

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»

На правах рукописи

Аминов Турсунмурод Эшмуродович

Исследование Особенности проектирования
большепролетных зданий с использованием ферм с
элементами трубобетона

Направление подготовки
08.04.01 – «Строительство»

АВТОРЕФЕРАТ
МАГИСТЕРСКОЙ ДИССЕРТАЦИИ

2022



Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Комсомольский-на-Амуре
государственный университет»

Научный руководитель: Сысоев Олег Евгеньевич
доктор технических наук, доцент

Рецензент: Щербаков Иван Федорович
начальник отдела проектных работ
МКУ «Управление капитального строительства
администрации города Комсомольска-на-Амуре»
кандидат технических наук

Защита состоится «24» июня 2022 г. в 09 часов 00 мин. на заседании государственной экзаменационной комиссии по направлению подготовки 08.04.01 «Строительство» в Комсомольском-на-Амуре государственном университете по адресу: 681013, г. Комсомольск-на-Амуре, пр. Ленина, 27, ФГБОУ ВО «КНАГУ» ауд. 212/1.

Автореферат разослан 21 июня 2022 г.

Секретарь ГЭК

И.В. Погорельских

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследования.

Целью исследования является поиск оптимальных проектных решений при возведении зданий, которые обеспечат их надежность и долговечность, соблюдение экологических требований, огнестойкость и сейсмостойкость. В связи с этим поставлена задача определения преимуществ и перспектив возведения сейсмостойких зданий из трубобетонных конструкций, поскольку они отличаются конструктивной, технологической и экономической эффективностью при использовании в качестве вертикальных несущих элементов каркасов высотных и большепролетных зданий.

Использована методика расчета прочности нормальных сечений внецентренно сжатых трубобетонных элементов с использованием нелинейной деформационной модели, позволяющая учитывать совместную работу стальной оболочки и бетонного ядра, находящегося в условиях трехосного сжатия.

Результат. В диссертацию проведен обзор новейшего мирового опыта применения в качестве вертикальных и горизонтальных несущих конструкций трубобетона для объектов гражданского и большепролетных зданий назначения с позиций сейсмостойкого строительства.

Изучен мировой опыт возведения гражданских зданий высотой от 100 до 600 м и большепролетных зданий с применением трубобетонной технологии, в том числе регионах с опасными природно техногенными условиями. Проанализированы конструкционные, эксплуатационные и технологические преимущества и недостатки трубобетонной технологии. Рассмотрены методики расчета прочности трубобетонных элементов при центральном сжатии: по состоянию полного разрушения бетона и текучести трубы, достигаемому при максимальной нагрузке, итак называемая деформационная теория по состоянию начала «текучести трубы в продольном направлении».

Показаны достоинства и недостатки обоих методов. Рассмотрены факторы, сдерживающие широкое применение и внедрение трубобетонных конструкций в России.

Вывод. При всех очевидных преимуществах трубобетонных конструкций для широкого использования их в сейсмостойком строительстве необходимы дальнейшие углубленные исследования поведения трубобетонных элементов, работающих на статические и динамические нагрузки в составе многократно статически неопределимых несущих каркасов зданий.

Целью диссертационной работы является:

Целью данной диссертационной работы является выявление наибольшей эффективности и экономичны большепролетных зданий с элементов трубобетон по сравнению с другими конструкциями, за счет изменения эксцентриситета. А также поиск альтернативных материалов для трубобетонной фермы при использовании в большепролетных зданиях.

Объект исследования – особенности проектирования большепролетных зданий с использованием ферм с элементами трубобетона.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

– проведен комплекс аналитических и экспериментальных исследований по оценке несущей способности, центрально и внецентренно сжатых трубобетонных конструкций с ядром из модифицированных высокопрочных бетонов, включающий определение характера деформаций и разрушений трубобетонных элементов на различной стадии твердения;

Достоверность полученных результатов, выводов и рекомендаций, изложенных в диссертационной работе, подтверждены комплексом экспериментальных исследований, статистической обработкой экспериментальных данных, применением стандартизованных методов измерений и анализа.

