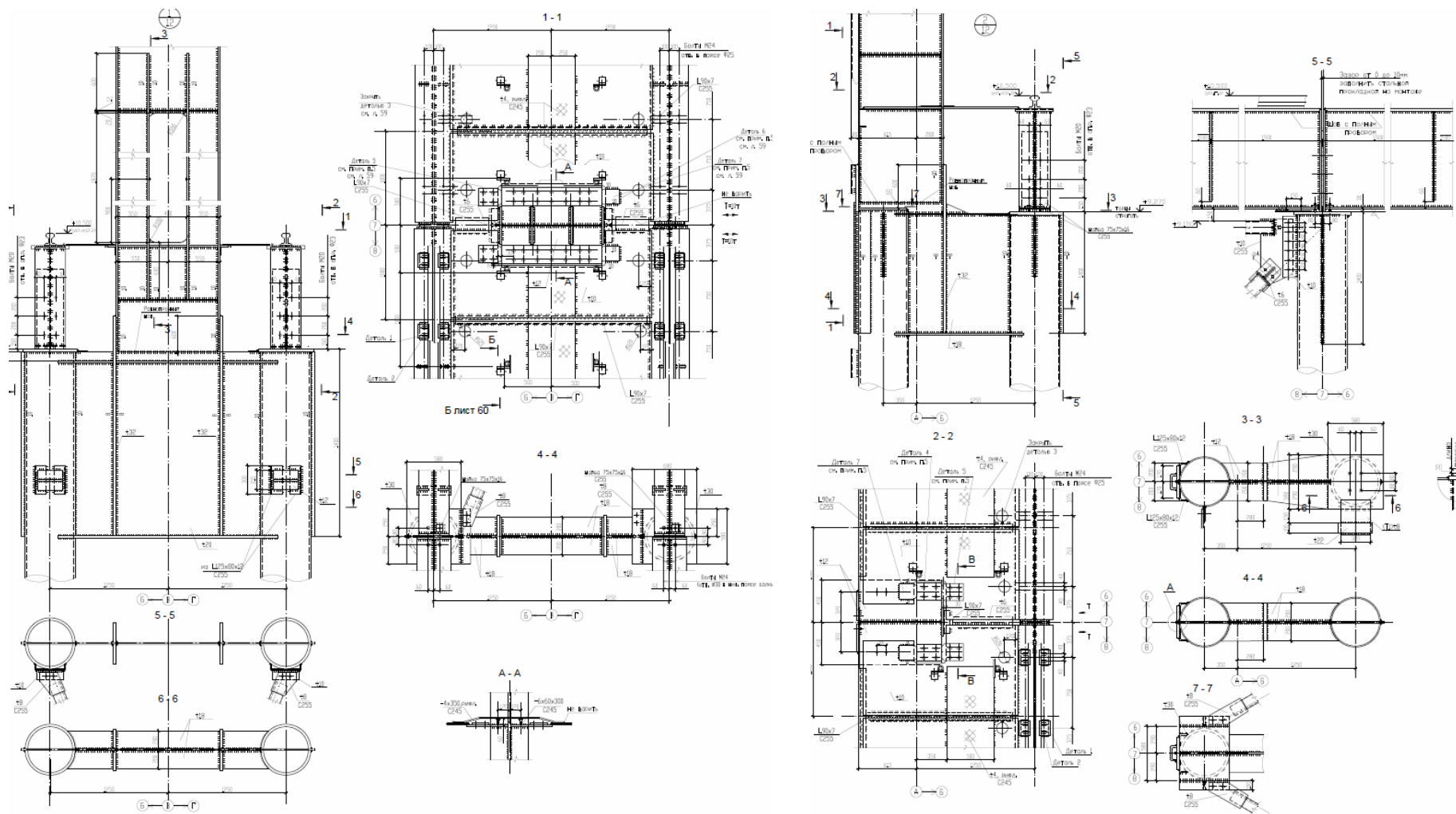
Сравнительная оценка потребительских свойств металла сварных и бесшовных труб продемонстрировала их фактическую эквивалентность с точки зрения работоспособности и определенное преимущество сварных труб с позиций обеспечения точности размеров, равномерного распределения механических свойств, качества поверхности и экономических аспектов.