1 История появления и исследования трубобетонных конструкций

Как известно, для повышения несущей способности железобетонного стержня сначала пытались применить способ насыщения его продольной арматурой. Однако исследования Р. Залигера показали, что такой способ повышения несущей способности не эффективен, так как продольная арматура не повышала прочность бетона.

Консидером в 1900 – 1903 годах было предложено для увеличения прочности бетонных стержней использовать поперечное армирование в виде спиральной обоймы. Он полагал, что так называемая арматура – оболочка создает боковое давление и тем самым повышает сопротивление бетона.

Первые публикации о применении металлических труб, заполненных бетоном, появились в начале прошлого столетия, причем в начале полагали, что бетон препятствует развитию коррозии на внутренней поверхности трубчатых колонн. С этой целью в 1902 г. в Париже Джонс Севел провел испытания стальной трубы, заполненной бетоном с целью препятствия развития коррозии. В ходе испытаний оказалось, что несущая способность трубобетонной колонны на 25% выше, чем суммарная несущая способность трубы и бетонного сердечника, испытанных по отдельности. После того, как было обнаружено значительное повышение несущей способности трубобетонных колонн при случайной перегрузке, трубобетонное сечение начали широко исследовать и применять.

В 1932 году профессор А. А. Гвоздев опубликовал первую работу по расчету трубобетонных конструкций – она же первая научная работа, посвященная трубобетонным конструкциям, во всем мире.

Особенность трубобетонных конструкций, обуславливающая повышенное внимание к ним, является повышение предела прочности бетона, стесненного металлической оболочкой. Причиной этого является сложное пространственнапряженное состояние бетона в ситуации, когда поперечные деформации материала при продольной сжимающей нагрузке

ограничиваются оболочкой. Этим обусловлено основное направление исследований работа трубобетонных конструкций под сжимающей нагрузкой.

Несмотря на то, что основные свои преимущества трубобетонное сечение проявляет в случае центрального сжатия, рассмотрение трубобетонных конструкций в столь идеальных условиях ограничивала область их применения. Именно этим обусловлено исследования изгибаемых и внецентренно сжатых трубобетонных элементов. Среди отечественных исследований стоит отметить следующие:

2 Область применения трубобетонных конструкций

Трубобетонные конструкции эффективно применяются в самых различных областях строительства по всему миру. В частности, в таких ответственных, как мостостроении, строительстве метро, а в последние годы при строительстве высотных зданий.

В архитектурно-строительном деле трубобетонные конструкций насчитывают более чем 80-летнюю историю своего использования. В Советском Союзе, Европе, США, Японии и других промышленно развитых странах серьезное внимание трубобетонные конструкции привлекли 60 лет тому назад и получили применение в промышленном, городском многоэтажном и высотном строительстве, в многоэтажных уличных развязках и различных специальных сооружениях.

В данное время наиболее широко трубобетон используется в Китае, где создана нормативная база его применения в строительстве. По опубликованным данным в течение последних десяти лет в Китае построено уже более 30 небоскребов с колоннами из высокопрочного трубобетона. Некоторые из них расположены в зонах высокой сейсмичности и неоднократно выдерживали мощные удары подземной стихии. Среди них здание небоскреба на площади Сайгэ в Шэньчжэне является на сегодняшний день самым высоким в мире с каркасом из трубобетона. Это многофункциональное комплексное сооружение спроектированное и построенное с учетом возможности семи балльного землетрясения.

Благодаря технической особенности трубобетона, у которого стальная трубчатая оболочка выступает одновременно в роли опалубки и арматуры, а также жесткого несущего упора, возведение фундамента и подземной части многих зданий в КНР удалось производить методом «обратного хода», без устройства открытого глубокого котлована. По мере бетонирования подземных колонн и перекрытия первого этажа строятся подземные перекрытия по этажам сверху вниз, и одновременно возводится надземная часть здания. Этот метод позволяет сократить общий срок строительства и разрешить ряд проблем, возникающих в связи с его проведением.

Идея использования металлических труб, заполненных бетоном для изготовления несущих колонн зданий, была предложена инженером Джоном Лалли (John Lally). Конструкции с применением трубобетонных элементов начали широко применяться в промышленном и гражданском строительстве ориентировочно 70 лет тому назад. В последнее время они эффективно используются при строительстве уникальных высотных зданий и сооружений.