Проект цеха для производства труб – двухветвевая колонна из труб

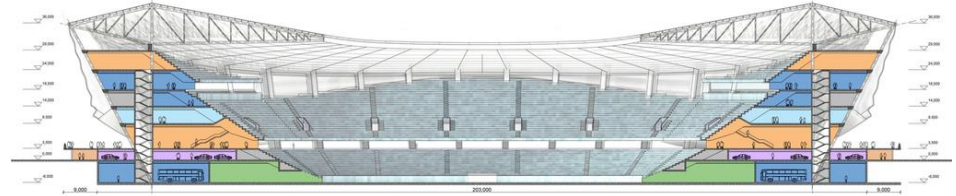


Трубы, как и металлоконструкции в целом, широко применяются в промышленном строительстве. В частности, в конструкции цеха для производства труб, был применен интересный вариант двухветвевой колонны с использованием круглой трубы. Пролет цеха – 39 м.

Проект цеха для производства труб – двухветвевая колонна из труб



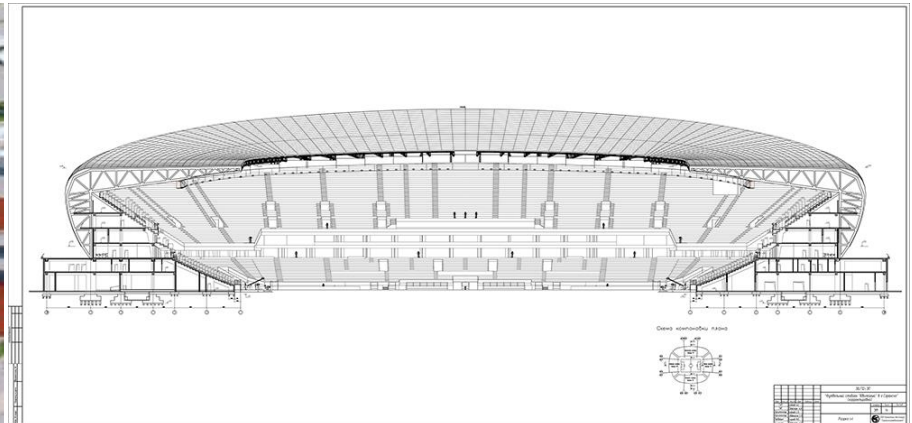
Стадион Волга Арена (г. Нижний Новгород)



1. Заказчик (Застройщик): ФГУП «Спорт-Ин», г. Москва;
2. Генеральный подрядчик: Открытое акционерное общество «Стройтрансгаз» (ГК «СТГ»), г. Москва, ЗАО «Конар»;
3. Назначение: Матчи группового этапа, 1/8 финала, четвертьфинал;
4. Технические характеристики стадиона: Вместимость - 45000 человек; Общая площадь здания - 127 500 кв. м;
5. Срок ввода в эксплуатацию: 2017 год; Стоимость проекта оценивается на сумму: 16,7 млрд. руб.
6. Купольное перекрытие из легких профилей прямоугольного сечения из стали и/или сплавов на основе алюминия;
7. Основной каркас сформированный размещёнными по кругу опорами из круглых и/или профильных труб (прямоугольного, квадратного сечения).

Компания ОМК поставила профильные трубы крупного сортамента для строительства данного стадиона

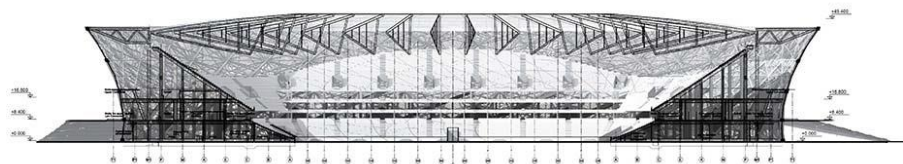
Стадион Юбилейный (г. Саранск)



1. Заказчик (Застройщик): ФГУП «Спорт-Ин», г. Москва;
2. Генеральный подрядчик: ООО «Производственно-строительное объединение «Казань», г. Казань;
3. Назначение: Матчи группового этапа, 1/8 финала, четвертьфинал;
4. Технические характеристики стадиона: Вместимость - 44695 человек; Общая площадь стадиона – 122137,7 кв.м; Строительный объем стадиона - 414342,38 куб. м; Высота стадиона до 50,5 м; Площадь участка – 232111 кв.м.;
5. Кровля над зрительскими местами – это легкие пространственные металлоконструкции из труб, наклоненные внутрь чаши футбольной арены.

Компания ОМК поставила профильные трубы крупного сортамента для строительства данного стадиона

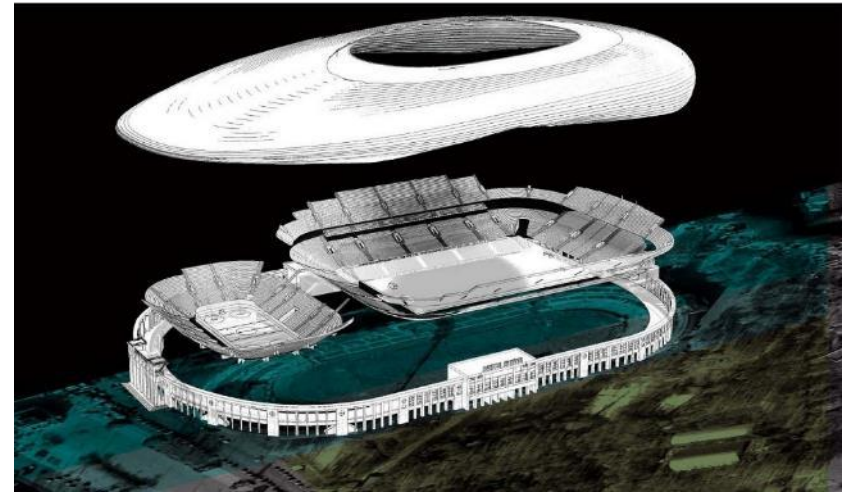
Стадион Победа (г. Волгоград)



1. Заказчик (Застройщик): ФГУП «Спорт-Ин», г. Москва;
2. Генеральный подрядчик: Открытое акционерное общество «Стройтрансгаз»;
3. Назначение: Матчи группового этапа, 1/8 финала, четвертьфинал;
4. Технические характеристики стадиона: Вместимость - 45000 человек; Общая площадь стадиона – 123 970 кв.м; Строительный объем стадиона – 400 960 куб. м; Высота стадиона до 50 м; Площадь участка - 20,22 га;
5. Кровля над зрительскими местами –металлоконструкции из труб, вантовые фермы.
6. Фасад выполнен из профильных труб.

Компания ОМК поставила профильные трубы крупного сортамента для строительства данного стадиона

Стадион ВТБ-Арена (г. Москва)



1. Генеральный подрядчик: Codest International S.R.L.;
2. Назначение: Матчи группового этапа, 1/8 финала, четвертьфинал;
3. Технические характеристики стадиона: Общая вместимость Центрального стадиона «Динамо» составит 26 319 посадочных мест, а количество посадочных мест на универсальной арене будет варьироваться от 11488 до 14000
4. Кровля над зрительскими местами –металлоконструкции.

Компания ОМК поставила профильные трубы крупного сортамента для строительства данного стадиона



Аэропорт Симферополь



1. **Площадь комплекса – 78 000 кв. м;**
2. **Генеральный проектировщик: Samoo Architects & Engineers;**
3. **Технические характеристики аэропорта:** новый аэровокзальный комплекс с терминалом и 20 служебными зданиями, способный обслуживать семь миллионов пассажиров в год, а в перспективе - и десять миллионов.