Вопросы проектирования различных конструкций из трубобетонных элементов с металлической оболочкой рассмотрены в работах и др., краткий обзор которых приведен в публикации.

Первыми применение в мостостроении нашли многотрубные системы с использованием трубобетонного сечения, в которых несущие конструкции набирались в виде пакета из трубобетонных стержней малого диаметра. Первым сооружением с использованием многотрубных пакетов трубобетонных стержней являлся построенный в 1931 году в окрестностях Парижа однопролетный арочный мост длиной 9 метров. Каждая из двух несущих арок моста состояла из 6 труб диаметром 60мм и толщиной стенки 3,5 мм, заполненных бетоном. В Советском Союзе первый опыт применения многотрубных трубобетонных конструкций в мостостроении был получен еще в тридцатых годах прошлого века, когда под руководством Передерия

Г.П. был запроектирован и построен Володарский мост через реку Нева в городе Санкт-Петербург (Ленинград).

Г.П. Передерием была написана монография, основанная на результатах комплекса испытаний, в которой подробно освещены все особенности проведения испытаний и сделан вывод о возможности использования предлагаемой конструкции при создании мостовых сооружений. Однако в дальнейшем из-за значительной сложности изготовления пакетных трубобетонных конструкций от их применения в мостостроении отказались, перейдя к использованию так называемой монотрубной системы, когда в качестве основного несущего элемента в мостах используют стальную трубу, заполненную бетоном.

С использованием одного из решений, предложенных в книге, был построен железнодорожный мост через реку Исеть, пролет которого длиной 140 м перекрыт сквозной арочной системой, состоящей из двух трубобетонных поясов, изготовленных из стальных труб диаметром 820 мм и толщиной стенки 13 мм, заполненных бетоном марки 350. Надарочные стойки также выполнены трубобетонными. Анализ показал, что применение трубобетонных конструкций на этом мосту позволило снизить расход, стали на 52% и привело к снижению стоимости строительства на 20%.

Другим распространенным примером применения трубобетонных конструкций – разливные элементы и конструкции опор. Примером такого моста является самый длинный мост в бассейне реки Амазонка «Manaos-Iranduba», открытый 24 октября 2011 года. Этот вантовый мост соединил два берега реки «Rio Negro» (Черная), а также связал Manaus (Манаус) с городом Iranduba (Ирандуба), длина моста составляет 3 километра 595 метров. Опоры моста выполнены из массивных трубобетонных стоек. Также распространенным решением является применение трубобетонных опор на эстакадах.

Наиболее развито направление применения трубобетонных конструкций в Китае. Первый в Китае трубобетонный арочный мост пролетом 115 метров был построен в провинции Сычуань в 1991 году.

В отчается, что, в связи с быстрым развитием экономики Китая, трубобетонные арочные мосты стали хорошей альтернативой железобетонным и стальным арочным мостам. К марту 2005 года было построено 229 трубобетонных арочных мостов пролетом более 50 метров, из них 131 мост с главным пролетом более 100 метров и 33 моста с пролетом более чем 200 метров. Всего на сегодняшний день в Китае построено более 300 арочных мостов с применением трубобетонных конструкций.

Структура и объём работы.

Магистерская диссертация состоит из введения, четырёх глав, списка литературы (25 источников). Основной текст изложен на 71 страницах, содержит 8 таблиц и 21 рисунков.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во **введении** обоснована актуальность темы исследования, сформулированы цель, задачи, предмет и объект исследования, раскрыты научная новизна и практическая значимость, апробация результатов.

В **первой главе** история появления и исследования трубобетонных конструкций. Первые публикации о применении металлических труб, заполненных бетоном, появились в начале прошлого столетия, причем в начале полагали, что бетон препятствует развитию коррозии на внутренней поверхности трубчатых колонн. С этой целью в 1902 г. в Париже Джонс Севел провел испытания стальной трубы, заполненной бетоном с целью препятствия развития коррозии.

В 1932 году профессор А. А. Гвоздев опубликовал первую работу по расчету трубобетонных конструкций – она же первая научная работа, посвященная трубобетонным конструкциям, во всем мире.