Компания ОМК поставила профильные трубы крупного сортамента, круглые трубы малого и большого диаметра

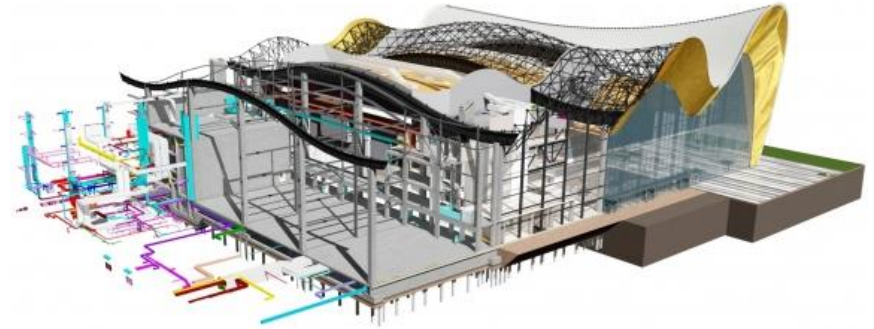
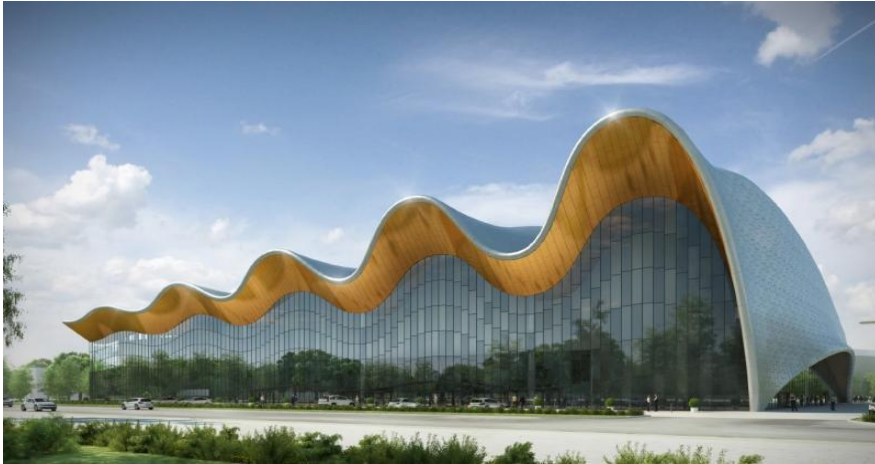
Лахта центр (г. Санкт-Петербург)



1. Общая площадь зданий — 400 тыс. м²;
2. **Инвестором и инициатором** проекта является группа Газпром. Реализация поручена Акционерному обществу «Многофункциональный комплекс «Лахта центр»;
3. **Технические характеристики проекта:** В высотном здании будут использованы уникальные фасадные конструкции и гнутые стеклопакеты.

Компания ОМК поставила профильные трубы крупного сортамента, трубы малого и большого диаметра

Центр художественной гимнастики (г. Москва)



1. «Авторы разработали несколько вариантов несущих кровлю конструкций: от деревянных стропил до металлокаркаса. Последний был выбран, удовлетворив как эстетические, так и экономические требования»;
2. Для изготовления металлоконструкций кровли, использованы трубы различного сечения.

Компания ОМК поставила профильные трубы, круглые трубы малого и среднего диаметра

Мост через фьорд (Норвегия)



ОМК осуществила поставки 870 тонн труб диаметром 813 мм со стенкой 28,0 мм в Королевство Норвегия для строительства моста через фьорд в 100 километрах от города Тронхейм, 4-го по величине норвежского города.

Трубы произведены на Выксунском металлургическом заводе по стандарту EN 10219 (European norms) специально под этот проект.

Одно из широких применений труб в строительстве – использование труб в свайных конструкциях

Основные направления потребления труб на рынке свай

←
Строительство
зданий (свайные
фундаменты)



↓
Сваи для
транспортной
инфраструктуры



↘
Надземные участки
трубопроводов



Трубошпунты
(гидротехнические сооружения)



ЦЕНТРАЛЬНЫЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ И
ПРОЕКТИВНЫЙ ИНСТИТУТ СТРОИТЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ им. Н. И. МЕЛЬНИКОВА



ЦНИИПСК
им. МЕЛЬНИКОВА
(Основан в 1880 г.)



Российская Федерация,
117997, Москва,
ул. Архитектора Вязова, 49

* 20 января 2016 г. № 70

Телефон: +7 (495) 660-79-00
Телеграф: МОСКВА БАШНЯ
Телефакс: +7 (495) 660-79-40
E-mail: info@stako.ru
<http://www.stako.ru>

Директору
Инженерно-технологического Центра АО «ВМЗ»
г. Степанову П.П.
E-mail: STEPANOV_PP@vsw.ru
USTKACHKINCEVA_AV@omk.ru,
vershinin_jav1@omk.ru
Копия:
Директору по маркетингу АО «ОМК»
г. Коломейцу И.В.

Уважаемый Павел Петрович!

Настоящим сообщаем, что электросварные прямошовные трубы производства АО «ВМЗ» диаметром 325 мм и 426 мм в состоянии после объемной термообработки (ОТО) по результатам наших испытаний и исследований, проведенных в рамках договора №25-2015/70-517 от 23.11.2015 г., могут быть использованы в качестве свайных оснований на объекте: «Реконструкция магистрального нефтепровода «Ванкор-Пурпе» (первоочередные участки)».

Результаты исследований электросварных труб с объемной термообработкой (ОТО) и локальной термообработкой шва (ЛТО) показали, что:

- при осуществлении ОТО в трубах снимаются остаточные напряжения;
- при осуществлении ОТО в трубах повышаются прочностные характеристики и сопротивление хрупкому разрушению металла различных зон сварного соединения;
- в трубах с ОТО механические характеристики равномерны по всему телу трубы.

Неотъемлемыми условиями использования данных труб в указанном регионе строительства с расчетной температурой от минус 45°C до минус 55°C являются положительные результаты дефектоскопического контроля сварных соединений труб и обеспечение уровня ударной вязкости металла всех зон сварного соединения при температуре испытания Исп. -40°C на образцах с V-образным концентратором не менее 34 Дж/м².

Заключение по результатам исследований будет направлено в Ваш адрес после завершения всего комплекса испытаний.

С уважением,
директор института

Н.И. Пресняков



Шнейдеров Г.Р.
(499) 128-83-26
E-mail gem@stako.ru

В ходе работы образцы труб диаметром 325 и 426 мм подвергались следующим испытаниям:

1. Определение химического состава металла труб
2. Определение механических характеристик при статическом растяжении
3. Испытания на статический изгиб и сплющивание
4. Испытания на ударный изгиб (КСV-20°C, КСУ-60°C)
5. Исследование микроструктуры сварных соединений
6. Фрактографические исследования изломов ударных образцов
7. Оценка остаточных напряжений в трубах

Трубы производства компании ОМК доказали свою пригодность для использования в качестве свай