Особенность трубобетонных конструкций, обуславливающая повышенное внимание к ним, является повышение предела прочности бетона, стесненного металлической оболочкой. Причиной этого является сложное пространственнонапряженное состояние бетона в ситуации, когда поперечные деформации материала при продольной сжимающей нагрузке ограничиваются оболочкой. Этим обусловлено основное направление исследований – работа трубобетонных конструкций под сжимающей нагрузкой

Во второй главе виды классификации фермы. По материалу различают фермы стальные, деревянные, ж/бетонные

Стальные фермы получили широкое распространение во многих областях строительства: в покрытиях и перекрытиях промышленных и гражданских зданий, мостах, опорах линий электропередачи, объектах связи, телевидения и радиовещания (башни, мачты), транспортерных галереях, гидротехнических затворах, грузоподъемных кранах и т.д.

Основными элементами ферм являются пояса, образующие контур фермы, и решетка, состоящая из раскосов и стоек.

В зависимости от очертания поясов фермы подразделяют на, а – треугольная; б, в – четырехугольная с параллельными и непараллельными поясами, г – пятиугольная (трапециевидная), д – многоугольная (полигональная): е – сегментная (арочная), ж – линзообразная (рыбчатая), з – вставленная (рисунок 7).

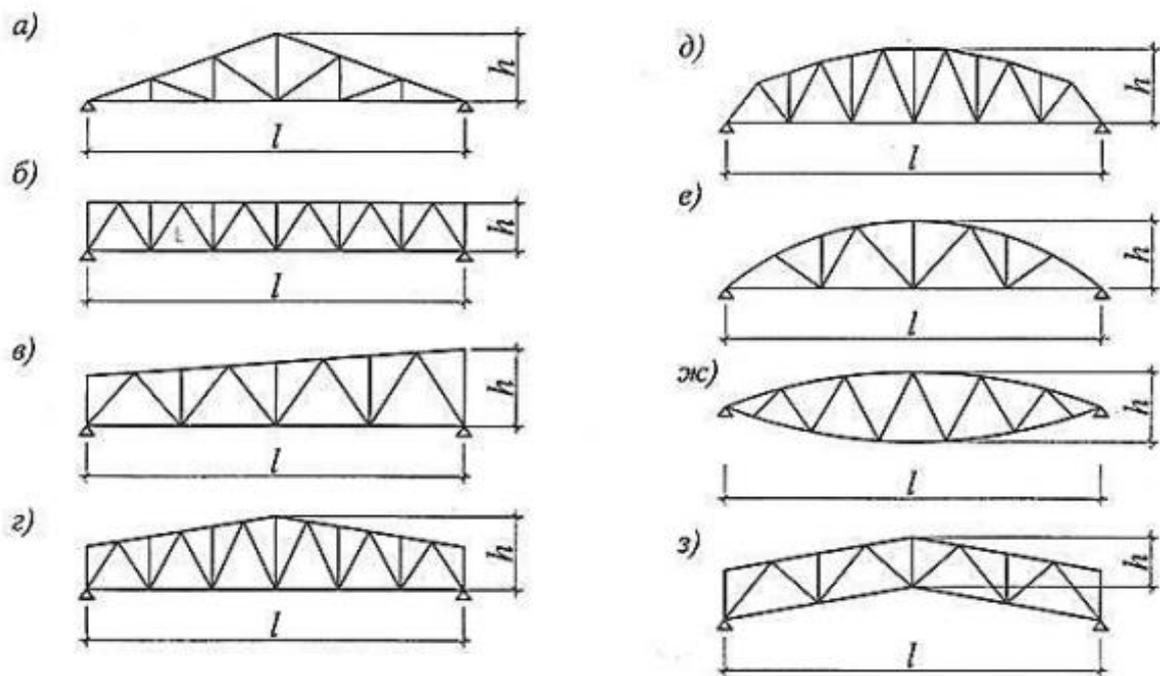


Рисунок 7 – Геометрические схемы ферм

В третьей главе особенности расчета трубобетонных конструкций.

Трубобетонный элемент рассматривался в предельном состоянии, когда оба компонента системы (бетонное ядро и стальная оболочка) исчерпали свои прочностные свойства, т.е. механизм разрушения задавался, и для решения задачи достаточно только уравнений равновесия. Такой подход предполагает, что величина разрушающей нагрузки прямым образом не связана с условиями деформаций и зависит лишь от предельных условий для бетона и стали.

					20Б1				6				
	9	3	30	3 380.4	I 20Б1	28,49	1943	194, 3	8,2 6	110, 3	142, 3	28,5	2,2 3
	13	3	30	3 688.3	I 20Б1	28,49	1943	194, 3	8,2 6	110, 3	142, 3	28,5	2,2 3
	18	3	30	2 918.6	I 20Б1	28,49	1943	194, 3	8,2 6	110, 3	142, 3	28,5	2,2 3
Верхний пояс	33	1.5	30	2 052.1	I 20Б1	28,49	1943	194, 3	8,2 6	110, 3	142, 3	28,5	2,2 3
	37	1.5	30	2 770.2	I 20Б1	28,49	1943	194, 3	8,2 6	110, 3	142, 3	28,5	2,2 3
	38	1.5	30	3 051.0	I 20Б1	28,49	1943	194, 3	8,2 6	110, 3	142, 3	28,5	2,2 3
	43	1.5	30	3 462.5	I 20Б1	28,49	1943	194, 3	8,2 6	110, 3	142, 3	28,5	2,2 3
	58	1.5	30	3 052.2	I 20Б1	28,49	1943	194, 3	8,2 6	110, 3	142, 3	28,5	2,2 3
	60	1.5	30	2 770.2	I 20Б1	28,49	1943	194, 3	8,2 6	110, 3	142, 3	28,5	2,2 3
	62	1.5	30	2 436.8	I 20Б1	28,49	1943	194, 3	8,2 6	110, 3	142, 3	28,5	2,2 3

	66	1.5	30	1 616.0	 20Б1	28,49	1943	194, 3	8,2 6	110, 3	142, 3	28,5	2,2 3
	68	1.5	30	1 128.7	 20Б1	28,49	1943	194, 3	8,2 6	110, 3	142, 3	28,5	2,2 3
Раскосы	98	3.8	30	754.4	 100x3	11,41	177, 0	35,4 0	3,94	-	177, 0	35,4 0	3,9 4
	100	3.8	30	696.5	 100x3	11,41	177, 0	35,4 0	3,94	-	177, 0	35,4 0	3,9 4
	104	3.8	30	567.6	 100x3	11,41	177, 0	35,4 0	3,94	-	177, 0	35,4 0	3,9 4

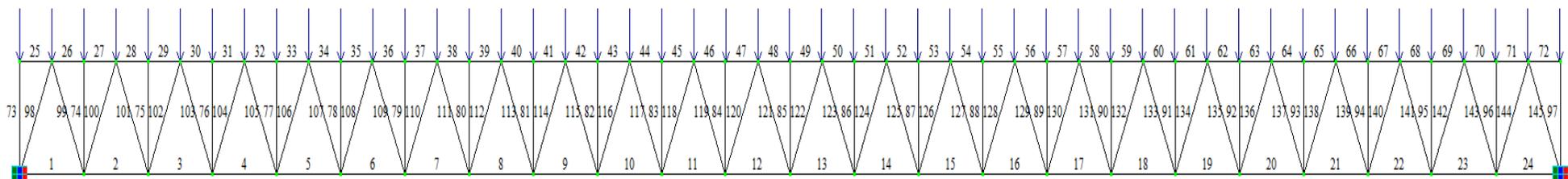
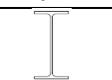
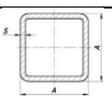
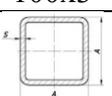