Испытанные типы труб

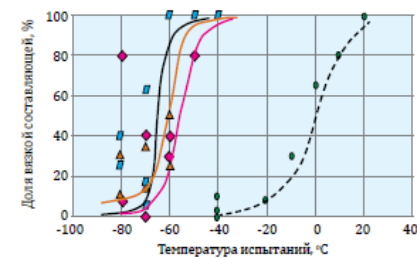
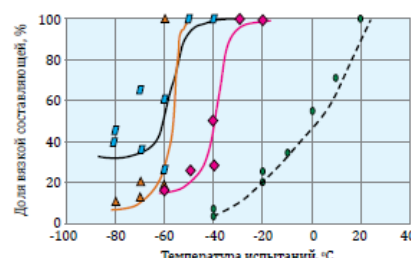
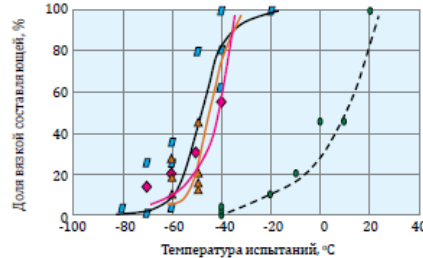
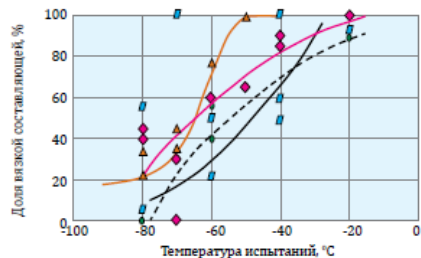
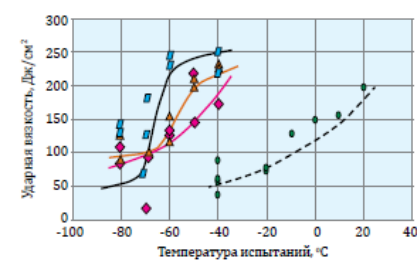
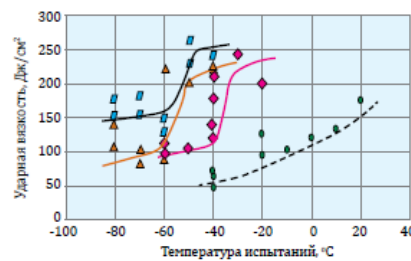
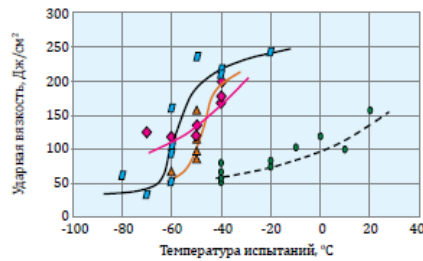
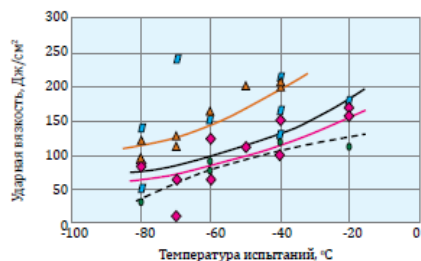
Типоразмер трубы, мм	Номер трубы	Номер плавки	Номер партии	Термическая обработка	Условные обозначения
Ø 325x8	390217	1514780	9943	ОТО 720 °С без ЛТО	Проба 1
Ø 325x8	390035	1514780	9944	ЛТО (З+0) без ОТО	Проба 2
Ø 426x9	516270	1516424	12653	ЛТО (З+0) и ОТО 720 °С	Проба 3
Ø 325x8	020919	1514780	453	ЛТО (норм. 900 °С) и ОТО 720 °С	Проба 4

Результаты испытаний на растяжение

Типоразмер трубы, условное обозначение пробы	№ образца	Временное сопротивление $\sigma_{в'}$, Н/мм ²	Предел текучести $\sigma_{0,2}$, Н/мм ²	Относительное удлинение δ , %	Относительное сужение Ψ , %
Ø325x8 мм Проба 1 ОТО 720 °С без ЛТО	1.1 ОМ	539	460	27,0	74,8
	1.2 ОМ	538	457	30,0	74,7
	1.3 ОМ	537	451	31,0	75,0
	ср. знач.	538	456	29,3	74,8
	1.4 СШ	492	-	-	-
	1.5 СШ	490	-	-	-
	ср. знач.	491			
Ø325x8 мм Проба 2 ЛТО (З+0) без ОТО	2.1 ОМ	541	496	21,7	73,7
	2.2 ОМ	548	513	21,0	73,3
	2.3 ОМ	540	496	21,3	73,7
	ср. знач.	543	502	21,3	73,6
	2.4 СШ	526	-	-	-
	2.5 СШ	530	-	-	-
	ср. знач.	528			
Ø426x9 мм Проба 3 ЛТО (З+0) и ОТО 720 °С	3.1 ОМ	561	472	22,3	74,2
	3.2 ОМ	565	470	25,2	73,1
	3.3 ОМ	569	476	25,3	73,0
	ср. знач.	565	473	24,3	73,4
	3.4 СШ	548	-	-	-
	3.5 СШ	557	-	-	-
	ср. знач.	553			
Ø325x8 мм Проба 4 ЛТО (норм. 900 °С) и ОТО 720 °С	4.1 ОМ	557	472	30,2	76,8
	4.2 ОМ	552	468	32,3	78,2
	4.3 ОМ	555	471	30,4	77,3
	ср. знач.	555	470	31,0	77,4
	4.1 СШ	505			
	4.2 СШ	506	-	-	-
	ср. знач.	505			