Рисунок 21- Стланой ферма с жестком соединение

Таблица 3 - Стланой ферма с жестком соединение

Элемент	Стержней №	Стержней L, м	Постоянный Нагрузки кН	Расчетные Усилие, кН	Сечение h/b	Площадь см ²	Справочные величины для осей						
							X-X				Y-Y		
							I _x , см ⁴	W _x , см ³	i _x , см	S _x , см ³	L _y , см ⁴	W _y , см ³	i _y , см
Нижний пояс	2	3	30	1 086.4		28,49	1943	194,3	8,26	110,3	142,3	28,5	2,23
	7	3	30	708.4		28,49	1943	194,3	8,26	110,3	142,3	28,5	2,23
	8	3	30	913.6		28,49	1943	194,3	8,26	110,3	142,3	28,5	2,23
	10	3	30	1 170.1		28,49	1943	194,3	8,26	110,3	142,3	28,5	2,23
	12	3	30	1 221.4		28,49	1943	194,3	8,26	110,3	142,3	28,5	2,23
	15	3	30	913.6		28,49	1943	194,3	8,26	110,3	142,3	28,5	2,23

				20Б1									
	16	3	30	708.4		28,49	1943	194,3	8,26	110,3	142,3	28,5	2,23
					20Б1								
	22	3	30	1 605.7		28,49	1943	194,3	8,26	110,3	142,3	28,5	2,23
					20Б1								
	23	3	30	2 143.3		28,49	1943	194,3	8,26	110,3	142,3	28,5	2,23
					20Б1								
Верхний пояс	32	1.5	30	1 975.8		28,49	1943	194,3	8,26	110,3	142,3	28,5	2,23
					20Б1								
	34	1.5	30	2 360.3		28,49	1943	194,3	8,26	110,3	142,3	28,5	2,23
					20Б1								
	36	1.5	30	2 693.8		28,49	1943	194,3	8,26	110,3	142,3	28,5	2,23
					20Б1								
	38	1.5	30	2 975.9		28,49	1943	194,3	8,26	110,3	142,3	28,5	2,23
					20Б1								
	41	1.5	30	3 385.3		28,49	1943	194,3	8,26	110,3	142,3	28,5	2,23
				20Б1									
48	1.5	30	3 616.6		28,49	1943	194,3	8,26	110,3	142,3	28,5	2,23	
				20Б1									
56	1.5	30	3 206.6		28,49	1943	194,3	8,26	110,3	142,3	28,5	2,23	
				20Б1									
60	1.5	30	2 693.8		28,49	1943	194,3	8,26	110,3	142,3	28,5	2,23	

					20Б1								
	62	1.5	30	2 360.3		28,49	1943	194,3	8,26	110,3	142,3	28,5	2,23
					20Б1								
Раскосы	98	3.8	30	667.8		11,41	177,0	35,40	3,94	-	177,0	35,40	3,94
					100x3								
	100	3.8	30	726.4		11,41	177,0	35,40	3,94	-	177,0	35,40	3,94
					100x3								

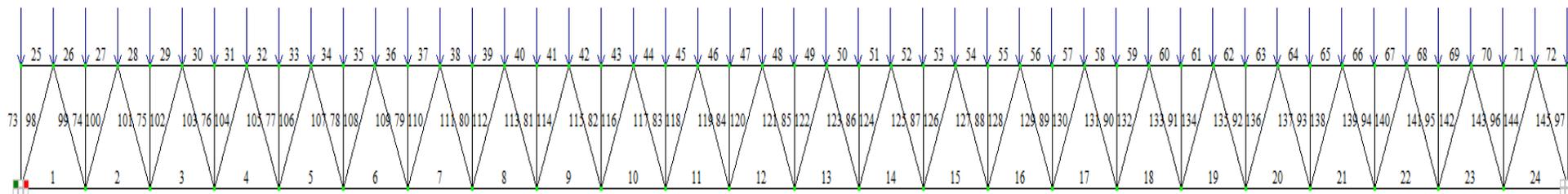


Рисунок 21- Трубобетонная ферма с шарнирной соединении

Таблица 4 - Трубобетонная ферма с шарнирной соединении

Элемент	Стержней №	Стержней L, м	Постоянный Нагрузки кН	Расчетные Усилие, кН	Сечение	Площадь см ²	Справочные величины для осей					
							X-X			Y-Y		
							I _x , см ⁴	W _x , см ³	i _x , см	L _y , см ⁴	W _y , см ³	i _y , см
Нижний пояс	2	3	30	994.87		10,21	127,2	28,28	3,53	127,2	28,28	3,53
	3	3	30	1 421.64		16,36	192,8	42,84	3,43	192,8	42,84	3,43
	4	3	30	1 857.39		21,63	311,2	62,24	3,79	311,2	62,24	3,79
	5	3	30	2 341.15		26,43	561,8	93,64	4,61	561,8	93,64	4,61
	6	3	30	2 856.08		31,23	920,0	131,4	5,43	920,0	131,4	5,43

					140x6							
	9	3	30	3 481.74		38,36	1275	170,0	5,77	1275	170,0	5,77
	13	3	30	3 833.04		43,24	1411	188,1	5,71	1411	188,1	5,71
	18	3	30	3 186.56		35,56	1020	145,7	5,36	1020	145,7	5,36
Верхний пояс	33	1.5	30	2 083.79		24,36	336,7	67,33	3,72	336,7	67,33	3,72
	37	1.5	30	2 892.82		33,64	676,2	112,7	4,48	676,2	112,7	4,48
	38	1.5	30	3 186.56		35,56	1020	145,7	5,36	1020	145,7	5,36
	43	1.5	30	3 511.84		40,04	1126	160,8	5,30	1126	160,8	5,30
	58	1.5	30	3 186.56		35,56	1020	145,7	5,36	1020	145,7	5,36
	60	1.5	30	2 892.82		33,64	676,2	112,7	4,48	676,2	112,7	4,48

					120x8							
	62	1.5	30	2 619.59		29,96	616,8	102,8	4,54	616,8	102,8	4,54
	66	1.5	30	1 857.39	120x7 	21,63	311,2	62,24	3,79	311,2	62,24	3,79
	68	1.5	30	1 210.86	100x6 	13,35	161,8	35,96	3,48	161,8	35,96	3,48
					90x4 							
Раскосы	98	3.8	30	850.55		9,01	87,81	21,95	3,12	87,81	21,95	3,12
	100	3.8	30	714.02	80x3 	7,81	57,50	16,43	2,71	57,50	16,43	2,71
	104	3.8	30	585.29	70x3 	6,61	35,11	11,70	2,31	35,11	11,70	2,31
					60x3 							

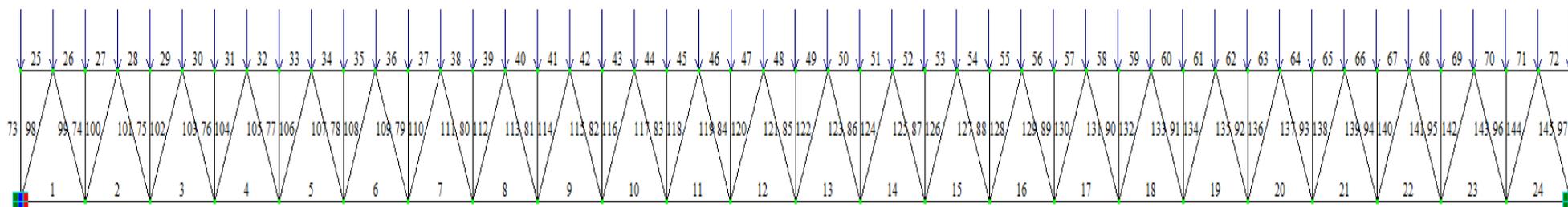


Рисунок 21- Трубобетонная ферма с жестком соединение

Таблица 5 - Трубобетонная ферма с жестком соединение

Элемент	Стержней №	Стержней L, м	Постоянный Нагрузки кН	Расчетные Усилие, кН	Сечение h/b	Площадь см ²	Справочные величины для осей					
							X-X			Y-Y		
							I _x , см ⁴	W _x , см ³	i _x , см	L _y , см ⁴	W _y , см ³	i _y , см
Нижний пояс	2	3	30	1 210.86	 90x4	13,35	161,8	35,96	3,48	161,8	35,96	3,48
	7	3	30	714.02	 70x3	7,81	57,50	16,43	2,71	57,50	16,43	2,71
	8	3	30	1 040.51	 80x4	11,75	111,0	27,74	3,07	111,0	27,74	3,07
	10	3	30	1 225.27	 80x5	14,36	131,3	32,83	3,02	131,3	32,83	3,02
	12	3	30	1 404.82	 80x5	16,83	149,0	37,24	2,97	149,0	37,24	2,97