Трубы производства компании ОМК использовались для строительства магистрального нефтепровода «Ванкор-Пурпе»

Ударная вязкость (образцы шарпы)



Основной металл

Сварной шов

По линии сплавления

2 мм от линии
сплавления

Результаты расчета остаточных напряжений опытных образцов труб

Термообработка	Предел текучести $\sigma_{0,2}$, Н/мм ²	Диаметр, мм	Толщина, мм	Расстояние между концами	Остаточные напряжения S_{max} , МПа
ОТО (720 °С)	456	325	8	1,5	8,9
ЛТО (З + О)	502	325	8	12	70,1
ЛТО (З + О) + ОТО (720 °С)	473	426	9	4	15,3
ЛТО (норм. 900 °С) + ОТО (720 °С)	470	325	8	3,5	20,6

Испытания труб для свай в ЦНИИПСК им. Мельникова

- По результатам испытаний на статическое растяжение, основной металл исследованных труб удовлетворяет требованиям, предъявляемым ТУ 14-ЗР-1471-2002 (изм. № 3) к трубам электросварным прямошовным в северном исполнении (класса прочности К50), используемым для обустройства нефтяных и газовых месторождений, магистральных газопроводов, нефте- и нефтепродуктопроводов и промысловых трубопроводов.
- Исследованные трубы выдержали испытания на статический изгиб и сплющивание. Трещин по итогам испытательных мероприятий не выявлено.
- Наиболее неравномерное распределение значений твердости по сечению сварного соединения наблюдается при термообработке ОТО 720 °С без ЛТО. Наиболее равномерное распределение значений твердости по длине сварного соединения выявлено при термообработке ЛТО (нормализация 900 °С) и ОТО 720 °С.
- По уровню значений ударной вязкости основной металл и металл различных зон сварных соединений исследованных проб 1–4 удовлетворяет требованиям, предъявляемым ТУ 14-ЗР-1471-2002 (изм. № 2). Исследованный металл удовлетворяет также дополнительным требованиям к металлу свай с расчетной температурой района строительства от -45 °С до -55 °С.
- Результаты расчетов показывают, что минимальные остаточные напряжения – 8,9 МПа (1,9 % от значения фактического предела текучести) – наблюдаются после объемной термообработки. После локальной (местной) термической обработки наблюдается наибольшая величина остаточных напряжений 70,1 МПа, что составляет 13,9 % от фактического предела текучести. В трубах с комбинированной термообработкой (ЛТО + ОТО) остаточные напряжения составляют 15,3 МПа (3,2 % от значения фактического предела текучести).

Таким образом, по результатам исследования установлено, что рассматриваемые электросварные прямошовные трубы после проведения объемной термообработки (ОТО) могут быть использованы в качестве свайных оснований, где применяется аналогичный размерный сортамент труб. Применение в качестве свайных оснований электросварных труб после объемной термической обработки позволит достичь очевидного экономического эффекта, снизив соответствующие затраты на 10–15 % по сравнению с бесшовными трубами.

Компания АО «ОМК» имеет опыт поставки труб для свай, используемых для строительства магистральных трубопроводов

Компания	Типоразмер, марка стали труб	НТД	Объем поставки, тн
 ПАО «Газпромнефть»	\varnothing 159-325 мм, 09Г2С	ГОСТ 10705-80	9800
 ОАО «Сургутнефтегаз»	\varnothing 159-325 мм, 09Г2С	ГОСТ 10705-80	8000
 ОАО «НК «Роснефть»	\varnothing 159-325 мм, 09Г2С	ГОСТ 10705-80	51000
 ОАО «АК «Транснефть»	\varnothing 325, 426 мм, 09Г2С	СТТ-23.040.00-КТН-128-11, ГОСТ 10705-80	99000

Свайные конструкции из труб АО «ОМК» использовались в том числе и в вечномёрзлых грунтах, что означает повышенные требования по ударной вязкости



ОБЪЕДИНЕННАЯ
МЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ
КОМПАНИЯ

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!