					80x6							
	15	3	30	994.87		10,21	127,2	28,28	3,53	127,2	28,28	3,53
					90x3							
	16	3	30	714.02		3,0	7,81	57,50	16,43	7,81	57,50	16,43
					70x3							
	22	3	30	1 625.80		18,36	270,9	54,19	3,84	270,9	54,19	3,84
					100x5							
	23	3	30	2 341.15		26,43	561,8	93,64	4,61	561,8	93,64	4,61
					120x6							
Верхний пояс	32	1.5	30	2 083.79		24,36	336,7	67,33	3,72	336,7	67,33	3,72
					100x7							
	34	1.5	30	2 619.59		29,96	616,8	102,8	4,54	616,8	102,8	4,54
					120x7							
	36	1.5	30	2 892.82		33,64	676,2	112,7	4,48	676,2	112,7	4,48
					120x8							
	38	1.5	30	3 186.56		35,56	1020	145,7	5,36	1020	145,7	5,36
					140x7							
	41	1.5	30	3 511.84		40,04	1126	160,8	5,30	1126	160,8	5,30

					140x8							
	48	1.5	30	3 833.04		43,24	1411	188,1	5,71	1411	188,1	5,71
					150x8							
	56	1.5	30	3 481.74		38,36	1275	170,0	5,77	1275	170,0	5,77
					150x7							
	60	1.5	30	2 856.08		31,23	920,0	131,4	5,43	920,0	131,4	5,43
					140x6							
	62	1.5	30	2 619.59		29,96	616,8	102,8	4,54	616,8	102,8	4,54
					120x7							
Раскосы	98	3.8	30	723.20		8,55	43,50	14,50	2,26	43,50	14,50	2,26
					60x4							
	100	3.8	30	855.92		10,36	50,41	16,80	2,21	50,41	16,80	2,21
					60x5							

Выводы по диссертации

Широкое применение трубобетонных конструкций в России сдерживается отсутствием нормативных документов по их проектированию и расчету. Несмотря на весьма обстоятельные исследования в этой области, надо признать, что до сих пор нет надежной и приемлемой для практического использования расчетной модели трубобетонного сечения в предельном состоянии, адекватно отражающей его специфические особенности. Это и неудивительно, принимая во внимание серьезные и многочисленные трудности, обусловленные сложностью самой системы "ядро-оболочка", работающей в условиях объемного сжатия, и сложностью описания процессов перераспределения усилий между компонентами системы в этих условиях.

Поэтому можно полагать, что дальнейшие исследования в этой области необходимы, полезны и перспективны.

Конструкционные и эксплуатационные.

1. Высокая несущая способность трубобетонных колонн
2. Эффективность работы стальной обоймы трубы вместо арматуры
3. Повышение прочностных показателей, долговечности и стойкости бетона, находящегося в трубе
4. Трехосное сжатие бетона, находящегося в трубе
5. Снижение массы несущего каркаса здания
6. Повышение огнестойкости стальных конструкций каркаса
7. Высокая стойкость здания к сейсмику, взрывам, предельным нагрузкам и ударам

Технологические.

1. Выполнение стальной трубой роли первичного каркаса здания и несъемной опалубки для бетона
2. Работа в зимнее время
3. Высокая скорость возведения каркасов из трубобетона, в 3 - 4 раза превосходящая аналогичную для классического железобетона

4.Снижение объемов сварочных работ в 2 - 3 раза

Экономические.

1.Сокращение расхода металла на возведение каркасов здания в 1,8 - 2
раза

2.Сокращение сроков строительства коробок зданий и сооружений в
1,5 - 2 раза

3.Снижение себестоимости строительства коробок зданий и
сооружений на 25 - 30%

Материалы диссертации опубликованы в следующих работах:

2. Аминов Т.Э. особенности проектирования большепролетных зданий с использованием ферм с элементами трубобетона / Т.Э. Аминов, О.Е.Сысоев. А.Ю. Добришкин /Международная научно-практическая конференция «Региональные аспекты развития науки и образования в области архитектуры, строительства, землеустройства и кадастров в начале III тысячелетия» Комсомольск-на-Амуре, 16–17 декабря 2020 года